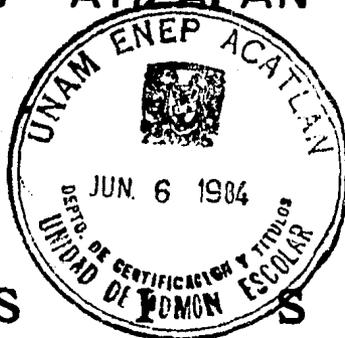


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ACATLAN

"LIBRAMIENTO ATIZAPAN"



T E S S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

EFREN ARIAS PAREDES

ACATLAN, EDO. DE MEXICO

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

INTRODUCCION	PAGINA
CAPITULO I. Estudios Básicos	1
I.1. Estudios Previos	3
I.1.1. Socioeconómicos	4
I.1.2. Técnicos	14
I.2. Estudios Definitivos	19
I.2.1. Socioeconómicos	19
I.2.2. Técnicos	31
CAPITULO II. Metodología de Proyecto	37
II.1. Anteproyecto	37
II.2. Proyecto	43
II.2.1. Alineamiento horizontal	51
II.2.2. Alineamiento vertical	65
II.2.3. Sección Transversal	66
II.2.4. Drenaje	68
CAPITULO III. Procedimiento constructivo	77
III.1. Maquinaria y Equipo	78
III.2. Movimiento de Terracería	93
III.3. Pavimento	122
III.4. Control y Programación de Obra	130
CAPITULO IV. Costos	138
CAPITULO V. Conservación	151
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFIA	

I N T R O D U C C I O N

I N T R O D U C C I O N

El fenómeno de la concentración de la población debido al incremento de esta misma tiene como resultado que se deriven diferentes problemas, uno de ellos es el tránsito de vehículos en las carreteras y calles de la ciudad de México y las principales ciudades del país.

México es un país que registra mayor tasa de incremento demográfico en el mundo, por esta razón nuestro desarrollo económico debe ser de una magnitud tal que, la producción de bienes y servicios satisfaga las crecientes necesidades de la población y permita mantener adecuados niveles de vida.

La infraestructura es uno de los elementos importantes para el desarrollo, destacando en éste las vías de comunicación que harán más eficiente el flujo de bienes y servicios.

Entre los medios de comunicación nacionales sobresalen las vías terrestres, esto es ocasionado por la escasez de rutas navegables y a lo accidentado de la topografía del país.

En la historia de los caminos, la evolución ha sido de una

manera variable porque en algunas épocas la construcción de caminos ha sido en forma abundante y en otras no se construyeron caminos.

El transporte terrestre se inició con el ferrocarril y fue muy importante de 1880 a 1920 ya que después apareció el - automóvil en la década de los 30's que es cuando fue necesario construir caminos, algunos ya existían y fueron creados en la época de la conquista, existían rutas como la México-Veracruz que se utilizaba para la transportación de frutas, semillas y pasajeros, también se construyeron otras rutas - más que formaban una amplia red de caminos que con el tiempo y la evolución del automóvil se fueron adaptando a las - exigencias de estos mismos, pero debido a que no se tenían conocimientos sobre caminos, éstos no eran lo debidamente - apropiados, hasta que en épocas actuales que se están construyendo desde los más modestos caminos vecinales, hasta -- las más modernas autopistas que cuentan con las técnicas -- más avanzadas de la ingeniería.

El contenido de la presente, es una forma de analizar los - criterios de los diferentes estudios que se realizan para - seleccionar una alternativa de solución a un libramiento y que actualmente se aplican para obtener recomendaciones que nos permitan hacer una mejor aplicación de los mismos.

Primeramente se realizaron algunos estudios socioeconómicos y técnicos para saber como considerar a la población de - - acuerdo a su nivel de vida, después, realizamos estudios sobre los movimientos que hace la gente, para saber si es necesario construir el libramiento.

Enseguida se presentan algunas alternativas que se tienen - para realizar el libramiento, las cuales se analizan para - obtener la alternativa que dará la mejor solución y obtener el proyecto de ésta misma.

En el proyecto se habla en una forma general de los diferentes conceptos para la construcción del libramiento y de los diferentes métodos que se siguen durante la construcción.

También se presenta el costo de la carretera y la conservación de la misma.

C A P I T U L O I

E S T U D I O S

B A S I C O S

I. ESTUDIOS BASICOS

Los diferentes estudios que se realizan para determinar si es necesaria la construcción de una nueva vía de comunicación son los siguientes:

- socioeconómicos
- técnicos.

Estos estudios tienen como finalidad lo siguiente:

- a) plantear las alternativas de solución;
- b) conocer la factibilidad técnica y económica de las mismas;
- c) seleccionar la alternativa más adecuada.

Para determinar que existe la necesidad de construir un libramiento, estudiaremos la zona que se beneficiará con la construcción del mismo, mediante la realización de los estudios previos socioeconómicos y técnicos necesarios.

El objetivo es analizar factores tales como son: características de la vivienda, niveles de vida, movimientos de la población, ocupación, etc., esto es el aspecto socioeconómico, en lo que al técnico se refiere, se analizaron las características físicas como son: topografía, hidrografía, hidrología, tránsito, etc.; con la información obtenida se

establece la necesidad del libramiento.

Sabiendo que existe la necesidad de construir una nueva vía se procede a realizar los estudios definitivos, los cuales nos marcarán las características que deberá tener esta misma, y se dividieron en:

- socioeconómicos
- técnicos

Estos estudios se complementarán con los obtenidos anteriormente, para que de esta manera se obtengan las características con que deberá ser ubicado y construido dicho libramiento.

Los estudios socioeconómicos se complementarán con los si--guientes: localización, funciones que deberá desarrollar, - zona de influencia, origen, destino, etc. y los técnicos -- con los de rentabilidad, tipo de sección, tipo de pavimento, materiales a emplear, etc.

Con los datos obtenidos de estos estudios, se plantearán -- las diferentes alternativas que podrán dar solución para la construcción del libramiento.

I.1. Estudios Previos.

De los estudios previos obtendremos las principales características de la zona y serán por medio de los estudios socioeconómicos y técnicos que realizaremos.

Antes de iniciar los estudios previos, haremos las siguientes consideraciones que deberán de tomarse en cuenta para hacer la correcta selección de la alternativa para la construcción del libramiento, y que desarrollará las siguientes funciones:

- librar el tránsito que a diario circula por la carretera actual y que no tiene necesidad de circular por el centro del municipio de Atizapán;
- ser otra vía de comunicación más para el municipio de Nicolás Romero, ya que actualmente solo cuenta con un acceso y este es insuficiente para el volumen de vehículos existentes;
- ser solución para los embotellamientos que casi a diario se forman en la carretera actual;
- reducir el índice de accidentes que actualmente es muy elevado.

I.1.1. Estudios Socioeconómicos.

Los estudios socioeconómicos previos, nos informan como se encuentra la población a la cual estamos analizando su forma de vida, las condiciones de su vivienda, el salario que obtiene, y cuál es su ocupación.

Por otro lado, analizaremos los futuros desarrollos habitacionales que se crearán por medio de nuevos fraccionamientos.

La clasificación del municipio de acuerdo a las diferentes áreas es como sigue:

Area total del Municipio	9535 Ha.
Area urbana actual	3400 Ha.
Area industrial	135 Ha.
Area comercial	45 Ha.
Area de crecimiento	1359 Ha.
Area no apta para desarrollo urbano	2050 Ha.
Area para futuros fraccionamientos	1400 Ha.
Area para preservación ecológica	1326 Ha.

De la clasificación anterior se observa que la mayor área que se tiene, es la poblada actualmente y que la superficie

que ocuparán los fraccionamientos en el futuro es de gran importancia, y que deberán de contar con servicios suficientes y adecuados que en este caso, son vías de comunicación mejores y más eficientes, para que el desarrollo regional sea mejor.

El número de habitantes que forman el municipio de Atizapán, es de 279 375 habitantes, pero tomando en cuenta que la tasa de incremento anual es de 10.56%, para 1987 la población se incrementará a 486 642 habitantes.

En los últimos años la población se ha incrementado considerablemente y la principal causa es la inmigración, del tamaño de la muestra se encontró que de el total de la población actual, el 10.50% son originarios del municipio y el 89.50 restante son de fuera, viniendo estos últimos --- principalmente del Distrito Federal, Estado de Guanajuato, Estado de Michoacán y del propio Estado de México. Esto puede ser originado por varias razones como son: estar localizado cerca del Distrito Federal y dos importantes municipios del Estado de México como son Naucalpan y Tlalnepantla, que es una zona industrial que origina muchos empleos. Por otro lado, el municipio se está poblando por gente que llega del interior del país, que viene en busca de empleo y cambia totalmente de residencia y se establece definiti-

vamente, por lo que los principales factores de inmigración son el empleo y la vivienda y esto se observa en el siguiente cuadro:

RAZONES DE LA INMIGRACION	TIPO DE VIVIENDA				
	PRECARIA	POPULAR	MEDIA	RESIDENCIAL	CIUDAD
Empleo	42.8%	42.8%	25.8%	14.2%	36.1%
Vivienda	50.0%	42.8%	45.1%	57.9%	36.2%
Educación	0	0	3.2%	0	0.9%
Más Servicios	0	0	0	0	1.8%
Otros	7.2%	14.2%	25.8%	28.5%	22.0%

Se deduce del cuadro anterior que las razones principales de la inmigración son el empleo y la vivienda.

Población Escolar

La población escolar dentro del municipio está considerada en un poco más de la cuarta parte del total que compone el municipio, y que dentro de éste no existen las suficientes escuelas de enseñanza media superior y superior y es obligatorio salir del municipio para satisfacer esta necesidad.

En el cuadro siguiente, se tienen los porcentajes de la po-

blación con edad escolar del municipio.

TIPO DE VIVIENDA				
PRECARIA	POPULAR	MEDIA	RESIDENCIAL	CIUDAD
29.3%	28.4%	24.6%	29.0%	27.3%

Tipo de Vivienda

Los datos que se presentan en el siguiente cuadro, son acerca de la composición de la vivienda, de acuerdo al número de cuartos que la forman; los porcentajes muestran la cantidad de viviendas de acuerdo al nivel económico de la población.

TIPO DE VIVIENDA	NUMERO DE CUARTOS			
	1	2	3	4 ó más
Precaria	14.2%	53.5%	10.7%	21.4%
Popular	19.3%	38.7%	25.8%	48.3%
Media	3.8%	11.5%	34.6%	50.0%
Residencial	0	0	0	100.0%
Ciudad	10.4%	28.5%	19.0%	41.9%

Lo considerado y mostrado en el cuadro anterior está considerado sin contar baños ni cocina.

El número de miembros promedio por familia de acuerdo al tipo de vivienda es como sigue:

- Vivienda popular 5.6 personas/vivienda
- Vivienda precaria 6.3 personas/vivienda
- Vivienda media 5.0 personas/vivienda
- Vivienda residencial 4.7 personas/vivienda
- Nivel ciudad 5.0 personas/vivienda

Analizando estos promedios que representan el número de miembros por familia se observa que un poco excedido.

CONDICIONES DE LAS VIVIENDAS

	TIPO DE MATERIAL	TIPO DE VIVIENDA				
		PRECARIA	POPULAR	MEDIA	RESIDENCIAL	CIUDAD
P A R E D E S	Ósacho, lamina ó madero no tratado	10.0%	4.6%	3.3%	0	5.4%
	adobe o tepalcate	13.3%	4.6%	3.3%	0	6.3%
	fabiague ó tabiague sin recubrimiento	63.3%	51.1%	20.0%	0	42.3%
	fabiague ó tabiague con recubrimiento	13.3%	39.5%	73.3%	100.0%	45.9%
T E C H N O S	lamina de carton	21.8%	11.6%	0	0	10.6%
	teja, cobete ó holo de lata	37.5%	27.9%	10.0%	0	23.8%
	concreto, ladrillo	40.6%	60.4%	90.0%	100.0%	65.4%
P I S O S	tierra	16.6%	13.9%	0	0	9.9%
	cemento	83.3%	72.0%	16.6%	0	54.9%
	materiales sintéticos ó cerámicos	0	13.9%	83.3%	100.0%	35.1%
A B U A	carro tanque	20.0%	16.2%	0	0	11.7%
	pila pública ó llave en calle	13.3%	0	0	0	3.6%
	por tubería al lote	36.6%	13.9%	0	0	15.3%
	por tubería la vivienda	30.0%	69.7%	100.0%	100.0%	69.3%
S A N I T A R I O S	al aire libre	10.0%	4.6%	0	0	4.5%
	letrina	20.0%	23.2%	0	0	14.4%
	fosa séptica	23.3%	4.6%	0	0	8.1%
	conexión al drenaje	46.6%	67.4%	100.0%	100.0%	72.9%
L U Z	servicio ilegal	41.6%	2.7%	0	0	11.1%
	servicio legal	58.3%	97.2%	100.0%	100.0%	88.1%

Condiciones de la Vivienda

Ahora analizaremos las condiciones de la vivienda y cuál es la forma en que están construidas y cómo están constituidas.

Del cuadro anterior describiremos los diferentes tipos de vivienda que se tiene.

Vivienda precaria.- La mayor parte de las casas están formadas por paredes de tabique o tabicón sin recubrimiento, los techos son de lámina de cartón o de asbesto y algunos de concreto. Los pisos son de cemento en su mayoría y se encuentran algunos de tierra. Los servicios como el suministro de agua potable, es por medio de tubería que no está conectada directamente a la vivienda, sino que hay que llevarla a la vivienda por otros medios para el consumo humano, el drenaje está conectado a un colector, el servicio de energía eléctrica no se encuentra regularizado en su totalidad.

Vivienda popular.- En la composición de este tipo de vivienda, los elementos que la forman son similares a la anterior, se diferencian en la cantidad de cuartos, y en el tipo de servicios como el suministro de agua, luz, drenaje.

Vivienda media.- La vivienda media está constituida por pa redes de tabique o de tabicón con recubrimiento de pasta de yeso o de algún otro material. Los techos están formados de una losa de concreto que permite mayor seguridad y comodidad a los habitantes, el piso lo forma algún material sin tético como es alfombra, loseta vinílica, parquet, etc. Los servicios son los que requiere este tipo de población.

Vivienda residencial.- Este tipo de vivienda lo forman la población que tiene el nivel más alto de la población del municipio, la manera en que está construida la vivienda, le permite tener la mayor comodidad porque cuenta con materiales de la mejor calidad y los mejores servicios que la demás población.

Vivienda a nivel ciudad.- En este tipo de vivienda lo que predomina son las paredes de tabique o tabicón con recubrimiento, los techos en su mayoría son de concreto, los pisos son de cemento y algunos de materiales sintéticos, en cuanto a los servicios, casi siempre a los centros en donde la concentración de la población es mayor, se le da una priori dad en cuanto al suministro de agua potable, recolección de basura, drenaje, alumbrado, pavimentación, etc.

Ocupación de la Población

Siguiendo con los estudios ahora tenemos por ver en que se ocupa la población y esto lo observamos en el cuadro siguiente:

O C U P A C I O N	T I P O D E V I V I E N D A				
	PRECARIA	POPULAR	MEDIA	RESIDENCIAL	CIUDAD
Agricultor	0.6%	0.5%	0	0	1.1%
Obrero	29.6%	20.0%	9.0%	0	50.8%
Empleado Público	2.6%	4.6%	7.2%	6.9%	5.4%
Empleado Privado	3.3%	3.5%	14.5%	18.6%	15.3%
Trabajo Independiente	3.3%	7.6%	7.2%	0	7.2%
Estudiante	34.6%	35.0%	33.6%	18.8%	15.4%
Hogar	22.6%	21.3%	22.7%	16.2%	5.3%
Sub-empleado	0.6%	1.0%	0	0	0
Sin empleo	0.6%	4.6%	4.5%	0	1.8%
Otro (Jubilado)	2.0%	0.5%	0.9%	9.3%	0.6%

De acuerdo a estos datos, la mayoría de la población son es tudiantes y amas de casa, les sigue el sector obrero que es también importante y el porcentaje de desempleados es mínimo.

El municipio de Atizapán cuenta con industrias pero no son

lo suficientes para dar empleo a toda la gente con edad de trabajar, por lo que la que tiene su empleo fuera del mismo tiene que usar alguna vía para trasladarse.

Ingreso Familiar

La percepción familiar de acuerdo al salario mínimo se muestra en el siguiente cuadro:

	Menos 1 vez el salario mínimo	1 vez el salario mínimo	1.1. a 3 veces el salario mínimo	3.1. a 5 veces el salario mínimo	Más de 5 veces el salario mínimo
Vivienda Precaria	3.5%	14.2%	78.2%	3.5%	0
Vivienda Popular	12.5%	6.2%	78.0%	3.1%	0
Vivienda Media	0	12.5%	20.8%	62.5%	4.1%
Vivienda Residencial	0	0	0	40.0%	60.0%
Nivel Ciudad	5.3%	9.5%	57.4%	20.2%	5.3%

El salario de la población como se observa en el cuadro no es muy bajo, ya que la mayor parte de la población obtiene de 1.1 a 3 veces el salario mínimo, de esto se analiza que el municipio de Atizapán está en constante actividad.

Futuros Fraccionamientos

En el municipio de Atizapán se tienen actualmente autoriza-

dos por el gobierno del Estado, varios fraccionamientos que están localizados dentro del área de estudio para realizar el fraccionamiento. Estos fraccionamientos ocupan un área bastante considerable que es de 1400 Ha.

Actualmente el acceso con que cuentan estos terrenos, son caminos provisionales y consisten en terracerías que en tiempo de lluvias es imposible transitar por ellos, por otro lado, anteriormente se dijo, el problema de la vivienda ha alcanzado un déficit considerable y no solo en el municipio sino que también el país entero, por lo que la zona de futuros fraccionamientos es de gran importancia para dar solución a este grave problema. Esta zona cuenta con características que son adecuadas para crear centros de desarrollo familiar, industrial, comercial, etc. Por lo que al tratar de construir este libramiento, tendremos también un acceso a nuevos fraccionamientos y con esto daremos una solución para que la población se descentralice hacia esta zona, que en el futuro será de gran importancia para el municipio.

I.1.2. Estudios Técnicos.

Los estudios técnicos que se efectuaron en la zona como previos, son las características físicas y de tránsito, estos estudios nos servirán para determinar algunas recomendacio-

nes utiles para el diseño del libramiento, aunque también - para la programación.

Los estudios que se realizaron son: Estudios de tránsito, Topografía, Hidrografía, Hidrología, etc.

Estudios de Tránsito

Teniendo en cuenta que los accidentes de tránsito dependen de las limitaciones y complejidades del ser humano, de sus obras, de sus relaciones de convivencia, así como de su naturaleza, no es fácil encontrar una causa que permita definir el motivo real de los accidentes, lo que se trata de -- analizar es el número de accidentes que se producen y que - generalmente para estudio se toma un año.

Emplearemos un índice de accidentes que servirá para comparar su gravedad en diferentes lugares durante el mismo período de tiempo o en el mismo lugar para diferentes épocas.

El índice de accidentes basado en la población, es la relación que existe entre el número de accidentes que ocurren - en la región y el número de habitantes de la unidad demográfica considerada.

$$\text{INDICE} = \frac{\text{Número de accidentes por 100 000}}{\text{Número de habitantes}}$$

El índice anterior es útil nada más para comparar los accidentes de tránsito en unidades geográficas con nivel socio-económico muy semejante y que se basa en el número de personas expuestas a los accidentes y no toma en consideración los vehículos que son los que provocan los accidentes y cuyo número varía con las diferencias sociales y económicas de la región.

Estudios Topográficos

El Estado de México ocupa la parte más alta de la mesa central y su quebradiza topografía ofrece sorprendentes contrastes desde profundos barrancos hasta elevadas montañas con cuyos ascensos y descensos propician la formación de llanuras, valles o planicies. El sistema montañoso en la región de Atizapán no es muy grande, ya que la mayor parte del municipio lo forman pequeñas llanuras y algunos montes que hacen que la topografía esté un poco accidentada, la zona en estudio para el libramiento es en parte llanura que se extiende en medio de pequeños montes.

Estudios Hidrológicos

La región hidrológica en donde se encuentra la zona se obser

va en la figura (1). La mayoría de las corrientes que se --
forman, provienen del oceano Pacífico y se desarrollan prin-
cipalmente en el Estado de Guerrero, Morelos y parte de Mi-
choacán.

Las precipitaciones de lluvia más elevadas ocurren en la --
cuenca del Río Balsas que se localiza dentro de esta zona
hidrológica. Tiene un período de ocurrencia en el mes de -
junio al mes de octubre que es el período en que se presen-
tan las mayores precipitaciones y de diciembre a mayo el pe-
ríodo en que ocurre la menor precipitación.

Estudios de Hidrografía

La gran cordillera montañosa de la Sierra Nevada Ajusto- Mon-
te de las Cruces-Monte Alto Sierra de San Andrés, que reco-
rre gran parte del Estado casi de oriente a poniente, es la
intersección que determina las vertientes hidrográficas que
tiene el Estado de México.

Por la región de Atizapán no se tienen corrientes muy impor-
tantes, pero en el municipio de Tlalnepantla y Nicolás Rome-
ro, se cuenta con las siguientes:

En el Distrito de Tlalnepantla se tiene el Río de ese nombre,

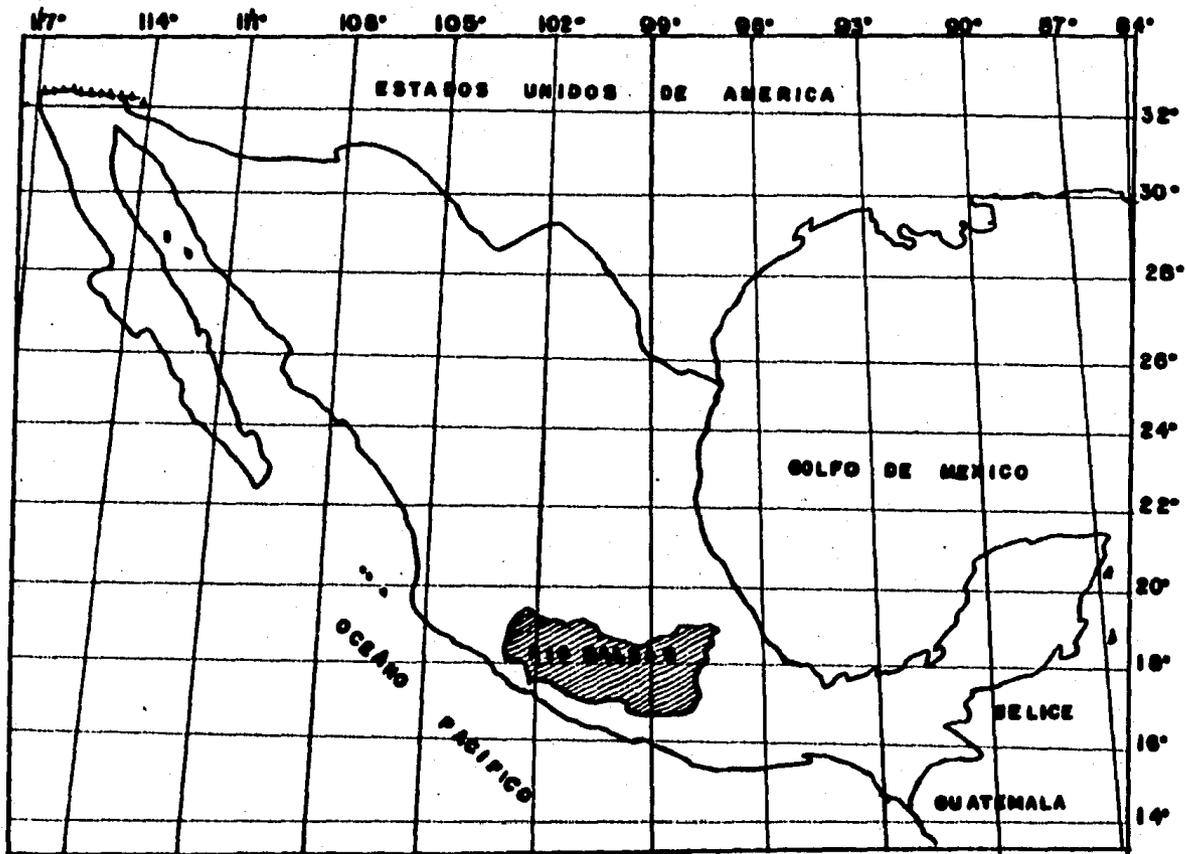


FIG. 1.- REGION HIDROLOGICA

el de los Remedios, el Río Hondo en Naucalpan, cuyo nacimiento se origina en las estribaciones del Monte de las Cruces y en Nicolás Romero, se tienen los Ríos Chiquito, San Pedro, Barón y el Río de la Colmena, que tienen su nacimiento en las alturas del Monte Alto.

