

5410



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

**PROYECTO Y CONSTRUCCION
DE LA CARRETERA
SOTO LA MARINA-LA PESCA,
TAMAULIPAS.**

DESCARTE

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A
ANTONIO HERNANDEZ NUÑEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

A mi Madre y a mi Hermano

Con cariño y gratitud por sus sacrificios y
estímulo para hacer de mi un profesionalista.

A mi Esposa y a mi Hijo

Con amor.

A mis familiares y amigos.

A los Sres.Ingenieros:

Manuel Pantoja Flores,y

Carlos Manuel Chávarri M.

Por su valiosa ayuda para la
elaboración de esta tesis.

A los Sres.Ingenieros:

Salvador Molina Jiménez,y

Antonio Rico Gomez

Por sus buenos consejos para
ejercer mejor mi profesión.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
Exámenes Profesionales
Núm. 40-134
Exp.Núm. 40/214.2/

Al Pasante señor ANTONIO HERNANDEZ NUÑEZ,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por Esta Dirección propuso el Profesor Ing. Carlos Manuel - Chávarri Maldonado, para que lo desarrolle como tesis - en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

"PROYECTO Y CONSTRUCCION DE LA CARRETERA
SOTC LA MARINA-LA PESCA, TA'AULIPAS"

1. Generalidades
2. Antecedentes
3. Introducción
4. Elaboración del proyecto
5. Construcción y selección de equipo
6. Análisis de precios unitarios

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá -- prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de -- seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la -- Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D. F., a 8 de agosto de 1974.
EL DIRECTOR

INC. ENRIQUE DEL VALLE CALLERON

EW
EVC/GSA/glt.

I N D I C E

| | Página. |
|---------------------------------------|---------|
| 1.-GENERALIDADES | 1 |
| 2.-ANTECEDENTES | 5 |
| 3.-INTRODUCCION | 8 |
| 4.-ELABORACION DEL PROYECTO | 11 |
| 4-1.-Trabajo de campo | 11 |
| 4-2.-Trabajo de gabinete | 25 |
| 5.-CONSTRUCCION Y SELECCION DE EQUIPO | 48 |
| 5-1.-Terracerías | 48 |
| 5-2.-Pavimentación | 74 |
| 5-3.-Obras de drenaje | 84 |
| 6.-ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | 91 |
| 6-1.-Volumen y costo de la obra | 125 |

1.-GENERALIDADES.

1-1.-Clasificación de carreteras de acuerdo al servicio que --
prestan.

1-1-1.-Carreteras de función social.-Son aquellas que se cons-
truyen en regiones de bajo potencial económico y sirven para -
cambiar el modo de vida de los habitantes de los lugares que -
tocan, ya que les dá oportunidad de conseguir nuevos mercados a
sus productos y nuevas fuentes de trabajo.

1-1-2.-Carreteras de penetración económica.-Tenemos en nuestro
País regiones con recursos naturales que no han sido explota -
das, por estar aisladas debido a falta de caminos para llegar a
ellas. Por lo que abrir una carretera en esos lugares da margen
a que se hagan inversiones y aumente la producción en activida
des primarias.

1-1-3.-Carreteras en zonas en pleno desarrollo.-Se construyen-
estos caminos en lugares donde se ha logrado un desarrollo ple
no y es necesario modernizar los actuales, mejorando la curvatu
ra y pendiente, para soportar mayor volumen de tránsito y acor-
tar distancias, logrando ahorro de tiempo, que traerá como conse
cuencia el seguir aumentando el ritmo de crecimiento de la zo
na en cuestión.

1-2.-Clasificación de carreteras de acuerdo al financiamiento-
con que se construyen.

1-2-1.-Carreteras Federales, son pagadas 100% por el Gobierno -

Federal.

1-2-2.-Carreteras Estatales, en las cuales el gobierno federal aporta el 50% de su valor y el resto el gobierno estatal.

1-2-3.-Caminos en cooperación, la participación es tripartita, e interviene Federación, Estado y particulares.

1-3.-Clasificación de caminos tomando como base el tránsito -- que tienen.

1-3-1.-Especiales:

Velocidad de proyecto: 120 km/h.

Velocidad de operación: 100 km/h.

Tránsito diario: 3,000 vehículos.

Tránsito horario: 300 vehículos.

% vehículos pesados: 50%

Pavimento: Carpeta con mezcla en planta.

Obras de drenaje: De concreto o mampostería.

Puentes: De concreto o mampostería.

Señalamiento: Señales metálicas reflejantes.

Entronques: A nivel o a desnivel.

Obras complementarias: De concreto, mampostería o naturales.

Pendiente máxima: 4%

Grado de curv.máx.: 4 grados.

Ancho de corona: Variable.

Ancho de carpeta: Una o dos bandas de 7.00 metros.

1-3-2.-De primer orden o tipo "A".

| | |
|----------------------------|----------------------------------|
| Velocidad de proyecto: | 60 a 100 K/H. |
| Velocidad de operación: | 50 a 90 K/H. |
| Tránsito diario: | 1,500 a 3,000 vehículos. |
| Tránsito horario: | 180 a 360 vehículos. |
| % de vehículos pesados: | 40 a 50 % |
| Superficie de rodamiento: | carpeta de uno o más riegos. |
| Obras de drenaje: | de concreto o mampostería. |
| Puentes: | definitivos, de conc. o mampost. |
| Señalamiento: | señales metálicas reflejantes. |
| Entronques y cruzamientos: | a nivel o a desnivel. |
| Obras complementarias: | de concreto, mampostería o nat. |
| Pendiente máxima: | de 4% a 6% . |
| Grado de curvatura máxima: | de 8 a 26 grados. |
| Ancho de corona: | de 9.00 a 8.00 metros. |
| Ancho de carpeta: | de 6.10 metros. |

1-3-3.-Caminos de segundo orden o tipo "B" .

| | |
|---------------------------|----------------------------------|
| Velocidad de proyecto: | 50 a 80 K/H. |
| Velocidad de operación: | 40 a 70 K/H. |
| Tránsito diario: | 500 a 1,500 vehículos. |
| Tránsito horario: | 60 a 180 vehículos. |
| % de vehículos pesados: | 30% a 40% . |
| Superficie de rodamiento: | carpeta de un riego. |
| Obras de drenaje: | definitivas, de conc. o mampost. |
| Puentes: | definitivos, de conc. o mampost. |
| Señalamiento: | señales metálicas reflejantes. |

Entronques y cruzamientos: a nivel.
Obras complementarias: definitivas, de conc. o mampost.
Pendiente máxima: de 4.5% a 6.5% .
Grado máximo de curvatura: de 11 a 35 grados.
Ancho de corona: de 8.00 a 7.00 metros.
Ancho de carpeta: de 6.10 a 5.50 metros.

1-3-4.-Caminos de tercer orden o tipo "C".

Velocidad de proyecto: 70 a 35 Km/H.
Velocidad de operación: 60 a 30 KM/H.
Tránsito diario: 50 a 500 vehículos.
Tránsito horario: 6 a 60 vehiculos.
% de vehículos pesados 30% a 40% .
Obras de drenaje: generalmente definitivas.
Obras complementarias: generalmente naturales.
Puentes: En algunos casos provisionales.
Señalamiento: señales metálicas no reflejantes
Entronques o cruzamientos: a nivel.
Pendiente máxima: del 5% al 7% .
Grado de curvatura máxima: de 15 a 60 grados.
Ancho de corona: de 7.00 a 6.00 metros.
Ancho de carpeta: 5.50 metros.

2.- ANTECEDENTES.

La construcción de la carretera Soto La Marina-La Pesca, fué solicitada por la secretaría de Marina al Gobierno Federal, porque se tiene el proyecto de hacer un puerto de abrigo en el poblado de la Pesca Tamaulipas, para lo cual se está trabajando en la construcción de las escolleras.

En los estudios previos se comprobó que es un camino necesario para el desarrollo de la región, ya que todo el producto pesquero era desaprovechado por la falta de comunicación entre La Pesca, Tam., y los centros de consumo. Además, se había notado la afluencia del turismo norte-americano a las playas del lugar. Por todas estas razones, se ordenó el inicio de los estudios para construir el camino que uniría Soto La Marina con La Pesca.

Esta carretera, de acuerdo a las clasificaciones vistas anteriormente, corresponde a carretera tipo "B", de cooperación bipartita y de penetración económica, ya que está abriendo paso a las inversiones que se harán en la región, tanto de carácter oficial como privado, para mejor aprovechar los recursos naturales tan abundantes. Así mismo, se vaticina que cuando se termine 100% la carretera, tendrá la visita de miles de turistas al año por lo cercano que está la frontera de E. E. U. U.; también, al comenzar la construcción de la carretera, se empezó a trabajar en las salineras que existen en el lugar; estas salineras habían suspendido sus labores por la falta de un -----

camino que les permitiera llevar sus productos al mercado nacional, problema que no tienen ahora, ya que si antes tardaban semanas enteras en llegar al centro de consumo, con el consiguiente aumento de precio de la mercancía que se transportaba, hoy se hace en unas cuantas horas y en una forma tan económica que puede competir en el mercado en precio y calidad.

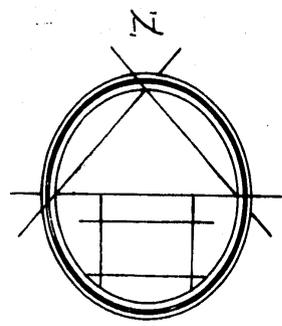
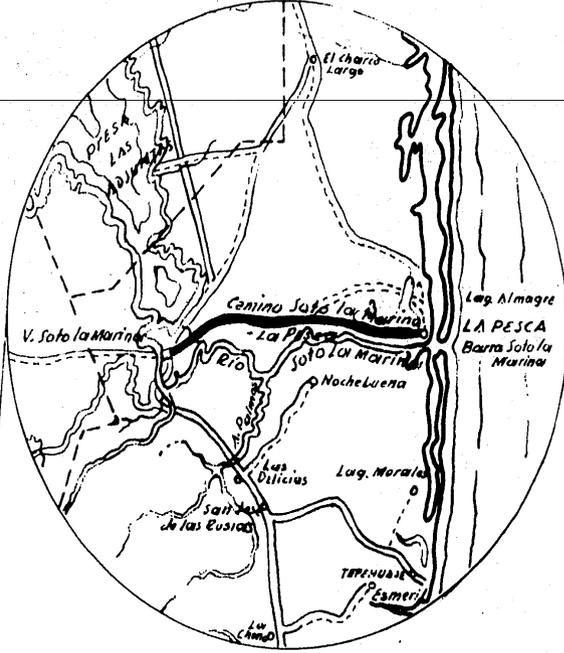
Otra dependencia oficial que ha sido favorecida -- con la construcción del camino, es Petróleos Mexicanos, ya que a la par que avanzaba la construcción, ellos abrían pozos de exploración, aprovechando el camino para mover su maquinaria pesada que utilizan en los sondeos. Estos pozos en la actualidad -- permanecen sin explotarse, pero son reservas que se utilizarán cuando se considere conveniente y se necesiten; por lo tanto, ya no habrá ningún problema para llevar la materia prima a las refineries, ni tendrá PEMEX que hacer sus caminos para sacar sus productos.

Otra función útil que tendrá la carretera es que atraviesa tierras regadas con aguas de la Presa "Las adjuntas" y los accesos a esas tierras son por la Carretera Soto La Marina-La Coma y Soto La Marina-La Pesca, Tam.; por lo cual se puede considerar que al quedar terminado el sistema de riego en la región de Soto La Marina, no se presentará ningún problema al sacar los productos que se cultiven.

Por todo lo anterior, no solamente le es útil a la Secretaría de Marina la carretera, sino que en realidad, su área de servicio es tan amplia que se justificaba en un 100% la ---

Construcción de la misma, para el beneficio de los poblados que toca, y en especial de el pueblo de La Pesca, Tam., donde se desperdiciaban tantos productos pesqueros que existen, y a la vez tierras sin cultivar.

Ahora que está terminado el camino, se han comprobado todos los estudios que se hicieron, viendo hacia el futuro de la región, ya que antes estas tierras eran montes abandonados y ahora todas las tierras alojadas a lo largo del camino han sido desmontadas para convertirlas en tierras de labor. así mismo, ranchos que anteriormente no tenían ningún valor, ahora se cotizan muy alto en su precio.



| |
|--------------------------|
| U. N. A. M. |
| FACULTAD DE INGENIERIA |
| UBICACION ESTATAL |
| CARRETERA |
| TESIS PROFESIONAL |
| Antonio Hernández Nuñez |
| MEXICO, D.F. JULIO 1974 |

3.- INTRODUCCION .

Para la elaboración del proyecto del camino, hay -- que tomar en cuenta la configuración topográfica del terreno y los sistemas hidráulico y geológico de la zona.

Por lo que respecta a la configuración del terreno tenemos tramos relativamente muy planos, presentandose en un -- tramo de 5 kms., un desnivel que oscila entre 40 y 50 cms de un extremo a otro; el cual se localiza principalmente del km 35 al km 40+000; otra zona relativamente plana, aunque existe un desni vel mayor, se localiza del km 1+100 al km 13+500.

El tramo comprendido del km 13+500 al Km 35+000 es montañoso, ya que se atraviesa La Sierra de los Martínez, pero - la parte más crítica es entre los km 26+000 al km 28+000. Y es crítica porque todas las crestas son transversales a la unión del camino en proyecto.

Para un estudio en el que no existieran cortes y - terraplenes fuertes, se tendría que hacer anti-económicamente - un trazo en zig-zag para buscar una pendiente económica en --- construcción, pero anti-económica en el factor tiempo de tran - sitabilidad y de conservación de la misma, ya que hay que tomar en cuenta que un camino dura años y años en su conservación y - con el tiempo sale más caro un camino largo que un camino ----

corto con alto precio de construcción.

Para el estudio hidráulico se contó con la ayuda de un plano de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (mosaico foto-hidráulico tomado en avión), donde vienen marcadas las áreas hidráulicas de la zona donde se hizo el estudio para el drenaje de la misma. Con las áreas hidráulicas obtenidas, se consultaron varios folletos y libros para determinar el tipo de obra necesario en cada paso de agua.

Los folletos son:

a).- "Instructivo de campo para la determinación del tipo de alcantarilla y tabla de áreas hidráulicas necesarias para drenar superficies en diferentes clases de terrenos".

Editado por la Dirección General de Carreteras en Cooperación.
Departamento de obras, S.O.P.

b).- "Proyecto tipo de obras de drenaje para carreteras".

Editado por la dirección de Proyectos y Laboratorio.
Departamento de Vías Terrestres, S.O.P.

Se tomó en cuenta también, que en el tramo comprendido del km 35+000 al km 50+000 no hay ninguna circulación definida de agua, hacia el río Soto La Marina o hacia la Laguna de Almagre, por lo que únicamente fueron proyectadas obras de alivio; que quizá no vayan a trabajar hidráulicamente porque el terreno es tan plano que no hay circulación, pero serán útiles en épocas de ciclones.

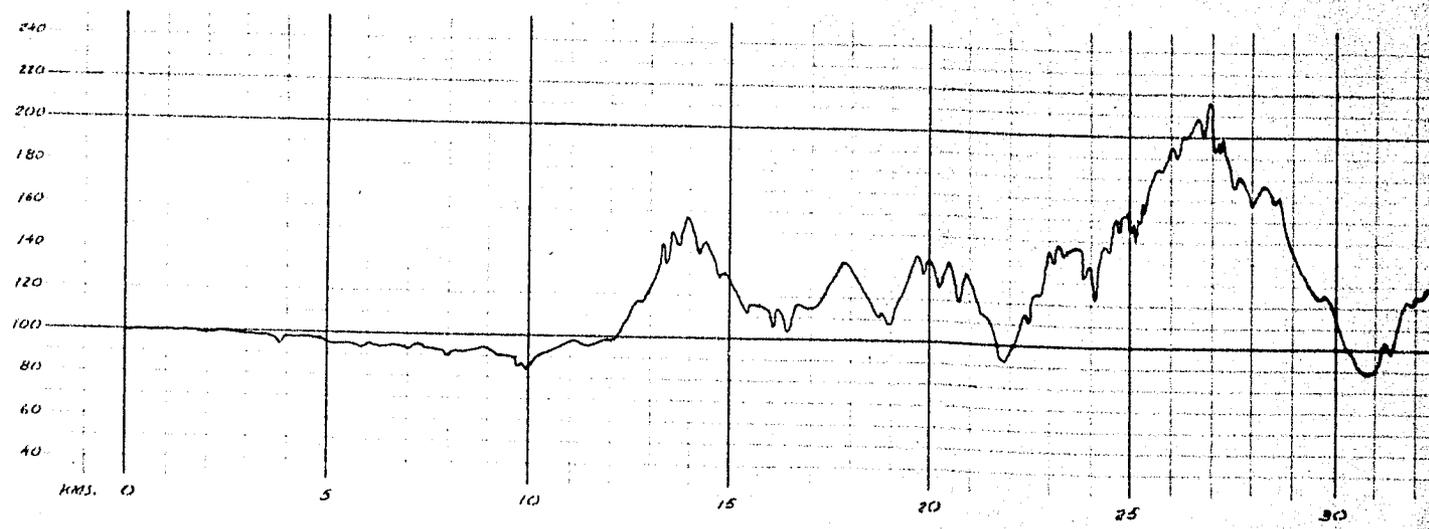
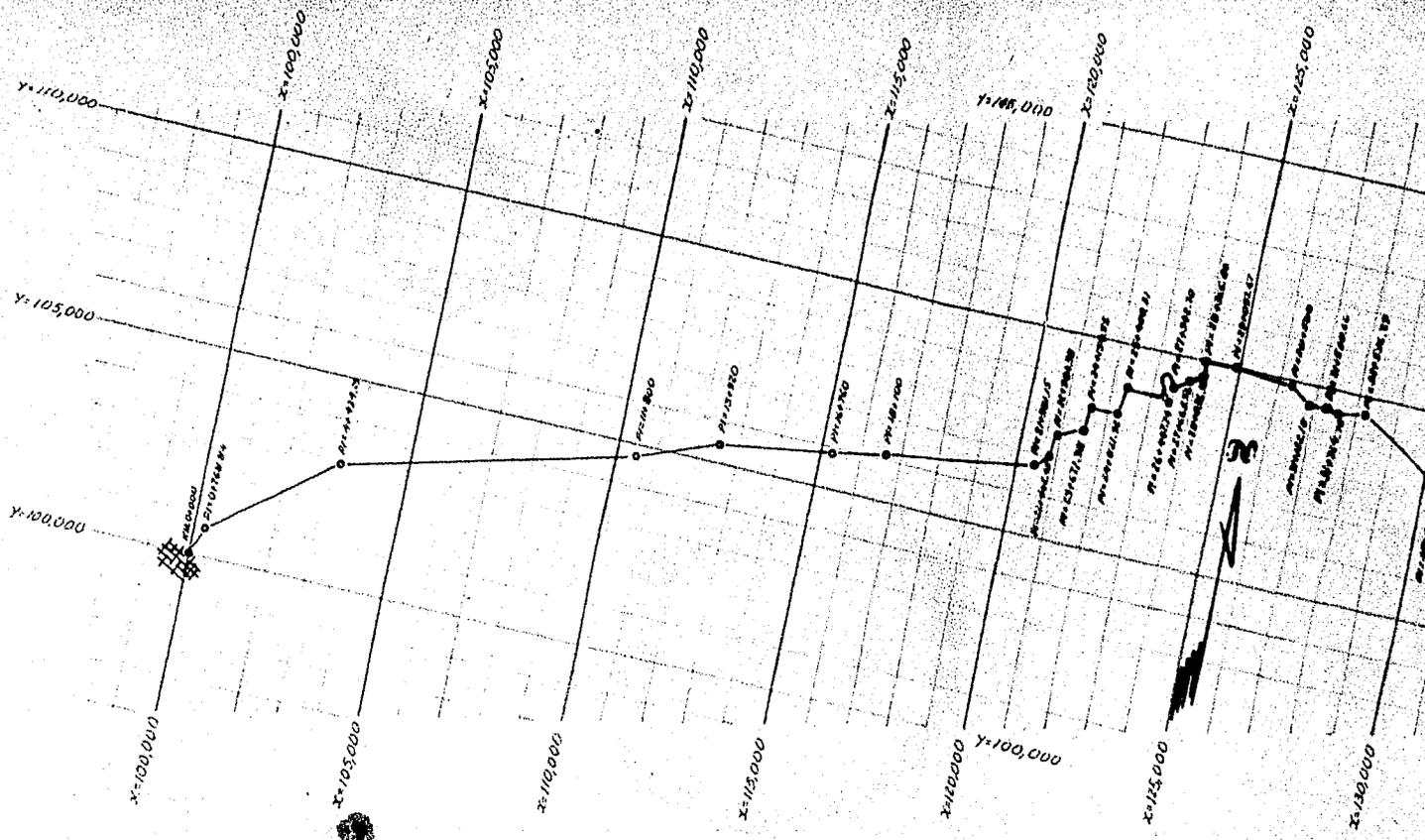
Para hacer el estudio geológico, se hicieron sondeo a cielo abierto; en terreno plano se hicieron a cada 500 metros y en lomeríos o terreno montañoso, se hicieron en las crestas -

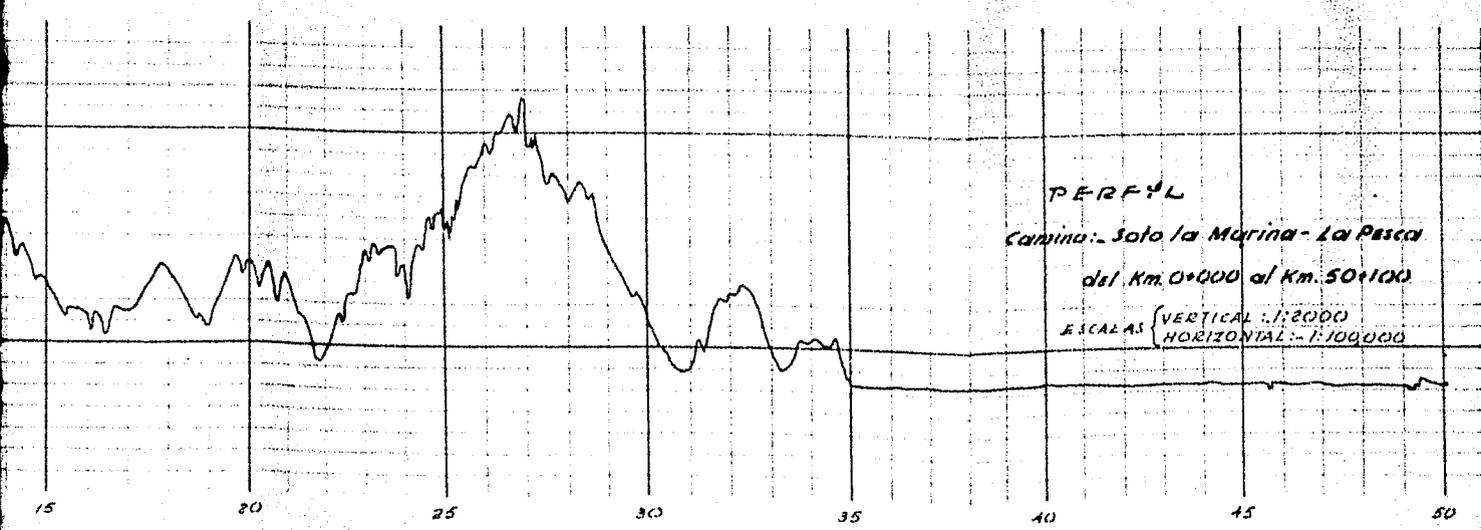
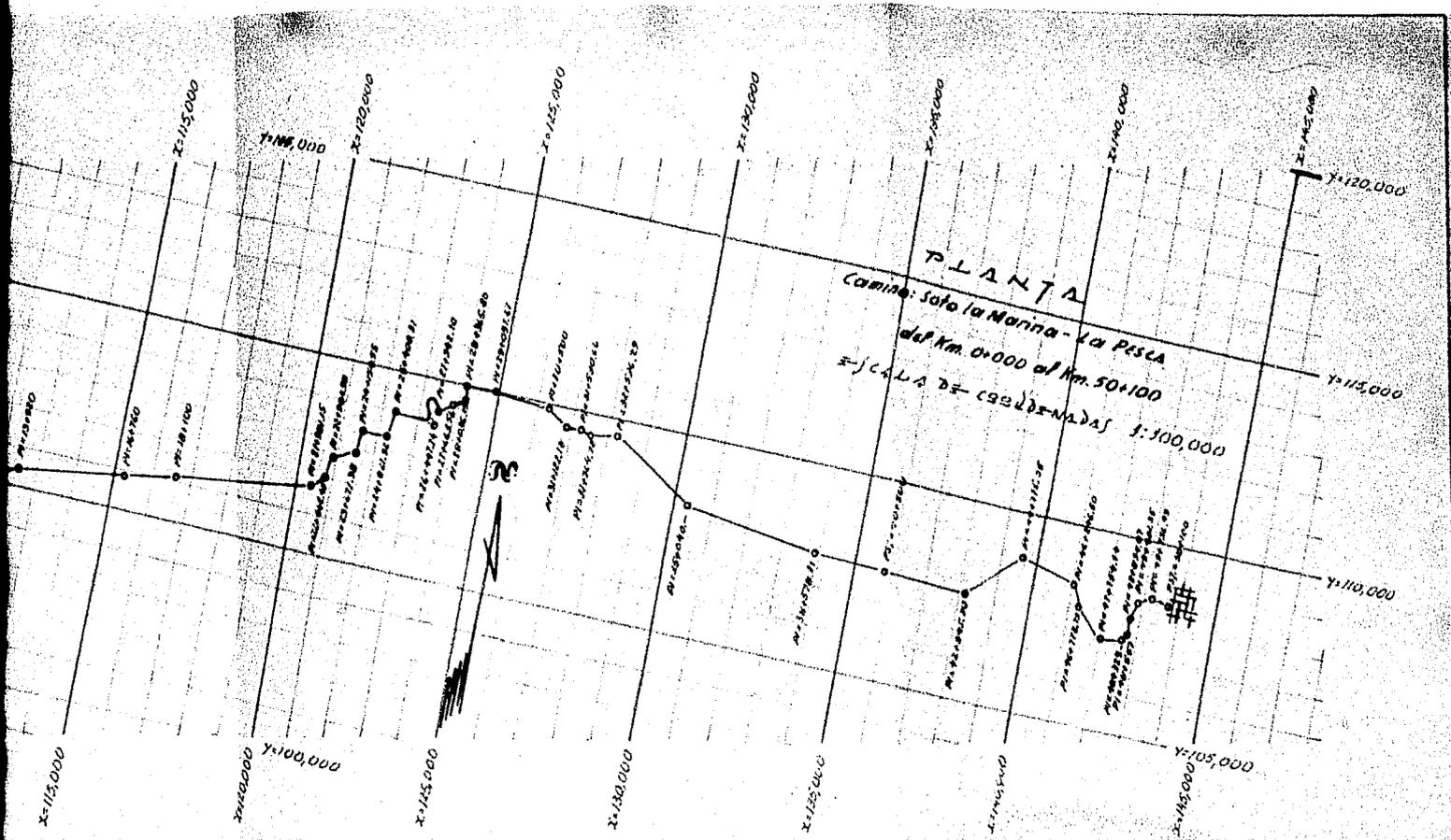
de mayor corte.

En terreno plano, donde se harán únicamente terraplenes, el sondeo a cielo abierto se profundizó entre 50 cms y un metro, por no ser necesario más; en lugares donde habría cortes, se hizo el sondeo a una profundidad del 50% al 75% con relación al corte en las crestas.

Estando estos sondeos realizados, se procedió a sacar muestras de material con la supervisión del laboratorio de la Junta Local de Caminos, para estudiar las propiedades físicas y químicas del terreno natural que soportará las capas compactadas del terraplén y en corte para determinar, principalmente, el coeficiente de abundamiento o reducción para la formación de terraplenes con el producto de esos cortes.

El coeficiente de abundamiento se toma en cuenta para los acarreos del material hacia el lugar donde se utiliza en la formación de terraplenes; el factor de reducción lo utilizamos para saber si el material se reduce al compactarse según las especificaciones y conocer hasta donde llega la formación del terraplén en el estudio de la curva masa.





U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERÍA
TARQUILLOS DE
PLANTA Y PERFIL
Tesis Profesional
ANTONIO
C.

4.- ELABORACION DEL PROYECTO .

Para la elaboración del proyecto del camino Soto - La Marina-La Pesca, dividimos el trabajo en dos grandes conceptos, necesarios, ya que tanto uno como el otro van ligados en el transcurso de su desarrollo. Estos conceptos son:

4-1.- Estudio de Campo, y

4-2.- Estudio de gabinete.

Tanto uno como otro son estudios de mucha importancia, ya que de ellos depende la construcción y el buen funcionamiento de un camino. (Se entiende por buen funcionamiento de un camino, el que en él ocurra un mínimo de accidentes, porque al proyectar las curvas horizontales se les ha dado una adecuada sobre-elevación y ampliación de las mismas y en curvas verticales una aceptable visibilidad).

4-1.- Estudio de campo.

Este estudio está dividido en varias etapas de trabajo que son:

4-1-1.- Reconocimiento de la línea.

4-1-2.- Localización.

4-1-3.- Trazo preliminar

4-1-4.- Nivel preliminar.

4-1-5.- Topografía.

4-1-5.-Trazo definitivo.

4-1-7.-Referencias del trazo definitivo.

4-1-8.-Nivelación definitiva.

4-1-9.-Referencias del nivel definitivo.

4-1-10.-Secciones transversales.

4-1-11.-Trazo y nivelación de obras de drenaje.

4-1-1.-Reconocimiento de la línea.

Para este estudio se hizo un vuelo previo sobre toda la ruta que abarca desde Soto La Marina hasta La Pesca, en todo el perímetro del río Soto La Marina, el cual une a los dos poblados antes mencionados. De regreso y tomando en cuenta la orilla del río, se fijó una línea recta (en vuelo) de La Pesca a Soto La Marina, lo cual dió una ligera idea de la ruta a seguir para llevar la línea.

Se volvió a recorrer junto con varios técnicos, el mencionado tramo y con un croquis previo, tanto del río como de la línea recta que se hizo en forma superficial, se fijaron puntos de control con sacos de cal comercial, que fueron arrojados a cada 2 ó 3 kilómetros de separación en terreno plano y en terreno montañoso fueron arrojados a cada 500 metros aproximadamente en los puntos de los puertos accesibles para hacer un estudio preliminar .

4-1-2.- Localización.

Para este estudio se procedió a hacer un recorrido en bestia para localizar los puntos de control, sub-dividiéndolos en tramos accesibles de 5 en 5 kilómetros en terreno plano y en terreno montañoso, de 2 a 3 kilómetros de longitud, según el aspecto del terreno, con lo cual nos quedó localizado dicho camino; aunque hay que tomar en cuenta que este reconocimiento no fué el definitivo, porque en el transcurso de los estudios posteriores existieron modificaciones.

Tal es el caso del tramo comprendido (actualmente), del km 26+500 al km 34+500; en el primer estudio que se hizo se ligaron los puntos con un triángulo, formando dos catetos, pero posteriormente se vió la posibilidad de hacer otra localización dentro de la sierra, llevando como vía de orientación un rumbo determinado que ligaba a los puntos mencionados siguiendo virtualmente una hipotenusa de unión. Con lo anterior se logró un acortamiento de la línea de 4 kilómetros, compensado con un 50% de volumen a favor.

4-1-3.- Trazo preliminar.

El trazo preliminar es la unión, por medio de líneas rectas y ángulos, de los puntos de control antes fijados en el reconocimiento y localización del estudio.

Para esta unión, el método que se usa en el trazo preliminar de caminos, es el método de deflexiones. Consiste en medir el ángulo de deflexión en cada vértice. (Deflexión es el ángulo que forma en un vértice la prolongación del lado anterior con el lado siguiente).

El material necesario en el campo es:

Un tránsito, una cinta métrica metálica de 20 metros, dos plomadas para los cadeneros, 2 balizas, tachuelas, machetes, hachas, crayones y libreta de registro.

El personal necesario es por lo regular el siguiente:

Un trazador o topógrafo; un aparatero que debe saber centrar el aparato, sobre el punto previamente fijado; dos cinteros, con los suficientes conocimientos para hacer el trabajo del aparatero en un caso de emergencia; un trompero para hincar trompos; un estaquero, cuyas funciones son las de clavar y marcar las estacas que van a un lado de los trompos, hacia atrás cuando es tangente o hacia la parte de afuera cuando es curva; dos peones para hacer estacas y trompos. Las medidas de las estacas por lo regular son de 50 cm con un diámetro aproximado de 8 cm, partidas a la mitad y dandoles cara en la parte superior para poner el kilometraje que le corresponde al trompo; estos en sus dimensio -

nes son variables, si el terreno es blando se hacen de 20 a 25-cms, con un diámetro de 6 a 8 cms y si el terreno es duro, se hacen de 5 a 7 cms y un diámetro de 3 cms aproximadamente.

Sistema de trazo.-El topógrafo empezó por localizar los puntos de control que fueron fijados previamente, mientras el aparatero nivela sobre el trompo que marca el primer vértice el aparato; ya fijo éste, visa en ceros el punto de atrás sobre el vernier B, para que la fijar dicho punto con el aparato, de vuelta de campana y tenga directa la lectura en el vernier A y así visar el punto siguiente por medio de coheteros o humaredas si la maleza es muy grande; así en una forma aproximada se fija la tangente de adelante y se lee su deflexión angular, ya sea derecha o izquierda. Ya estando fijo el aparato, con esta línea virtual se ponen las balizas indicando el trazo para que los brecheros comiencen a desmontar la línea preliminar.

El registro de libreta del trazo preliminar, se lleva de abajo hacia arriba, dividiéndose en 6 columnas la primera hoja. En la primer columna se anota la estación; en la segunda, los puntos de inflexión PI y la distancia entre estos puntos; en la tercera, la deflexión de los ángulos; en la cuarta, si son deflexiones izquierdas o derechas; en la quinta se pone el rumbo magnético observado y en la última, el rumbo magnético calculado. En la hoja de enfrente se hacen notas y croquis con los detalles que se presentan en el trazo, como por ejemplo, casas, pastizales, cercas, arroyos, etc.

4-1-4.-Nivelación preliminar.

La nivelación preliminar consiste en hacer una configuración vertical del terreno del trazo preliminar, sobre los trompos de la misma línea, que nos sirve para conocer su cota o elevación de los mismos con relación a un banco previamente fijado; esta nivelación servirá posteriormente para el levantamiento topográfico.

La nivelación se hace de ida y vuelta en tramos de 500 metros aproximadamente y la tolerancia que se tiene es de $T = 0.01 \sqrt{k}$, en la que k es la distancia nivelada en kms. Los bancos se fijan sobre raíces o troncos de árboles que no tengan variación en crecimiento, para evitar modificaciones de desnivel. En el caso de que no existan éstos, y el terreno sea rocoso, se buscan protuberancias notables en las rocas; en terrenos de cultivo o zacatales, se hacen monumentos de concreto o madera que servirán de bancos de nivel.

El material necesario para este trabajo es:

Un nivel fijo, un estadal, marro, cuña, hachas y machetes, así mismo, grapas para fijar los bancos de nivel y los puntos de liga.