I.2. Estudios Definitivos

Los estudios definitivos se harán sobre la zona en la cual se localizará el futuro libramiento. Se estudiaron también los efectos que traerá consigo la construcción del libramiento.

I.2.1. Estudios Socioeconómicos

Localización.

El municipio de Atizapán se localiza geográficamente a 19°-34' de latitud y 99°14' de longitud y está a 2288 metros sobre el nivel del mar, tiene una superficie de 9535 Ha. y limita al norte con Cuautitlán, al sur con Naucalpan, al oriente con Tlalnepantla, y al poniente con los municipios de Jilotcingo, Isidro Fabela y Nicolás Romero. #10. 2

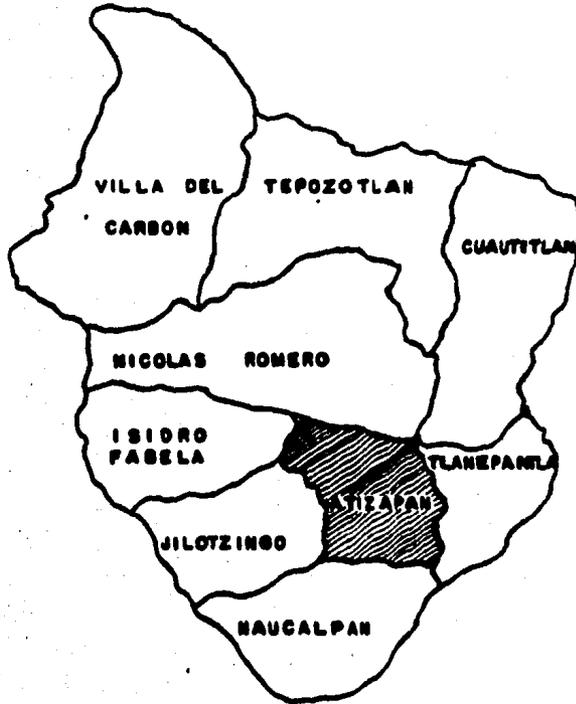


FIG. 2.- CROQUIS DE LOCALIZACION DEL MUNICIPIO DE ATZACAPAN MEX.

Características de Operación.

La utilización de la carretera por parte de los usuarios, - registra diferentes aumentos, según los aforos siguientes: El tránsito diario muestra en todos los casos, un ritmo cre ciente acelerado, lo que significa su importancia.

En 1980 el tránsito promedio diario anual (TDPA) fue de: - 24 950 vehículos.

En 1982 este mismo TDPA es de 28 194 vehículos.

Del total de vehículos que se registraron, la composición - es de la siguiente manera:

- 75% son automóviles
- 9% son autobuses de pasajeros
- 16% son camiones de carga.

De estos datos que se aforaron en la carretera actual, se - considera que el 60% de los vehículos, circularán por el li bramamiento, esto es debido a que no hay necesidad de circu-- lar por el centro, que es por donde pasa actualmente la ca-- rretera actual que dirige a los municipios de Naucalpan, -- Tlalnepantla, Cuautitlán y el Distrito Federal.

Funciones

Funciones.

Las funciones que se desarrollarán en esta carretera son -- las siguientes: Es una carretera para regiones en pleno desarrollo por lo que su función principal es la de ayudar al desarrollo económico a través de la fácil transportación de la población a los centros de actividad y la transportación de productos que se fabrican en el municipio.

Los principales productos que se transportarán y que se obtienen en la región son: maíz, frijol, aves, productos para la elaboración del papel, etc.

Otra función es la de reducir los accidentes, solucionar -- los embotellamientos, ser otro acceso al municipio de Nicolás Romero, crear nuevas rutas para el transporte urbano.

El objetivo de la carretera de acuerdo a la metodología de las carreteras para regiones en pleno desarrollo ya que el municipio de Atizapán se está desarrollando de una manera - extraordinaria y esto ocasiona que se tengan que construir más vías de comunicación además de que se tienen actualmente un número muy elevado de vehículos que circulan a diario por la carretera actual.

En algunas regiones de México donde se ha alcanzado un alto nivel de desarrollo, la importancia de una nueva carretera ocasiona que se tengan cambios favorables en el modo de vida de la población.

El método de selección para la construcción de este tipo de carreteras es la rentabilidad, considerando que se trata de inversiones cuyos efectos principales serán, reducir tiempos y costos del transporte.

Zona de influencia.

Cada camino tiene su zona de influencia o sea un área circundante, dentro de la que generalmente es seleccionado el camino para viajar, por ser más económico que cualquier otro. La zona de influencia y los límites que son los linderos imaginarios que las dividen y que para este caso son:

Nicolás Romero	243.45 Km2.
Atizapán	95.35 Km2.
Tlalnepantla	89.26 Km2.
Naucalpan	148.44 Km2.

En su conjunto de cuatro municipios comprende un área de 576.50 Km.

Se consideran estos cuatro municipios como zona de influen-

cia ya que para el municipio de Nicolás Romero será otro -- acceso, para el municipio de Atizapán, será un libramiento que reducirá el tiempo y costo del transporte, y para los - municipios de Naucalpan y Tlalnepantla será una vía de comunicación más rápida para los usuarios que salen de estos municipios y se dirigen hacia el poniente.

Origen-Destino.

Los estudios de origen y destino están hechos de acuerdo al movimiento o destino y el tipo de transporte que se utiliza para realizar un viaje.

En el cuadro siguiente se observa el destino de la pobla--- ción con origen en el municipio de Atizapán. (Cuadro 1)

También se presenta en otro cuadro (cuadro 2). Los diferen- tes movimientos de la población que son los motivos por los cuales utiliza un medio de transporte.

Los principales movimientos de la población son para dirigir- se a las escuelas y a las industrias.

Recursos Humanos.

Población total.- El crecimiento de la población de la zona

CUADRO I.- MOVIMIENTO Y TIPO DE TRANSPORTE

DESTINO	TIPO DE TRANSPORTE	TIPO DE VIVIENDA				
		PRECARIA	POPULAR	MEDIA	RESIDENCIAL	CIUDAD
MUNICIPIO	autobus	21.5%	9.8%	7.7%	4.0%	12.0%
	colectivo	1.2%	1.9%	0	0	1.0%
	automovil particular	1.2%	0.9%	3.8%	8.0%	2.4%
	a pie	20.2%	31.3%	0	8.0%	17.6%
	otro	0	0	19.4%	0	5.3%
TLAMPANTLA	autobus	17.5%	13.7%	7.7%	0	11.3%
	automovil particular	5.0	0	6.4%	16.0%	4.5%
	combinado autobus y colectivo	0	0.9%	0	0	0.3%
	a pie	0	0.9%	0	0	0.3%
MAUCALPAN	autobus	5.1%	3.9%	3.8%	0	4.5%
	colectivo	0	0.9%	0.9%	0	0.3%
	automovil particular	0	0	0	8.0%	3.1%
CUAUTI-TLAN	autobus	1.2%	0	0	0	0.3%
	automovil particular	0	0	0	8.0%	0.3%
DISTRITO FEDERAL	autobus	11.3%	10.7%	6.4%	20.0%	10.6%
	automovil particular	2.5%	8.8%	20.7%	28.0%	12.0%
	colectivo	1.2%	1.9%	1.2%	0	1.0%
	combinado autobus y colectivo	6.3%	4.9%	0	0	3.5%
	otro	0.1%	0	3.8%	0	1.0%
OTROS	autobus	2.5%	6.8%	0	0	5.6%
	automovil particular	0	1.9%	9.0%	0	0.7%
	combinado autobus y colectivo	2.5%	0	1.2%	0	1.0%

CUADROS - MOVIMIENTOS DE LA POBLACION

DESTINO	MOTIVO	TIPO DE VIVIENDA				
		PRECARIA	POPULAR	MEDIA	RESIDENCIAL	CIUDAD
MUNICIPIO	TRABAJO	10.9%	12.2%	11.5%	11.5%	10.6%
	ESCUELA	25.6%	23.5%	14.4%	11.5%	20.8%
	COMPRAS	10.9%	12.2%	11.5%	0	11.6%
	OTRO	0	0	1.4%	0	0.3%
TLAXEPANTLA	TRABAJO	15.8%	8.4%	13.0%	0	10.9%
	ESCUELA	2.4%	3.7%	0	15.3%	3.5%
	COMPRAS	1.2%	0.9%	0	0	0.7%
	OTRO	0	0	2.8%	0	0.7%
NAUCALPAN	TRABAJO	8.5%	3.7%	8.6%	0	6.0%
	ESCUELA	0	0	4.3%	7.6%	1.7%
	COMPRAS	0	0	0	0	0
	OTRO	0	0	0	0	0
CUAUTITLAN	TRABAJO	1.2%	0	0	0	0.3%
	ESCUELA	0	0	0	7.6%	0.7%
	COMPRAS	0	0	0	0	0
	OTRO	0	0	0	0	0
DISTRITO FEDERAL	TRABAJO	17.0%	17.9%	10.1%	26.9%	16.6%
	ESCUELA	1.2%	6.6%	5.7%	19.2%	6.0%
	COMPRAS	0	0.9%	0	0	0.3%
	OTRO	1.2%	0	0	0	0.3%
OTROS	TRABAJO	3.6%	9.4%	10.1%	0	7.0
	ESCUELA	0	0	5.7%	0	1.4%
	COMPRAS	0	0	0	0	0
	OTRO	0	0	0	0	0

en estudio muestra un crecimiento acelerado de 1960 a 1980 - porque para 1960 se tenían 12 069 habitantes en todo el - municipio y en 1980 se tienen 205 584 habitantes.

Para 1987 se espera tener 486 642 habitantes ya que el incremento en el crecimiento de la población es de 10.56%.

Nivel de vida de la población.

Alimentación.- Uno de los elementos para medir el nivel de vida de la población es la manera en que se alimenta y esto es de qué está formada su alimentación, si se alimenta adecuadamente, si cuenta con los medios suficientes, etc. La población que comprende la zona se alimenta de acuerdo a su nivel económico y los elementos que componen su alimentación son: maíz, frijol, leche, carne, huevos, etc.

Estructura de la actividad económica.

- Agricultura.- La superficie de labor en la zona es de gran importancia ya que existen tierras de riego y de temporal. La agricultura de la zona tiene las condiciones ecológicas necesarias para cultivar maíz, frijol, maguey, alfalfa, avena, trigo y arboles frutales.
- Ganadería.- La ganadería de la zona es pequeña, el ganado

que existe es para producir leche, carne, etc.

- Industria.- La industria en el municipio está considerada como un elemento importante, ya que actualmente uno de -- los sectores principales para el desarrollo del municipio.

Las industrias que existen son variadas, desde producción - de artículos de madera, hasta fabricación de manufacturas.

Infraestructura.

- Electrificación.- La mayoría del municipio cuenta con -- energía eléctrica aunque la inmigración a creado que la - población nueva no reglamente su suministro y esto ocasio na que en algunos lugares el servicio sea deficiente.
- Escuelas.- Actualmente se cuenta con una gran cantidad - de escuelas primarias que casi captan a la población que requiere de este tipo de educación, por parte de escuelas secundarias hace falta, ya que del total el 10% no la cur sa por esto mismo. Se cuenta con un tecnológico para --- crear técnicos especializados en diferentes áreas técni-- cas para la industria.
- Mercados.- El municipio cuenta con un mercado en el cen tro del municipio, pero es muy pequeño, existen centros - comerciales que ayudan al mercado para dar el servicio -- adecuado a las necesidades de la población.

Actualmente se están desarrollando obras como son: drenajes, pavimentación de calles, alumbrado público, zonas de recreo, pozos para agua potable etc.

Efectos de la inversión en el desarrollo regional.

Los efectos que sufrirá el municipio serán favorables debido a que se tendrá una mayor y mejor transportación de bienes y servicios.

- Cambios en la población.- Serán principalmente en el ahorro de tiempo en la transportación a los centros de actividad de la población que hará uso de esta vía de comunicación.
- Cambio en los niveles de vida.- Que serán principalmente los nuevos fraccionamientos que se consideran para tener un mejor nivel de vida y que contará con mejores servicios para atender a la población que ocupará esta zona.
- Cambio en la ocupación.- Este será sin duda un cambio a largo plazo, que estará cuando se establezcan nuevas industrias que darán empleo, porque esta zona tiene lugares apropiados para este sector.
- Cambios en el transporte urbano.- En lo que se refiere al transporte urbano con la construcción de este libramiento, se crearán nuevas industrias del transporte, con

la creación de nuevas rutas que serán más cortas, se reducirán los siguientes conceptos.

- Ahorros de tiempo.- Para determinar el valor que se ahorra, se determinará el valor que cada habitante tiene y se multiplicará por un número promedio de usuarios por unidad, esto es para vehículos particulares.
- Ahorro en gastos.- Por tracción como la distancia del libramiento es menor que el recorrido por la actual, los -- gastos por tracción y por rodamiento para los vehículos -- serán menores.
- Ahorro en supresión de congestionamientos.- Se estima que en determinado tiempo, la capacidad de la carretera actual será insuficiente y provocará congestionamientos que se -- traducirán en pérdidas de tiempo, las que al ser evitadas por la inversión que se pretende realizar, se traducen en beneficios, tanto en una nueva vía, como en la carretera que deberá descongestionar, en las estimaciones de este -- ahorro, se estima igual que el ahorro del tiempo.

Se pueden enumerar más beneficios que se tendrán con la construcción de la carretera, pero solamente se mencionan los -- más importantes.

Es también de importancia mencionar que la carretera será -- una de las que se pretende construir para dar un desarrollo

a la zona debido a sus características como son: cultivo, ganadería, industria, etc.

1.2.2. Estudios técnicos.

Los estudios técnicos definitivos que se presentan, son con el fin de tener una vía de comunicación eficiente y además que cuente con las principales características que deberán ser las adecuadas para el correcto funcionamiento.

Dentro de estos estudios analizamos algunas características que de acuerdo a la función, tipo de tránsito, tipo de terreno, etc., que serán las más adecuadas para el tipo de carretera que se construirá.

Empezaremos por definir el tipo de tránsito que utilizará el libramiento. Como se analizó en páginas anteriores en donde el volumen de tránsito diario que circula por la carretera actual, el número de automóviles es el mayor porcentaje, pero hay que tener en cuenta que en la carretera actual, el índice de accidentes mayor es ocasionado por vehículos pesados y camiones de pasajeros debido a que la carretera no cumple con las especificaciones para que circule este tipo de vehículos. En general el tipo de vehículos que circularán por el libramiento serán: automóviles, camionetas,

autobuses de pasajeros, camiones de dos y tres ejes, trailers de 1 y 2 ejes.

Características geométricas.

Visibilidad.- Es la longitud de camino que en condiciones normales alcanza a ver el automovilista, cuando no hay circunstancias especiales que interfieran, como niebla o lluvia, o bien vehículos delanteros. El conductor necesita -- dos clases de visibilidad: La necesaria para parar y la -- que requiere para rebazar a otro vehículo.

Cuando se tienen condiciones medias y en camino a nivel, el ingeniero constructor puede aplicar los valores de la siguiente tabla:

Velocidad en Km/h	Visibilidad en Metros	
	De parada	Para rebasar
50	60	180
65	85	330
80	105	480
95	145	690
110	180	960

Ancho de Sección.

El ancho de sección está relacionado con la velocidad, densidad y clasificación de tránsito.

El ancho de sección que se consideró para establecer las capacidades prácticas, correspondió a la óptima de 3.50 m. -- por carril y 1.50 m. de acotamiento, de aquí que las normas establecen ciertas secciones transversales en función del tiempo de camino y de la topografía por la cual se extiende.

En cuanto a visibilidad y a la pendiente, íntimamente ligadas en el alineamiento y a la velocidad de proyecto, se puede decir que afectan a la capacidad práctica de un camino.

Tipo de pavimento.

El tipo de pavimento que se empleará en la construcción de este libramiento será un pavimento flexible, debido a que este tipo de pavimento cuenta con las siguientes características:

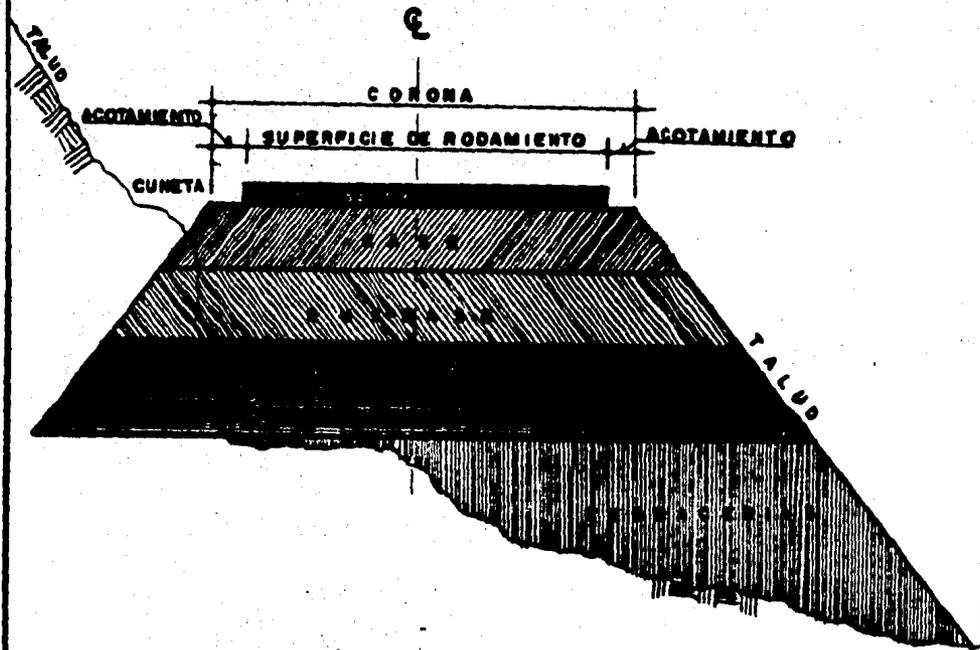
- Ser estable ante los agentes de intemperismo.
- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Tener textura apropiada al rodamiento.

- Ser durable.
- Tener condiciones adecuadas en lo referente a permeabilidad.
- Ser económico.

Las características de los materiales a emplear en este tipo de pavimento serán las siguientes:

La siguiente figura muestra la sección transversal típica - del pavimento que se empleará. FIG 3

FIG.3.- SECCION TRANSVERSAL



Empezaremos por la carpeta que estará formada por una mezcla de agregado pétreo y un aglutinante asfáltico, que constituye la superficie de rodamiento, las especificaciones de los materiales, como del procedimiento constructivo se presenta en el capítulo tres.

Los esfuerzos que recibe la carpeta los transmitirá a dos capas que se formarán por debajo de ésta y que son la base y la sub-base, las dos deberán ser de un material granular, aunque en la sub-base el requisito obligue a tener menor calidad que en la base, con mayor contenido de finos y menos exigencias en lo que se refiere a granulometría.

Bajo la sub-base se dispone de otra capa denominada sub-rasante, todavía con menos requisitos de calidad que los anteriores. Las especificaciones que deberán cumplir estos materiales y el procedimiento constructivo se presenta en el capítulo tres, inciso tres.

CAPITULO II

METODOLOGIA

DEL

PROYECTO

Una vez realizados los estudios y sabiendo que sí es necesario construir el libramiento, ahora toca escoger entre las alternativas existentes la que presente las características más adecuadas para cumplir con el fin que se busca.

Esto lo analizaremos de una manera comparativa en el siguiente anteproyecto.

II.1. A N T E P R O Y E C T O

Como Anteproyecto analizaremos cada una de las alternativas que se tienen propuestas para formar el libramiento de Atizapán. De cada alternativa se presentan las características con que cuentan de acuerdo a las necesidades que se deben de cumplir y de aquí se analizarán para tomar la más conveniente.

Primera Alternativa.

A la primera alternativa la llamaremos carretera La Colmena-Atizapán y su localización está al poniente de este municipio, cuenta con una longitud de 7.1 km. desde el inicio que se localiza en la entrada del municipio y cruza por el centro del mismo para después dirigirse al norte por una carre

tera a Nicolás Romero que es el final de este libramiento.

Actualmente las características de esta alternativa son: un camino tipo vecinal formado por una terracería en mal estado por la falta de mantenimiento poco transitable. Las características geométricas como son el ancho de sección que es de 6.50 m. como máximo y 4.00 m. como mínimo además que es bastante irregular en cuanto a las pendientes se refiere, pero en algunas partes son llanuras que harán la fácil construcción.

Cuenta con zonas de posibles fraccionamientos a futuro, zonas industriales, comerciales, que servirán en el futuro a una descentralización de la población.

Los entronques que se tienen son: con una carretera que se dirige hacia el norte para los municipios de Cuautitlán, Tepoztlán y Tlalnepantla. Dentro de estos entronques se tiene planeado construir a futuro varias vías más como lo es la vía corta a Morelia y pequeños entronques más que formarán un circuito que hará el tránsito más fluido entre estos municipios que empiezan a tener este tipo de problemas además de acortar las distancias.

La zona de ubicación de esta alternativa se encuentra despo

blada actualmente pero también cabe señalar que gran parte de la población que llega para instalarse por esta zona se dirige a lugares como éste, debido a diferentes motivos como son cercanía a lugar de trabajo, cercana al D.F., etc.

Dentro de los beneficios que traería consigo la construcción de este libramiento y tal vez el principal sea la comunicación con nuevos fraccionamientos y ser otra vía de acceso con el municipio de Nicolás Romero.

Segunda Alternativa.

A esta alternativa se le denomina con el nombre de antigua carretera Atizapán a Nicolás Romero, ya que ésta fue la primera vía de comunicación entre estos dos municipios del Estado de México. Actualmente es un camino de terracería en muy malas condiciones para el uso de vehículos, la presente alternativa se consideró por ser casi paralela a la carretera existente ya que podría alternar con esta misma.

Su localización es hacia el poniente de Atizapán, a lo largo de esta vía se han formado pequeñas colonias que con la construcción del libramiento se beneficiarían y más a futuro se espera sea una importante vía que de servicio a una gran parte de la población de este municipio.

Su longitud es de 4.2 km. y se inicia desde la entrada al municipio y desviarse por calles laterales al centro y salir a entroncarse con la carretera a Nicolás Romero.

Las características geométricas varían en gran parte y a todo lo largo del camino, las pendientes que se tienen no representan ningún problema de ingeniería para diseñar y construir.

Tercera Alternativa.

Se le denominará carretera La Colmena-Chiluca porque con su construcción unirá a estas dos importantes comunidades que actualmente se encuentran en pleno desarrollo económico, comercial, industrial, poblacional, etc., por lo que esto ayudaría a seguir con este tipo de desarrollos.