El personal necesario es:

Un nivelador, un aparatero, un estadalero y cuatro peones.

Para la nivelación preliminar se puede alojar el aparato sobre la línea y poner incluso los bancos de nivel sobre la misma, ya que aún no se tiene la seguridad que por la línea en estudio se haga el trabajo definitivo.

Al nivelar se procura que la distancia entre apar

to y estadal sea adecuado para tener una visibilidad aceptable. Es por eso que generalmente, en las mañanas se toman tramos largos y cortos a mediodía, ya que es muy engañosa la reverberación del vapor que produce el terreno con el calentamiento del sol y nos puede producir errores fuera de la tolerancia.

El proceso que se sigue en este estudio es el siguiente:

El estadalero se ubica sobre la grapa del banco de nivel, para que el nivelador tome lecturas al milímetro, en seguida toma lecturas de los trompos ya fijados, hasta donde llegue su visibilidad de apreciación al milímetro del estadal para poner un punto de liga PL y poder cambiar el aparato hacia otro lugar adecuado, adelante, donde de nuevo pueda ver el estadal en el PL al milímetro.

En caso de que el error que se tenga en la nivelación esté fuera de la tolerancia, se procede a repetir la nivelación, ya que hay que tener una seguridad plena del trabajo, para que este estudio preliminar sea la base del estudio definitivo.

El registro en la libreta de nivel es como sigue:

En la primera columna, se anota la estación; en la segunda, la lectura adelante en banco o en PL; la tercera, altura de aparato; la cuarta, lectura atrás y la quinta, cota del punto.

4-1-5.-Topografía.

Este concepto encierra el estudio de una configuración deta --

llada del terreno natural sobre el cual pasa la preliminar para una línea definitiva, y nos especifica curvas de nivel a la misma altura sobre un perímetro fijado de antemano.

El objeto de la topografía es obtener datos con el fin de hacer un estudio de gabinete por medio de puntos de control sobre la planta dibujada, para localizar económicamente el alineamiento y pendiente aceptable dentro de las tolerancias admisibles, para un mejor funcionamiento del camino en estudio.

Volvemos al caso del tramo comprendido del km --- 26+500 al 34+000, donde se hizo un ahorro general con un mejor reconocimiento, una mejor localización y una mejor preliminar, pero tomando como base un buen levantamiento topográfico, lo -- grande como había dicho anteriormente, un buen ahorro en longitud, en economía de construcción y en el futuro, en economía de conservación de 4 kilómetros.

Cuando se hizo el primer estudio en este tramo, se fué buscando terreno plano y lomeríos suaves, pero finalmente se optó por llevar la línea atravesando la sierra, logrando una buena compensadora de cortes y terraplenes después de varios estudios con el perfil teórico; con lo cual vemos la conveniencia de tener un buen estudio topográfico para lograr una buena economía en la obra.

El equipo necesario en el campo es el siguiente: un nivel de mano, un estadal, hachas, machetes, libreta con cotas de la nivelación preliminar y cintas de genero.

El personal necesario es: un topógrafo, un estada--

lero, dos cinteros y un promedio de 10 hombres para abrir brechas transversales al trazo preliminar.

Procedimiento de este estudio.-Conociendo las cotas de los trompos del trazo preliminar ya antes calculadas, se procede transversalmente a sacar desniveles de cotas cerradas con desnivel de dos metros, con una longitud necesaria según el caso, pero como mínimo de una franja de 100 metros a cada lado de la línea; con lo cual tendremos una amplitud más que suficiente para proyectar en gabinete el trazo definitivo.

El registro se lleva de abajo hacia arriba en libretas especiales cuadrículadas; en la primera hoja y al centro de la misma, se pone la estación y su cota correspondiente entre paréntesis y a la izquierda o derecha se anota en forma de quebrado, la distancia correspondiente como numerador y la cota cerrada como denominador. En la hoja de la derecha se fija una línea vertical como centro del trazo preliminar, con cada cuadro representando 20 metros, donde se va poniendo la cota respectiva (en forma aproximada) y se va obteniendo la configuración topográfica del terreno, lo cual será de gran ayuda para cuando se dibuje en gabinete la planta.

4-1-6.- Trazo definitivo.

El trazo definitivo es el levantamiento horizontal de líneas rectas unidas con curvas circulares; apoyándose en el trazo preliminar y en los datos calculados previamente en gabinete sobre la planta topográfica con ayuda del perfil teórico.

Para el trazo de tangentes, se procede igual que en el trazo preliminar, con medida de longitud unidad de 20 metros. Para las curvas circulares se van marcando puntos a diferentes distancias según el grado de la curva.

de 0 a 10 grados, se marcan puntos a cada 20 metros.

de 10 a 20 grados, se marcan puntos a cada 10 metros.

de 20 a 30 grados, se marcan puntos a cada 5 metros.

Esto es con el fin de que la cuerda de la circunferencia que se forma tenga el menor error en la distancia.

En este camino en estudio se tuvieron únicamente curvas circulares que fueron trazadas de la siguiente manera: En primer lugar se busca su PI (el cadenamiento) y de aquí se parte para medir la ST y localizar el PC. Con el aparato en PC se hace coincidir los ceros del limbo y la alidada y se visa el PI, para que con el movimiento general fijo se vayan trazando puntos de la curva con la deflexión calculada de antemano para cada estación. Como comprobación, la última deflexión será igual a la mitad de la deflexión angular. El PT se localiza midiendo el ST desde el PI.

Los datos anteriores se calculan con las siguientes fórmulas:

$$ST = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

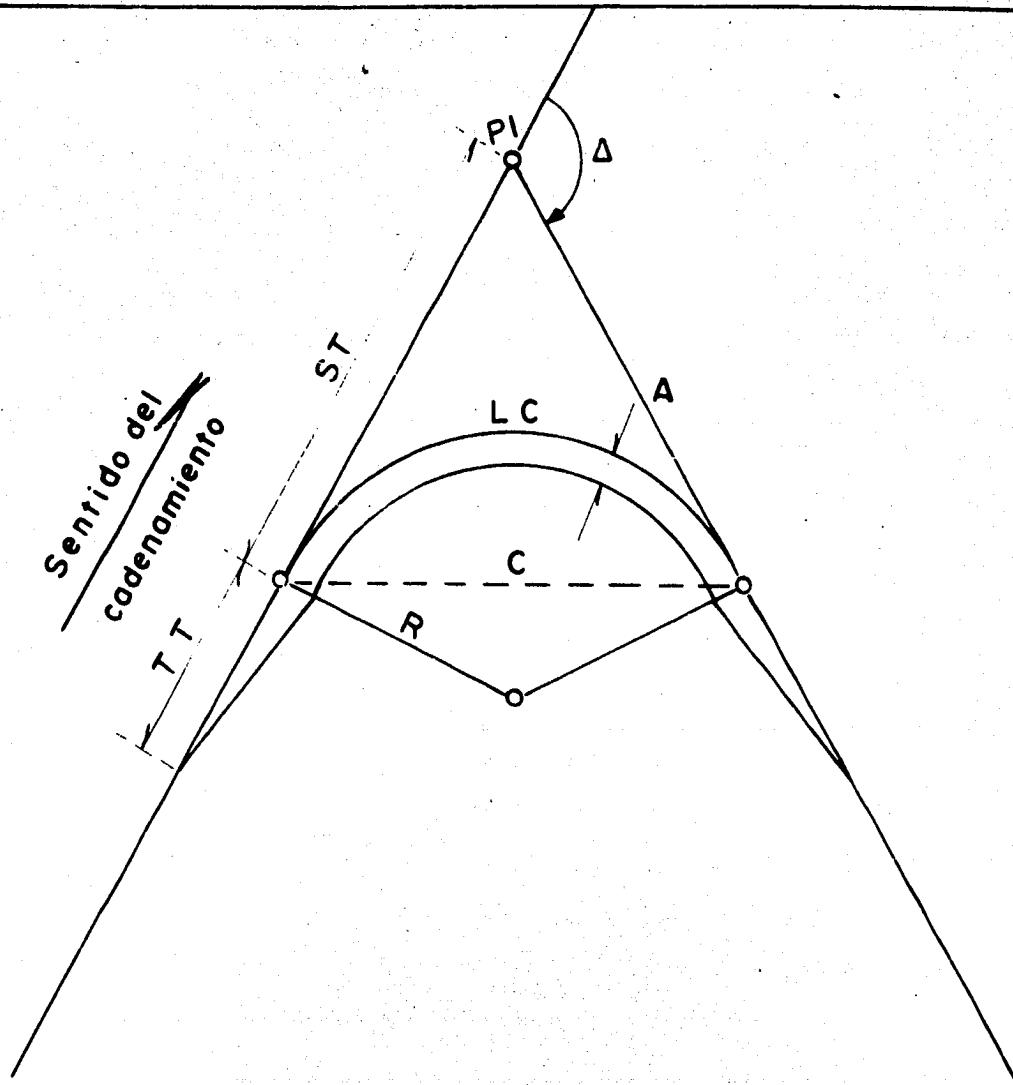
$$LC = \frac{\Delta}{6} (20)$$

$$PC = PI - ST.$$

$$PT = PC - LC$$

$$\text{Deflexión por 20 metros} = \frac{\Delta}{2}$$

$$\text{Deflexión por metro} = \frac{\Delta}{40}$$



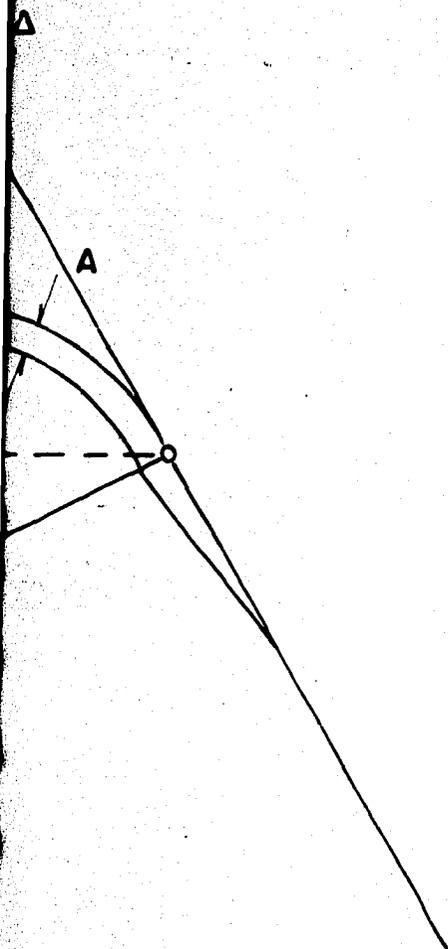
DATOS DE CURVA

- PI = Punto de Inflexión
- Δ = Angulo de Inflexión
- ST = Sub - Tangente
- LC = Longitud de Curva
- R = Radio
- TT = Tangente de Transición
- A = Ampliación
- C = Cuerda

| |
|--------|
| FACU |
| TES |
| CUR |
| Camino |
| C. An |
| Méx |

DATOS DE CURVA

- PI = Punto de Inflexión
- Δ = Angulo de Inflexión
- ST = Sub - Tangente
- LC = Longitud de Curva
- R = Radio
- TT = Tangente de Transición
- A = Ampliación
- C = Cuerda



| |
|-----------------------------------|
| U. N. A. M. |
| FACULTAD DE INGENIERIA |
| TESIS PROFESIONAL |
| CURVA HORIZONTAL |
| Camino: - Soto La Marina La Pesca |
| C. Antonio Hernández Nuñez |
| México, D.F., Julio de 1974 |

4-1-7.-Referencias del trazo definitivo.

Una vez terminado un tramo del trazo definitivo, se procedió a referenciar la línea en sus puntos críticos o necesarios, para reponer cuando se requiera el tramo que se desee, en el proceso de construcción.

Cuando la tangente es larga, se referencia a cada 200 ó 400 metros de separación si el terreno es plano; si es lo merío, se referencia en los puntos donde puede estar la intersección de la rasante con el terreno. Tratándose de curvas, si el terreno es montañoso, es conveniente tener marcados los PC y PT, además de algunos puntos sobre la curva (PSC); ahora bien, -- cuando las ST son cortas y la deflexión es pequeña, únicamente se referencia el PI.

El procedimiento que se sigue para ejecutar este concepto es el siguiente:

Se pone el aparato en el punto por referenciar y se va girando el mismo en el sentido de las manecillas del reloj, para marcar puntos como se ve en el dibujo de la planta. Este sistema está basado en dividir un círculo en cuadrantes, para el primer cuadrante le corresponde los números 1 y 2, para el segundo, 3 y 4; y así sucesivamente para los otros cuadrantes. Los puntos se -- procuran que queden fuera del derecho de vía, para que no se -- destruyan cuando se haga el desmonte, también se buscó que los puntos quedaran en un objeto fijo como es un tronco, una raíz de un árbol, una piedra grande, etc.

4-1-8.-Nivelación definitiva.

La nivelación definitiva se hace en igual forma -- que la nivelación preliminar, exceptuando los siguientes puntos a).-Se nivelan detalles como pasos de arroyos, lomeríos o cualquier detalle que atraviese la línea, para tener una configuración exacta del terreno.

b).-Se nivelan los PC y PT del trazo definitivo, así como todos los trompos que queden dentro de la curva.

c).-Los bancos se ponen fuera del derecho de vía, sobre raíces de árboles o en monumentos.

En el registro se anota la comprobación de nivelación y los bancos definitivos.

4-1-9.-Referencias de nivelación definitiva.

Para las referencias de nivelación, se fueron colocando bancos de nivel en cada tramo de 500 metros aproximadamente, procurando que fueran raíces o troncos donde se pudieran poner tres grapas en cruz y que quedara libre de ramas el estadal para poder dar el bombeo; en lugares donde no había rocas - fijas o árboles grandes, se pusieron mojoneras de concreto de - medio metro de altura, o troncos de 15 a 20 cms de diámetro y - altura suficiente para que al clavarlos, cuando mucho sobresal- gan del terreno natural entre 1 y 5 cms, para evitar que se mue- van.

Como precaución se fueron referenciando estos ----

bancos con relación al cadenamamiento del camino para su fácil -
localización en el transcurso de la construcción, en la forma -
siguiente:

B.N. 20 - 1

S/grapas en raíz de cruceto

a 24.00 mts a la derecha de la estación 20+000

Elevación: 136.494 mts.

El registro de los bancos se pone en la libreta de la nivela--
ción definitiva.

4-1-10.-Secciones transversales.

Las secciones transversales son configuraciones deta
lladas, transversalmente a la línea del trazo definitivo. Se ha-
cen sobre los trompos que nos señalan las estaciones y en pun-
tos de las curvas como PC y PT.

Se principia a seccionar desde el trompo con cota ce
ro como si fuera banco y se detallan todos los desniveles, pro-
curandose en terreno plano prolongar la distancia hasta 20 mts
a cada lado del trazo; en terreno montañoso, se prolongó hacia -
el lado ascendente unos 15 metros y en el descendente a unos -
40 ó 50 metros, siendo lo anterior a criterio del jefe de briga
da y del proyectista.

El objeto de las secciones transversales es para que
sobre ellas se proyecten las secciones de construcción del ca-
mino.

El personal y el equipo es el mismo que se utiliza en los levantamientos topográficos.

El registro se lleva de abajo hacia arriba, lo único que varía del de topografía, es que los desniveles para este caso son del terreno natural y no de cota cerrada buscada.

4-1-11.-Trazo y nivel de obras de drenaje.

Para la localización de las obras de drenaje, hay que tener mucho cuidado para poder escoger el lugar en los arroyos o en un derramamiento definido o no definido donde se pueda construir.

Cuando se ha localizado una obra, lo primero que se hace es ver su cruce posible, ya que puede estar sobre el arroyo o fuera del mismo para evitar un esviajamiento mayor de 30 grados. A continuación se localizan los posibles arrastres sobre el cauce, aguas abajo y aguas arriba, por medio de señas pequeñas como hojas y varas que quedan atrapadas sobre la maleza de sus márgenes. En seguida, se levantan una o dos secciones sobre el arroyo para conocer aproximadamente el área hidráulica y compararla con el área hidráulica que se obtiene con el plano aereo-fotogramétrico.

Cuando se tiene el proyecto, el trazo de la obra se efectúa de la manera siguiente:

Teniendo el centro de la obra marcado con un trompo, se coloca el tránsito visando hacia adelante en 90 grados, y con el movimiento particular se cambia a ceros grados para tener una nor-

mal al eje del camino, con lo cual si la obra es esviada se le marca directamente el grado que tiene de esviajamiento. A -- continuación se ponen trompos a 10, 15, 20 y 30 metros aguas a -- rriba y aguas abajo, cerciorandose que queden seguros estos --- trompos, porque nos indicarán el eje de la obra.

Para hacer la nivelación de la obra, se parte de un banco de nivel conocido o de un trompo cercano sobre la línea -- del cual conocemos su cota; entonces se procede a nivelar una -- estación adelante y otra atrás sobre el trazo, el centro de la -- obra y los trompos de nivel fijados, perfilandose en detalle la configuración del terreno natural de esa línea.

El personal y el equipo necesario es el mismo que -- se utiliza en el trazo y nivel definitivo.

El registro se lleva de arriba hacia abajo, poniendo -- todos los datos de nivel y de trazo; en la hoja de notas -- se hace un croquis aproximado del trazo y nivelación de la o-- bra, adjuntandose las secciones hidráulicas que van a ayudar pa -- ra su proyecto.

4-2.- Estudio de gabinete.

Para hacer el estudio de gabinete del proyecto de -- la carretera Soto La Marina-La Pesca, lo dividiré en los si---- guientes conceptos:

4-2-1.- Planta.

4-2-2.- Perfil.

4-2-3.-Secciones de construcción.

4-2-4.-Obras de drenaje.

4-2-5.-Datos de construcción.

4-2-1.-Planta.

Para elaborar los planos de la planta del camino, se sigue la siguiente secuela, ya que cada uno de los puntos, se apoya en el anterior para su cálculo o dibujo. Estos puntos son los siguientes:

a).-Cálculo y dibujo de coordenadas de la preliminar.

Para el cálculo de las coordenadas de la preliminar se emplean formas especiales divididas en 14 columnas que comprende los conceptos siguientes:

En la primera columna, "Estación", en la cual se pone el kilometraje o nombre de los puntos de inflexión del trazo preliminar siendo de arriba hacia abajo.

En la segunda, "Punto observado", o sea hacia adelante del trazo. En la tercera, "Distancia", en la cual se pone la longitud métrica o distancia que hay entre el punto observado y la estación. Para comprobar estas tres columnas, se suma la distancia, que debe de ser igual a la diferencia de los extremos del punto observado.

En la cuarta y quinta columna, se pone la deflexión del ángulo observado, la primera corresponde al ángulo hacia la izquierda y el otro, hacia la derecha.

En la sexta columna se pone el rumbo astronómicamente cálculo---

lado, el cual se ha determinado partiendo de un rumbo calculado astronómicamente.

Rumbo es el ángulo que forma una línea con el eje Norte-Sur -- contando de cero a noventa grados, a partir del norte o a partir del sur, hacia el este o hacia el oeste. Así una línea en el

| | | | | |
|-------------------|-----------------------------------|---|----|--------|
| primer cuadrante | se indica de la siguiente manera: | N | g° | E |
| segundo cuadrante | " " " " | " | " | S g° E |
| tercer cuadrante | " " " " | " | " | S g° W |
| cuarto cuadrante | " " " " | " | " | N g° W |

Para la comprobación, nos debe resultar que la diferencia de las sumas de las deflexiones derecha o izquierda, se le agrega algebraicamente al primer rumbo y el resultado debe ser el último rumbo calculado; tomando en cuenta, que los ángulos de inflexión a la izquierda son negativos y positivos hacia la derecha.

Las columnas 7, 8, 9, 10, 11 y 12, corresponden a las proyecciones lineales que se obtienen trigonómicamente con el rumbo calculado y las distancias; en la séptima columna queda alojado el seno del ángulo del rumbo calculado y en la décima, el coseno del mismo ángulo. En la columna 8 y 9 nos queda el producto del seno por la distancia; de acuerdo con el cuadrante en que esté la línea nos quedará en N o E. En las columnas 11 y 12, queda el producto del coseno por la distancia y de la misma forma nos quedará en N o S.

Las proyecciones alojadas en Norte o Este, son positivas y las alojadas en Sur u Oeste, son negativas.

En las columnas 13 y 14 van las coordenadas de las Xs y de las Ys con las que se traza la línea. Para hacer la comprobación de las columnas 8 a 14, se determina la diferencia de la suma de las proyecciones, tanto para el sentido vertical como para el horizontal, la cual debe de ser igual a la diferencia que nos arroja el restar la primera coordenada a la última, tanto para X como para Y.

El dibujo de las coordenadas preliminares, se hizo en papel manila que se cuadrículó y cuya distancia de raya a raya nos representa 100 metros en el campo. Teniendo definida la cuadrícula, se procede a vaciar las coordenadas antes calculadas, las cuales se pintan de color negro, poniendo como dato el cadenamiento del punto de inflexión y la deflexión, también se hacen marcas a cada 20 metros que nos servirán para el siguiente tema, para mayor comodidad se marca el cadenamiento claramente a cada 100 metros.

b).-Dibujo de topografía.

Como ya tenemos definido en que forma se levantó en el campo la topografía y a la vez como se llevó un registro en la hoja de notas en forma aproximada, al desarrollar este concepto en gabinete, se facilitó enormemente la unión de las curvas de nivel que se han levantado del terreno natural.

Sobre la planta donde se han dibujado las coordenadas de la preliminar, se dibujan normales en cada estación y viceceras atrás y adelante en los puntos de inflexión.

En seguida se marcan las distancias de las curvas topográficas que vienen en la libreta, con un pequeño número que se denomina la cota de dicho punto. Cuando ya se tiene un avance aproximado de 200 metros lineales reales, se procede a la unión de los puntos que sean de igual cota, dejando pendientes dos estaciones - para que en el siguiente tramo exista una unión de curva de nivel bien definida.

El color de la tinta usada para la topografía es - sepia, debiéndose poner el nombre de las curvas a cada 500 metros en forma regular, aunque cuando es montañoso el terreno, es necesario marcar dichos nombres de curvas lo más próximos posible para mayor comodidad al desarrollar el tema siguiente. Una vez entintadas todas las curvas de nivel, nos podemos dar cuenta en forma definitiva del aspecto del terreno y podemos pasar al siguiente punto que es:

c).-Proyecto del trazo definitivo.

Consiste en hacer un estudio gráfico sobre el cual se va a cimentar la definición del camino en estudio, ya que -- con la ayuda de la preliminar y la topografía del terreno, procedemos a localizar sobre el dibujo de la planta y con un 99% de aproximación, el trazo real dentro de las características -- de este camino.

Cuando el terreno es plano, como en el caso de los tramos comprendidos del km 1+100 al km 13+000 y del km 35+000 al km 50+080, se fija directamente de antemano dicho trazo, o --

sea que para el trazo definitivo, utilizamos el mismo trazo preliminar. No así en tramos de lomeríos fuertes o montañosos como se presentó del km 13+000 al km 35+000, donde se empezó el estudio de gabinete con una pendiente definida; y con ayuda de un compás de punta cuya abertura nos diera una elevación con relación a la longitud de dicha abertura. Por ejemplo, en el tramo comprendido del km 13+000 al km 23+000 se trabajó con una pendiente máxima del 5%, esto es, que recorreremos 100 metros y subimos 5; el compás se pone en una abertura que represente 20 metros, y en dos movimientos se llega de una cota a otra, o sea que se avanza 40 metros y subimos 2, así sucesivamente se va haciendo, procurándose tener tramos de un kilómetro real, para que después de proyectar las tangentes horizontales unidas con curvas radiales, se proceda al estudio del perfil teórico.

Si este estudio llena los requisitos de compensaciones de la curva masa de este perfil teórico, terminamos el estudio definitivo de este tramo. En caso de que existan préstamos y ante todo desperdicios (no aceptables), se hace un segundo, tercero o los cálculos que sean necesarios sobre dicha planta, procurando en cada cálculo cambiar de color el trazo para evitar confusiones, a la vez que se van variando las pendientes en la longitud gráfica del compás, hasta que quede compensada la curva masa en forma gráfica.

Una vez definido el trazo definitivo sobre la topografía y dibujado a lápiz, se dibujan pequeñas calcas donde se determinan distancias normales desde el trazo preliminar al trazo definitivo en cada estación, en donde se pone en forma --

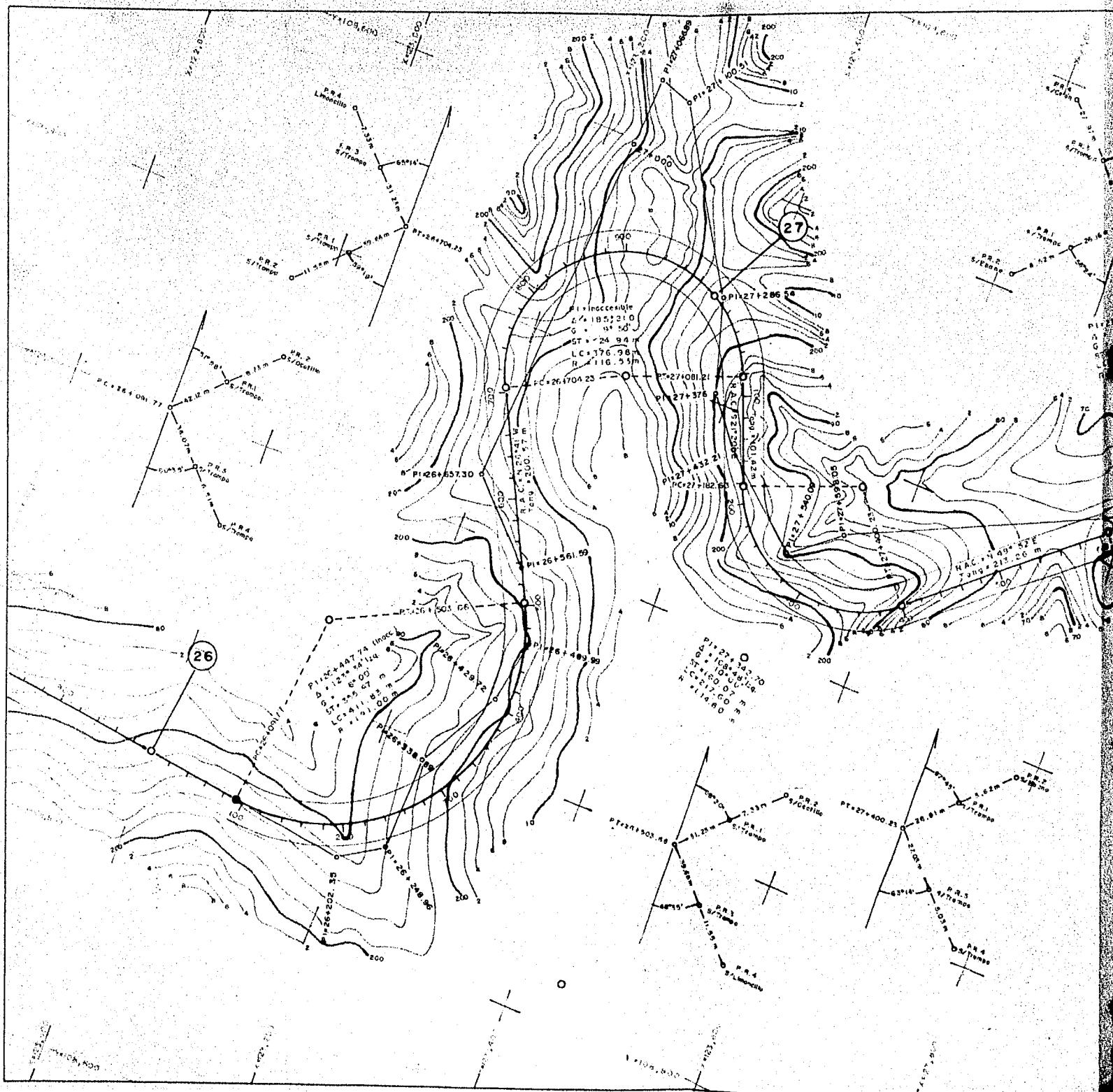
aproximada las distancias para el alojamiento del estudio si -
guiente de campo; a la vez se indica la pendiente máxima con la
cual se hizo el estudio gráfico del camino.

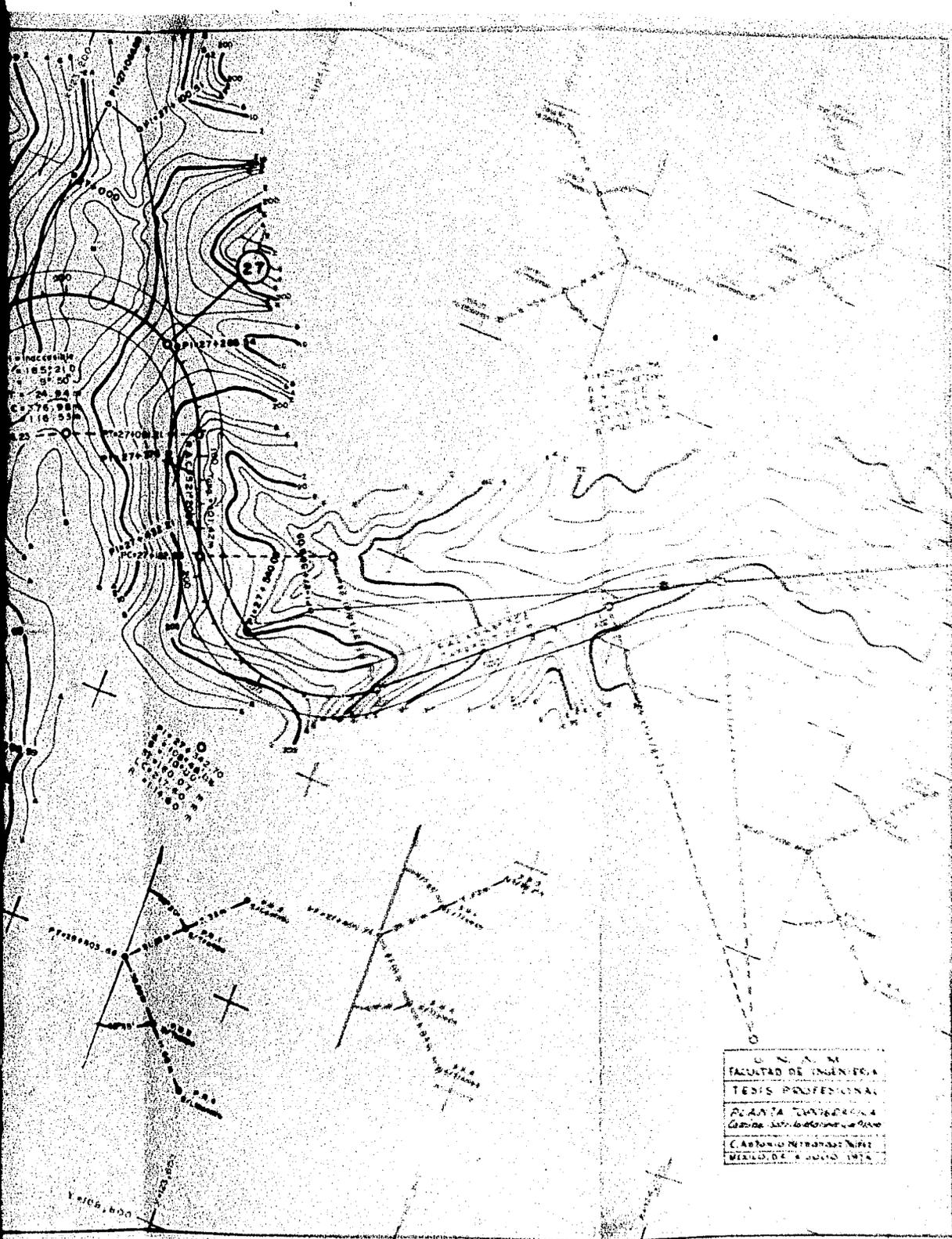
Para el trazo de las curvas horizontales sobre la-
topografía del terreno, se usaron plantillas hechas de mica de
grado en grado para adaptar la que nos es útil en la unión de-
las dos tangentes, el otro procedimiento es trazar la curva que
mejor se adapte y después calcular su grado de acuerdo con el
radio con que se dibujó.

d).-Cálculo y dibujo de coordenadas de la definitiva.

Para el cálculo de las coordenadas definitivas, se
procede en igual forma que para la preliminar, exceptuando que
para la definitiva se anexan tres columnas más, con datos de --
sub-tangentes de atrás, tangentes y sub-tangentes de adelante.-
La suma de las tres, nos da la distancia real de punto de in --
flexión a punto de inflexión siguiente. La subtangente de atrás
es la distancia que hay del PC al PI y la subtangente de ade -
lante es la distancia horizontalmente del PI al PT.

Para el dibujo de las coordenadas del trazo defini-
tivo, se debe de tomar en cuenta el proyecto que se hizo en el
concepto anterior y debe de ser aproximado o casi igual al mis-
mo, procurandose hacer un cierre de poligonales del trazo preli-
minar con el trazo definitivo a cada uno o dos kilómetros, para
evitar errores, ya sean angulares o en distancias de dicho tra-
zo definitivo.





INGENIERIA
 C. 165210
 9° 50'
 24.84
 C. 76.98
 16.53

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 PLANTA TUBERIAS
 CARRILLO MATEOS
 MARZO DE 1960

El dibujo se hace con tinta roja, poniendo datos de kilómetros a cada 100 metros; también se ponen todos los datos de las curvas dentro del círculo de las mismas; así mismo, se dibuja en color negro todo el derecho de vía. Para visualidad e información, se ponen todas las distancias de PT a PC con sus respectivos rumbos magnéticos o astronómicos calculados.

e).-Dibujo de referencias de trazo definitivo.

El dibujo de referencias del trazo definitivo es con el objeto de no tener dificultad en reponer, cuando se desee en el proceso de construcción, los puntos de control o puntos necesarios para el trazo antes mencionado. Se ponen donde les corresponde en la gráfica, aunque sus medidas no se ponen a escala sino que se acotan para mayor claridad del croquis.

Se especifica en el dibujo el punto que se está referenciando y como dato si es PC, PT o PI se pone en color rojo ya que pertenece al trazo definitivo.

4-2-2.- Perfil del proyecto.

Para proyectar y dibujar el perfil del camino, podemos dividir este estudio en varios puntos que son:

a).-Dibujo y proyecto del perfil teórico.