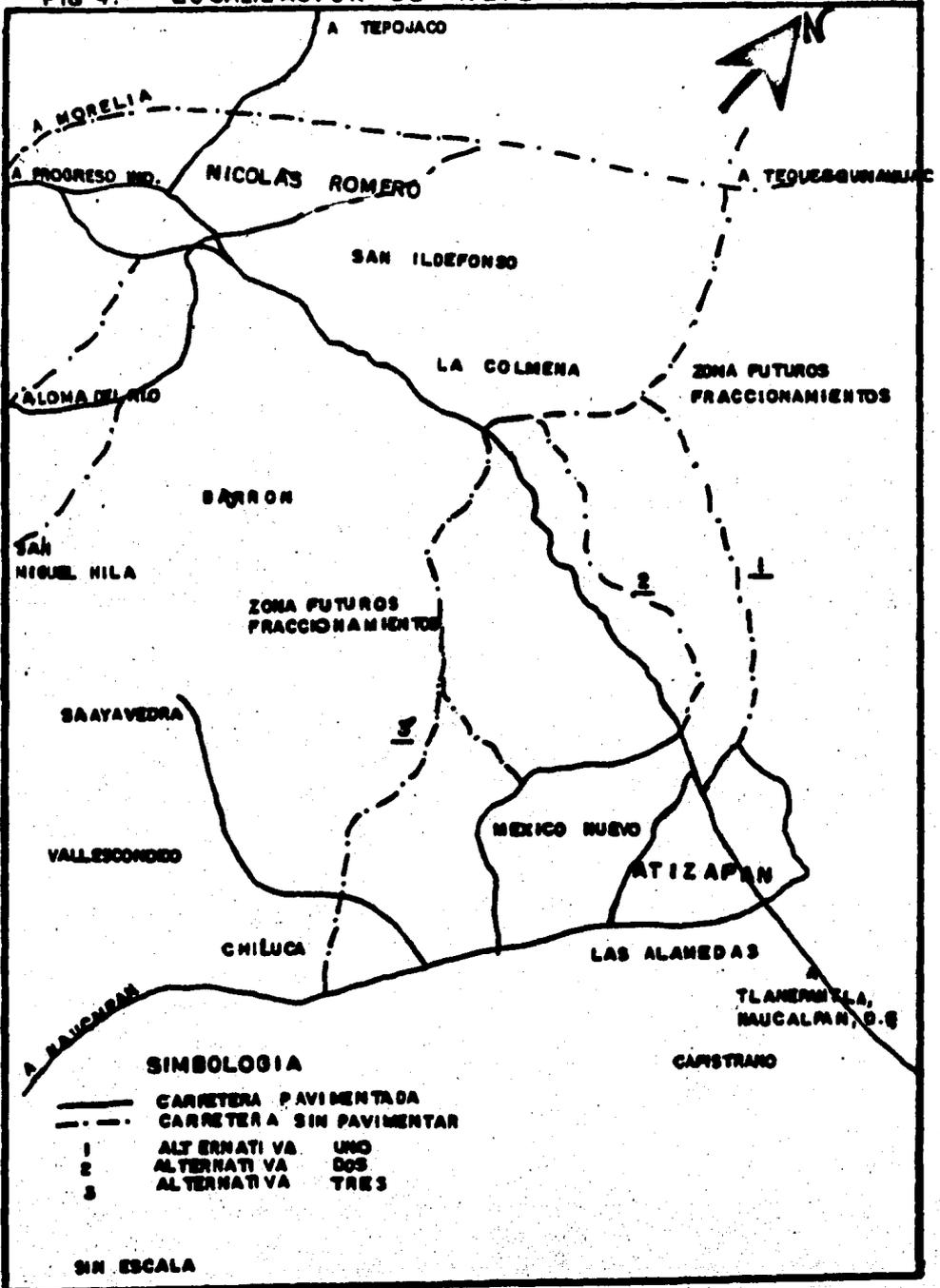
Su ubicación es hacia el poniente de Atizapán, su inicio es formando un entronque con la carretera Naucalpan-Jiquipilco-Toluca. Para finalizar con otro entronque sobre la carretera Tlalnepantla-Nicolás Romero.

Su longitud es de 3.30 Km. la topografía del terreno es un poco accidentada, pero no se tienen pendientes fuertes, ya que en su mayoría son llanuras. Existe actualmente un cami

no de terracería en malas condiciones debido a la falta de conservación y mantenimiento. Pero el trazo está bien definido por lo que si se construye éste, sería de mucha ayuda.

Con la construcción de esta vía se obtendrían muchos beneficios, en primera, sería por su ubicación y después porque a futuro se planea concentrar el 25% de la población que habitará este denso municipio por la construcción de nuevos fraccionamientos de interés social. Otro punto importante que señalaremos es que será otra vía de comunicación para el municipio de Nicolás Romero que actualmente solo cuenta con una carretera que no satisface las necesidades de la población de este municipio que tiene que salir diariamente a su centro de actividades. FIG. 4

FIG 4.- LOCALIZACION DE ALTERNATIVAS



Alternativa Solución

Conociendo las características con que cuenta cada alternativa, se debe ahora escoger la que satisfaga las necesidades de lo antes expuesto.

Las tres alternativas anteriores poseen características semejantes así como la zona en donde se encuentran ubicados.

Como alternativa solución se ha escogido la tercera, en primer lugar por su longitud y zona de influencia que es un poco más amplia que las demás.

Ahora procederemos a elaborar el proyecto para la construcción de esta alternativa.

II.2. Proyecto

Una vez que se tiene reconocida la ruta por donde pasará el libramiento, procederemos a realizar el proyecto.

En términos generales la forma en que se desarrollará el proyecto, será como sigue:

- Se hace el trazo definitivo.

- Se obtiene la configuración necesaria del terreno, apoyán dola en la preliminar.
- Se dibuja la poligonal y la topografía en un plano (planta) y se proyecta el eje del camino con curvas.
- Cada veinte metros o menos si es preciso, se levanta una sección, llamada de construcción.
- Se dibuja el perfil de la línea y se proyecta la rasante, calculando en cada estación el espesor en corte y en terraplén.
- Sobre las secciones de construcción, dibujadas en papel milimétrico, se ponen las secciones del camino correspondientes a ella, en corte o en terraplén según sea el caso.
- Se calculan las áreas del corte o del terraplén, con las que se obtienen los volúmenes por estación.
- Se calcula la curva masa o diagrama de masas y se modifica la rasante, subiéndola o bajándola, hasta obtener la línea más económicas y mejor compensada.

En algunas ocasiones aunque se tenga un proyecto muy bien estudiado, es normal que durante la construcción sufra modificaciones, moviendo la línea para buscar economía o mejor apoyo del camino, sobre todo en las laderas muy inclinadas, las modificaciones a la rasante, también son comunes durante la construcción, debido a que los abudamientos reales no corresponden a los calculados, etc.

Trazo preliminar

Se levanta una poligonal, que no es más que una poligonal - abierta, partiendo de un punto al que denominaremos Km. - - 0+000.000 y se van clavando estacas a cada 20 metros y en - aquellos lugares notables o accidentados que lo ameriten -- hasta llegar al siguiente vértice, continuando en esta forma a todo lo largo de la línea.

El trazo preliminar constituye la base para seleccionar la forma definitiva del trazo y proporcionan datos que sirven para preparar presupuestos preliminares de la obra debido a ello debe ser llevado a cabo de la mejor manera posible, marcando todos los accidentes topográficos que de una manera u otra afecten al trazo definitivo.

El registro se lleva de abajo hacia arriba, para semejar la forma en que el ingeniero ve la línea desde su aparato, en la hoja de la derecha del registro se hacen todas las anotaciones de accidentes de la topografía o referencias, siempre en el sentido de abajo hacia arriba.

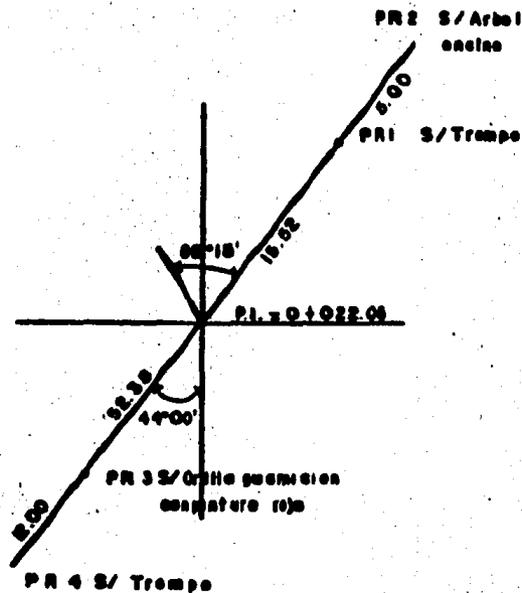
El siguiente es un ejemplo del registro de trazo definitivo realizado sobre el terreno de la alternativa seleccionada - que es el llamado La Colmena-Chiluca y que tiene su origen

de cadenamamiento en km 12+000.000 de la carretera Tlalnepan-
tla-Nicolás Romero.

REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

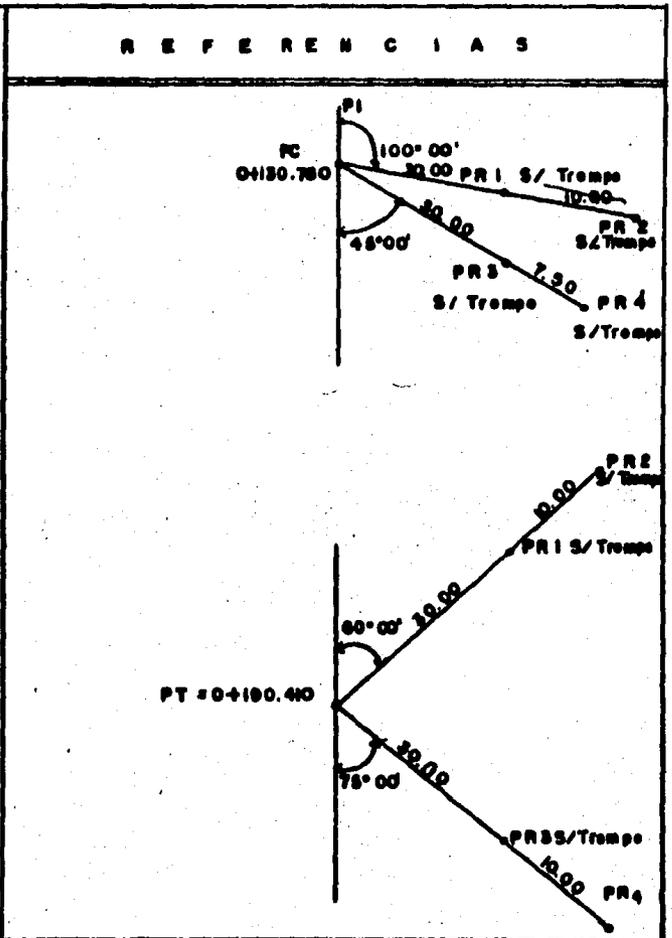
ESTACION		DEFLEXION	DATOS CURVA	RUMBO MAGNETICO OBSERVADO	RUMBO ASTRONOMICO CALCULADO
0+080					
060					
040					
036.06	P.T.	22°11'30"		S22°30'E	
035		21°23'53"			
030		17°38'11"			
025		13°53'11"			
020		10°08'11"			
015		6°23'11"			
010		2°38'51"			
+006.47		0°00'		S22°00'W	
0+000					

R E F E R E N C I A S



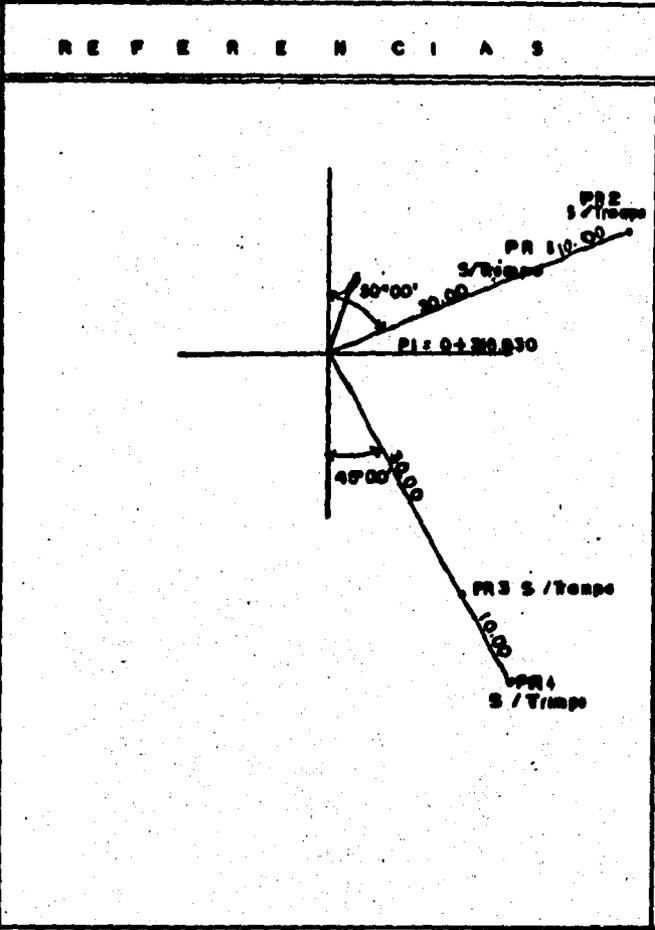
REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

ESTACION		DEFLEXION	DATOS CURVA	RUMBO MAGNETICO OBSERVADO	RUMBO ASTRONOMICO CALCULADO
0+220					
200					
0+190.41	P.T.	29°49'30"		S42°45'W	
190		29°37'12"			
180		29°37'12"			
170		19°37'12"			
160		14°37'12"			
150		9°37'12"			
140		4°37'12"			
0+130.76	P.C.	0°00'			
120					
0+100					



REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

ESTACION	DEFLEXION	DATOS CURVA	RUMBO MAGNETICO OBSERVADO	RUMBO ASTRONOMICO CALCULADO
0 + 420				
400				
380				
360				
0+346.35	P.T.	2°58'30"	S43°15'W	
340		2°39'27"		
320		1° 39'27"		
300		0°39'27"		
0+286.85	P.C.	0°00'		
280				
260				
0+240				



II.2.1. Alineamiento horizontal.

El alineamiento horizontal de una carretera debe ser de tal manera que abarque todos los aspectos fundamentales para un manejo más seguro.

El alineamiento horizontal consiste en una serie de tramos rectos que son las tangentes que se conectan a las curvas, estas transiciones entre los tramos en tangente y las curvas circulares, proporcionan medios para desviar suavemente el vehículo a las curvas y suministrar una base racional para dar sobreelevación al entrar y al salir de la curva circular.

En cuanto al trazo de las curvas circulares simples, tenemos que tener todos los datos como son los que se enlistan más adelante.

Para trazar en campo las curvas, se siguen los siguientes puntos:

- Primero se fija el P.I. que es el punto de inflección.
- Segundo se obtiene la S.T. que es la subtangente y sirve para fijar el P.C. que es punto de comienzo de la curva.
- Se localiza el P.T. que es el punto de terminación de la curva.

Con todos estos datos y puntos ya establecidos, se fijará el movimiento general y se darán las deflexiones. Las deflexiones se calculan de acuerdo al grado de curvatura por medio de la siguiente expresión:

$$A = \text{Deflexión por 20 m.} = \frac{G}{2}$$

En donde: G es el grado de curvatura, que es el ángulo según el cual se observa desde el centro de curva una cuerda de 20 m.

Los principales elementos que componen una curva circular se observan en la siguiente figura y son: FIG. 5

- S.T. = Subtangente
- L c = Longitud total de la curva
- A = Deflexión
- G = Grado de curvatura
- R = Radio de la curva
- C = Cuerda total de la curva de P.C. a P.T.
- M = Ordenada media
- E = Externa

Factores sobre el alineamiento horizontal que son importantes para obtener una circulación uniforme en una carretera.

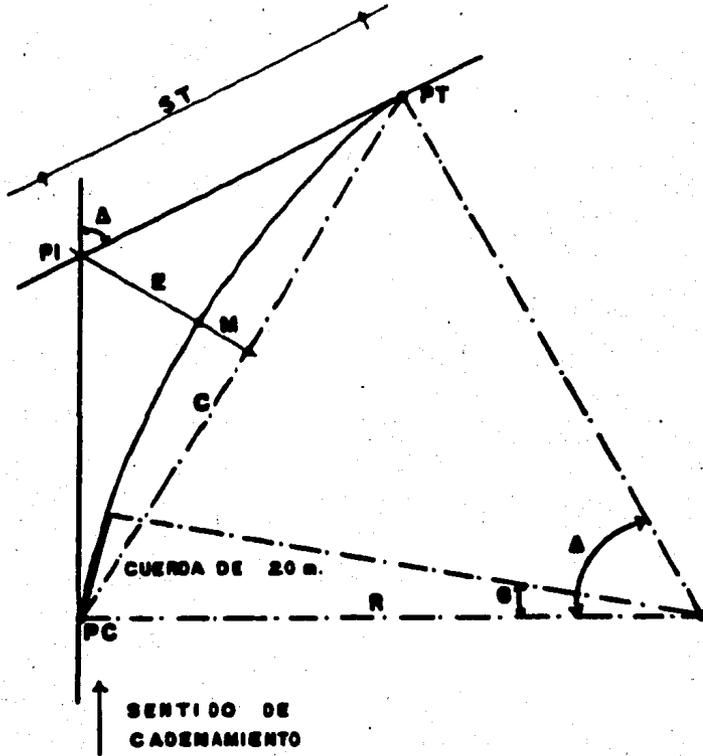


FIG. 5.- ELEMENTOS DE UNA CURVA CIRCULAR

- De acuerdo con la topografía el alineamiento debe ser más directo que sea posible.
- El número de curvas debe limitarse a donde exista una justificación técnica.
- Se tratará de anular las curvas fuertes en los extremos - en donde haya largas tangentes.
- Se deberá coordinar el alineamiento horizontal con el vertical, con el objeto de disminuir las deformaciones que son innecesarias.
- Se deberá procurar equilibrar el alineamiento horizontal y la rasante del perfil siempre que sea posible.

A continuación se presenta el registro de las curvas que -- componen este proyecto.

REGISTRO DE TRAZO

CURVA No 1

ESTACION	P. V.	DEFLEXION	R.M.O.	R.A.C.
	PT 0+036.06	22°11'30"	S22°30'E	
	0+035	21°23'51"		
	0+030	17°38'11"		
	0+025	13°53'11"		
	0+020	10°08'11"		
	0+015	6°23'11"		
	0+010	2°38'51"		
PCD+006.47		00°00'	S22°00'W	

DATOS DE LA CURVA

P.I. = 0 + 022.05

Δ = 44°23' Izq.

θ = 30°00'

ST = 15.58 m

Lc = 29.59 m

R = 38.20 m

CURVA No. 2

ESTACION	P. V.	DEFLEXION	R.M.O.	R.A.C.
	PT0+190.41	29°49'30"	S42°45'W	
	0+190.00	29°37'12"		
	0+180.00	24°37'12"		
	0+170.00	19°37'12"		
	0+160.00	14°37'12"		
	0+ 150.00	09°37'12"		
	0+140.00	04°37'12"		
PCD+130.76		00°00'00"		

P.I. = 0 + 163.61

Δ = 59°31' Der.

θ = 20°00'

ST = 32.85 m

Lc = 59.65 m

R = 57.30 m

CURVA No3

ESTACION	P.V.	DEFLEXION	R.M.O.	R.A.C.
	P.T. 0+346.35	2°58'30"	S43°15'W	
	0 + 340	2°39'27"		
	0 + 320	1°39'27"		
	0 + 300	0°39'27"		
PCD 286.85		0°00'00"		

P.I. = 0 + 316.63

Δ = 5°57' Der.

θ = 2°00'

ST = 29.78 m

R = 572.96 m

CURVA No 4

ESTACION	P. V.	DEFLEXION	R.M.O.	R.A.C.
P.T.	0+570.85	20°55'		
	0+570	20°36'		
	0+560	16°51'		
	0+550	13°06'		
	0+540	9°31'		
	0+530	5°36'		
	0+520	1°51'		
PC0+515.07		0°00'00"		

DATOS DE LA CURVA

$P.I. = 0 + 544.27$
 $\Delta = 41^{\circ}50'$ Der.
 $G = 15^{\circ}00'$
 $ST = 29.20$ m.
 $L_c = 55.78$ m.
 $R = 76.39$ m.

CURVA No 5

ESTACION	P. V.	DEFLEXION	R.M.O.	R.A.C.
P.T.	0+700.60	22°30'		
	0+700	22°16'		
	0+690	18°31'		
	0+680	14°46'		
	0+670	11°01'		
	0+660	7°16'		
	0+630	3°31'		
PC0+640.60		0°00'		

$P.I. = 0 + 672.74$
 $\Delta = 45^{\circ}00'$ Izq.
 $G = 15^{\circ}00'$
 $ST = 31.64$ m.
 $L_c = 60.00$ m.
 $R = 76.395$ m.

CURVA No 6

ESTACION	P. V.	DEFLEXION	R.M.O.	R.A.C.
P.T.	1+764.19	17°44'	575°30W	
	1+760	16°16'		
	1+750	12°46'		
	1+740	9°16'		
	1+730	5°46'		
	1+720	2°16'		
PC1+713.52		0°00'		

$P.I. = 1 + 739.69$
 $\Delta = 35^{\circ}28'$ Der.
 $G = 14^{\circ}00'$
 $ST = 26.17$ m.
 $L_c = 50.67$ m.
 $R = 81.85$ m.

CURVA No 7

ESTACION	P. V.	DEFLEXION	R.M.O.	R.A.C.
P.T.	1+883.65	20°41'30"		
	1+880	19°24'		
	1+870	15°54'		
	1+860	12°24'		
	1+850	8°54'		
	1+840	5°24'		
	1+830	1°54'		
PC1+824.53		0°00'		

DATOS DE LA CURVA

P.I. = 1 + 855.44
 Δ = 41°23' Izq.
 θ = 14°00'
 R = 81.85 m.
 ST = 30.91 m.
 Lc = 59.12 m.

CURVA No 8

ESTACION	P. V.	DEFLEXION	R.M.O.	R.A.C.
P.T.	2+161.95	15°57'		
	2+160	15°36'		
	2+140	12°36'		
	2+120	8°36'		
	2+100	5°36'		
	2+080	1°36'		
PC2+070.83		0°00'		

P.I. = 2 + 117.60
 Δ = 31°54' Der.
 θ = 7°00'
 R = 16.37 m.
 ST = 46.79 m.
 Lc = 91.14 m.

CURVA No 9

ESTACION	P. V.	DEFLEXION	R.M.O.	R.A.C.
P.T.	2+493.98	10°12'30"		
	2+480	8°04'		
	2+460	5°04'		
	2+440	2°04'		
PC2+426.03		0°00'		

P.I. = 2 + 460.35
 Δ = 20°22' Izq.
 θ = 6°00'
 R = 190.99 m.
 ST = 34.33 m.
 Lc = 67.94 m.

CURVA No 10

ESTACION	P. V.	DEFLEXION	R.M.O.	R.A.C.
P.T.	2+712.65	9°52'30"		
	2+700	7°59'		
	2+680	4°59'		
	2+660	1°59'		
PC2+646.82		0°00'		

DATOS DE LA CURVA

P I = 2+ 680.07
 A = 19°45' Izq.
 G = 6°00'
 R = 190.99 m.
 ST = 33.25 m.
 Lc = 65.83 m.

CURVA No 11

ESTACION	P. V.	DEFLEXION	R.M.O.	R.A.C.
P.T.	2+822.58	5°05'		
	2+820	4°53'		
	2+800	3°23'		
	2+780	1°53'		
	2+760	0°23'		
PC2+754.80		0°00'		

PP = 2 + 788.78
 A = 10°10' Der.
 G = 3°00'
 R = 381.973 m.
 ST = 33.98 m.
 Lc = 67.78 m.

CURVA No 12

ESTACION	P. V.	DEFLEXION	R.M.O.	R.A.C.
	2+921.34	1°32'		
	2+920	1°30'		
	2+900	1°00'		
	2+880	0°30'		
PC2+860.01		0°00'		

P I = 2 + 890.68
 A = 3°04' Der.
 G = 1°00'
 R = 1145.92 m.
 ST = 30.68 m.
 Lc = 61.33 m.

CURVA No 13

DATOS DE LA CURVA

ESTACION	P. V.	DEFLEXION	R. M. O.	R. A. C.
P.T.	3+092.61	14°26'30"		
	3+080	12°52'		
	3+060	10°22'		
	3+040	7°52'		
	3+020	5°22'		
	3+000	2°52'		
	2+980	0°22'		
PC2+977.08		0°00'		

P I = 3+ 036.10
 Δ = 28°53' Izq.
 G = 5°00'
 R = 229.18m.
 ST = 59.02 m.
 L c = 115.53 m.

CURVA No 14

ESTACION	P. V.	DEFLEXION	R. M. O.	R. A. C.
P.T.	3+206.04	18°30'		
	3+200	17°17'		
	3+180	13°17'		
	3+ 160	9°17'		
	3+ 140	5°17'		
	3+ 120	1°17'		
PC3+113.54		0°00'		

P I = 3 + 161.47
 Δ = 37°00' Der.
 G = 8°
 R = 143.24 m.
 ST = 47.93 m.
 L c = 92.50 m.

Curvas espirales

Ahora hablaremos un poco de este tipo de curvas, porque para la operación de un vehículo en una curva espiral ejecuta un movimiento complejo con seis grados de libertad, translaciones, longitudinales, laterales y verticales, y rotaciones de virage, balanceo y cabeceo. La experiencia ha indicado cuáles de estos grados de libertad son críticos, y por medio de la investigación se ha llegado a conocer cuáles son los variables tolerables. El concepto fundamental que sirve para determinar la longitud de las espirales a una curva horizontal es limitando la rapidez de la aceleración radial horizontal a un valor que no produzca molestias a los ocupantes de los vehículos. En la figura se muestra diagramáticamente las aceleraciones importantes para un punto intermedio de la espiral.

Si Sc y Rc son las sobreelevaciones y el radio de la espiral al unirse con la curva horizontal, respectivamente, por lo que la cantidad neta de aceleración radial presente es:

$$(V^2/Rc - g Sc)$$

Y el tiempo mínimo que un vehículo debe gastar cuando recorrer la espiral, Ts resultará de dividir la aceleración radial neta por el valor aceptable del tiempo en que se puede desarrollar la aceleración horizontal radial C .