Para este estudio que se hace junto con el proyecto del trazo definitivo de la planta, deben emplearse varios --

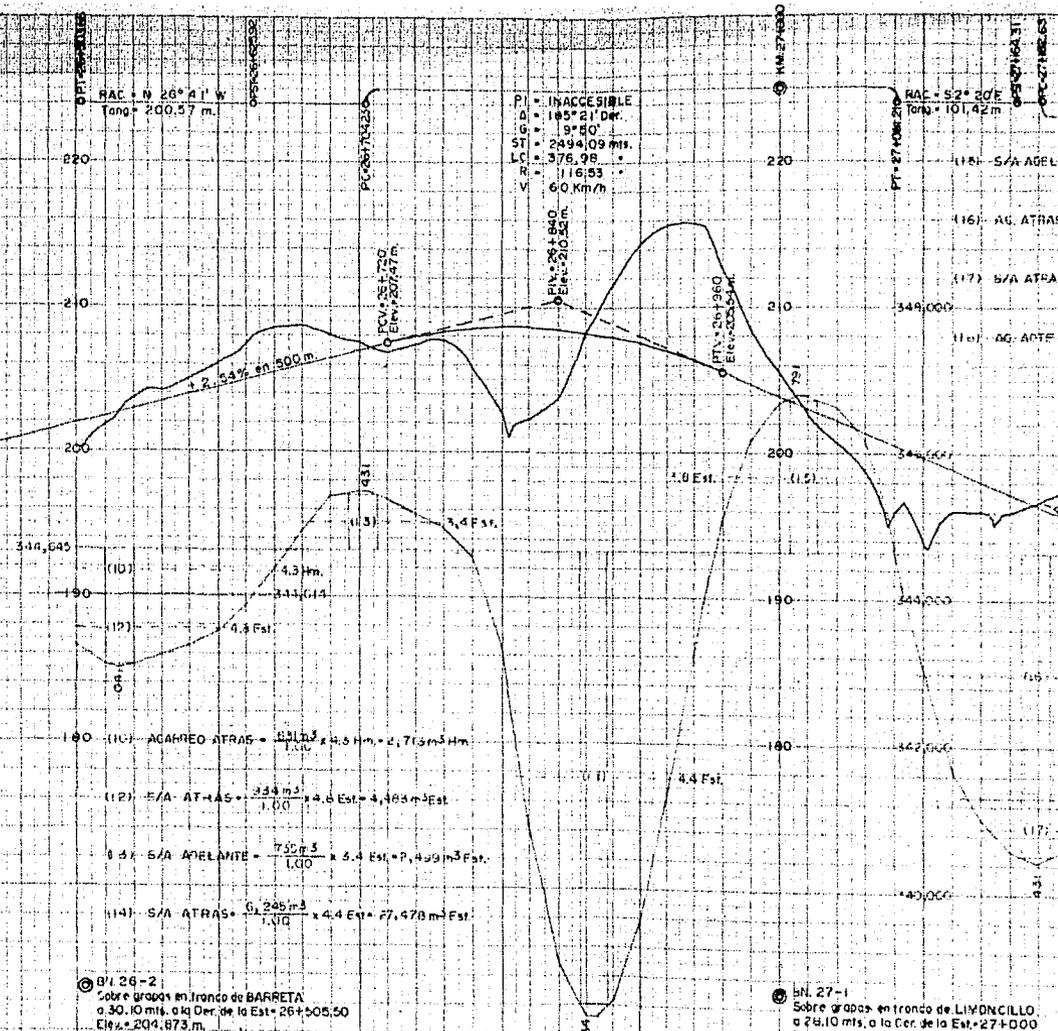
colores(pueden ser los mismos que se usaron en las tentativas del trazo definitivo).Se realiza el estudio con el objeto de determinar pendientes y movimientos de tierras,con una compensadora que sea aceptable economicamente en el estudio del camino.

Cuando se lleven varios estudios efectuados y se haya encontrado uno aceptable,se rellena con el ultimo color usado para mayor facilidad de localización.En el dibujo del perfil presento los estudios que se hicieron en ese tramo hasta llegar al más aceptable por económico.

El perfil se hace en papel milimétrico calca,de 70 cm de ancho y cuadrícula anaranjada.

b).-Dibujo del perfil definitivo.

El dibujo del perfil definitivo es la representación gráfica del nivel definitivo que se llevó a cabo en el campo,el cual nos proyecta la forma real como se encuentra el terreno natural en el trazo definitivo en forma horizontal,tomando en cuenta todos los detalles sobre este terreno,porque nos servirá de base para proyectar la sub-rasante definitiva del camino que tenemos en estudio.El perfil es dibujado en color negro a una escala horizontal de 1:2,000 y vertical de 1:200,procurandose a cada 500 metros poner las cotas de nivel de 10 metros arriba y abajo,tomando como base por la que pasadicho perfil.(o sea,20 metros de desnivel y en forma central el perfil antes mencionado).



26+24-2
 Sobre gradas en tramo de BARRETA
 a 30.10 mis. a la Der. de la Est. 26+505.50
 Elev. = 209.873 m.

27-1
 Sobre gradas en tramo de LINDONCILLO
 a 24.10 mis. a la Der. de la Est. 27+000
 Elev. = 205.724 m.

| T E R R A C E R I A S | DESMONTE | | CLASIFICACION | | 00-30-70 | | 00-00-100 | |
|---|----------------------|------|-------------------|---------|-------------------|--|-----------------|--|
| | ORDENADA DE LA CURVA | | CALICHE CEMENTADO | | CALICHE CEMENTADO | | MISCA CEMENTADA | |
| | M A S A | | | | | | | |
| | 200.37201152 | 1.52 | 330.843232 | | | | | |
| | 01.78 02.35 | 0.61 | 233.059 | | | | | |
| | 03.64 05.90 | 0.74 | 39.23 | 0.75 | | | | |
| | 04.18 05.10 | 0.77 | 102 | 1.77 | | | | |
| | 05.01 05.92 | 1.09 | 128 | 3.05 | | | | |
| | 05.16 05.93 | 1.73 | 221 | 5.28 | | | | |
| | 07.88 08.92 | 2.56 | 357 | 343.883 | | | | |
| | 08.50 07.43 | 3.05 | 493 | 343.376 | | | | |
| | 06.66 05.35 | 2.71 | 514 | 344.880 | | | | |
| | 06.13 06.46 | 1.67 | 579 | 345.269 | | | | |
| | 07.89 06.97 | 0.52 | 173 | 345.498 | | | | |
| | 06.03 07.47 | 0.64 | 311 | 345.328 | | | | |
| | 07.37 07.92 | 0.55 | 4 | 345.132 | | | | |
| | 07.66 08.27 | 0.61 | 116 | 344.967 | | | | |
| | 05.78 08.50 | 2.72 | 605 | 344.582 | | | | |
| | 00.79 08.62 | 5.68 | 328 | 343.277 | | | | |
| | 06.26 08.52 | 1.36 | 240 | 340.875 | | | | |
| | 03.83 08.51 | 1.69 | 187 | 338.988 | | | | |
| | 06.16 08.30 | 2.14 | 12 | 766 | 284 | | | |
| | 11.57 07.93 | 3.60 | 243 | 19 | 338.463 | | | |
| | 219.40 20.72 | 4.86 | 903 | 338.946 | | | | |
| | 15.00 06.58 | 0.62 | 668 | 341.214 | | | | |
| | 15.74 06.72 | 1.92 | 1995 | 342.209 | | | | |
| | 12.40 06.54 | 1.86 | 1660 | 345.099 | | | | |
| | 08.25 04.71 | 3.64 | 1082 | 346.181 | | | | |
| | 00.22 20.38 | 1.43 | 499 | 345.680 | | | | |
| | 02.25 03.25 | 0.49 | 124 | 20 | 784 | | | |
| | 00.07 02.23 | 1.51 | 7 | 630 | | | | |
| | 19.82 01.40 | 2.54 | 457 | 346.173 | | | | |
| | 50.90 20.057 | 4.62 | 502 | 346.011 | | | | |
| | 83.80 19.75 | 5.94 | 537 | 345.074 | | | | |
| | 54.03 18.51 | 2.69 | 1433 | 341.641 | | | | |
| | 96.05 18.09 | 2.03 | 619 | 341.023 | | | | |
| | 96.01 17.25 | 1.24 | 444 | 340.579 | | | | |
| | 96.06 16.40 | 0.24 | 11 | 1157 | 432 | | | |
| | 87.45 15.30 | 1.85 | 204 | 637 | | | | |

c).- Cálculo y dibujo de la sub-rasante.

La subrasante es el perfil de las terracerías; es una serie de líneas rectas que son las pendientes, unidas por arcos de curvas parabólicas verticales; las líneas rectas son tangentes a las curvas verticales.

En nuestro camino en proyecto se hicieron varios estudios para lograr una subrasante compensada, en el que no existieran préstamos ni desperdicios.

Para el dibujo de la subrasante se emplea la misma escala que en el perfil definitivo y se dibuja encima del mismo; va de color rojo y se ponen los siguientes datos: Punto sobre curva vertical (PSCV), punto vertical de inflexión (PIV), punto sobre tangente vertical (PTV), con su cadenamiento y elevación; así mismo, la pendiente de PTV a PCV con su distancia. Tomando en cuenta el sentido del cadenamiento, se marca con signo positivo si la pendiente es ascendente y negativo si la pendiente es descendente.

Cuando la diferencia algebraica entre dos pendientes sea mayor que 0.5% se proyecta curva vertical; cuando es menor, el cambio es tan pequeño que resulta imperceptible y se pierde en la construcción.

d).- Cálculo y dibujo de la curva masa.

Este concepto se considera como la base del control económico del camino. De aquí proviene la economía de un buen estudio sobre una realidad del esfuerzo del trabajo -----

de campo y gabinete y en realidad debería de llamarse este concepto, "Estudio económico de un camino". Para mostrar la forma de cálculo de la curva masa para este camino, anexo una gráfica de curva masa y una hoja de cálculo.

En la primera columna de la hoja de cálculo, se marca el kilometraje de las estaciones en estudio, así mismo los puntos de la curva del trazo definitivo como son: principio de tangente de transición y final de tangente de transición, que son los puntos que indican donde se inician o terminan las sobre-elevaciones y ampliaciones de las curvas en el trazo definitivo; también se anotan los puntos de principio y terminación de curva horizontal y los puntos donde se cambia de corte a terraplén o viceversa.

En la siguiente columna, se tiene la elevación del terreno natural, que es el que se determinó con los estudios de la nivelación definitiva. La tercera y cuarta columna, corresponden a las tangentes verticales; la tercera, es para marcar la pendiente de las tangentes verticales, la cual se definió en el estudio de la subrasante, también se anotan los puntos PCV, PIV, y PVT de las curvas. En la cuarta columna se ponen las cotas de las tangentes que sirven de apoyo para calcular las curvas verticales.

La quinta columna dice "curva vertical y corrección", comprende los datos necesarios para el cálculo de las curvas verticales. Como las curvas verticales son parábolas, se calculan con la siguiente fórmula:

$$Y = Kd^2 \quad \text{donde } K = \frac{D}{10L}$$

Y, es la ordenada de la curva vertical considerada con relación a la tangente de la curva, en la estación correspondiente.

D, es la diferencia algebraica de las pendientes.

L, es la longitud de la curva, dada en estaciones cerradas de 20 metros.

d, es el número de orden que le corresponde a la estación para la cual se calcula la ordenada.

En la columna aparece el valor de K que es constante para toda la curva, además de una tabla con los siguientes datos.

| | | | |
|---|----------------|---|---|
| d | d ² | K | Y |
|---|----------------|---|---|

La columna seis nos presenta la elevación de la sub-rasante, que ya hemos dicho como se calculó.

Las columnas 7 y 8 corresponden a espesores que se determinan con la diferencia que hay entre la cota de la sub-rasante y el terreno natural; la columna 7 corresponde a cortes y es cuando la cota del terreno natural es mayor que la cota de la sub-rasante en esa estación; la columna 8, corresponde a terraplén que es cuando la cota de la sub-rasante es mayor que

la cota del terreno natural.

Las columnas del 9 al 15, corresponden a áreas; la 9 aloja las áreas de corte que nos sirven como compensación o -- desperdicio en caso de que este material no sea aceptado por -- el Laboratorio para terraplén compensado. Estas áreas deben a -- proximarse a una decimal. La columna 10, "escarificación AE," -- aquí alojamos el área escarificada abajo de la subrasante de -- los cortes para proceder a compactar a 95% y formar la cama--- corte. En la columna 11, se tiene AE_1 , que es el área escarifica-- da en los desplantes de los terraplenes para después compactar al 90%. La columna 12, AD, significa el área de despálme de una-- caja de 30 cms de profundidad, teniendo como límites transversa-- les, los cerros del proyecto que se verán en las secciones de -- construcción. La columna 13 corresponde a áreas compactadas al-- 35%, compactación que no se tiene en este camino. La columna 14-- AT, contiene el área de terraplén compactado a 90%, cantidad -- que se obtiene de las secciones de construcción, tomando en --- cuenta también el área de despálme, ya que al formar el terra-- plén, hay que llenar la caja abierta del despálme con material-- compactado al 90%. La columna 15, AT_1 , nos muestra el área que se va a compactar al 95%, es una franja de 30 cms que servirá para recibir la sub-base y base del camino; en la parte superior de-- esta franja se tiene el nivel de subrasante.

Las columnas 15 a la 21, corresponden a la suma de-- las áreas de cada concepto que ya se explicó.

En la columna 22, se aloja la semidistancia de pun--

to a punto marcados en la primera columna; la suma de esta columna es igual a la mitad de la diferencia de las estaciones extremas.

Con el producto de la suma de áreas por la semidistancia se obtiene los volúmenes que se proyectaron y que abarcan las columnas de la 23 a la 29.

La columna 30, corresponde al coeficiente de abundamiento o reducción, dato que es proporcionado por las pruebas de laboratorio que se hacen en el campo, en tramos donde se necesita. En este camino, por lo regular hubo un coeficiente de reducción en los tramos de corte, ya que con ellos se tenían que formar terraplenes compactados.

La siguiente columna, "corte abundado o reducido", es el producto de multiplicar el volumen de corte por el coeficiente antes mencionado.

La columna, "total de terraplén", aloja la suma del terraplén compactado a 90 y a 95%.

La siguiente columna, "suma algebraica", se subdivide en dos partes que son: corte y terraplén. Si se tiene en una estación corte y terraplén, se suman algebraicamente los volúmenes, y la diferencia se coloca en la columna que le corresponde sea corte o terraplén.

La última columna, "ordenada de la curva masa", se obtiene de la suma de las dos columnas anteriores, tomando en cuenta que el volumen de corte es positivo y el de terraplén es negativo. Como comprobación, la diferencia de las ordenadas

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS EN COOPERACION
DEPARTAMENTO TÉCNICO

HOJA NUM. 7-9

CALCULO DE SUBRASANTE Y CURVA MASA

| A RE A S | | | | | | | | | | V O L U M E N E S | | | | | | | | | | SUMA ALGEBRAICA | | ORDENADA CURVA MASA |
|--------------|------------------|-----|------|------|-----------|--------------|------------------|-----|------|-------------------|------|------|------|------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------------|------|---------------------|
| TERRAPLEN | | | | | TERRAPLEN | | | | | TERRAPLEN | | | | | CORTE ARRIBA- MIENTO O REDUC- CION | CORTE ARRI- BADO O RE- DUCIDO | TOTAL DE TERRE PLEN | CORTE (+) | CORTE (-) | | | |
| SECA- MIENTO | NO COM- PACTABLE | A | 11.5 | 11.5 | CORTE | SECA- MIENTO | NO COM- PACTABLE | A | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | | | | | | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| 1.6 | 2.2 | | 8.6 | 7.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | 2.1 | | 7.3 | 8.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | 1.9 | | 6.2 | 7.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 | 2.8 | | 7.6 | 8.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | 2.3 | | 7.3 | 7.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.3 | 0.9 | 2.4 | 0.2 | 1.8 | 0.3 | 2.1 | 4.9 | 2.3 | 4.1 | 5.0 | 10.0 | | | | | | | | | | | |
| 0.5 | | 2.4 | | 1.6 | 0.3 | 0.8 | 0.9 | 4.8 | 0.8 | 3.4 | 4.9 | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | | 2.6 | | | 3.1 | 2.6 | | 3.0 | | 1.6 | 10.0 | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | | 2.0 | | | 21.6 | 4.2 | | 3.6 | | | 10.0 | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | | 3.6 | | | 32.8 | 4.2 | | 6.8 | | | 10.0 | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | | 3.9 | | | 65.0 | 4.4 | | 7.2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | | 3.9 | | | 89.6 | 4.2 | | 7.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | | 3.7 | | | 89.4 | 4.2 | | 7.6 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | | 3.7 | | | 67.0 | 4.2 | | 7.4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | | 3.0 | | | 42.7 | 4.2 | | 6.7 | | | 10.0 | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | | 2.8 | | | 24.9 | 4.2 | | 5.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | | 1.5 | | | 10.9 | 4.2 | | 5.3 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | 2.4 | | 1.6 | 2.3 | 1.5 | 2.1 | 1.2 | 4.9 | 1.6 | 2.3 | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 | 2.8 | | 6.0 | 2.3 | | | 2.6 | 5.8 | 7.6 | 4.8 | | | | | | | | | | | | |
| 1.7 | 3.3 | | 12.0 | 2.9 | | | 3.1 | 6.1 | 18.2 | 5.0 | 10.0 | | | | | | | | | | | |
| 1.6 | 3.3 | | 13.8 | 2.3 | | | 3.5 | 6.0 | 26.0 | 5.0 | | | | | | | | | | | | |
| 1.7 | 3.4 | | 10.4 | 2.5 | | | 3.5 | 6.9 | 24.2 | 5.0 | | | | | | | | | | | | |
| 1.7 | 3.4 | | 11.0 | 2.5 | | | 3.4 | 6.0 | 21.4 | 5.0 | | | | | | | | | | | | |
| 1.7 | 3.4 | | 11.0 | 2.3 | | | 3.4 | 6.0 | 22.0 | 5.0 | | | | | | | | | | | | |
| 1.7 | 3.4 | | 10.5 | 2.3 | | | 3.4 | 6.0 | 21.5 | 5.0 | 10.0 | | | | | | | | | | | |
| 1.8 | 3.6 | | 12.3 | 2.3 | | | 3.5 | 7.0 | 23.8 | 5.0 | 10.0 | | | | | | | | | | | |
| 1.6 | 3.2 | | 12.4 | 2.3 | | | 3.4 | 6.0 | 24.9 | 4.8 | 3.19 | | | | | | | | | | | |
| 1.7 | 3.5 | | 13.2 | 2.4 | | | 3.3 | 6.7 | 27.6 | 4.7 | 6.83 | | | | | | | | | | | |
| 1.8 | 3.5 | | 13.5 | 2.4 | | | 3.5 | 7.0 | 30.7 | 4.8 | 8.19 | | | | | | | | | | | |
| 1.8 | 3.5 | | 15.9 | 2.4 | | | 3.6 | 7.0 | 31.4 | 4.8 | 1.83 | | | | | | | | | | | |
| 1.8 | 3.7 | | 15.0 | 2.4 | | | 3.6 | 7.2 | 33.9 | 4.8 | 10.0 | | | | | | | | | | | |
| 1.8 | 3.5 | | 15.7 | 2.4 | | | 3.6 | 7.2 | 33.7 | 4.8 | 10.0 | | | | | | | | | | | |

21.8 33.3 102.1 210.9 32.3 499.8 43.6 63.2 197.3 397.5 99.7 880.0 499.6 430 551 1768 1393 865 4148 4258 4717 4227 460

de los extremos, debe de ser igual a la diferencia que existe entre los volúmenes de corte y terraplén.

El dibujo de la curva masa se hace en el mismo plano del perfil, coincidiendo con el cadenamiento del mismo. Las escalas que se utilizan son, 1:2,000 para la horizontal y para la vertical 1:20,000; aunque si los volúmenes son pequeños, puede emplearse una escala menor, a criterio del calculista.

Propiedades de la curva masa.-

—En los límites de un corte la curva masa crece de izquierda a derecha y decrece cuando es terraplén.

—En las estaciones donde hay un cambio de corte a terraplén, habrá un máximo y donde hay un cambio de terraplén a corte habrá un mínimo.

—Cualquier línea horizontal que corta a la curva masa, marcará dos puntos entre los cuales habrá compensación, es decir, entre ellos, el corte igualará el terraplén.

—La diferencia de ordenadas entre dos puntos representará el volumen de la diferencia de terracerías dentro de la distancia comprendida entre esos puntos.

—Cuando la curva queda encima de la línea horizontal que se estudia, los acarreos de los materiales se harán hacia adelante y cuando la curva queda abajo de esa horizontal, los acarreos se harán hacia atrás.

—El área comprendida entre la curva masa y una horizontal cualquiera, representa el volumen por la longitud media del acarreo.

e).-Cálculo y dibujo del movimiento de terracerías.

Una vez dibujada la curva masa, se procede a localizar las compensadoras que sean aceptables (se hacen varios cálculos generalmente), para determinar un movimiento compensado o sea, que el material que se va a cortar se tiene que terraplear; se evitaron los desperdicios y préstamos de bancos hubo -- donde había terraplén únicamente.

Localizada la compensadora, se calculó el acarreo libre de la siguiente manera:

En cada cresta o columpio de la curva masa, se trazó una horizontal que tuviera una longitud real de 20 metros, que es la -- distancia del acarreo libre. La diferencia de ordenada que hay de la horizontal a la ordenada máxima o mínima es el volumen -- de acarreo libre.

Para determinar la distancia media de acarreo, se divide a la mitad la ordenada comprendida entre la línea de -- compensación y la línea de acarreo libre. Por ese punto medio -- se traza una horizontal que corte la curva masa; se mide su longitud y se le resta la longitud del acarreo libre, para que nos de la distancia del sobre-acarreo.

Según las especificaciones, hasta 100 metros se considera sobre-acarreo hasta 5 estaciones; hasta 500 metros, se -- considera acarreo hasta 5 hectómetros; después de los 500 me -- tros, se considera acarreo a más de 5 hectómetros.

El volumen se determina con la altura de la vertical que va de la compensadora hasta el acarreo libre.

La aproximación de estos acarreos es al décimo y multiplicado por el volumen, nos resultan los m³-distancia que hay que pagar en dicho movimiento. La operación de estos movimientos se entintan abajo de la curva masa con su denominación específica, por ejemplo:

$$S/\text{acarreo atrás} = \frac{\text{volumen}}{\text{coef. abun. o red.}} \times \text{estación} = M^3 \text{ Est.}$$

$$S/\text{acarreo atrás} = \frac{845 \text{ m}}{0.95} \times 1.4 \text{ estación} = 1,245 \text{ m}^3 \text{ est.}$$

f).-Dibujo de bancos de nivel.

Consiste en pasar sobre el perfil, los bancos que se tienen anotados en la libreta de campo del nivel definitivo, con el objeto de que quede completo el plano. Se entintaron de color rojo, ya que nos representa un estudio definitivo.

g).-Dibujo de alineamiento.

Es el producto del trazo definitivo y se dibuja en la parte superior del plano en color rojo, anotando todos los datos como son: PSC, los kilómetros cerrados, las distancias de PT a PC con su rumbo astronómico calculado. El objeto del mismo es para tener una orientación directa en el perfil del trazo definitivo.

h).-Dibujo de obras de drenaje.

Se dibuja en forma esquemática, la losa, boveda o tubo, poniendo su kilometraje que coincidirá con el del perfil, -- y las dimensiones de la misma.

4-2-3.-Secciones de construcción.

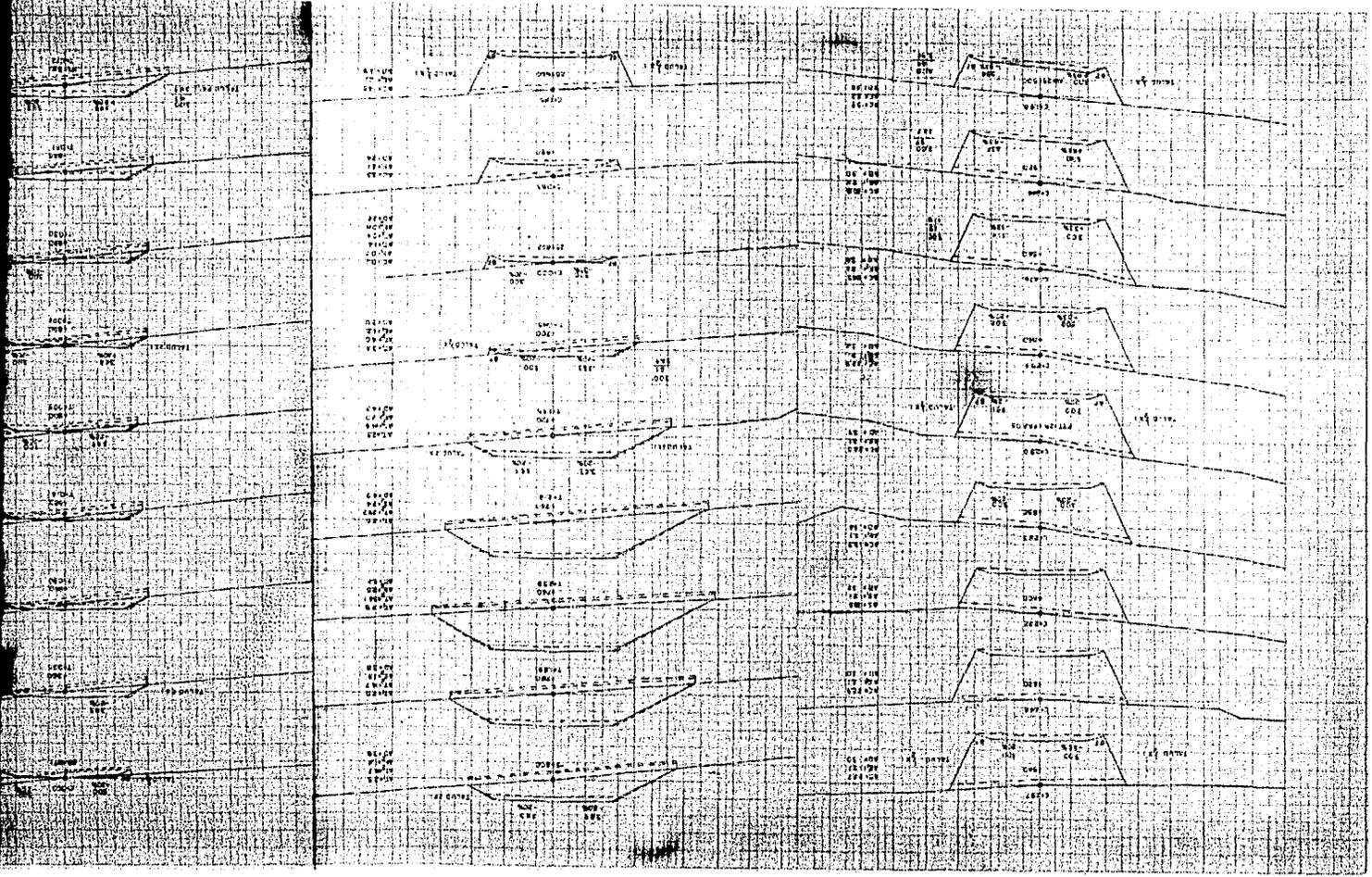
Para hacer el estudio de este punto ,lo dividimos- en tres partes que son:dibujo, proyecto de cama-camino y áreas.

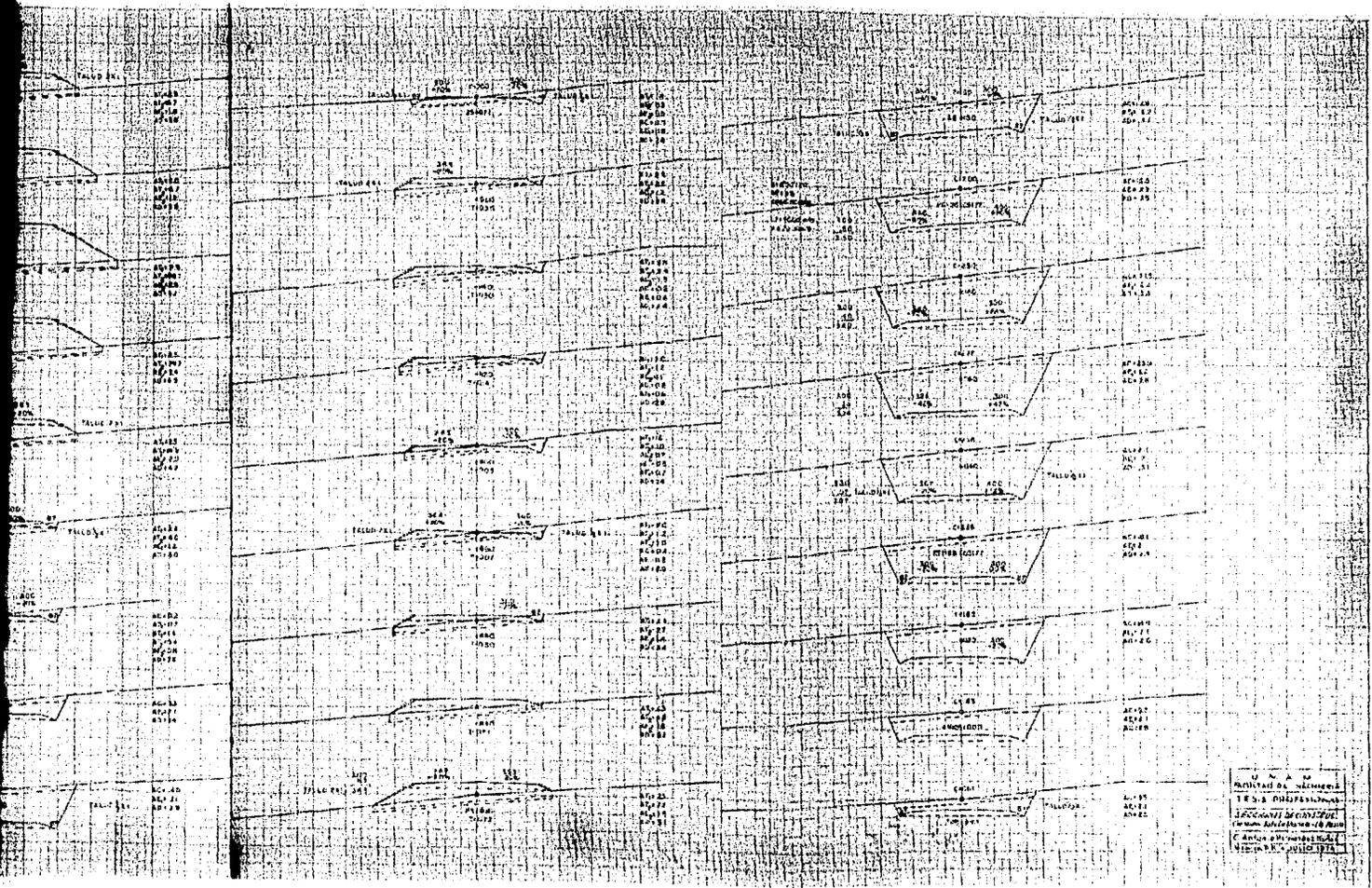
a).-Dibujo.

Es la representación gráfica de las secciones levantadas en el campo; se dibujan de abajo hacia arriba y una -- sección a cada 5 centímetros de separación, en color negro y -- marcando en su parte central la estación que le corresponde. se dibujan en papel milimétrico calca y la escala empleada es de 1:100 tanto vertical como horizontal.

b).-Proyecto de cama-camino.

Es el dibujo de la forma en que se proyecta el camino en forma transversal, poniendo debajo de su estación, el si es corte o terraplén. Si queda la sección en curva, se pone el - grado de la misma, su sobre-elevación correspondiente, la ampliación, su tangente de transición y la velocidad de proyecto, con el objeto de que al vaciar los datos de construcción se tenga todos los datos necesarios para construir.





U S A M
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 Y ESTADÍSTICAS
 JACOBO ARBENZ GUZMÁN
 (Cuerpo Académico de la Universidad de Guatemala)
 C. A. de Estudios y Proyectos
 S. A. de Estudios y Proyectos

En nuestro estudio se presentaron los tres casos - de secciones que son: en terraplén, en corte y en balcón, esta última es cuando existe corte y terraplén.

Los taludes que se emplearon, varían de acuerdo a - los espesores de cada sección. Para terraplenes hasta de 50 cms de altura, se proyectaron con taludes del 3x1; de 50 cms a 1.50 metros, al 2x1 y de 1.50 metros en adelante al 1.5x1. Con una cuña de sobre-ancho de 20 cms. con el objeto de poder compactar - correctamente los hombros de la corona de la sub-rasante. Terminada la construcción, se afina el talud, desapareciendo la cuña y depositando el material en la parte inferior del terraplén. - Se dibujó a partir de los ceros, una caja de 30 cms de espesor de despilme, tanto en corte como en terraplén; en los terraplenes también, desde los ceros, una faja de 15 cms para compactar el terreno natural.

En las secciones de corte se proyectaron cunetas - de un metro de ancho, con un talud del 3x1, que nos da un desnivel negativo de 33 cms. El talud de los cortes de acuerdo a la clase de material, se proyectó de 0.5x1.

El bombeo que se le dió al camino en las tangentes fué del 2%, con un ancho de corona que varió de 7 a 6 metros para mayor economía del mismo. Siendo de 7.00 m del km 0+500 al - km 20+000 y de 6.00 metros del km 20+000 al 50+080.

Esta modificación fué ordenada por el departamento de estudios de proyectos de la S.O.P., teniendo en cuenta que - sería una carretera turística únicamente, pero se ha demostrado

que el tránsito va incrementandose día con día, según los afo--ros trimestrales que se hacen en el mismo, por lo que a crite--rio personal y tomando en cuenta el turismo, la construcción de las escolleras para el puerto de abrigo, el sistema de riego en la región y los pozos petroleros localizados, este camino debe--ría ser con una corona uniforme de 7.00 metros.

c).- Areas.-

Las áreas se calcularon con planímetro polar que - nos da directamente los metro cuadrados, sacando del proyecto - el área compactada al 90%, al 95%, el área de recorte, el área de despalme y área de compactación de terreno natural, procurando - sacar el resultado unas tres veces para tener seguridad en las mismas. En la parte derecha de cada sección, se fué poniendo la - cantidad que arrojaba el planímetro por si en un futuro hay al - guna aclaración.

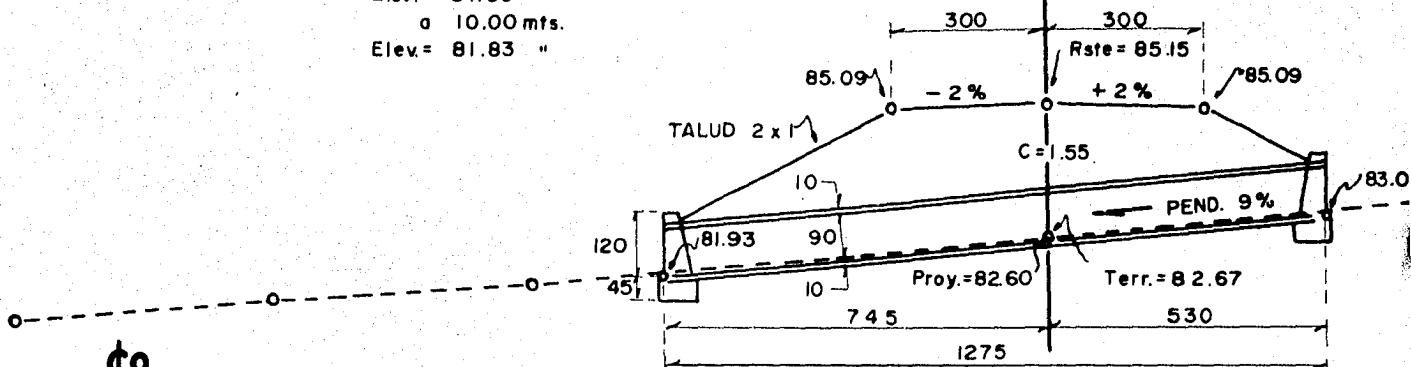
Se adjunta a este estudio unas tablas editadas por S.O.P., para las sobre-elevaciones y ampliaciones con relación - al grado de la curva.