Así:

$$Ts = \frac{V^2}{Rc C} - \frac{g Sc}{C}$$

Un vehículo recorriendo la espiral de transición a la velocidad V tenemos que por segundo recorrerá una distancia Ls en T segundos.

$$Ls = VTs = \frac{V^3}{Rc C} - \frac{Vg Sc}{C}$$

Esta fórmula para la longitud mínima de la espiral de transición puede expresarse en dimensiones más económicas y más cómodas y es como sigue: en la que Ls y Rc están en metros, V es la velocidad en K.p.h. y Sc es la sobreelevación de la curva circular expresada como una relación sin dimensiones.

Para calcular una curva circular con sus dos espirales simétricas que son necesarias para ligar dos tramos en tangente seguiremos los cálculos siguientes:

Empezaremos por calcular la longitud de la curva espiral:

$$L_e = m s a \quad \text{en donde;}$$

- L_e = Longitud de la curva espiral en metros.
- m = Constante que está en función de la velocidad mínima y máxima.
- s = Sobreelevación de la curva circular en metros.
- a = Ancho de la carpeta en metros.

Después se calcula el ángulo de deflexión de la espiral en grados.

$$\theta_e = \frac{L_e}{40} G_c \quad \text{en donde:}$$

- θ_e = Ángulo de deflexión en grados.
- L_e = Longitud de la curva espiral en metros.
- G_c = Grado de curva circular.

Se sigue con el cálculo de la distancia del P.I. al T_e en metros, por medio de:

$$T_e = (R + P) \operatorname{tg} \frac{\Delta t}{2} + K \quad \text{en donde;}$$

- T_e** = Distancia del PI al TE en metros.
R = Radio de la curva circular en metros.
P = Valor constante en metros.
K = Valor constante en metros.

Se calculan los cadenamientos

$$KTE = KPI - T_e$$

$$KEC = KTE - L_e$$

Calculando el ángulo de deflexión de la curva circular.

$$c = \Delta_t - 20e$$

esto es cuando son simétricas las espirales.

$$\Delta_t = \text{ángulo de deflexión total.}$$

La longitud de la curva es:

$$L_c = \frac{20 c}{G_c} \quad \text{en donde}$$

Δ_c = ángulo de deflexión de la curva circular.

G_c = Grado de la curva circular.

Cálculo de KCE.

$$KCE = KEC + L_c. \quad \text{FIG. 6}$$

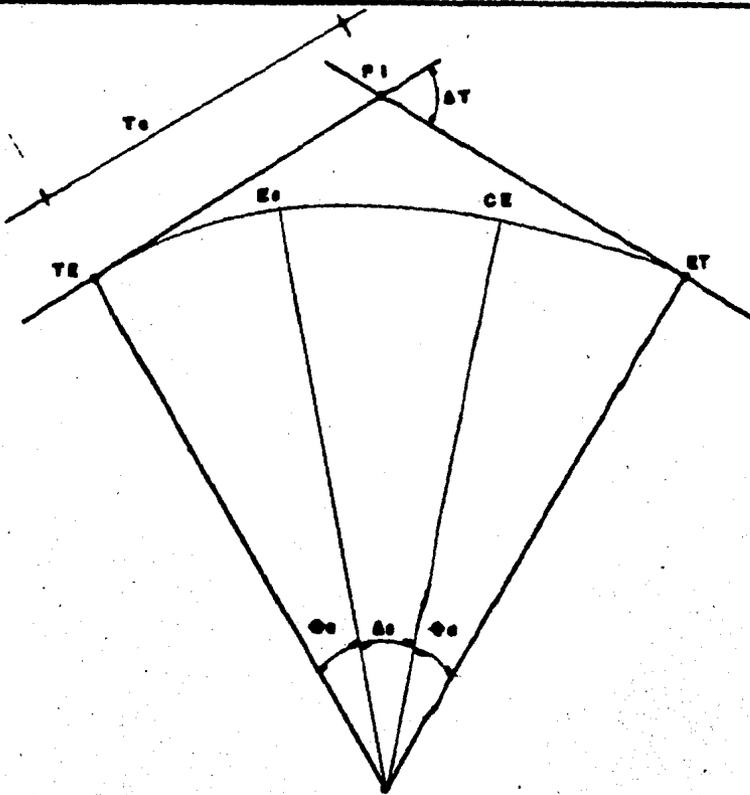


FIG. 6.- ELEMENTOS DE UNA CURVA ESPIRAL

II.2.2. Alineamiento vertical.

Los elementos que constituyen el perfil longitudinal de la subrasante deben enlazarse por medio de curvas verticales de longitud variable. Así las curvas verticales se emplean para pasar gradualmente de un tramo en que la subrasante tiene una pendiente determinada a otro en que la pendiente es diferente, en donde se presentan dos casos muy comunes, uno en que vamos subiendo y luego bajamos, denominado cima, y el otro en el cual primero se baja y luego se sube llamado columpio.

El alineamiento vertical para el proyecto de este libramiento, está determinado de la siguiente manera:

El registro lo tenemos en una hoja que llamamos cálculo de subrasante y curva masa y esto es para tener todos los datos necesarios reunidos en una sola hoja que hace que se facilite el cálculo de estos dos elementos.

Para el cálculo empezamos a poner en la hoja de estación o cadenamamiento que lo más común y por facilidad se pone a cada 20 m. y en donde sea necesario se pondrá a menos. Después anotaremos las elevaciones del terreno natural que se obtienen por medio de un levantamiento topográfico. Segui-

mos con la tangente vertical que es en donde tendremos a las pendientes y a las cotas, a las cuales las corregiremos para tener la elevación de la subrasante.

El alineamiento vertical son las curvas verticales que tendremos a lo largo del camino. Teniendo todos los datos anteriores anotados en la hoja de registro, procedemos a trazar en el papel de línea que nos definirá la configuración del terreno y la llamaremos línea de terreno natural y de la cual nos guiaremos para trazar nuestro alineamiento vertical que será: Teniendo definidas nuestras pendientes localizaremos nuestros PIV que son los puntos de intersección vertical y los uniremos para después localizar los PCV que son los puntos de comienzo de la curva vertical.

En el plano en el que dibujamos la línea de terreno natural y la elevación de la subrasante, anotaremos los espesores de los cortes y de los terraplenes que se tienen y que se deberán de anotar para más adelante obtener la curva masa.

II.2.3. Sección transversal.

La sección transversal de una carretera comprende elementos necesarios como son los que forman el ancho de la ruta, los

elementos a los que se debe dar atención especial al proyectarlos son las bandas de circulación, los acotamientos, los taludes laterales de la terracería tanto en cortes como en terraplenes, el drenaje lateral y longitudinal.

Las secciones transversales se apoyan en la poligonal y sirven para conocer los puntos del terreno de cota cerrada o la cota de los puntos notables del mismo.

El proyecto y la localización de una carretera proporciona la oportunidad de construirla de una manera que se adapte a las exigencias de la topografía con mayor aproximación -- que la que sería posible si toda la sección transversal se considerará como una unidad indivisible.

Las secciones de construcción se obtienen una vez que se ha trazado en el terreno la línea definitiva y se ha nivelado, se procede a sacar una sección transversal del terreno en cada estación de cada 20 m y en todos aquellos puntos intermedios en el que el terreno sea accidentado o presente cambios notables con respecto a las estaciones completas de 20 m.

Las secciones transversales se registran como se muestra en las hojas de registro de secciones. Sobre las secciones se

proyecta la forma en que deberá construirse el camino de acuerdo a los datos de construcción.

Para el ejemplo que se presenta a continuación de las secciones transversales y de construcción únicamente, se presentan un tramo de la carretera por espacio no se presentan todas.

II.2.4. Drenaje.

El objeto fundamental del drenaje es la eliminación del agua o humedad que en cualquier forma puede perjudicar al camino; esto se logra evitando que el agua llegue a él o bien dando salida a la que inevitablemente le llega.

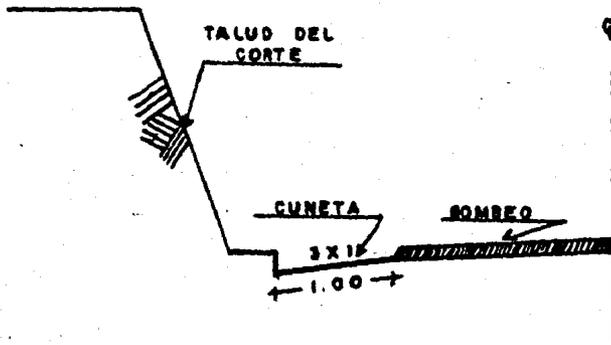
A veces se destinan obras semejantes a las de drenaje a distinto fin, a pesar de lo cual se les sigue considerando como tales, más bien por la analogía que existe en el proceso del proyecto, que por su finalidad.

A continuación se presentan diferentes tipos de drenaje que se emplean en las carreteras:

a) Cunetas.

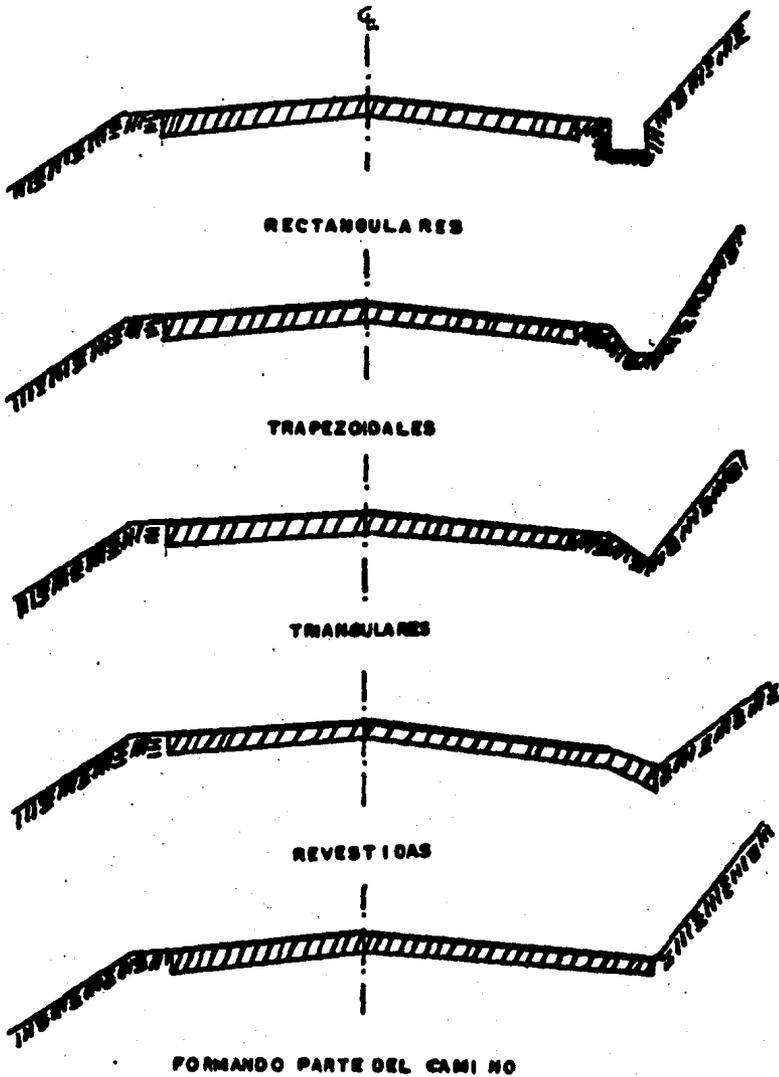
Las cunetas son zanjas que se hacen a ambos lados del camino, con el objeto de recibir el agua pluvial de la mitad del camino debido al bombeo, el agua que escurre por los cortes del camino y a veces, también la que escurre en pequeñas -- áreas adyacentes.

La localización de la cuneta en el camino se muestra en la figura, es decir, al borde del acotamiento, pudiendo así recibir el agua que escurre del centro del camino hacia los -- lados, en los cortes, el agua que escurre por los taludes y el agua que escurre en la dirección del camino en pequeñas áreas adyacentes al mismo.



Es conveniente usar una sección de cuneta constante, no solo para la buena apariencia y seguridad del camino, sino -- también para contribuir a la fácil construcción y conserva-

TIPOS DE CUNETAS



ción.

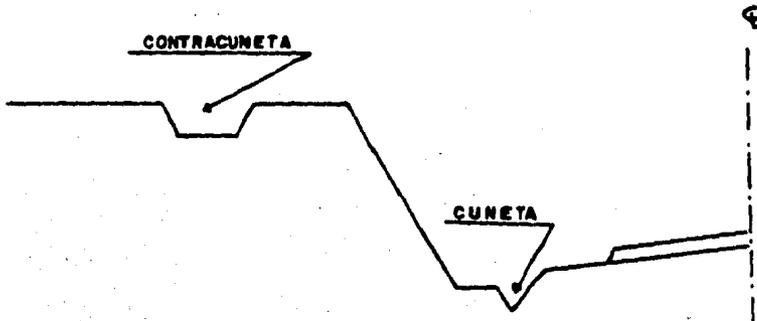
Las cunetas pueden hacerse con pendientes hasta del 50%; -- las pendientes máximas están limitadas por la velocidad de arrastre, tipo de suelo de la localidad, etc.

La sección más conveniente para una cuneta es la forma de V, pues presenta mejor aspecto, en construcción es más rápido y más fácil su conservación. No se deberán usar secciones rectangulares porque no siempre conservan los taludes verticales, sino que por el contrario, se derrumban y se azolvan -- pronto, además de que su construcción como su conservación, se dificulta más.

b) Contracunetas.

Son zanjas que se hacen en lugares convenientes con el fin de evitar que llegue a las cunetas más agua que aquella para la cual están proyectadas. Del agua de lluvia que escurre al camino por las condiciones topográficas, las cunetas solo pueden tomar aquella que escurre por los taludes de -- los cortes y en pequeñas áreas adyacentes y por lo tanto, -- para recoger y encauzar el agua que proviniendo de zonas -- más alejadas se dirija al camino, es necesario hacer zanjas transversales a la pendiente del terreno, que interceptan --

el paso del agua y encausan alejándola de los terraplenes y de los cortes o de cualquier otro lugar en que el agua puede ser perjudicial al camino.



Las contracunetas se colocan transversalmente a las crestas en la parte superior de los taludes de los cortes, debiendo hacerlos más o menos perpendiculares a la pendiente del terreno para que efectivamente intercepten el agua que escurre. Se trata de evitar que llegue al camino el agua que corre por los taludes de los cortes, para evitar que escurra por dichos taludes erosionándolos y recargando el agua a las cunetas.

El uso de las contracunetas está indicado en terrenos montañosos o en lomerío, pero en cualquier caso la localización no queda definida solamente para la configuración del terreno, sino también por su naturaleza geológica.

El punto superior de partida de una contracuneta, basta darle una profundidad pequeña, la suficiente para que no se azolve con la tierra arrastrada, el paso o yerbas que puedan crecer en ellas. A partir de ese lugar, hay que llevar la zanja con pendiente uniforme hasta el lugar que debe desembocar, teniendo cuidado de que la pendiente no pase de cierto valor máximo limitado por la velocidad de arrastre en el material de que se trata.

La pendiente y la sección que tenga una contracuneta, deben proyectarse con cierto cuidado, pues por una parte, si es excedida la pendiente, se producirá socavación y si es menor a la conveniente, se azolvará la contracuneta disminuyendo en consecuencia el área hidráulica, hasta hacer que el agua se derrame y vaya a dar a los taludes del camino, que es precisamente lo que se trata de impedir.

c) Lavaderos y vertederos.

Los lavaderos o vertederos sirven para el desfogue de una corriente de agua el cual no es más que una cubierta de mampostería de concreto o piedra acomodada por donde se encauza el agua de los taludes o terraplenes.

d) Obras de cruce.

Las obras de cruce también llamadas de drenaje transversal se construirán cuando no pueda eliminarse el agua, e inevitablemente tienen que cruzar el camino de un lado a otro en estas obras de cruce están comprendidas las alcantarillas y puentes. En la construcción de un camino, aún en aquellos casos en los que los fondos estén limitados, deben siempre llevarse a cabo todas las estructuras necesarias, con el -- objeto de proteger al camino estableciendo un sistema razonable de drenaje de una vez por todas, ya que una estructura mal localizada ocasiona trastornos costosos.

Condiciones de un buen cruce.

- Que el río en esa zona sea permanente.
- Que el cruce se haga en una zona recta al río.
- Que no haya islas, pozas, etc.
- Que los taludes de las márgenes sean lo más uniforme posible.
- Que la anchura sea lo menos posible.
- Que el tirante del agua sea grande en relación con el ancho del cauce.
- Que el cruce sea normal.
- Que las condiciones de cimentación sean buenas.

e) Bombeo del camino.

Se denomina bombeo de un camino a la forma de la sección -- transversal del mismo y que tiene como fin principal el drenaje hacia los lados, el agua que cae en el camino.

El bombeo que debe emplearse depende al tipo de superficie, facilidad de circulación de los vehículos y aspecto del camino.

En México se acostumbra a dar una pendiente del 2% al bombeo en caminos con pavimento flexible y de 1.5% en caminos con pavimento rígido.

f) Canales.

Son obras de protección localizadas a la orilla del camino con el objeto de evitar que el agua llegue al pavimento y - lo dañe, generalmente se localizan a la orilla de los cortes para recoger el agua que escurre sobre la superficie.

g) Cajones de entrada.

Principalmente las alcantarillas de alivio deben tener una

obra auxiliar adecuada para dirigir el agua hacia ellos; esta obra auxiliar es un cajón de entrada, el cual puede ser desde un simple muro transversal hasta un pozo de visita.

El muro transversal, es como su nombre lo indica, un muro normal al eje de la cuneta, situado aguas abajo de la entrada de la alcantarilla para contener el agua y encauzarla a aquella. Un cajón de entrada es un cajón de mampostería o concreto en donde cae el agua que corre por la cuneta y después de caer entra en la alcantarilla. Un desarenador - un cajón de entrada que tiene un primer depósito destinado a retener los arrastres que lleve la cuneta y un pozo de visita es un desarenador bastante grande y profundo que está cubierto por una rejilla la cual es desmontable para que se efectúe la limpieza tanto del pozo como de la alcantarilla.

h) Guarniciones.

Sirven para proteger los terraplenes del agua que escurre sobre la carpeta y cae en los taludes de los terraplenes. Se llevará la guarnición una cierta longitud hasta unos lavaderos que se construyen sobre los taludes de los terraplenes y lleven el agua hasta más allá del pie del talud.

C A P I T U L O III

P R O C E D I M I E N T O

C O N S T R U C T I V O

No cabe duda de que nada serviría que un proyecto determinado fuera cuidadosamente elaborado, si por alguna circunstancia se descuidarán los procedimientos de construcción del mismo.

El procedimiento constructivo que seguiremos para la construcción de esta obra será como a continuación se presenta:

Como el proyecto se formó tomando como base un camino de terracería que actualmente existe y sobre el cual se trazó la línea definitiva de este proyecto, empezaremos por formar en primer lugar la sección de proyecto, ya sea en corte o en terraplen y será para formar el cuerpo de las terrazas.

Enseguida colocaremos las siguientes capas que son: la subrasante, sub-base, base y carpeta. Todo es de acuerdo a lo especificado en el inciso cuatro de este capítulo.

Se seguirá con la construcción de los demás elementos que forman y complementan el proyecto como son las banquetas, guarniciones, drenajes, señalamientos, etc.

Como se observa, el procedimiento constructivo es bastante sencillo para este tipo de obras, pero se debe de tener mu-

cho cuidado en el cumplimiento de las especificaciones que regirán este proyecto, ya que son de vital importancia durante la construcción de este mismo.

Dentro de lo que es el procedimiento constructivo tenemos diferentes actividades que son factores que harán que se cumpla con lo establecido anteriormente, y estos son: la maquinaria y el equipo de que se dispone, la manera en que se realizará el movimiento de las terracerías, el tipo de pavimento que se colocará, la manera en que se controlará la obra y la programación de la misma.

III.1. Maquinaria y Equipo.

Para poder ejecutar correctamente las diferentes actividades durante la construcción de esta obra, es necesario contar con la maquinaria y el equipo adecuado y suficiente y para lo cual debemos de programar adecuadamente las necesidades de la obra en lo que a maquinaria y equipo se refiere.

En la construcción de una carretera se le debe de dar su uso a cada una de las máquinas y el equipo deberá ser el que se requiere, por lo que ahora empezaremos por determinar el tipo de maquinaria a emplear para cada actividad que

ejecutaremos durante la construcción de esta obra.

Tractores.

De acuerdo a nuestro proyecto y procedimiento constructivo, utilizaremos los tractores para ampliar la sección, formación de cortes y terraplenes, desmontes, limpiezas, etc.

Los tractores son las máquinas más compactas y fuertes que para mover tierras se han fabricado hasta la fecha, sin embargo éstos presentan la desventaja de moverse a poca velocidad. Estas máquinas están clasificadas de acuerdo a su forma de rodamiento y son:

Tractores sobre orugas y tractores sobre neumáticos.

Debido a la naturaleza del terreno que se tiene en la zona de construcción de la carretera, es conveniente utilizar el tractor sobre orugas, ya que no solo nos servirá para la -- limpieza de bancos, nivelaciones, limpieza de terrenos, si no que también el uso principal será la formación de terraplenes, en cortes, etc.

A este tipo de tractor se le llama bull-dozer y es porque -- se monta una cuchilla perpendicular a la dirección de su -- avance.

El bull-dozer es una máquina de mucho empleo y se puede decir que es la más adecuada para construir caminos, el bull-dozer permite ejecutar una nivelación rápida de terrenos de poca extensión ya que puede retroceder, remover y empujar la tierra en cualquier dirección y más rápidamente que otros tipos de máquinas. Ejecutando trabajos preliminares como la nivelación que será más completa y facilitará el de las máquinas que se utilizarán después.

Es necesario tener presente que los bull-dozer no deben de emplearse para mover tierras a distancias superiores a 60 metros horizontales, ya que el rendimiento disminuye considerablemente.

Para conseguir un máximo rendimiento de los tractores debe procurarse trasladar el mayor número posible de metros cúbicos en cada viaje, lo que puede realizarse consiguiendo que el tractor tenga una eficiencia cercana a la unidad. Además, el usar un determinado procedimiento de construcción, aumenta el rendimiento.

A continuación se describen tres métodos que harán que la eficiencia de los tractores aumente.

Trabajos en pareja.

Este procedimiento consiste en colocar las cuchillas de los tractores una al lado de la otra, de tal manera que actúen como si solamente fuera una cuchilla, esto es para evitar el desbordamiento de tierra en los extremos que se juntan.

Métodos del canal.

Este procedimiento consiste en aprovechar los montones de tierra que se forman en la primer pasada para que se encuadren en la cuchilla y evitar así el desbordamiento lateral del material.

Método del descenso.

Cuando se mueve material en pendientes fuertes, no es necesario descender en cada viaje, sino que puede formarse en el borde un montón debido a varias cargas y después dar un empujón final a la tierra para que llegue hasta el fondo, de esta manera se ahorra tiempo y por lo tanto se gana rendimiento en el tractor.

Los procedimientos anteriores pueden ser combinados entre sí, con el fin de conseguir un rendimiento aún mayor.

rendimiento horario de los tractores bull-dozer se calcula de la siguiente manera:

$$V = \frac{C E 60}{F t}$$

En donde: V = metros cúbicos por hora del material medido en banco.

C = Capacidad de la hoja topadora, en metros cúbicos sueltos.

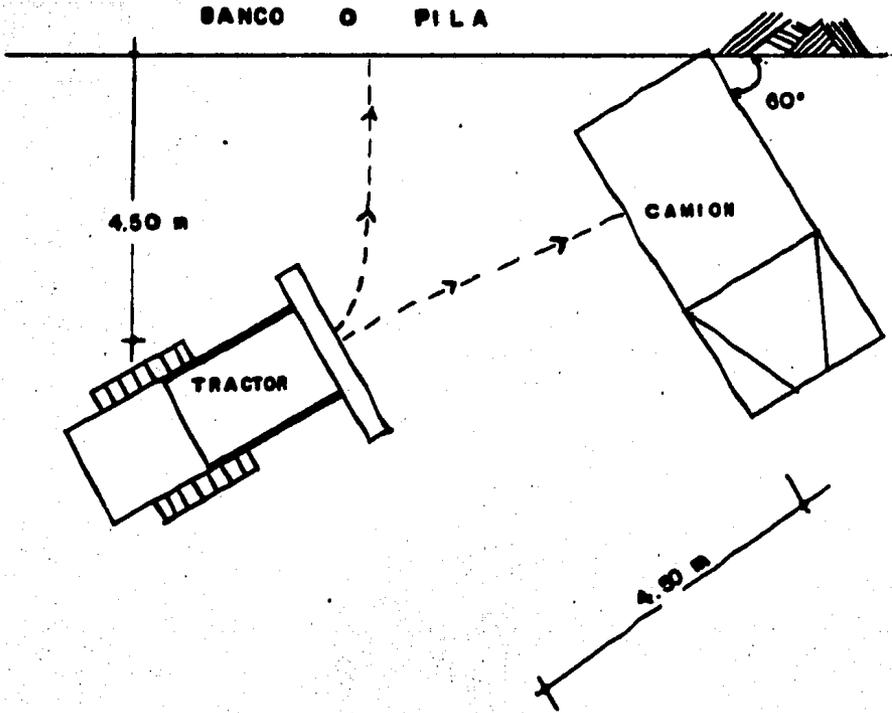
E = Eficiencia del tractor.

F = Factor de abundamiento del suelo.

t = Duración del ciclo del tractor, en minutos.

También utilizaremos tractores sobre neumáticos y también son llamados cargadores frontales, la producción de estos tractores operando con cucharón normal en trabajos de carga se pueden estimar bajo las siguientes condiciones.

La carga de unidades de acarreo desde un banco de préstamo o pila del material situado a nivel, considera que este cargador efectúa un recorrido en V para hacer la operación completa y es como se muestra en la figura.



Motoconformadoras.

La motoconformadora es una de las máquinas de mayor uso en la construcción y conservación de caminos, ya que se emplea tanto para revolver materiales, como para extender y conformar los mismos. De igual manera se suele emplear para afinar taludes, para hacer zanjas, para conservar cunetas, etc.

Las motoconformadores tienen una cuchilla que puede moverse por rotación alrededor de un eje vertical, por rotación alrededor del eje longitudinal de la cuchilla y por traslación siguiendo este eje.

Además de la cuchilla, a las motoconformadoras se les adapta un escarificador que se emplea para remover los terrenos duros antes de entrar la cuchilla, para llevar a cabo los trabajos de que es capaz este tipo de máquina, es indispensable aprovechar al máximo la potencia de la máquina, un factor que afecta esta potencia, es el ajuste de la cuchilla y por lo tanto hay que prestarle mucha atención.

Siendo cóncava la forma de la cuchilla, el diseño de la misma es tal que la posición frontal más efectiva para cortar o revolver se logra cuando el filo de la cuchilla queda vertical al lado superior. Este ajuste vertical se emplea pa-

ra emparejar superficies y dar formas definitivas para trabajos de conservación de caminos, la parte posterior de la cuchilla se inclina hacia adelante hasta obtener una inclinación frontal conveniente para dar rastreos.

Con respecto a la posición de la cuchilla, con relación al eje longitudinal de la máquina, el ángulo debe limitarse al apropiado para que el material pueda correr libremente hacia el extremo de la cuchilla. Para rastreos este ángulo debe ser de 60° a 70°.

La inclinación de las ruedas del eje delantero también es básica, ya que en casi todas las aplicaciones las motoconformadoras soportan una fuerza lateral que tiende a desviar la parte delantera de la máquina hacia un lado. Para contrarrestar esta fuerza, las ruedas delanteras deben inclinarse hacia la dirección que lleva la tierra al correr sobre la hoja o cuchilla.

A continuación se dan las velocidades en la transmisión recomendables para los diversos trabajos de las motoconformadoras.

- Conservación de caminos..... de 3a. a 5a.
- Extensión de materiales..... de 3a. a 4a.
- Mezclado de materiales..... de 4a. a 6a.

- Acabados finales..... de 2a. a 4a.
- Desyerbes..... de 1a. a 2a.
- Afinamiento de taludes..... de 1.

El rendimiento de las motoconformadoras se calcula de la siguiente manera:

$$T = \frac{N L}{E V_1} + \frac{N L}{E V_2} + \frac{N L}{E V_3} + \text{etc.}$$

en donde: T = Tiempo en horas.

N = Número de pasadas, la cual debe estimarse de acuerdo con la clase de trabajo.

L = Longitud recorrida en kilómetros en cada pasada y que debe determinarse al conocerse la naturaleza del trabajo.

E = Factor de eficiencia que varía de acuerdo con las diferentes condiciones de trabajo.

V = Velocidad para cada pasada en kilómetros por hora (Km/hr.).

Equipo para compactación de caminos.

Selección y uso de equipo.

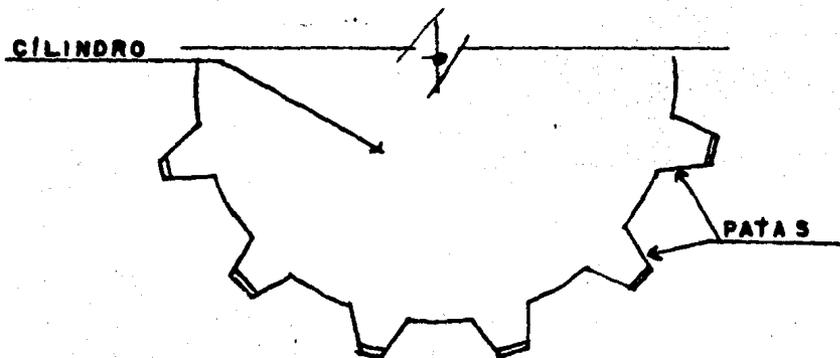
Es bien sabido que un aumento en el peso volumétrico seco de un suelo mediante la compactación adecuada del mismo, ha

ce que tenga menor permeabilidad y que presente una mayor -
resistencia al esfuerzo del corte y por lo tanto presente -
mayor estabilidad debido a menores cambios en el contenido
de humedad.

Ahora describiremos el equipo de compactación que utilizare
mos en la carretera.

Rodillo pata de cabra.

Este equipo de compactación consiste en un cilindro en el -
cual hay unas piezas soldadas que sobresalen, conocidas con
el nombre de "patas de cabra" por tener una forma piramidal,
como se muestra en la figura.



El cilindro de la pata de cabra está hueco y puede lastrearse ya sea con agua o con arena o ambas, para aumentar su peso. Las patas son de una longitud que varía entre los 18 y 23 cms. y están distribuidas sobre el tambor, el número máximo de patas por metro cuadrado de área de tambor es de -- 12.

La forma de las patas varía con los diferentes modos de rodillos, buscando sobre todo evitar que las patas al salir del terreno que se compacta lo afloje.

Para la compactación del terreno con este tipo de rodillo, usaremos las siguientes reglas para obtener una compactación mejor.

- a) El material, con la humedad óptima se extiende en la capa de espesor especificado (el espesor será aproximadamente 1,5 veces la longitud de la pata). En la primera pasada la pata debe penetrar totalmente.
- b) Cada pasada sucesiva sobre el material, lo compactará -- hasta que las patas del rodillo queden sin entrar.
- c) El apisonado que posteriormente se haga, no deberá aumentar la compactación.
- d) Para que la compactación sea uniforme en todo el terreno, será necesario traslapar unos 30 cms. a cada lado del --

área.

- e) Se afinará el terreno compactado con este tipo de rodillo, para borrar las huellas de las patas y se le dará una recompactada superficial con plancha de rodillo liso metálico.

Aplanadora de rodillos metálicos lisos.

De este tipo de aplanadoras existen 2 modelos de tres rodillos en tandem.

La aplanadora de rodillo liso la utilizaremos para la compactación de la sub-base y la base del pavimento, debido a la mayor presión que ejercen las ruedas traseras, las ruedas traseras son las motrices. Estas ruedas están colocadas con su borde interno alineado con el borde externo del rodillo delantero, el rodillo delantero es el direccional.

De una manera aproximada se puede decir que el espesor aconsejable para compactar con la humedad óptima y con rodillos lisos, es el peso total en toneladas, más 25% de ese peso en toneladas expresado en centímetros sueltos.

De esta manera una aplanadora de 12 toneladas puede compac-

tar, eficientemente una capa suelta de $12 + 3 = 15$ centímetros.

El rodillo liso tiene la ventaja de que cubre por completo el área por donde pasen los rodillos motrices

También este tipo de rodillo se utilizará para compactar la carpeta y que será inmediatamente después de compactar la carpeta con compactador neumático, esto es con el fin de borrar las huellas que deja este tipo de compactador.

Aplanadora de neumáticos.

Este tipo de compactación emplea ruedas provistas de neumáticos, los cuales generalmente se encuentran montadas en dos ejes, una adelante y otra atrás de la unidad.

Los neumáticos se colocan de tal manera que las del eje posterior cubran las huellas dejadas por las del eje delantero. Este equipo se puede lastrar con arena, grava, piedras, trozos metálicos, etc. ya que cuenta con una caja para tal fin.

Este tipo de rodillo lo utilizaremos para la compactación de la carpeta y servirá para dar forma al pavimento.

A continuación se presenta la forma de calcular el rendimiento del equipo de compactación que hemos mencionado.

$$R = \frac{V E D A}{N}$$

en donde: R = Metros cúbicos del material suelto compactado en una hora.

V = Velocidad en kilómetros por hora de la máquina que compacta.

E = Eficiencia de la operación.

D = Profundidad en metros de la capa de material suelto.

A = Ancho efectivo del rodillo compactador, en metros.

N = Número de pasadas necesarias para compactar.

Esparcidores de materiales pétreos.

(Asfaltadora)

En el sistema de pavimentación por medio de tratamientos superficiales para el tendido de material pétreo especificado se hace a menudo, uso de los esparcidores o distribuidores automáticos que realizan la operación con rapidez y uniformidad.

El esparcidor del material pétreo, está formado por una tolva especial que se coloca junto a la parte trasera de la caja de un camión de volteo.

Equipo para petrolización.

(Petrolizadoras)

La petrolizadora de presión es la máquina más importante de un equipo para la construcción de carpetas asfálticas formadas por tratamientos superficiales y mezclas en el lugar. - Esta máquina debe regar el producto asfáltico sobre el camino en cantidades exactas, y durante todo el tiempo que dure la carga de la petrolizadora debe conservar la misma razón de riego sin que varíe ésta por cambios en pendientes o de dirección del camino.

La petrolizadora consta de las siguientes partes: Tanque de acero, divisiones de lámina para evitar el fuerte ondular del asfalto, derramadero, tubos calentadores, cedazo del registro, calibrador del nivel del tanque, válvulas de control, casa de válvulas, bomba, chimenea, colector del tanque, válvula del tanque, quemadores de aceite, barra de cambio, motor de la bomba, barra de riego y soporte ajustable de la barra.

Como puede verse, la petrolizadora consiste de un camión --

con llantas neumáticas en el cual va montado un tanque equipado con el equipo antes mencionado y que por medio de un sistema de espreas de riego en la barra, aplica el asfalto a presión sobre la superficie del camino.

La barra de riego debe esparcir por lo menos tres metros de ancho. Se debe tener en el tanque un termómetro apropiado para comprobar en cualquier momento la temperatura del producto que se está regando. La petrolizadora debe contar -- también con una manguera provista, en la punta, de una boquilla para regar a mano las partes que no haya, o no se -- pueda regar con la barra de la misma petrolizadora, esto -- ocurre generalmente cerca de brocales de alcantarillas de drenaje de las calles, en algunas esquinas, etc., las petrolizadoras se construyen en diferentes capacidades, pero las más usuales son las de 8,000 litros.

El control de la cantidad de producto asfáltico que se riega, se lleva a cabo por medio de un tacómetro que es un aparato similar a un velocímetro pero cien veces más sensible. Una pequeña rueda, colocada entre las ruedas delanteras, -- sirve para controlar la velocidad del tacómetro.

III.2. Movimiento de Terracería.

En la construcción de carreteras deben de controlarse los movimientos de terracerías de una manera que nos permita fijarlos, para llevar este control utilizaremos el diagrama de masas que sirva principalmente para compensar volúmenes, fijar el sentido de los movimientos de material, determinar

los límites del acarreo libre, calcular los sobreacarreos, controlar los préstamos y los desperdicios.

Para determinar el volumen del movimiento de tierras que se realizará, empezaremos por calcular el área de las secciones de construcción del camino.

La diferencia entre las elevaciones de la línea de proyecto de la subrasante y el perfil del terreno, nos da el espesor, ya sea en corte o en terraplén que corresponde a cada estación completa de 20 metros o cualquier punto intermedio que haya sido nivelado.

Para determinar el volumen entre dos secciones, se procede como sigue:

Como las secciones están dibujadas en la misma escala horizontal y vertical, con un planímetro o algún otro método, se obtiene el área en corte o en terraplén, limitada por el perfil del terreno natural, por la sección del camino y por los taludes del corte o terraplén.

El volumen del material, ya sea en corte o en terraplén, comprendido entre dos secciones, se calculará tomando el promedio de la distancia entre las secciones y multiplicándola por el área calculada.

Obteniendo el volumen por sección, existe el abudamiento - que se produce al excavar el material de un corte y al extraerse hace que se aumente el volumen. El material abundado es el que se acarrea para formar los terraplenes, y si no se toman ciertas precauciones, pueden quedar los terraplenes muy flojos.

Los terraplenes que se construirán para este proyecto, serán por capas y no a volteo y se construirán con préstamos laterales, aquí es donde se empelará el bull-dozer y se compactará el material extendido hasta alcanzar el grado antes especificado.

En el cálculo de la subrasante y curva masa que más adelante se presenta está considerado el abudamiento de acuerdo al material que se tiene para formar los terraplenes.

Cuando se construye por contrato, se paga al contratista -- una cierta cantidad por acarrear el material de los cortes a los terraplenes, pero debido a la forma en que se emplea el equipo, hay material que se considera debe moverse libre de pago en una distancia que se llama acarreo libre. Esta distancia varía según el criterio del proyectista y de la autoridad contratante. La distancia a considerar para este acarreo varía de acuerdo a las partes que realizan este tra

en este caso es de 20 metros.

Ahora todo el material que se traslada de un corte a un terraplén a distancia mayor que la del acarreo libre, se dice que es un sobre acarreo. La distancia de un sobre acarreo se obtiene restando el acarreo libre a la distancia entre el centro de gravedad de la excavación y el centro de gravedad del terraplén.

El diagrama de masas es muy útil en la determinación de las distancias de sobre acarreo y necesario por lo tanto para determinar hasta qué límite conviene sobre acarrear el material de un corte.

Conociendo los precios unitarios de excavación y préstamo, así como los de sobre acarreo, se determina la distancia máxima hasta la cual conviene económicamente sobre acarrear, adelante de este límite es preferible desperdiciar el material del corte al hacer préstamo para el terraplén.

El diagrama de masas es útil también porque en él se obtienen las distribuciones que deben hacerse al material de los cortes para la formación de los terraplenes.

Para el cálculo del diagrama de masas, se requiere de una -

secuela que corresponde al que se indica a continuación.

En el cálculo de la subrasante y curva masa que se presenta fué calculado de la siguiente manera:

Columna de estaciones, que es el cadenamamiento y fue hecho de acuerdo a la configuración del terreno y llevando secciones a cada 20 metros. Enseguida se encuentra las elevaciones del terreno natural que se registraron de acuerdo a las nivelaciones hechas por la brigada de topografía, después se colocan las pendientes y cotas dentro de la tangente vertical que son las curvas verticales y que se representan -- por parábolas, de esta corrección se determinan las elevaciones de la subrasante del camino.

Para continuar con lo que es en sí el cálculo de la curva masa, siguen los espesores tanto del corte como del terraplén que se proyectaron en las secciones de construcción y de estas mismas se obtiene el área según sea el caso para el corte, el terraplén o la escarificación.

Toca ahora colocar los espesores tanto del corte como del terraplén, los cuales también se obtienen de las secciones de construcción.

Se procede a continuación a determinar las áreas y sumarlas

conforme va el cadenamamiento del camino que se deberá tomar al eje del mismo.

Se calcula la distancia media y al multiplicarla por el área obtenemos el volumen en cada estación. El abundamiento que debido al material que se tiene, afecta a los volúmenes anteriormente calculados, por lo que es necesario obtener los volúmenes abundados.

Abundando los cortes según sea el caso de la clasificación del material.

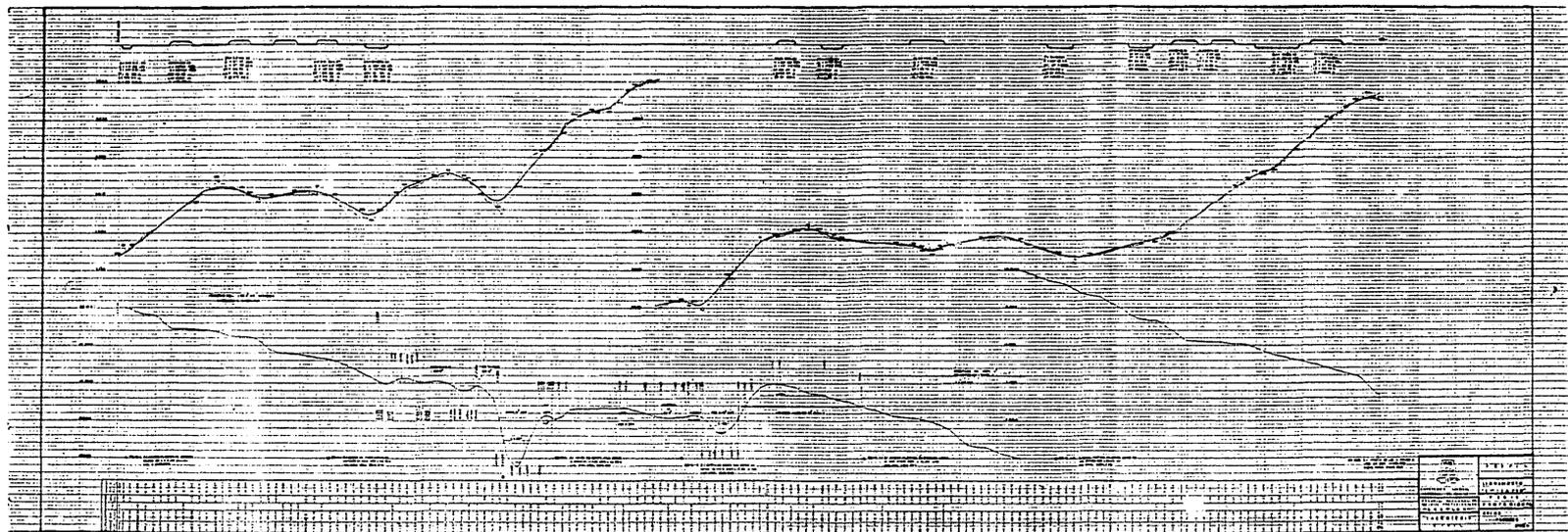
Se hace la suma algebraica y se busca una cota que sea lo bastante grande, a dicha cota se le suman los cortes y se le restan los terraplenes. Obtenidas las ordenas de la curva masa y teniendo como abscisas las estaciones, se procede a dibujarlas sobre un papel milimétrico y es el que nos guiará en el proyecto y construcción de nuestra obra.

Como puede notarse, es de gran ayuda tener una curva masa calculada de una manera muy exacta, ya que de esto depende el costo, la duración de obra, el aprovechamiento de recursos disponibles, las características del terreno, etc.

Cabe señalar también un factor que es de gran importancia y

es la experiencia de la gente que realiza este tipo de obras porque también de esto depende lo anteriormente señalado.

A continuación se presente el cálculo completo de la curva masa y cálculo de la subrasante para esta obra.



DATOS PARA CONSTRUCCION

I Z Q U I E R D O				℄	D E R E C H O			
C E R O	H O M B R O			ESTACION			H O M B R O	C E R O
DISTANCA TA LUD	TERMINA BANQUETA	PRINCIPIA BANQUETA	SEMI CORONA	ESSE SORR	SEMI CORONA	PRINCIPIA BANQUETA	TERMINA BANQUETA	DISTANCA TALUD
5.20 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 - 2.0%	0+000 C=0.30	3.50 -1.7%	3.50	5.00 +1.0%	5.40 1.5X1
6.70 1/2X1	6.59 +1.0%	5.09	5.09 - 7.2%	0.020 T=0.09	3.50 +7.2%	3.50	5.00 +1.0%	6.30 1.5X1
11.20 1.5X1	6.93 +1.0%	5.43	5.43 - 8.8%	0+040 T=0.11	3.50 +8.8%	3.50	5.00 +1.0%	6.70 1.5X1
9.20 1.5X1	5.55 +1.0%	4.05	4.05 - 2.5%	0+060 C=060	3.50 +2.5%	3.50	5.00 +1.0%	6.00 1.5X1
5.10 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 - 2.0%	0+080 C=0.51	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	5.70 1.5X1
10.30 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 - 2.0%	0+100 T=0.11	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	5.70 1.5X1
13.90 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 NIVEL	0+120 T=0.12	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	5.15 1.5X1
7.40 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 +6.24%	0+140 T=0.03	5.08 -6.24%	5.08	6.58 +1.0%	7.30 1/2X1
5.90 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 +6.7%	0+160 T=0.05	5.20 -6.7%	5.20	6.70 +1.0%	7.20 1/2X1
5.70 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 +6.6%	0+180 C=0.02	5.18 -6.6%	5.18	6.68 +1.0%	7.20 1.5X1
5.80 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 +0.4%	0+200 T=0.19	3.59 -2.0%	3.59	5.09 +1.0%	5.90 1.5X1
5.30 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+220 T=0.28	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	5.80 1.5X1
6.80 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+240 T=0.14	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	5.80 1.5X1
6.30 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+260 T=0.16	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	5.80 1.5X1
6.10 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -1.14%	0+280 T=0.25	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	6.00 1.5X1
5.90 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 +2.0%	0+300 T=0.08	4.10 -2.0%	4.10	5.60 +1.0%	5.70 1.5X1
5.30 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 +2.0%	0+320 C=0.11	4.10 -2.0%	4.10	5.60 +1.0%	5.70 1.5X1
6.00 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 +2.0%	0+340 C=0.03	4.10 -2.0%	4.10	5.60 +1.0%	5.60 -
6.50 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+360 C=0.07	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	5.70 1.5X1
11.30 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+380 T=0.12	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	5.80 1.5X1

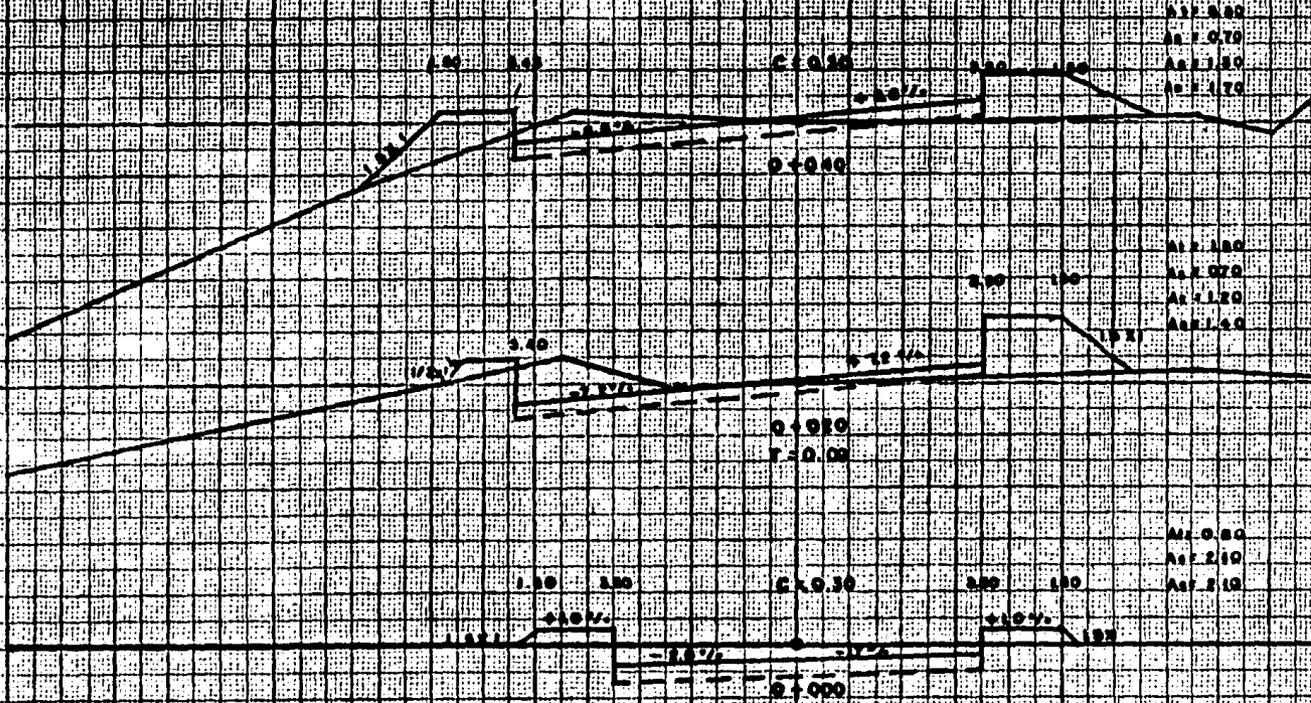
DATOS PARA CONSTRUCCION

IZQUIERDO				℄	DERECHO			
CERO	HOMBRO			ESTACION			HOMBRO	CERO
DISTANCIA TALUD	TERMINA BANQUETA	PRINCIPIA BANQUETA	SEMI-CORONA	ESPEORES	SEMI-CORONA	PRINCIPIA BANQUETA	TERMINA BANQUETA	DISTANCIA TALUD
8.20 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+400 T=0.09	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	6.00 1.5X1
6.50 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+420 T=0.02	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	5.70 1.5X1
6.10 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+440 C=0.04	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	5.80 1.5X1
6.20 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+460 C=0.06	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	4.80 1.5X1
6.10 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+480 C=0.04	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	6.00 1.5X1
5.90 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+500 T=0.37	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	6.20 1.5X1
6.20 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 +4.0%	0+520 T=0.23	4.63 -4.0%	4.63	6.13 +1.0%	6.80 1.5X1
5.50 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 +5.0%	0+540 C=0.29	4.90 -5.0%	4.90	6.40 +1.0%	7.40 1.5X1
5.60 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 +5.0%	0+560 T=0.38	4.90 -5.0%	4.80	6.40 +1.0%	8.30 1.5X1
5.90 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -0.36%	0+580 T=0.47	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	6.60 1.5X1
5.90 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+600 T=0.52	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	6.80 1.5X1
5.00 NIVEL	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+620 T=0.81	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	6.90 1.5X1
6.70 1.5X1	5.65 +1.0%	4.15	4.15 -2.3%	0+640 T=0.38	3.50 +2.3%	3.50	5.00 +1.0%	7.30 1.5X1
7.00 1/2X1	6.40 +1.0%	4.90	4.90 -5.0%	0+660 T=0.68	3.50 +5.0%	3.50	5.00 +1.0%	7.60 1.5X1
6.50 1/2X1	6.40 +1.0%	4.90	4.90 -5.0%	0+680 T=0.44	3.50 +5.0%	3.50	5.00 +1.0%	9.00 1.5X1
6.10 1/2X1	5.75 +1.0%	4.25	4.25 -2.7%	0+700 T=0.21	3.50 +2.7%	3.50	5.00 +1.0%	7.00 1.5X1
5.50 1/2X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+720 C=0.61	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	5.80 1.5X1
5.20 1/2X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+740 T=0.23	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	6.10 1.5X1
5.00 - -	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+760 T=0.14	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	6.80 1.5X1
5.30 1.5X1	5.00 +1.0%	3.50	3.50 -2.0%	0+780 T=0.37	3.50 -2.0%	3.50	5.00 +1.0%	7.30 1.5X1