4-2-4.-Obras de drenaje.

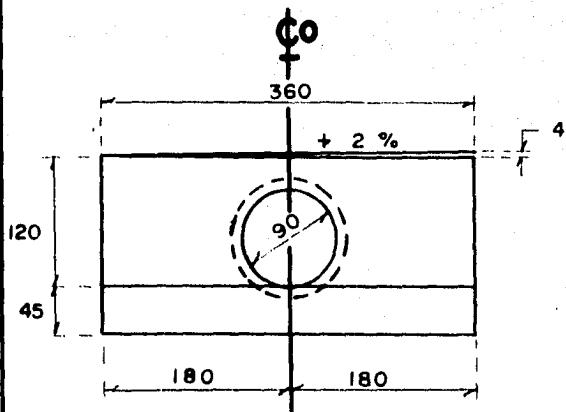
Para el buen funcionamiento de un camino, que sea - transitable en toda época del año, es necesario tener un buen - estudio del drenaje del mismo, ya que si falla en cualquier tra - mo, trae como consecuencia, caminos destrozados, gastos dobles de

N.I. a 20.00 mts.
 Elev.= 81.10 "
 a 15.00 mts.
 Elev.= 81.50 "
 a 10.00 mts.
 Elev.= 81.83 "

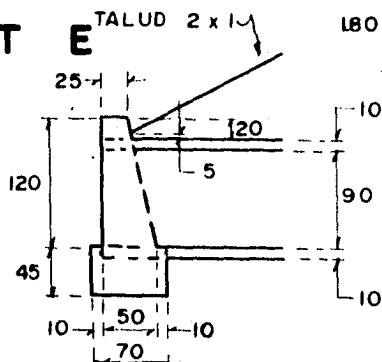
CC
 KM.25+740



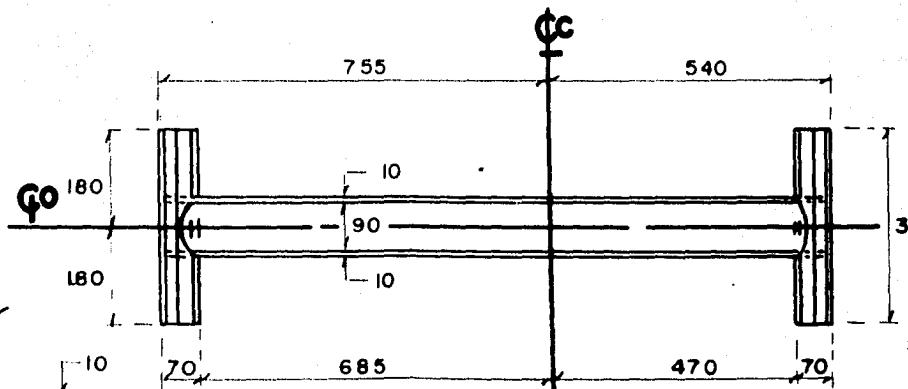
CORTE LONGITUDINAL
 ESCALA 1:100



FRENTE
 ESCALA 1:50

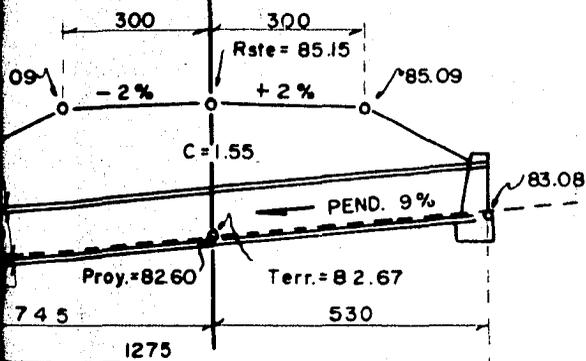


SECCION NORMAL
 ESCALA 1:50

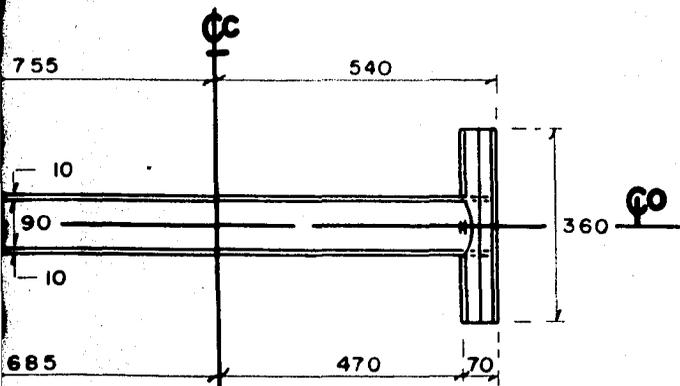


PLANTA
 ESCALA 1:100

CC
KM.25+740



ORTE LONGITUDINAL
 ESCALA 1:100



L A N T A
 ESCALA 1:100

N.D. a 10.00 mts.
 Elev.= 83.62 "
 a 16.00 mts.
 Elev.= 84.09 "
 a 20.00 mts.
 Elev.= 84.42 "

TUBO DE CONCRETO

Diám. = 0.90 mts.

Long. = 12.75 mts.

VOLUMENES :-

Excavación = 10 M³

Concreto $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2 = 4.8 \text{ M}^3$

Tubo de Concreto = 13.42 M.

Clasificación :- 100-00-00

Mat. A = 10 M³

"Obra de Alivio"

Normal en Tangente

| |
|----------------------------------|
| U. N. A. M. |
| FACULTAD DE INGENIERIA |
| TESIS PROFESIONAL |
| OBRAS DE DRENAJE |
| Camino:- Jofu la Marina-La Pesca |
| C. Antonio Hernández Núñez |
| MEXICO, D.F. A JULIO 1974 |

reconstrucción y sobre todo, la interrupción del tránsito del mismo.

El estudio de las obras se hizo, como ya se dijo, -- con ayuda de un plano aereofoto-hidráulico, proporcionado por el gobierno del Estado, en el cual vienen marcadas las Has. por drenar y las áreas hidráulicas de las corrientes. Conociendo estas áreas, se consultaron las tablas mencionadas en la introducción, en las que se indica la clase de obra que se requiere para satisfacer esta área hidráulica. Conocida la obra, se procedió a proyectarla con ayuda de un libro editado por S.O.P., llamado: "proyecto tipo de obras de drenaje para carretera".

Vaciando todos los datos de este libro para cada obra, se ahorra hasta un 70% de tiempo que se emplearía para el cálculo de la misma, y el resultado que se ha visto es que hay una variación de 1 a 3 cms en la longitud de las obras, proyectadas de un modo y del otro.

En este camino se emplearon losas planas, tubos de concreto y bóvedas de mampostería. Se emplearon losas planas, cuando el terraplén sobre la misma es menor de 50 cms; y bóvedas, cuando el terraplén es mayor de 50 cms; como obras de alivio se utilizaron tubos de concreto de 90 cms de diámetro; de estas últimas, se pusieron 3 obras mínimo en cada kilómetro, para evitar algún estancamiento por ser terreno plano y no se encuentra definido algún cauce.

La forma en que se proyectó es la siguiente:

Se dibujó el nivel de la obra que se trazó en el campo; sobre dicho terreno se proyectó la sección de una cama-camino, tomándose en cuenta la rasante y no la sub-rasante, se fijó el tipo de obra necesaria y se vaciaron los datos de los proyectos tipos; se obtuvo el corte longitudinal de la misma, poniéndose como datos en relación al terreno natural los siguientes conceptos: elevación de rasante, dimensiones de obra, tanto vertical como horizontal, ancho de corona, talud proyectado sobre aleros y los niveles con su distancia sobre el eje de la misma, ya sea aguas arriba o aguas abajo.

A continuación se dibujó la planta, proyectándose la sección longitudinal con sus respectivas acotaciones que serán útiles en la construcción de la misma. Se dibuja también los frentes necesarios para que en forma visual se tengan las dimensiones de los abanicos en los aleros, ancho y largo de la obra, detallándose las guarniciones o cabezotes a una escala menor.

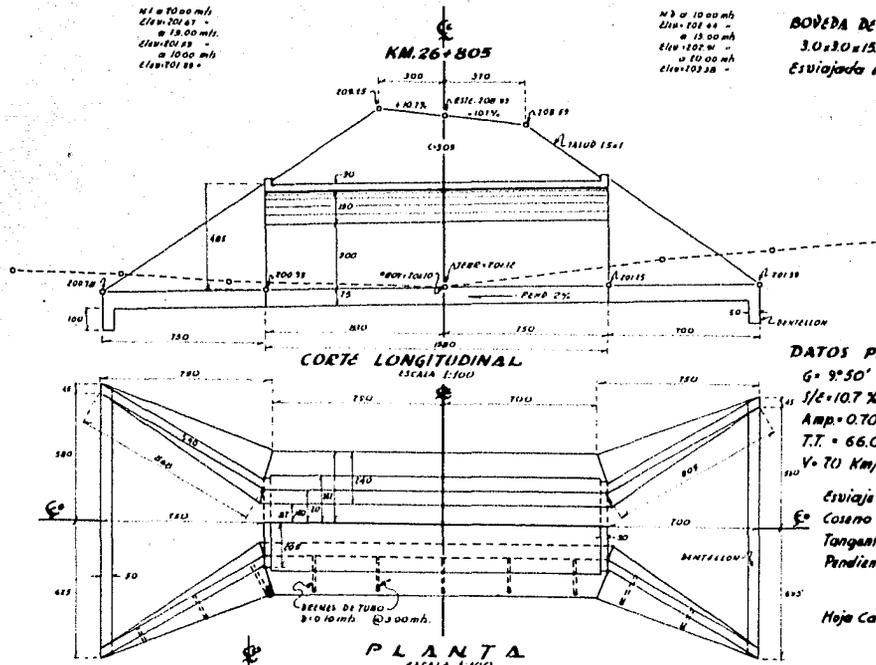
En caso de que sean losas, se les pone un croquis con la ubicación del acero de refuerzo, con una tabla adicional con los datos de diámetro de varilla, separación en el emparillado, longitud total y peso de la misma en kilogramos, indicando si son de temperatura o de refuerzo. Por último se cubica la excavación, mampostería, zampeado, concreto, acero de refuerzo, para saber la cantidad de obra. Se entinta de color negro todo el proyecto de las obras.

Se adjuntan tablas y hoja de proyecto tipo.

N1 a 1000 mts
 Elev. 10141 -
 a 1500 mts.
 elev. 10145 -
 a 1000 mts
 elev. 10145 -

N2 a 1000 mts
 Elev. 10144 -
 a 1500 mts
 elev. 10145 -
 a 1000 mts
 elev. 10138 -

BOVEDA DE MAMPOSTERIA
 3.0x3.0x15.00 mts.
 Esquivada en Curva



DATOS PARA EL PROYECTO

G = 9° 50' Der.
 S/E = 10.7 %
 Amp. = 0.70 mts.
 T.T. = 66.00 mts.
 V = 70 Km/h.

Esivaje Derecho de 0° 17'
 Coseno 0° 17' = 0.99999
 Tangente 0° 17' = 0.00495
 Pendiente de Rasanle = 0%

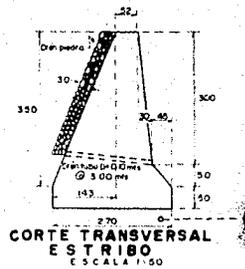
Hoja Calculo Boveda B-15 (Cuadro 1, renglon 2)

VOLUMENES:—

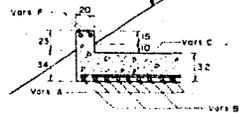
excavación: 440 m³
 mamposteria de 25 = 847 m³
 zapatas = 33 m³
 concreto clave fl. 100 kg/cm² 1 m³

clasificación: - 20-30-50

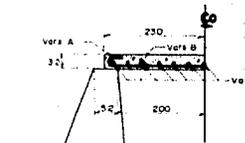
mat. A = 184 m³
 mat. B = 200 m³
 mat. C = 384 m³



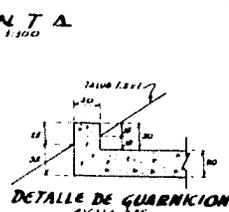
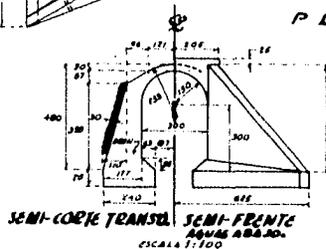
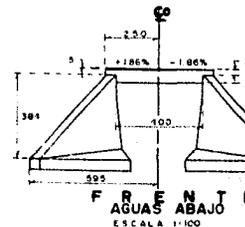
CORTE TRANSVERSAL
 ESCALA 1:50



CORTE LONGITUDINAL
 DETALLE GUARNICION
 Y LOSA
 ESCALA 1:25

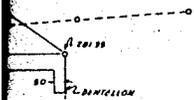


SEMI-CORTE TRANSVERSAL
 DETALLE LOSA
 ESCALA 1:50



com
es -
de m
de -
de m
de -

BOVEDA DE MAMPOSTERIA
3.0x3.0x15.60 mts.
Esviajada en Curva



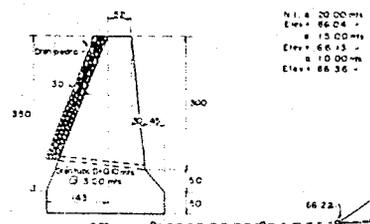
DATOS PARA EL PROYECTO
G = 9° 50' Sur.
S/E = 10.7 %
Amp. = 0.70 mts.
T.T. = 66.00 mts.
V = 70 Km/h.

Esviaje Derecho de 0°17'
Coseno 0°17' = 0.99999
Tangente 0°17' = 0.00495
Pendiente de Ravante = 0%

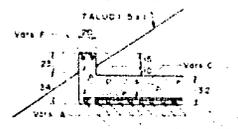
Hoja Calculo Boveda B-15 (Cuadro 1, renglón 2)

VOLUMENES:-

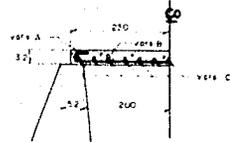
- excavación: 440 m³
- mamposteria de 32 = 247 m³
- zampeado = 22 m³
- concreto clase fci-100 kg/cm² 1 m³
- clasificación: - 20-30-50
- mat. A = 124 m³
- mat. B = 200 m³
- mat. C = 224 m³



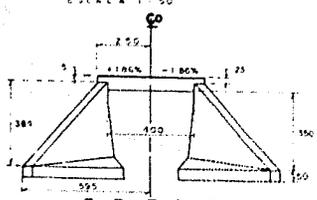
CORTE TRANSVERSAL ESTRIBO
ESCALA 1:50



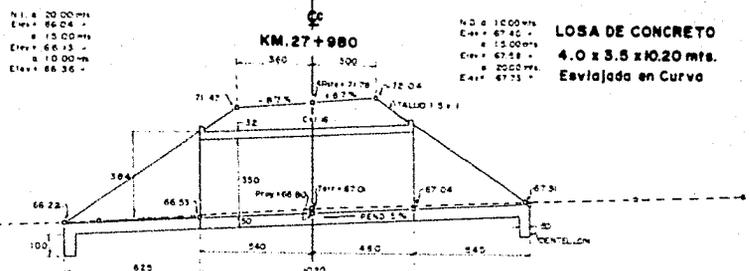
CORTE LONGITUDINAL DETALLE GUARNICION Y LOSA
ESCALA 1:20



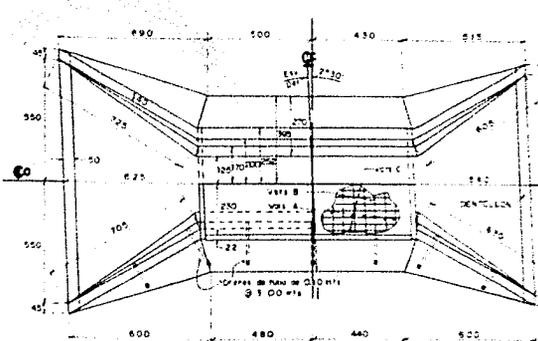
SEMI-CORTE TRANSVERSAL DETALLE LOSA
ESCALA 1:50



FRENTE AGUAS ABAJO
ESCALA 1:100



CORTE LONGITUDINAL
ESCALA 1:100



PLANTA
ESCALA 1:100

| ITEM | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL |
|------|---|----------|----------------|----------------|-------------|
| A | Excavación | 440 | m ³ | 1.00 | 440.00 |
| B | Mamposteria de 32 | 247 | m ³ | 1.00 | 247.00 |
| C | Zampeado | 22 | m ³ | 1.00 | 22.00 |
| D | Concreto clase fci-100 kg/cm ² | 1 | m ³ | 1.00 | 1.00 |
| E | Mat. A | 124 | m ³ | 1.00 | 124.00 |
| F | Mat. B | 200 | m ³ | 1.00 | 200.00 |
| G | Mat. C | 224 | m ³ | 1.00 | 224.00 |

CLASIFICACION - 30-30-40
Mat. A = 59 m³
Mat. B = 59 m³
Mat. C = 78 m³

N.O. = 20.00 mts
E.O. = 66.04
Elev. = 15.00 mts
Elev. = 66.13
Elev. = 10.00 mts
Elev. = 66.36

LOSA DE CONCRETO
4.0 x 3.5 x 10.20 mts.
Esviajada en Curva

DATOS PARA EL PROYECTO

- G = 8° 00' Sur
- S/E = 6.7 %
- Amp. = 0.60 mts
- T.T. = 52.00 mts
- V = 60 Km/h
- Vel. max. Terreno = 1.8 kg/cm²
- Esviaje Derecho = 2° 30'
- Coseno 2° 30' = 0.99905
- Tang. 2° 30' = 0.04366
- Honda sobre Losa = 10' (Luzada), 50' (Renglón 2)
- Honda sobre Estribo = 25' (Luzada), 50' (Renglón 2)
- Pendiente de la Rampa = 6.6 %

VOLUMENES:-

- Excavación = 440 m³
- Mamposteria de 32 = 247 m³
- Zampeado = 22 m³
- Concreto fci-100 kg/cm² = 1 m³
- Acera de Referencia = 125.00 m³
- Orn. de Piedra = 2.9 m³
- Orn. de Tapa de 20x40 mts. = 2.4 m³

U N A M
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
OBRAS DE OBRAS
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
MÉDICO 24 DE JULIO 1974

4-2-5.-Datos de construcción.