DATOS PARA CONSTRUCCION

I ZQUIERDO				℄	DERECHO			
C E R O	HOMBRO			ESTACION			HOMBRO	C E R O
DISTANCIA TALUD	TERMINA BANQUETA	PRINCIPA BANQUETA	SEMI CORONA	ESPEORES	SEMI CORONA	PRINCIPA BANQUETA	TERMINA BANQUETA	DISTANCIA TALUD
5.00	5.00		3.50	0+800	3.50		5.00	5.30
-	+1.0%	3.50	-2.0%	T=0.04	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1
5.40	5.00		3.50	0+820	3.50		5.00	5.00
1/2X1	+1.0%	3.50	-2.0%	C=0.33	-2.0%	3.50	+1.0%	-
5.20	5.00		3.50	0+840	3.50		5.00	7.80
1.5X1	+1.0%	3.50	-2.0%	T=0.17	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1
5.00	5.00		3.50	0+860	3.50		5.00	7.30
-	+1.0%	3.50	-2.0%	C=0.13	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1
6.10	5.00		3.50	0+880	3.50		5.00	8.40
1.5X1	+1.0%	3.50	-2.0%	T=0.66	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1
5.00	5.00		3.50	0+900	3.50		5.00	6.30
-	+1.0%	3.50	-2.0%	T=0.04	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1
5.50	5.00		3.50	0+920	3.50		5.00	5.10
1/2X1	+1.0%	3.50	-2.0%	C=0.19	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1
5.60	5.00		3.50	0+940	3.50		5.00	6.70
1/2X1	+1.0%	3.50	-2.0%	C=0.74	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1
5.20	5.00		3.50	0+960	3.50		5.00	11.90
1/2X1	+1.0%	3.50	-2.0%	T=1.06	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1
6.30	5.00		3.50	0+980	3.50		5.00	10.70
1/2X1	+1.0%	3.50	-2.0%	T=0.27	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1
5.20	5.00		3.50	1+000	3.50		5.00	18.40
1/2X1	+1.0%	3.50	-2.0%	T=3.65	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1
5.00	5.00		3.50	1+020	3.50		5.00	12.20
-	+1.0%	3.50	-2.0%	T=1.83	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1
5.50	5.00		3.50	1+040	3.50		5.00	6.30
1/2X1	+1.0%	3.50	-2.0%	C=0.88	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1
6.20	5.00		3.50	1+060	3.50		5.00	5.20
1/2X1	+1.0%	3.50	-2.0%	C=2.87	-2.0%	3.50	+1.0%	1/2X1
6.50	5.00		3.50	1+080	3.50		5.00	5.50
1/2X1	+1.0%	3.50	-2.0%	C=2.68	-2.0%	3.50	+1.0%	1/2X1
5.70	5.00		3.50	1+100	3.50		5.00	5.20
1/2X1	+1.0%	3.50	-2.0%	C=1.26	-2.0%	3.50	+1.0%	1/2X1
5.00	5.00		3.50	1+120	3.50		5.00	8.20
-	+1.0%	3.50	-2.0%	T=0.35	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1
5.00	5.00		3.50	1+140	3.50		5.00	12.40
-	+1.0%	3.50	-2.0%	T=0.37	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1
5.80	5.00		3.50	1+160	3.50		5.00	5.70
1/2X1	+1.0%	3.50	-2.0%	C=1.28	-2.0%	3.50	+1.0%	1/2X1
5.60	5.00		3.50	1+180	3.50		5.00	6.60
1/2X1	+1.0%	3.50	-2.0%	C=0.22	-2.0%	3.50	+1.0%	1.5X1

SECCIONES DE CONSTANTES

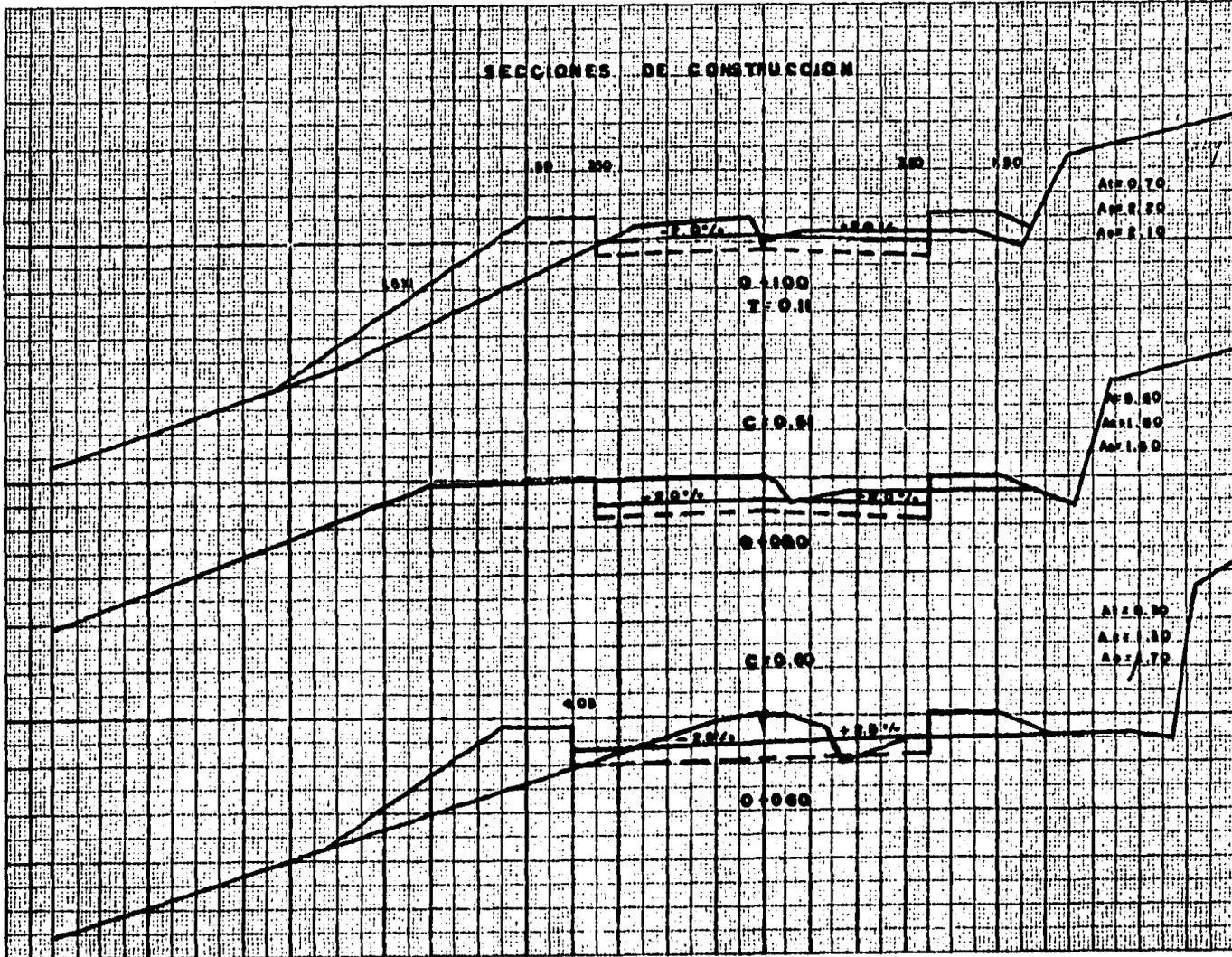


Alt. 0.80
Alt. 0.70
Alt. 1.80
Alt. 1.70

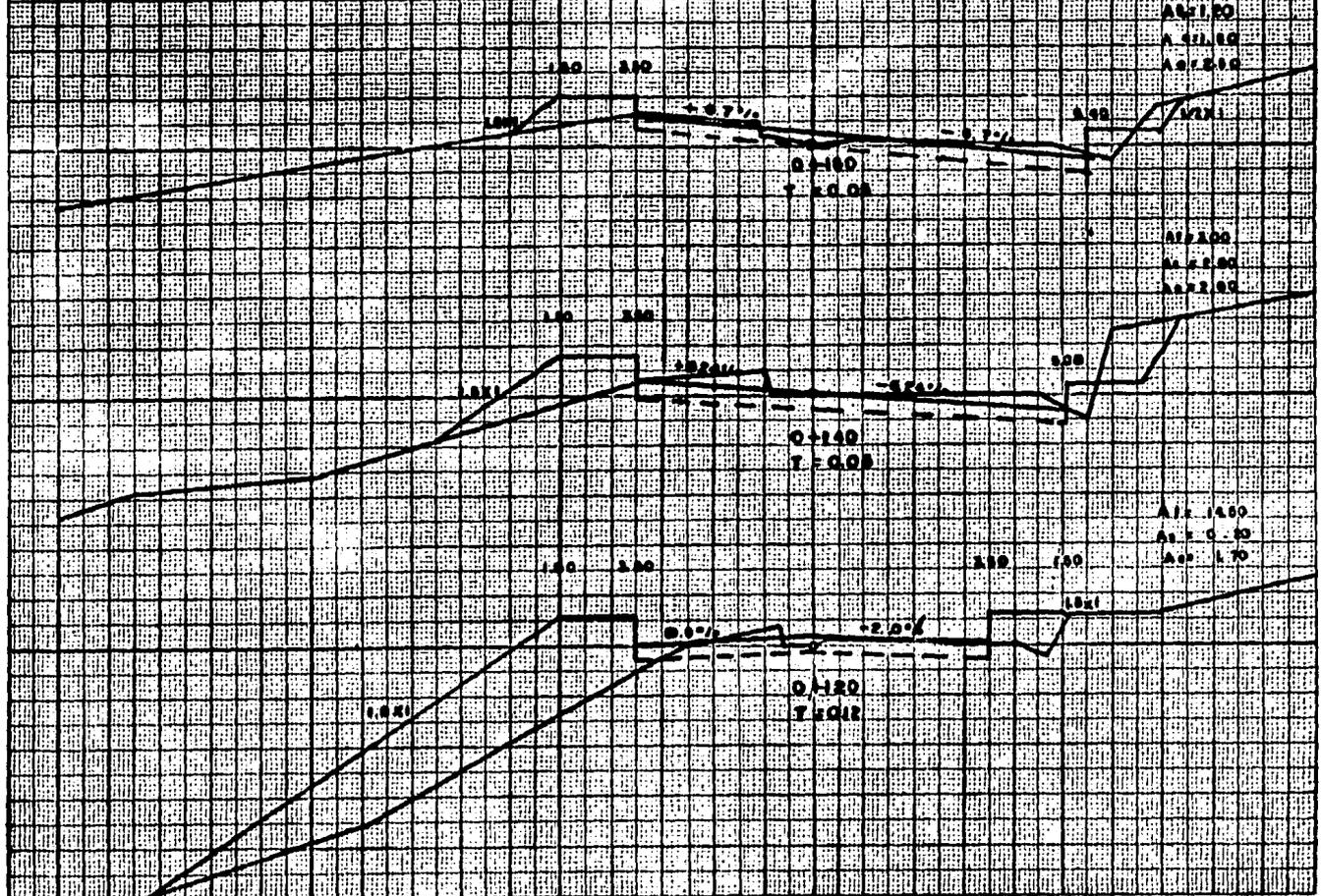
Alt. 1.80
Alt. 0.70
Alt. 1.10
Alt. 1.40

Alt. 0.80
Alt. 1.10
Alt. 1.10

SECCIONES DE CONSTRUCCION



SECCIONES DE CONSTRUCCION



SECCIONES DE CONSTRUCCION

A = 11.00
 A = 11.20
 A = 11.10



Q + 220
 T + 0.20

A = 11.00
 A = 10.80
 A = 11.70



Q + 200
 T + 0.10

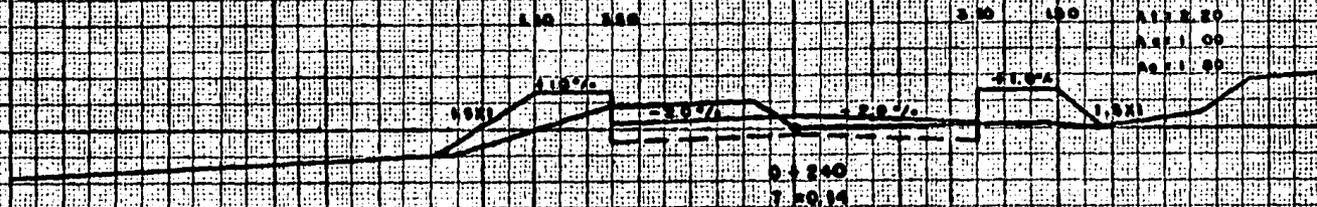
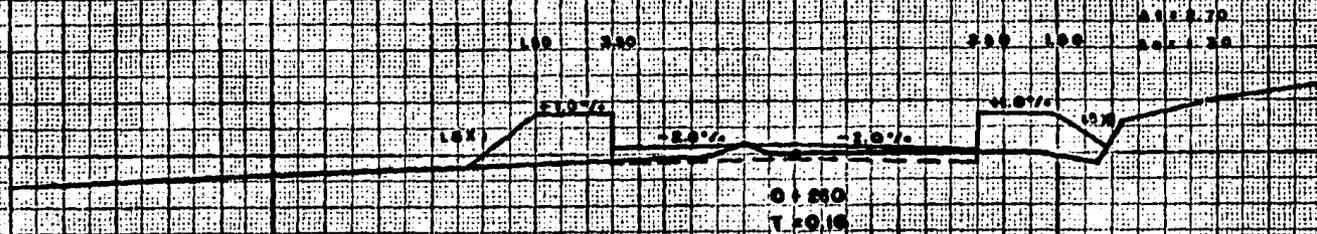
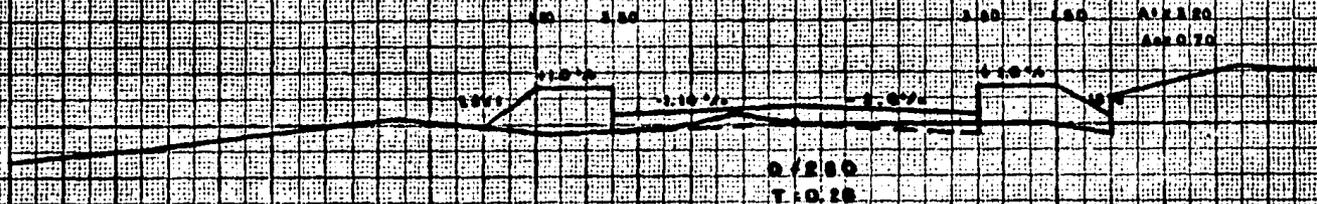
A = 11.00
 A = 11.70
 A = 12.00



Q + 0.02

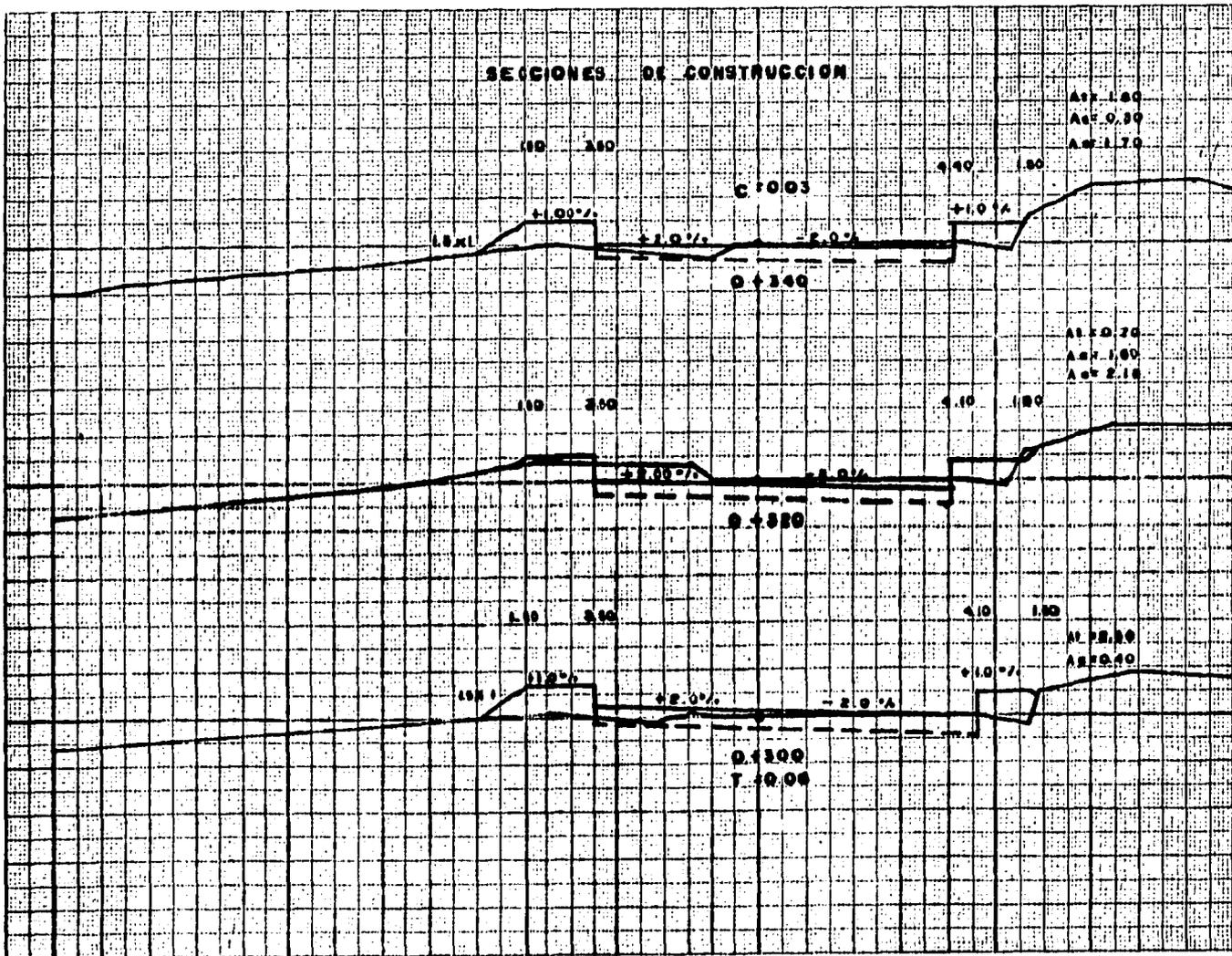
Q + 1.00

SECCIONES DE CONSTRUCCION

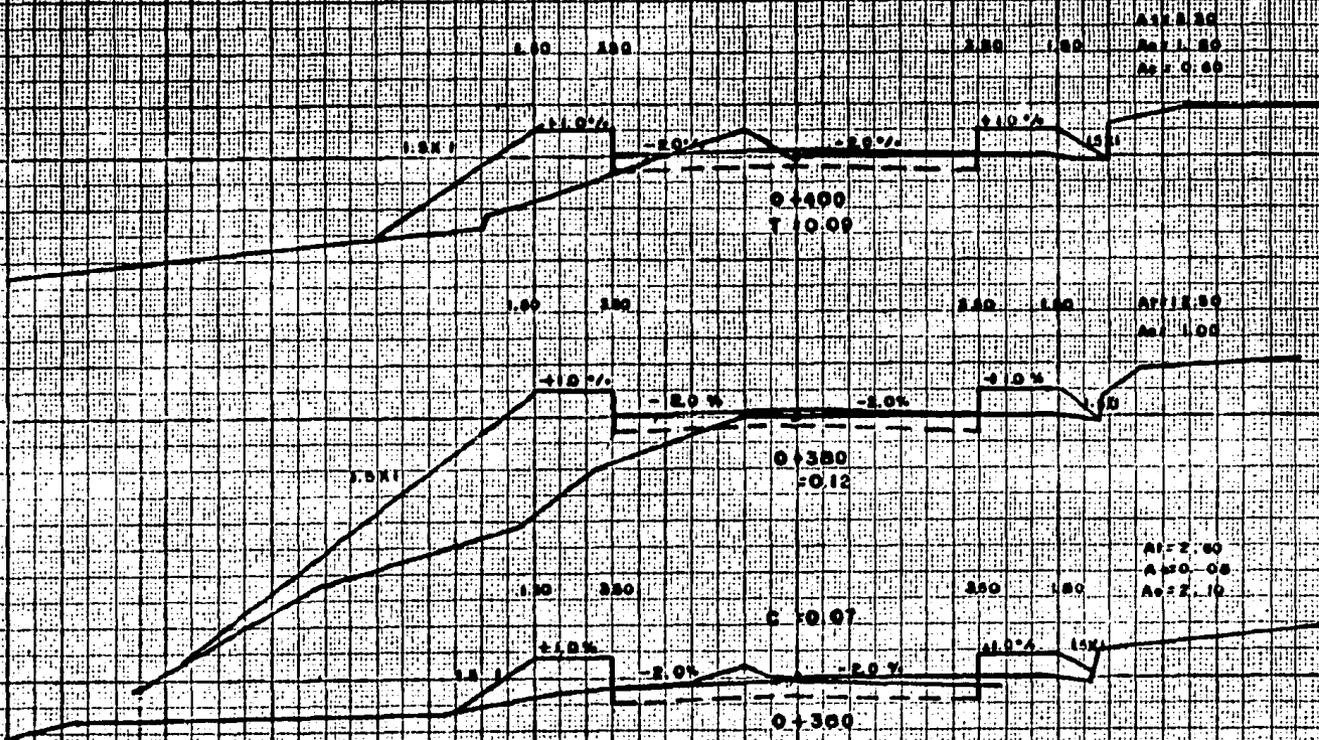


1:25

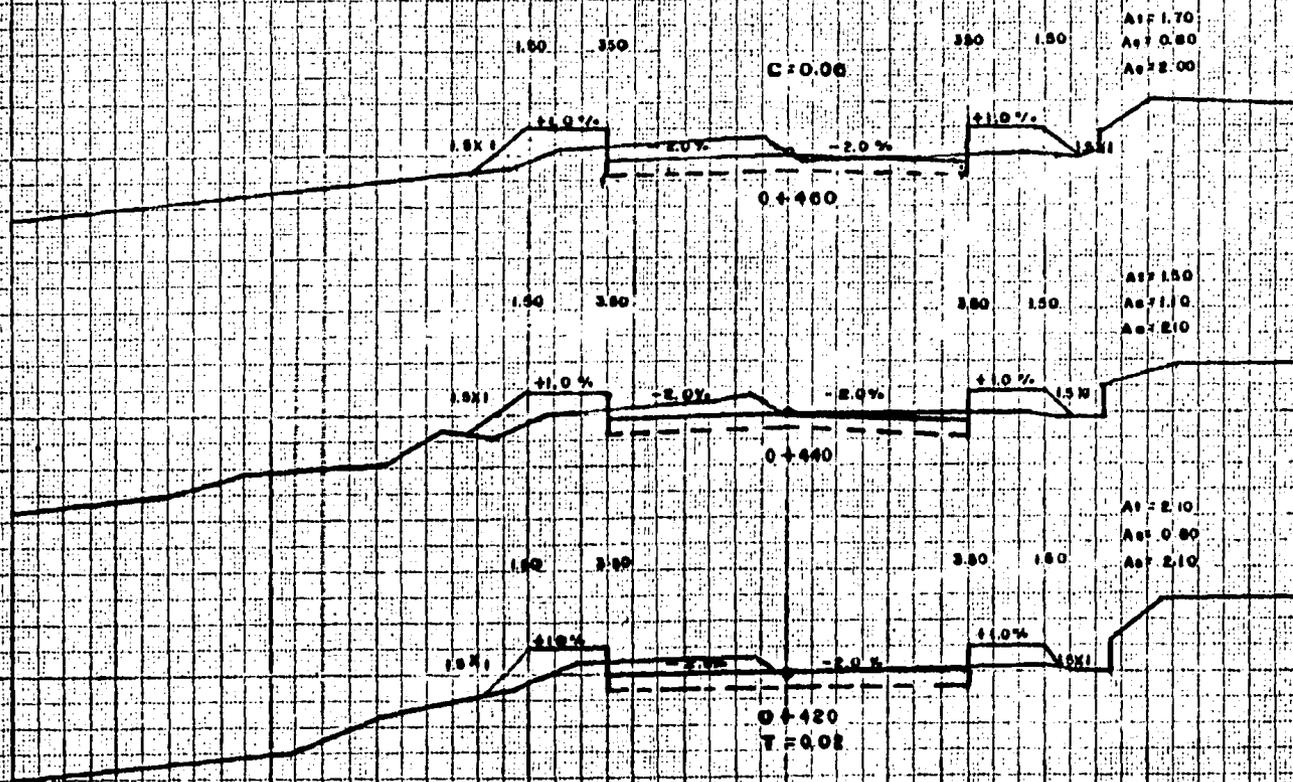
SECCIONES DE CONSTRUCCION



SECCIONES DE CONSTRUCCION



SECCIONES DE CONSTRUCCION



III.3. Pavimento

La construcción del pavimento consistirá en colocar una estructura formada por carpeta, base, sub-base y la capa subrasante que se construirán de la siguiente manera:

A. Subrasante.

La capa subrasante tendrá un espesor variable y se colocará en capas no mayores de 20 centímetros de espesor, debiéndose compactar hasta alcanzar un grado de compactación del -- 95%.

El material a utilizar para construir la capa subrasante será una arena limosa que deberá cumplir con las siguientes características:

Límite líquido.....	Menor del 50%
Expansión.....	5% máximo.
V.R.S. ESTANDAR SATURADO.....	20% mínimo.

B. Sub-base.

La capa sub-base tendrá un espesor de 15 cm. este material se colocará en una sola capa, compactándola hasta alcanzar

un grado de compactación del 95% con relación al peso volumétrico seco máximo.

La curva granulométrica de esta capa, deberá quedar comprendida entre las zonas 1 y 3 de las curvas mostradas en la figura correspondiente.

El porcentaje del material que pase la malla No. 200 no deberá ser mayor de 25%. La relación entre el porcentaje del material que pase la malla No. 40, no debe ser mayor de -- 0.65.

C. Base.

Sobre la sub-base se colocará la capa base cuyo espesor será de 15 cms. este material se colocará en una sola capa.

El material utilizado en la formación de la base, deberá cumplir satisfactoriamente las especificaciones siguientes:

La curva granulométrica del material deberá quedar comprendido dentro de las zonas 1 y 3 mostradas en la figura correspondiente. Y Adoptar una forma similar a las curvas que delimitan dichas zonas, la relación entre el porcentaje

del material que pasa la malla No. 200 al porcentaje que pasa la malla No. 40, será inferior a 0.65.

El material se tenderá y compactará hasta alcanzar un grado de compactación del 100%.

La tolerancia en niveles tanto para la base como para la sub-base será de ± 1.0 cms. debiendo tener la base las pendientes transversales de proyecto. Las pendientes deberán darse desde la sub-base, con el propósito de que los espesores de las capas del pavimento sean homogéneas.

Teniendo estas tres capas, se proseguirá a dar los riegos para la colocación de la carpeta.

D. Riegos asfálticos.

1. Riego de impregnación. Sobre la base que deberá de estar seca y barrida, se aplicará un riego de impregnación usando un producto asfáltico rebajado del tipo FM-1 a razón de 1.5 a 1.8 Lto./M². El riego del material asfáltico deberá hacerse de preferencia en las horas más calurosas del día, la superficie impregnada deberá presentar un aspecto uniforme y el material asfáltico deberá estar superficialmente bien adherido

al material de base, la penetración del riego no deberá ser menor de 4 mm.

2. Riego de liga. Previo al tendido de la carpeta y 48 horas después del riego de impregnación, se deberá - - aplicar un riego de liga con producto asfáltico tipo FR-3 a razón de 0.5 a 0.7 Lto./M2. aproximadamente. - Antes de aplicar el riego de liga sobre la base im---pregnada, ésta deberá estar barrida y excenta de polvo y basura. Antes del tendido de la carpeta se deberá dejar un tiempo no menor de 30 minutos para que el material asfáltico del riego adquiera la viscosidad - adecuada.

3. Riego de sello. Se aplicará un riego de sello sobre la carpeta construída y será con cemento portland tipo I que se aplicará como lechada, la dosificación -- del riego de sello será de 0.75 Kg/M2.

E. Carpeta de concreto asfáltico.

Se construirá la carpeta de concreto asfáltico cuyo espesor será de 7.5 cms. El material que se empleará para esta carpeta, será un pétreo triturado y cribado a tamaño máximo de 2.54 cms. (1") con cemento asfáltico No. 6.

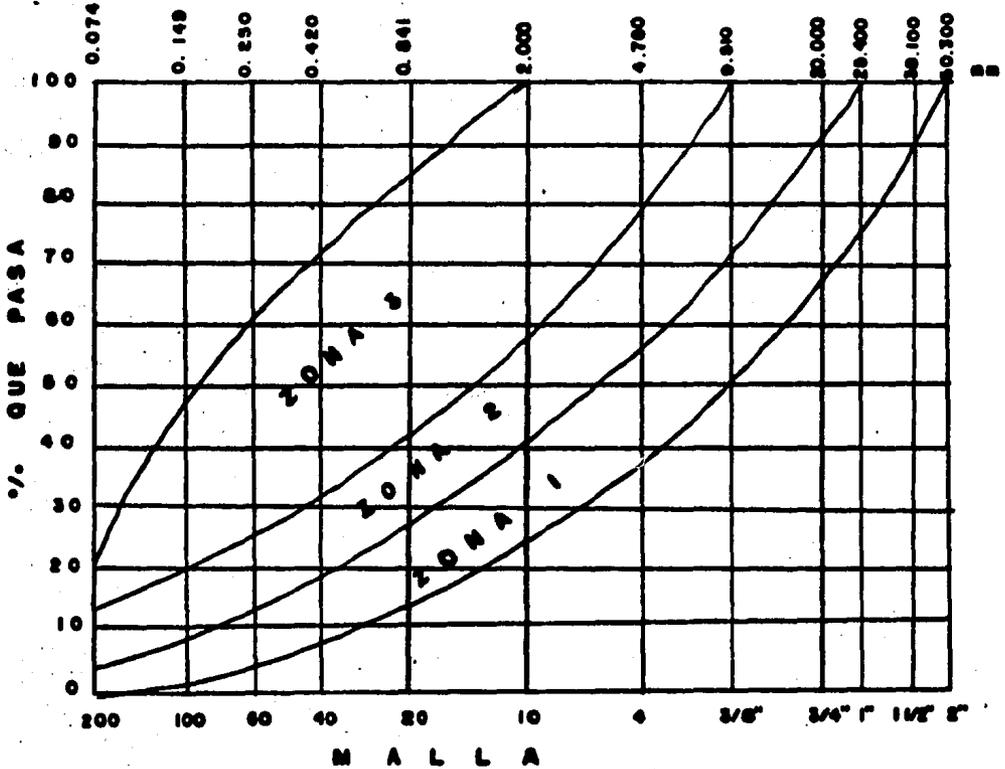
Esta capa deberá compactarse al 95% de su peso volumétrico determinado por el procedimiento marshall.

El concreto asfáltico deberá tener las características de - calidad necesarias para tener una adecuada carpeta asfáltica.

El concreto asfáltico deberá tenderse a una temperatura no menor de 110°C con un espesor uniforme, inmediatamente después del tendido se deberá planchar uniforme y cuidadosamente por medio de una aplanadora tipo tandem de 6 a 8 toneladas de peso para dar acomodo inicial a la mezcla, este planchado deberá efectuarse longitudinalmente a media rueda. A continuación se compactará la carpeta en formación utilizando compactadores de llantas neumáticas de 8 toneladas, inmediatamente después se empleará una plancha de rodillo liso de 10 ton. para borrar las huellas que dejen los compactadores de 8 ton.

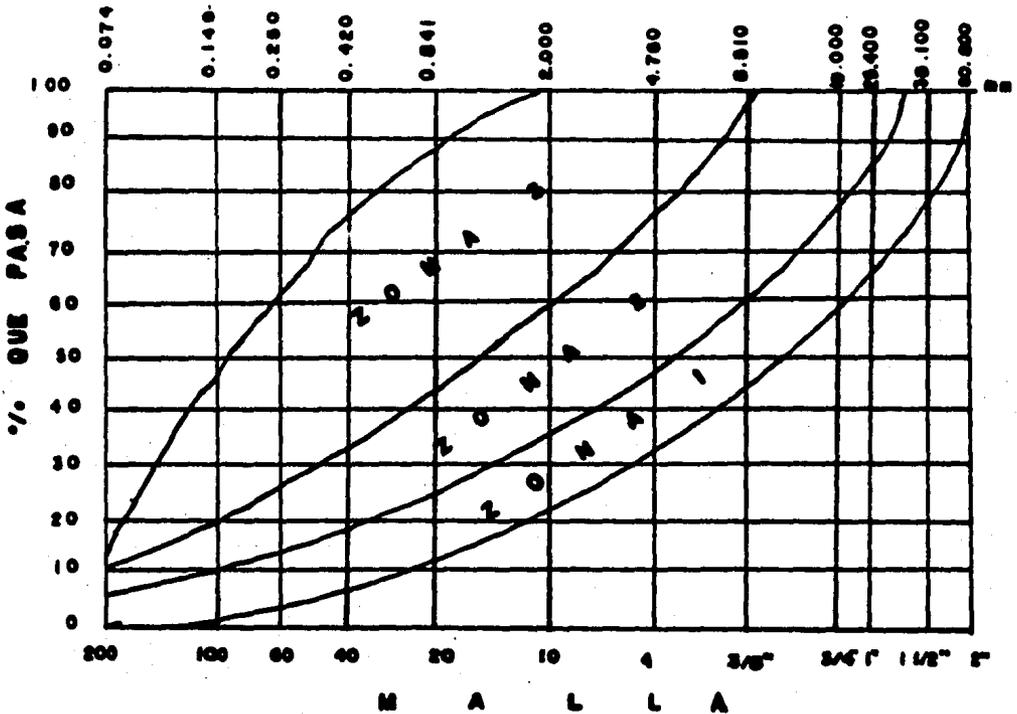
La compactación de la carpeta deberá terminarse a una temperatura no menor de 70°C no deberá tenderse la carpeta sobre base húmeda, encharcada o cuando esté lloviendo.

**GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA DE MATERIALES
PARA SUB-BASE**



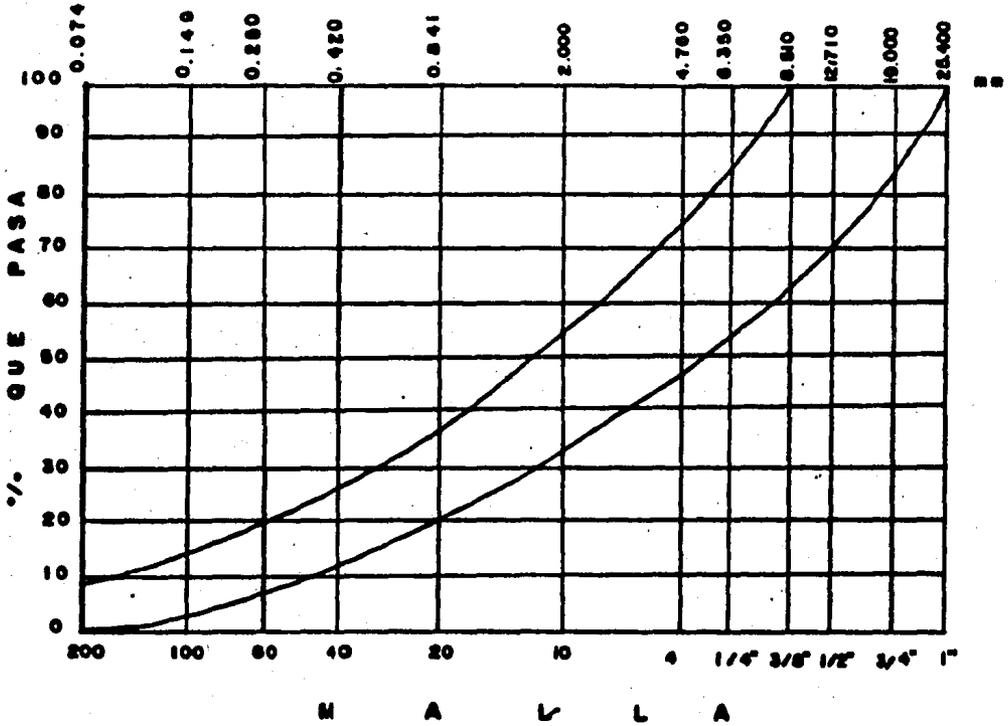
CARACTERISTICAS	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO CON SU GRANULOMETRIA.		
	1	2	3
LMITE LIQUIDO (%)	30 m ^á x	30 m ^á x	30 m ^á x
V. R. S. (%)	60 m ^á s		
EQUIVALENTE ARENA (%)	35 m ^á s		

GRAFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMETRICA DE MATERIALES
PARA BASE



CARACTERISTICAS	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO CON SU GRANULOMETRIA.		
	1	2	3
LIMITE LIQUIDO (%)	30 m _{áx}	30 m _{áx}	30 m _{áx}
V. R. S. (%)	100 m _{áx}		
EQUIVALENTE ARENA (%)	40 m _{áx}		

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA DE MATERIALES
PARA CARPETA



TAMAÑO DEL MATERIAL CORRESPONDIENTE AL TAMAÑO MÁXIMO	PETREO RETENIDO EN MALLA	TOLERANCIA EN PORCEN- TO EN PESO DEL MATE- RIAL PETREO.
	4	+ 5 - 5
NUM. 4	10	+ 4 - 4
NUM. 10	40	+ 3 - 3
NUM. 40	200	+ 1 - 1
NUM. 200	—	+ 1 - 1

III.4. Control y programación de obra.

En cualquier obra de ingeniería es importante tener un control y una programación adecuada a las necesidades de la misma.

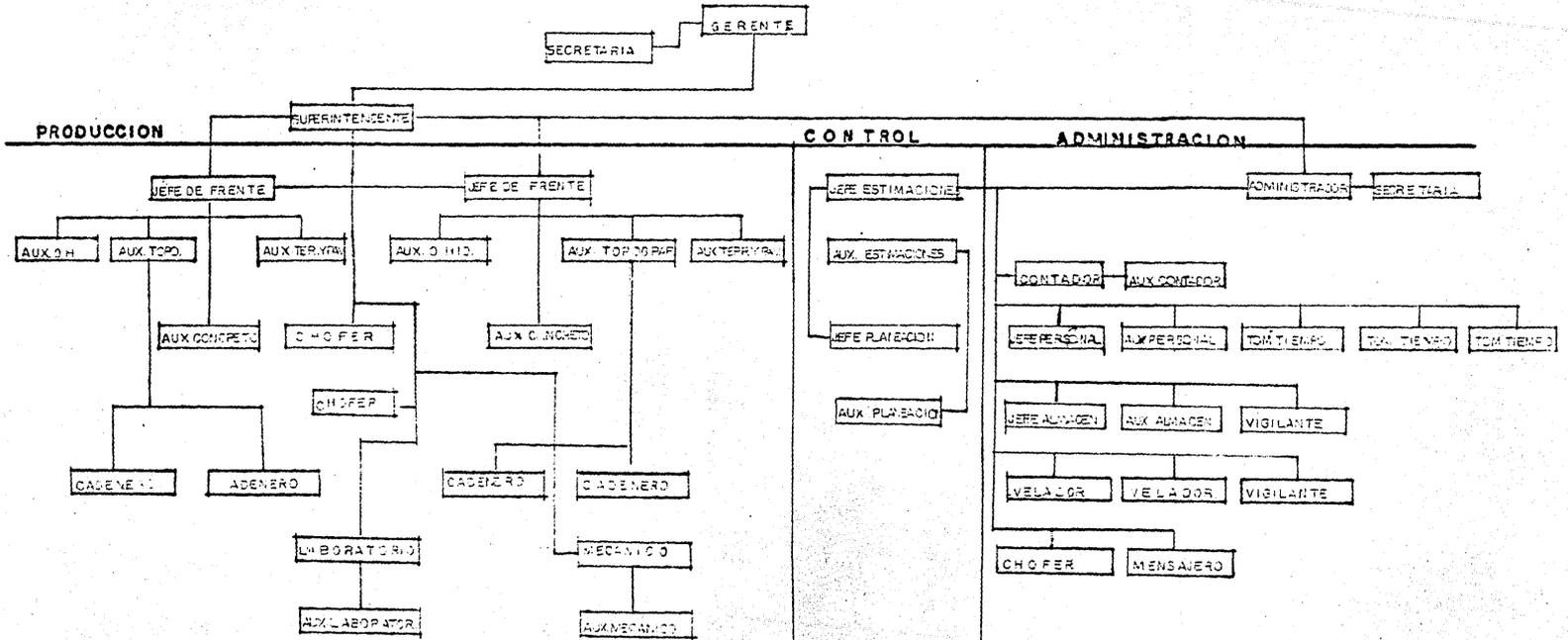
Existen varios métodos para llevar a cabo el control de una obra y que se deben de aplicar oportunamente y eficazmente para evitar problemas en el control.

En la construcción de vías terrestres, el control que se lleva a cabo depende en gran parte de la organización que se tenga, ya que de la organización de una obra depende la forma de construcción de la misma.

Se deberá estudiar para cada caso como algo particular, ya que cada obra tiene diferencias que son, volúmenes, tiempo de ejecución, localización, accesos, importes, mano de obra, personal técnico y administrativo, etc. y por lo tanto no se puede proponer una organización tipo. Para nuestro caso empezaremos por el organigrama de obra.

Está formado por la gerencia, la cual se divide en tres departamentos que son: Departamento de Producción, el de Control y el Administrativo.

ORGANIGRAMA DE OBRA



Esquemáticamente está integrado de la siguiente manera:

Un control de obra adecuado estará formado por los siguientes elementos:

- a) La bitácora.- Documento de gran importancia en el cual se anotará las modificaciones, observaciones, aclaraciones, cambios y sugerencias que requiera la obra durante su construcción.
- b) Pruebas de laboratorios.- Se deberá de tener un laboratorio para determinar las diferentes pruebas que se requieren para cumplir con las especificaciones que marca el proyecto.
- c) Estimaciones de obra ejecutada.- En la mayoría de las obras de gran volumen, es necesario el control de avance de obra por estimaciones y deben hacerse periódicamente ya sea semanal, quincenal o mensualmente y deberán ser las cantidades ejecutadas en el periodo que se especifica.
- d) Programas.- Existen varias formas de programas para control de obra, como son: programas de montos, que son con el fin de determinar las cantidades de dinero a emplear en determinado tiempo. Programa de materiales, es para saber qué tipo de material y qué cantidad se empleará. Programa de maquinaria para saber qué tipo y cuánto tiempo se utilizará la maquinaria. Programa de avance de ---

obra y qué tipo de actividades se deberán atacar en qué y en cuánto tiempo.

- e) Control de fletes.- En obras en que el volumen de acarreos es grande, se debe tener un control de los fletes que se ejecutan diariamente en la mayoría de las obras, este control es por tarjetas manejadas por un checador.
- f) Almacén.- El almacén deberá estar siempre surtido con los materiales, equipo, refacciones, herramienta, papelería, etc.
- g) Nóminas.- El control de nóminas lo hará el personal administrativo, pero lo revisará el jefe de frente para saber qué número de personas tiene laborando y saber el costo de esa gente.

La programación de obra.

La programación también se hará como un caso particular, ya que se presentan diferentes características para su construcción.

Antes de iniciar la programación de la carretera, debemos saber varios puntos que nos servirán de base para formar el programa general de construcción y éstos son:

- 1.- Conocer el volumen que se ejecutará.

- 2.- Saber con qué tipo y número de maquinaria se contará.
- 3.- Tipo de mano de obra.
- 4.- Financiamiento.
- 5.- Necesidad de la obra.
- 6.- Factores políticos, naturales y sociales.

Una buena planeación tendrá como resultado, un atraso mínimo en cada obra y esto se observará si se planea el suministro de materiales, utilización de maquinaria, contar con los elementos indispensables y lo que puede ser lo más importante, el financiamiento.

Durante la ejecución de la obra y en casi la mayoría de las obras, no se cumple con lo programado por los diferentes motivos que se presentan durante la ejecución de estas mismas, por lo que para tener el mínimo de atraso para esta obra, haremos la planeación y el programa en forma similar y también se hará una reprogramación mensual para cubrir los atrasos - que se tengan hasta el corte de ese programa.

A continuación se presentan los diferentes programas que utilizaremos para llevar el control de la obra:

- A. Programa General de Obra.
- B. Programa de Montos.
- C. Programa de utilización de equipo.
- D. Programa de ajuste.

C A P I T U L O I V

C O S T O S

COSTOS.

Para elaborar el presupuesto de esta obra, empezaremos por obtener los volúmenes y seguiremos con los precios unitarios.

Los volúmenes de obra, los obtendremos mediante la cuantificación general de la obra tomando en cuenta todos los factores y todas las actividades que debemos de desarrollar de acuerdo a los lineamientos y especificaciones que nos marca el proyecto.

Sus diferentes precios que se analizaron para la elaboración de este presupuesto, son de carácter profundamente aleatorio ya que dependen de diferentes factores como son: el volumen de obra por ejecutar, la zona de ubicación de obra, el equipo de que se dispone, el procedimiento constructivo a seguir, la política que sigue la empresa que lo construye, la seguridad del proceso, la continuidad del trabajo, el programa de realización, etc. Todos estos son algunos factores que hacen y forman los precios unitarios, además de los que empleamos como son los rendimientos, material, mano de obra, equipo, etc.

Cuando se elabora un presupuesto para cualquier tipo de obra

se debe de tomar en cuenta todas las condiciones específicas del caso y aún así eso solo representará una aproximación razonable del costo real de la obra. En la mayoría de las obras de ingeniería civil, los presupuestos que se elaboran al principio de obras, sufren modificaciones debido a que durante la duración de obra se presentan problemas más que no se contemplan y para ello en cada presupuesto debe existir alguna cláusula que especifique cómo se resolverán estos problemas.

Los precios unitarios que empleamos para la elaboración de este presupuesto, fueron tomados del cuaderno que edita para este fin, la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

Nº	CONCEPTOS	U.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
I.	Terracerfas.				
I.1.	Corte a máquina en material tipo II para alcanzar niveles de proyecto.	M3	6,213.00	26.55	164,955.15
I.2.	Acarreo en camión con carga mecánica del material sobrante del corte ler. Km.	M3	6,213.00	47.54	295,366.00
I.3.	Acarreo en camión de material sobrante del corte. -- Km. subsiguientes. (8 Km.)	M3/Km	49,704.00	16.00	795,264.00
I.4.	Afine con motoconformadora (escarificación) de subrasante en 20 cms. de espesor promedio, compactada con plancha al 95% de su P.V.S.M. incluye acamellonamiento de material extendido, compactación e incorporación de agua al grado óptimo.	M3	3,819.40	26.41	100,862.43
I.5.	Formación de terraplenes -- con material producto de cortes, compactado en capas de 25 cms. de espesor y al 90% de su P.V.S.M.	M3	13,295.00	106.11	1,410,732.50
I.6.	Formación de terraplenes -- con material producto de -- cortes compactadas en capas de 25 cms. de espesor y al 95% de su P.V.S.M.	M3	3,356.50	126.11	423,288.00
I.7.	Suministro y transporte de material para formación de terraplenes desde el banco ler. Km.	M3	10,438.50	262.14	2,736,348.40
I.8.	Acarreo en camión de grava controlada para base de 15 cms. de espesor en el ler. kilómetro.	M3	3,960.00	36.57	144,825.25

I.9.	Acarreo en camión de grava controlada para base de 15 cms. de espesor en Kms. -- subsiguientes. (8 Km.)	M3/Km	31,753.76	17.77	564,264.32
I.10.	Formación de base de 15 - cms. de espesor con grava controlada en proporción 70:30 (grava 3/4 tepetate) incluye suministro de materiales acamellonamiento, incorporación de agua al grado óptimo, extendido, conformación, afine y compactación al 100% de su P.V.S.M.	M3	3,969.22	607.51	2'411,340.80
I.11.	Acarreo en camión de tepetate para formación de sub base de 20 cms. de espesor y al 95% de su P.V.S.M. -- ler. kilómetro	M3	5,292.29	36.57	193,539.05
I.12.	Acarreo en camión de tepetate para formación de sub base de 20 cms. de espesor y al 95% de su P.V.S.M. Km. subsiguientes (8 km.)	M3/Km	42,338.32	17.77	752,351.95
I.13.	Formación de sub-base de - 20 cms. de espesor con tepetate, incluye el suministro de materiales, acamellonamiento, incorporación de agua al grado óptimo, - extendido, conformación, - afine y compactación al -- 95% de su P.V.S.M.	M3	5,292.29	578.60	3'062,119.00
SUB-TOTAL TERRACERIAS					13'055,256.85

II. Pavimentos.

- II.1. Carpeta de concreto asfáltico de planta de 7.5 cms. de espesor compactos, incluye suministro de mezcla asfáltica barrido de base

	a mano, riego de impregnación de la base con FM-1 a razón de 1.5 a 1.8 Lto/M2, riego de liga de la base con FR-3 a razón de 0.5 a 0.7 Lto/m2, planchado del material al 95% de la prueba marshall	M2	26,461.44	165.62	4'382,543.70
II.2.	Riego de sello sobre carpeta asfáltica a razón de 0.75 Kg/M2 de cemento Portland tipo I, incluye limpieza	M2	26,461.44	3.11	82,295.77
	SUB-TOTAL PAVIMENTOS				4'464,839.47
III.	Guarniciones y banquetas.				
III.1.	Guarniciones rectas con sección de 15 X 20 X 50 cms. concreto premezclado f'c=200 Kg/cm2, agregado máximo 40 mm. R.N. rev. 12-15 cms., incluye curado	M	6,615.36	330.00	2,183,068.80
III.2.	Banquetas de 10 cms. de espesor, concreto premezclado f'c=150 Kg/cm2. --- agregado máximo 40 mm. R. N. rev. 12-15 cms., acabado escobillado integral, incluye curado	M2	9,923.04	242.74	2,408,718.70
	SUB-TOTAL GUARNICIONES Y BANQUETAS				4,591,787.50

RESUMEN GENERAL

I.	TERRACERIAS	\$ 13,055,256.85
II.	PAVIMENTOS	4,464,839.47
III.	GUARNICIONES Y BANQUETAS	<u>4,591,787.50</u>
	TOTAL	<u>\$ 22,111,883.72</u> -----

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA Y DE BENEFICIOS PARA LOS
USUARIOS DEL LIBRAMIENTO "ATIZAPAN".

Mucho se ha dicho de los beneficios que obtienen los usuarios de los caminos, especialmente de los relativos al costo, de las mejores de las carreteras. El principio básico es que el costo total del transporte automotor, incluyendo la inversión de capital, la depreciación, la conservación de la carretera; la inversión y la depreciación y los gastos de operación de los vehículos; el valor del tiempo de los conductores y el costo de los accidentes de tránsito. En el caso del tránsito comercial, el aumento en el costo debido al mal proyecto y a la congestión del tránsito se reflejan en costos mayores de las mercancías y servicios o en una situación de competencia más difícil en el mercado. Para el automovilista particular, los caminos malos significan costos de operación mayores y una cantidad mayor en la depreciación acompañado de gastos mayores de conservación del vehículo.

El análisis en su parte fundamental, consiste en la determinación de la economía que obtienen los usuarios de la vía terrestre como resultado de las mejoras.

El aumento de tránsito previsto, se considera al estimar --

los beneficios totales con el tiempo. Aún cuando el beneficio por vehículo-kilómetro no aumento, las dificultades sí aumentarán con el mayor tránsito.

Los beneficios para el usuarios del camino que se utilizan para hacer comparaciones económicas de las rutas de las carreteras, puede dividirse en dos clases de beneficios o economías.

- 1.- Beneficio por la distancia.
- 2.- Beneficio en la economía del tiempo.

Estos beneficios se subdividen en:

- a). Reducción en la distancia de la ruta.
- b). Reducción de pendientes.
- c). Reducción de curvaturas.
- d). Reducción de accidentes.
- e). Economía de tiempo.

En otro estudio se obtuvo la conclusión de que la economía en el costo por la operación de cada vehículo, es como sigue:

- Economía en el consumo de gasolina.
- Economía por accidentes.

- Economía en desgaste del vehículo.

Cuando se trata de una carretera para una región en pleno desarrollo -que es como su nombre lo indica, ya que comunican a zonas con mayor actividad productiva y comercial- función principal es hacer más fluido el tránsito, abatiendo los costos de transporte.

Si las carreteras se construyen en regiones ya comunicadas, se busca una disminución en longitud y tiempo de recorrido, para lo cual es necesario tener una buena localización con grados de curvatura mínimos, anchos de corona y acotamientos adecuados, así como un buen señalamiento y una buena visibilidad que den seguridad y confianza.

Para evaluar las obras en zonas de pleno desarrollo, se emplea el método del índice de rentabilidad. Dicho índice -- nos marca la bondad de la inversión, cuando este índice resulta mayor que la unidad, nos indica que conviene su realización y nos da la posibilidad de seguir un orden en las inversiones.

LA DETERMINACION DE LOS AHORROS DE TIEMPO, como beneficio, se obtienen al efectuar la construcción de la nueva carretera:

1° Se reduce la distancia.

2° Aumenta la velocidad.

Con estos dos factores obtendremos economía en tiempo. Para determinar este punto, es necesario saber la composición del tránsito que fluirá, en el camino, lo cual lo obtuvimos de los aforos de tránsito que se realizaron junto con los estudios de origen y destino. Y que es como sigue:

A (automóviles) = 75%

B (autobuses) = 9%

C (camiones) = 16%

Ahora haremos una comparación con el tramo actual y el del proyecto para determinar el ahorro en tiempo.

Longitud del tramo actual	7.1 Km.
Velocidad en el tramo actual	40.0 Km./hr.
Tiempo de recorrido	0.18 Hr.
Longitud del tramo de Proyecto	3.30 Km.
Velocidad en el tramo de proyecto	40.00 Km/hr.
Tiempo de recorrido	<u>0.08 Hr.</u>
Ahorro en tiempo	0.10 Hrs.

Ahorro unitario por tiempo.

$$\text{AUTV} = (\text{Vhh} \times \text{NPV} + \text{VhU}) \quad 365 \times \text{At} \times \text{Ct}$$

en donde:

AUTV = Ahorro Unitario por tiempo de vehiculo

Vhh = Valor hora por hombre promedio (\$15.00)

NPV = Número de pasajeros por vehiculo

$$A = 3$$

$$B = 20$$

$$C = 2$$

VhU = Valor de hora por vehiculo

$$A = 100$$

$$B = 200$$

$$C = 200$$

At = Ahorro en tiempo = 0.10 Hrs.

Ct = Composición del tránsito en porciento

$$A = 75\%$$

$$B = 9\%$$

$$C = 16\%$$

Por lo tanto:

$$A = (\$15.00 \times 3 + 100) \quad 365 \times 0.10 \times 0.75 = \quad 3,969$$

$$B = (\$15.00 \times 2 + 200) \quad 365 \times 0.10 \times 0.16 = \quad 1,643$$

$$C = (\$15.00 \times 2 + 200) \quad 365 \times 0.10 \times 0.16 = \quad \underline{1,343}$$

$$6,955$$

La suma de A + B + c, nos da como resultado el ahorro unitario por tiempo de todo el tránsito.

INDICE DE RENTABILIDAD.

La relación de los beneficios y costos actualizados, nos dá un índice de rentabilidad el cual nos determina si es conveniente o no, hacer la inversión; y se obtiene mediante la expresión siguiente:

$$IR = \frac{BA}{CA}$$

en donde:

IR = índice de rentabilidad

BA = Beneficio actualizado

CA = Costo actualizado

Como se dijo anteriormente, el costo debe ser mayor que la unidad para que la unidad de inversión sea rentable.

Costo de la carretera \$ 22'111,883.72

Costo de mantenimiento \$ 495,000.00

Prom. \$150,000.00/Km.

El siguiente cuadro nos muestra los valores actualizados para cada año de vida de la carretera.

N°	AÑO	FACTOR DE INCREMENTO	TRANSITO	AHORRO UNITARIO	BENEFICIO	COSTOS	FACTOR DE ACTUALIZACION	BENEFICIO ACTUALIZADO	COSTOS ACTUALIZADO
1	1980	1.000	600	7	4200	22'112	0.8929	3750	19'744
2	1981	1.095	657	7	4599	0'495	0.7972	3666	0'395
3	1982	1.090	716	7	5012	0'495	0'7118	3568	0'352
4	1983	1.085	777	7	5439	0'495	0.6355	3456	0'315
5	1984	1.080	839	7	5873	0'495	0'5674	3332	0'281
6	1985	1.075	902	7	6314	1'145	0.5060	3195	0'579
7	1986	1.070	965	7	6755	0'495	0.4523	3055	0'224
8	1987	1.065	1065	7	7455	0'495	0.4038	3010	0'200
9	1988	1.060	1090	7	7630	0'495	0.3606	2751	0'178
10	1989	1.055	1150	7	8050	0'495	0.3220	2592	0'159
11	1990	1.050	1208	7	8456	1'145	0.2875	2435	0'329
12	1991	1.050	1268	7	8876	0'495	0.2567	2278	0'127
13	1992	1.331	1331	7	9317	0'495	0.2292	2135	0'113
14	1993	1.050	1398	7	9786	0'495	0.2046	2002	0'101
15	1994	1.050	1468	7	10276	0.495	0.1827	1877	0'090
SUMAS								43'098	23'183

$$IR = \frac{43'098}{23'183} = 1.86$$

C A P Í T U L O V

C O N S E R V A C I O N

CONSERVACION

El hombre desarrolla diferentes actividades para conservar su salud y esto lo podemos comparar en la conservación de las carreteras, ya que una conservación adecuada no sólo garantiza la inversión inicial de construcción, sino que disminuye el costo de explotación y alarga la vida tanto del camino como de la de los vehículos que la usan.

Es necesario proporcionar a los caminos una conservación -- adecuada porque más que un problema de economía, es un problema de muy alta técnica de ingeniería, por lo que los trabajos se deben de ejecutar oportunamente ya que de esto dependen los costos que se tengan que hacer, esto es, entre más oportuna sea una reparación, es mínimo el costo, sin embargo, se debe tener cuidado en contar con el personal adecuado y con la experiencia necesaria, ya que sin ella o con personal negligente, todos los métodos, material y equipo que se emplee, por buenos que sean, tendrá como resultado - despilfarros y trabajos defectuosos.

La conservación de carreteras se ha definido como el trabajo en conjunto de diferentes actividades de una manera constante y periódica, que se deberán ejecutar para evitar el deterioro o destrucción de una obra y que la mantienen en -

Su calidad y valor, para conservarla tan igual como sea posible a su condición original, tal como fue construido.

El programa de trabajos de conservación es generalmente rutinario y debe tender a ejecutarse en forma de ciclos, estudiando para formularlo los intervalos de periodicidad adecuados a la intensidad del tránsito para algunas obras como rastreos y bacheos y de acuerdo con las estaciones meteorológicas del año, si se trata de efectos atmosféricos, como las limpiezas y desyerbes de cunetas y desyerbes de acotamientos y taludes.

Para tener una correcta ejecución de los trabajos que forman la conservación de una carretera necesitamos la elaboración previa de un calendario de operaciones. En dicho calendario deberán aparecer los siguientes tópicos:

- a) Programas y presupuestos anuales de conservación y mejoramiento.
- b) Limpieza de drenajes.
- c) Limpieza de derrumbes.
- d) Desyerbes y podas.
- e) Arreglo de taludes y acotamientos.
- f) Rastreos y re conformaciones.
- g) Inspección y reparación de estructuras.
- h) Bacheos, riegos asfálticos y renivelación de la superfi-

cie de rodamiento.

- i) Pintura de rayas y señales de tránsito.
- j) Reparación de defensas.
- k) Reparación de equipo.
- l) Explotación de canteras y bancos.
- m) Informe de costos.

Estos son los principales conceptos que tendremos que para formar nuestro calendario de conservación y deberán de seguirse para tener en condiciones adecuadas las carreteras.

Tal vez de los conceptos anteriores, el principal sea el presupuesto, ya que sin él no se podrá realizar ningún otro evento.

En la conservación de las carreteras se deberá contar con un presupuesto que deberá ser una tercera parte de los fondos que se destinan a la construcción de las carreteras.

Los demás conceptos son los que se deberán desarrollar, algunos serán debido a efectos del tiempo, naturales y al hombre mismo.

Dentro de la conservación, otro factor de importancia es tener la superficie de rodamiento en condiciones adecuadas pa

ra la circulación de vehículos, tal vez el principal agente que destruye los pavimentos es el agua y para evitar que el pavimento sufra desperfectos, es evitando que el agua llegue a él, por lo que el drenaje deberá ser muy eficiente y duradero.

Existen varios métodos para la conservación de los pavimentos flexibles, que es el que se construirá para este libramiento, para sistematizar los diferentes procedimientos de conservación y reparación de los pavimentos con superficie de rodamiento asfáltico, los clasificaremos en tres tipos:

- 1) Pavimentos asfálticos de tipo inferior. Son aquellos -- obtenidos por tratamientos superficiales, colocados sobre bases de materiales granulares dentro de las especificaciones, el espesor de esta carpeta, rara vez sobrepasa dos centímetros y medio.
- 2) Pavimentos asfálticos de tipo intermedio. Son aquellos formados por mezcla en el camino o mezcla en plantas portátiles, donde los materiales que las integran poseen -- una estabilidad inherente, suministrada por graduación granulométrica.
- 3) Pavimentos asfálticos de tipo superior. Son normalmente ejecutados con mezclas preparadas en planta fija. Estos tipos de carpetas se reservan generalmente para caminos de tránsito intenso, la base generalmente se procura sea

con materiales de la mejor calidad.

Una conservación eficiente de los pavimentos asfálticos comprende: La oportuna reparación de zonas relativamente poco extensas y la vigorización superficial por medio de aplicaciones de riegos asfálticos con o sin recubrimiento pétreo.

Los trabajos de conservación en los pavimentos asfálticos - generalmente consisten en:

- a) Bacheo.
- b) Riegos de vigorización de zonas.
- c) Tratamientos superficiales extensos.
- d) Tratamientos antirresbaladizos.
- e) Reconstrucción.

a) Bacheo. El bacheo debe llevarse a cabo cuando la superficie del pavimento presente puntos deteriorados o deformados y de caracter aislado. Deberá prestársele mayor - atención a esta práctica en los comienzos de la primavera y del otoño.

Antes de iniciarse el bacheo es necesario como práctica ingenieril, inspeccionar la zona afectada con el objeto de determinar las causas originadoras de los deterioros y tomar entonces las providencias necesarias para evitar o reducir al mínimo de repetición de las fallas.

b) Riegos de vigorización de zonas. Estos riegos encabezan la serie de trabajos de conservación de tipo preventivo y consisten en la aplicación de un riego de asfalto para vigorizar y revivir zonas aisladas del pavimento donde se advierten signos de desgaste, grietas o inminentes de sintegraciones de la superficie.

c) Tratamientos superficiales extensos. La gran mayoría de los pavimentos asfálticos, deben ser objeto periódicamente de tratamientos superficiales, a la vez de asegurar la impermeabilización de la carpeta, eviten el secado -- completo de las sustancias volátiles que comunican elas ticidad a los productos asfálticos y la reviven cuando presenta signos de oxidación y debilitamiento.

d) Tratamientos antirresbaladizos. En muchos pavimentos as fálticos, ya sea por exceso de asfalto o de finos, la su perficie de la carpeta se alisa hasta volverse resbaladiza y peligrosa, especialmente en tiempo húmedo.

En estos casos, es necesario recurrir a un tratamiento que subsane esa situación que se agrava aún más, en las fuertes pendientes y en las curvas. Un método a seguir puede ser el calentamiento del material pétreo clasificado entre las mallas de 1/4" y N°10, el cual se plancha con rodillo liso liviano a fin de incrustar al material pétreo en el asfalto sobrante y sin dañar a la carpeta existente.

e) Reconstrucción. En muchas ocasiones los deterioros del pavimento pueden abarcar un área bastante grande y resultan entonces antieconómicos los métodos de bacheo ordinario. En la mayoría de los casos de falla en zonas grandes de pavimentos flexibles, obedece a deficiente drenaje de la subrasante o baja capacidad de soporte de la misma o de la sub-base o base. Cuando la falla es por deficiente valor de soporte de la base, se hace necesario reemplazarla, este material debe ser cambiado por otro de mejor calidad o estabilizarlo si es que con ello se corrija del mal.

Cuando los pavimentos de tratamientos superficiales exigen una reparación general sobre una extensión considerable de su superficie, generalmente deben ser escarificados y reformados restituyéndoles su perfil transversal, teniendo la base reconstruida, perfilada, compactada, barrida e impregnada, se le coloca finalmente la nueva carpeta asfáltica escogida.

En los pavimentos asfálticos de calidad intermedia y superior, también puede seguirse el procedimiento anterior pero pulverizando la carpeta la cual puede formar parte de la nueva base que deberá ser de buena calidad a final de cuentas.

CONSERVACION DE LOS LADOS DEL CAMINO Y DEL DRENAJE.

La naturaleza de los lados del camino determina qué tipo de mantenimiento se requiere. Cuando el lado del camino es de pasto, éste debe ser segado, fertilizado y en algunas ocasiones, tratado con cal. Si el pasto seco a lo largo del camino y en los terrenos adyacentes, constituye un peligro de incendio, puede estar adecuada la operación de quema o arado.

Cuando los taludes se encuentran cubiertos por arbustos, se requiere ocasionalmente una poda para mantener un espacio y una distancia de visión.

El control de la erosión de taludes mediante siembra u otro control, frecuentemente se convierte en una operación de mantenimiento.

El mantenimiento del drenaje comprende mantener las cunetas, contracunetas, estructuras y accesorios, tales como las entradas de caídas y los recipientes receptores limpios y listos para conducir el agua a su destino.

Los sedimentos depositados durante el período de lluvias, deben ser eliminados, después de algunos daños extremos ocasionados.

sionados por alguna tormenta, deben ser llamadas las fuerzas de mantenimiento para reconstruir muchas partes del sistema de drenaje.

MANTENIMIENTO DE SERVICIO DE TRANSITO.

El servicio de tránsito incluye funciones continuas tales como: el pintado de las rayas de la carretera, la reparación de las señales. Estos servicios se realizarán en tiempos periódicos ya que debido al incremento de vehículos y a los efectos del tiempo, se desgastan y destruyen este tipo de ayudas para el manejador.

C O N C L U S I O N E S

C O N C L U S I O N E S

Muchos son los factores que se deben de tomar en cuenta antes de iniciar la construcción de una obra de ingeniería civil, esto se hará con el fin de saber si es conveniente ejecutarla.

Los métodos que se emplean para determinar la factibilidad económica de la inversión se analizan por el de beneficios-costos que es la relación de los beneficios actualizados -- contra los costos de construcción y conservación de la obra.

El resultado de esta relación es un número cuyo valor representa el mérito económico del proyecto que se propone, en - comparación con la obra existente y con las demás alternativas que se propusieron para este caso que es la construcción del libramiento. Si la relación beneficio-costos es menor - que la unidad, se preferirá la obra existente o se buscará otra alternativa propuesta, para que sea justificable. Se deberá exigir una relación cercana a dos para que se considere un proyecto con mérito económico.

Las estadísticas usadas fueron con el fin de saber las condiciones y nivel de vida de la población y con esto determinar los diferentes estratos de población que existen en el

municipio.

En el proceso de selección de ruta se tomaron en cuenta factores económicos y sociales que varían en lo más mínimo en relación con las otras alternativas que se proponen pero debido al escaso presupuesto que se tiene para la construcción de estas vías, solamente se debe construir una y se escogió la que momentaneamente dará solución al problema que actualmente se tiene, se debe de considerar que por el índice de crecimiento de la población que se tiene en el municipio, esta obra va a ser insuficiente en poco tiempo por lo que se deberán construir otras vías para que alternen con la existente y con la que se construirá.

Por eso al seleccionar una ruta es importante considerar que al construirla, el desarrollo se reflejará en las diferentes actividades que se realizan en la zona de influencia por que con la construcción de una carretera, los beneficios que trae consigo deberán de ayudar al desarrollo económico y social de la región.

Actualmente cuando se desea proyectar una ruta para una nueva vía de comunicación se procura mejorar las características de operación con que cuenta la vía actual y esto trae consigo beneficios como son: por menor longitud, menores pen

dientes, menores curvas, etc. y por esto mismo se ahorra en combustible, tiempo, desgaste, etc.

Ya definida la ruta y teniendo el proyecto definitivo se --
procede a la construcción la cual deberá ser de acuerdo a -
los planos, especificaciones y normas, las cuales regirán -
para formar el procedimiento de construcción a seguir durante
te la obra.

Se procurará seguir un ritmo constante durante la construcción
ción de acuerdo al programa general de obra y se deberá conta
tar con todos los recursos establecidos con anterioridad para
ra emplearlos a su máximo rendimiento para así lograr el obje
jetivo que se persigue que es el de tener un atraso mínimo
en la ejecución de la obra.

Cuando se construyen caminos se procura emplear todos los -
recursos naturales de la zona a fin de que los movimientos
que se realicen sean mínimos, esto hace que los costos sean
menores.

Los recursos humanos que deberán utilizarse en esta obra será
rán de gran importancia para la buena ejecución, por eso se
hace necesario que todos los elementos conozcan sus activida
dades que desarrollarán.

Cuando se programó y se planeó la obra, se hizo simultaneamente esto con el fin de enlazar todas las etapas ya que todas están relacionadas entre sí, pues fallando cualquiera -afecta a la siguiente.

Teniendo todos los elementos indispensables durante la construcción y dándole la conservación adecuada, se obtendrá -- una vía de comunicación eficiente que dará comodidad a los usuarios.

B I B L I O G R A F I A

BIBLIOGRAFIA

- AURIS, Edo. de México, Estudios Socioeconómico del Municipio de Atizapán, Méx., 1980
- Junta Local de Caminos del Estado de México, Aforos y Registros de Tránsito, 1980
- Estudio Socioeconómico para medir los efectos de la inversión en las carreteras, Ponencia Nacional de México en el XV Congreso Mundial de Carreteras.
- CRESPO VILLALAZ, Carlos, Vías de Comunicación, Editorial Limusa.
- ETCHAREN GUTIERREZ, René, Manual de Caminos Vecinales, Edit. Representaciones y Servicios de Ingeniería.
- ASOCIACION MEXICANA DE CAMINOS, Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, Edit. Representaciones y Servicios de Ingeniería.
- HUGH JONES, John, Proyecto Geométrico de Carreteras Modernas, Editorial, CECSA.
- Diseño Estructural de carreteras con pavimento flexible, - - Instituto de Ingeniería, UNAM.
- Análisis de costos IV, Pavimentación, 1980, Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.
- JUAREZ BADILLO, Eulalio, RICO RODRIGUEZ, Alfonso Mecánica de suelos, Tomo I y II, Edit. Limusa
- RICO RODRIGUEZ, Alfonso y CASTILLO MEJIA, Hermilo del La Ingeniería de suelos en las Vías Terrestres. Vol. II, Edit. Limusa.