Los datos de construcción son hojas que contienen conceptos básicos para la construcción del camino, ya que en ellas se vacían datos de la planta, del perfil, de la curva masa y de las secciones.

En las hojas se pone las estaciones, PT, PC, elevación del terreno natural y elevación de sub-rasante de esas estaciones, así como espesores y área de corte o terraplén. También se pone en esta hoja, la distancia del eje del camino a los cerros (los cerros es donde se cruza el terreno natural con el terraplén y en los cortes, donde se inicia el mismo sobre el terreno natural); a continuación, si hay corte van los datos de cuneta con su desnivel y distancia; datos de los hombros izquierdo y derecho con su desnivel y distancia al centro de la sección. En los desniveles, tanto de cunetas como de hombros se debe de poner su signo aritmético (+) o (-), ya que en las tangentes el bombeo por su pendiente del 2% es negativo y en las curvas, según el grado, la sobre-elevación es positiva en el lado de afuera y negativa en el interior. También se pone el volumen de corte y terraplén. Finalmente, en la última columna se tiene el alineamiento vertical y horizontal; en la primera se pone la pendiente que existe del PTV al PCV, así mismo donde empieza y donde termina. En el alineamiento horizontal se informa de los PC y PT, el grado de la curva, su sobre-elevación, su amplitud y su tangente de transición. En la parte inferior van los bancos de nivel.

5.-CONSTRUCCION Y SELECCION DE EQUIPO.

Para la construcción del camino Soto La Marina-La-Pesca, podemos dividir nuestro programa de construcción, para -- efecto de estudio, de la siguiente manera:

- 5-1.-Terracerías.
- 5-2.-Pavimentación.
- 5-3.-Obras de drenaje.

5-1.-Terracerías.-

Para explicar este concepto lo subdividiré en va -- rias etapas de trabajo que son:

- 5-1-1.-Desmante en derecho de vía.
- 5-1-2.-Despalme.
- 5-1-3.-Compactación del terreno natural al 90%.
- 5-1-4.-Excavaciones en corte y sus acarreos.
- 5-1-5.-Compactación en la cama de los cortes a 95%.
- 5-1-6.-Extracción y acarreos de préstamo lateral.
- 5-1-7.-Extracción y acarreos de préstamo de bancos.
- 5-1-8.-Formación y compactación de terraplén a 90%.
- 5-1-9.-Formación y compactación de terraplén a 95%.
- 5-1-10.-Arropamiento de taludes.

5-1-1.-Desmonte en derecho de vía.

Este concepto consiste en quitar la vegetación(árboles,arbustos,tocones y raíces)del derecho de vía,para evitar la contaminación de la materia vegetal con el material inerte-utilizado en la construcción de la carretera.

En el tramo de Soto La Marina a La Pesca,el tipo de vegetación que se presentó principalmente,es el que queda clasificado como vegetación de monte de regiones áridas o semi-áridas,que está compuesta principalmente por árboles de poca altura y no muy gruesos en su diámetro como son:mezquites,ébanos,huizaches,limoncillos,barretas,etc.

Para el desmonte se usaron tractores Caterpillar D-7 con bull-dozer,por ser los más indicados para esta operación,ya que los árboles no son muy grandes y es suficiente el impulso directo del tractor para derribarlos,saliendo la mayor parte de las raíces junto con el árbol.

Para esta operación de desmonte,por lo regular se utilizaron dos tractores trabajando en equipo;partiendo del centro de la línea hacia afuera,empezaban a tumbar árboles en un tramo de 100 metros aproximadamente,para enseguida regresar a rastrear y recoger toda la vegetación suelta para depositarla fuera del derecho de vía.

En terrenos relativamente planos se fueron dejando salidas para el agua;es decir,fuera del derecho de vía no se apiló el material en forma continua sino que se dejaron ---



Vista aérea para localización de trazo



tipo de vegetación existente.

lugares limpios para que en caso de lluvia tenga por donde salir el agua y no se formen lagunas en el lugar desmontado, porque traería como consecuencia el retraso de la siguiente etapa de trabajo.

El derecho de vía de nuestra carretera en estudios de 20 metros a cada lado del centro de línea para formar una franja de 40 metros de ancho.

El rendimiento promedio de una máquina efectuando el desmonte en un turno de 10 horas fué de 1.7 Has.

El precio unitario para este concepto incluye todos los trabajos necesarios para la tala, roza, desenraice, limpia y quema de la vegetación.

5-1-2.-Despalme.

El despalme consiste en quitar la capa superficial del terreno natural que por sus características no sea adecuada para recibir la construcción de terraplenes. Generalmente -- los despalmes se ejecutan unicamente en material "A" que es dejado a un lado del sitio de despalme, ya que no se le puede dar ningún uso en la construcción del camino, porque normalmente es material contaminado de materia vegetal.

El despalme se hace tanto en el inicio de los cortes como en los desplantes de los terraplenes.

El desplante en los cortes fué ejecutado principalmente con tractor Caterpillar D-7 y se hizo hasta la profundi-

dad que se requería, es decir, hasta donde se tuviera material - aprovechable para la formación de terraplenes; para este despalme también se usaron escrepas jaladas por tractor de orugas equipo que da magníficos resultados cuando el lugar de tiro es cercano, cosa que sucedió con el material de despalme, ya que se tiraba a un lado del lugar despalmado; además, tiene la gran ventaja que no necesita ser empujada por otro tractor, por ser suficiente la potencia del tractor que jala.

El despalme en el desplante de terraplenes, se efectuó con Tractor D-7 y moto-conformadora 120-B, ambas máquinas - Caterpillar.

La profundidad de despalme en el desplante de terraplenes de proyecto es de 30 cms, por lo que se mete en primer lugar el tractor para que saque las raíces que quedan después del desmonte; atrás del tractor va la moto-conformadora -- limpiando y afinando, hasta llegar a la cota de desplante, formando una caja de límite transversal marcado por los cerros de los datos de construcción.

En el avance, se tuvo aproximadamente 700 metros lineales en turno de 10 horas.

El precio unitario para este concepto incluye, extracción, remoción y carga del material, acarreo libre, descarga-déposito y tiempo de los vehículos usados en la carga y descarga del material despalmado.

5-1-3.-Compactación del terreno natural al 90%.

Antes de empezar a formar el terraplen, se compactó el terreno natural al 90% en el área de despiante de los terraplenes y a una profundidad de 15 cms para tener una mayor estabilidad en el terreno y por consiguiente menores asentamientos y deformaciones.

En los terrenos donde había que compactar al 90%, - predominaba el terreno arcilloso por lo que se metió el rodillo pata de cabra, que es el que mejor resultado nos ha dado en esta clase de material.

El rodillo pata de cabra consiste en un tambor de acero equipado con patas salientes de aproximadamente 18 cms - de longitud y espaciados entre sí a 20 cms para todos lados; la presión que ejerce sobre el suelo cada vástago es de aproximadamente 14 kg/cm^2 .

La forma en que compacta este rodillo es por medio del amasamiento del material, ya que al penetrar la pata en el terreno ejerce presión para todos lados, obligando al aire y al agua a salir a la superficie; esta compactación se lleva de abajo hacia arriba, es decir, las capas inferiores se densifican -- primero que las superiores y a medida que el suelo se va compactando los vástagos ya no penetran tanto y el rodillo se levanta primero libremente y finalmente camina casi fuera del -- terreno.

El rodillo pata de cabra que se usó, fué arrastrado



Compactación del terreno natural.



Compactación de la primera capa del terraplén.

por tractor de orugas y por tractor agrícola en otras ocasiones.

El proceso que se sigue después que la motoconformadora despalmó es dar uno o varios riegos de agua para humedecer el material y enseguida meter el compactador en un tramo de aproximadamente 300 metros y dar tres o cuatro pasadas sobre el área de desplante del terraplén. Normalmente es suficiente lo anterior para tener la compactación al 90%.

El avance que se tuvo fué de aproximadamente un -- kilómetro por cada 20 horas de trabajo de la máquina.

5-1-4.-Excavaciones en corte y sus acarreos.

Estas excavaciones se hacen con el propósito de -- llegar a la cota del corte y para sacar material para la formación de terraplenes, hacia atrás o hacia adelante, de acuerdo a lo marcado en la curva masa.

Los materiales producto de corte se clasifican de acuerdo con la dificultad que presentan para su extracción en: Material "A", Material "B" y Material "C".

El material "A" es el blando o suelto que puede -- ser eficientemente excavado con escrepa; además, se considera material "A", a los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de 3". Ejemplo: suelos agrícolas, limos y arenas.

El material "B" es aquel que solo puede ser excavado eficientemente por tractor de orugas con cuchillas de incli

nación variable, además se considera material "B" a las piedras sueltas menores de medio metro cúbico y mayores de tres pulgadas.

Ejemplo: conglomerados medianamente cementados, rocas muy alteradas, areniscas blandas y tepetate.

El material "C", por su dificultad de extracción solo puede ser removido mediante explosivos; también se considera como material "C", piedras sueltas que cubiquen más de medio metro cúbico.

Ejemplo de material "C": rocas basálticas, las arenas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granito y andesitas sanas.

Al clasificar un material se mencionan los tres tipos de materiales para determinar claramente de cual se trata, en la siguiente forma:

(100-00-00), se trata de material "A".

(50-50-00), es 50% de material "A" y 50% de material "B"

(20-30-50), es 20% de "A", 30% de "B" y 50% de material "C".

En los cortes de esta carretera se tuvo material que se clasificó de la siguiente manera:

(50-50-00), (00-100-00), (00-50-50) y (00-30-70).

Para el primer material se utilizó escarpa Caterpillar 435 con capacidad de 15 m³ tirada por tractor de orugas D-7. Maquina muy apropiada para excavar, acarrear y conformar, con una caja montada en el centro donde transporta el material para descargarlo por la parte de abajo.

Trabaja en capas delgadas tanto al cortar como al vaciar, sin tener límite en el número de capas, de manera que su eficiencia no se afecta especialmente por la profundidad del corte o por la altura del terraplén. La escrepa tiene tres partes básicas de operación; la caja que es la parte que transporta la carga, está equipada con una cuchilla en la parte delantera del fondo, que puede levantarse o bajarse; la tapa delantera es la pared delantera de la caja y puede subirse o bajarse independientemente de ella; el eyector es la pared trasera de la caja, que se mueve hacia atrás para dejar espacio a la carga y hacia adelante para descargarla. El control se efectúa por medio de malacates montados en el tractor.

En algunos cortes las escrepas trabajaron solas, y en otros, para aumentar su rendimiento se les aflojaba el material con un tractor Caterpillar D-8 provisto de ripper.

Otra de las formas que se utilizó para atacar los cortes, especialmente donde había material (00-100-00) y ----- (00-50-50), fué exclusivamente con tractor D-7 para la excavación y para el acarreo del material hacia donde se estaba formando el terraplén, o sea que se usaba tanto para conformar el corte como el terraplén en una misma operación. Se usó el tractor como bull-dozer con su hoja de empuje frontal que puede levantarse con un central hidráulico para excavar o empujar y como angle-dozer, cuyas hojas se pueden inclinar para empujar lateralmente el material excavado cuando el tractor se mueve hacia adelante.

En material (00-3C-70), se utilizó el tractor D-8 - con ripper para aflojar el material exclusivamente y un D-7 lo acarrea para formar el terraplén.

El rendimiento que se tuvo, fué muy variable porque depende principalmente de la clase de material excavado, condiciones de las máquinas y habilidad de los operadores, por lo -- que se tuvo un promedio aproximado de 1,100 m³ en 10 horas efectivas de trabajo.

El acarreo en este concepto fué hasta 5 estaciones y acarreo hasta 5 hectómetros.

Al terminar la excavación en los cortes, se checó - antes de retirar el equipo, la forma, ancho y acabado del corte de acuerdo a las especificaciones, que nos dan las siguientes - tolerancias:

| | |
|---|----------|
| Niveles en subrasante: | ± 5 cms |
| Ancho de la corona del centro de línea a la orilla: | + 10 cms |
| Ancho de cunetas: | ± 10 cms |
| Irregularidades en el talud con respecto a la superficie teórica en material "A" o "B": | 10 cms |
| Irregularidad en el talud en material "C": | 50 cms |

El precio unitario para la excavación en corte incluye: extracción, remoción y carga, acarreo libre, descarga del - material para formación del terraplén, afinamiento de los cortes y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante cargas y descargas.

El precio unitario para los acarreos comprende exclusivamente el transporte del material.

5-1-5.-Compactación en la cama de los cortes al 95%.

Para formar la sub-rasante en la cama de los cortes, en algunos de ellos se escarificaron 30 cms únicamente y se compactó al 95%, principalmente en los cortes donde el material que predominaba era arcilla arenosa de baja plasticidad.- En otros cortes, se hizo la excavación hasta los 30 cms de profundidad y se relleno con material de banco para el mejoramiento de la sub-rasante, esto se hizo principalmente en cortes donde el material era (00-30-70), para que la base y sub-base no quedara sobre pura roca y se pierda la liga que debe haber con el terreno.

La compactación se hizo de la siguiente manera:

Acamellonado el material, la motoconformadora lo extiende para agregarsele agua por medio de pipas, hecho esto, la moto lo revuelve para que se humedezca todo el material en forma homogénea y se proceda de nuevo a tenderlo para agregarle más agua si se ve seco o para compactarlo en caso de que tenga la humedad óptima. Para lograr la humedad óptima en estos materiales, se les agregó aproximadamente entre 160 y 180 litros de agua por metro cúbico de material.

Para la compactación se utilizó, además de las motoconformadoras usadas en el tendido y las pipas en el riego, rodillos vibratorios y duo-pactors.

El rodillo vibratorio dió buen resultado en las arcillas arenosas y el conglomerado calichoso de que están formadas la cama-corte.

Los rodillos vibratorios van provistos de un motor que produce vibraciones y origina que estas sacudan las partículas del suelo, de manera que se van acomodando y responden -- más fácilmente al peso de la compactadora que es de 4 toneladas, o sea que al suelo además de someterlo a cierta presión, se le dan fuertes impactos o vibraciones que varían entre 1,700 y 3,000 por minuto. Aproximadamente se les dieron tres pasadas a los tramos con este compactador que era tirado por tractor agrícola 4500 Ford. Los rodillos vibratorios utilizados son marca ESSICK, modelo JR-72-DD.

Después del rodillo vibratorio entra a compactar el duo-pactor Seaman Gunnison, modelo 30/10, que tiene un peso de 10 toneladas sin lastre y hasta 30 toneladas con él; tiene 8 rodillos neumáticos y un rodillo liso de 38 pulgadas de diámetro. Este compactador entra para cerrar el tramo; por lo regular se le dan unas tres o cuatro pasadas al tramo para que nos dé la compactación deseada. Esto de las pasadas es relativo, porque las máquinas no agarran una franja pareja y pasan a otra, sino que van corriéndose poco a poco, hasta cubrir todo lo ancho por compactar.

El rendimiento en este trabajo fué aproximadamente de 900 m³ compactos en 10 horas de trabajo.

El precio unitario incluye, escarificación, tendido,

del material, permisos de explotación de bancos de agua, extracción, carga, acarreo a cualquier distancia, aplicación e incorporación de agua necesaria para la compactación y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante las cargas y descargas, además de todo el proceso de compactación.

5-1-6.- Extracción y acarreo de préstamo lateral.

Los préstamos laterales son los ejecutados dentro de fajas ubicadas fuera de los cerros, a los lados del eje del camino. Estos préstamos se hacen con el objeto de formar los terraplenes no compensados y únicamente se usan en terraplenes situados lateralmente a la franja del préstamo, pudiendo sobresalir uno con respecto a otro, únicamente 20 metros.

El ancho de cada faja puede ser de 20, 40, 60, 80 y 100 metros como máximo.

En este camino se tuvieron préstamos desde el km 13+000 al km 35+000, la mayoría de ellos fueron en franjas de 20 y 100 metros. Del km 0+500 al km 13+000 y del km 35+000 al km 50+080, no hubo préstamos laterales porque a los lados del camino hay únicamente arcillas que presentan expansión y alta contracción lineal y no son recomendables para la formación de terraplenes, por lo que se optó que en esos tramos se formara el terraplén con préstamos de bancos, tema que veremos en el siguiente inciso.

Para iniciar el ataque de un préstamo lateral, se -

Desmontó y despalmó todo el material que no era util para la - construcción de los terraplenes y se colocó fuera de la franja de los préstamos, en lugares donde no estorbe la circulación de la maquinaria. Estos desmontes y despalmes fueron efectuados -- con tractor D-7 caterpillar.

Terminado el despalme se seccionan los bancos para tener las secciones originales y posteriormente, terminada la - extracción del material se vuelve a seccionar para conocer el volumen extraído.

La extracción y el acarreo se hizo con escrepas jaladas por tractor de orugas. También se utilizó tractor D-8 con ripper para aflojar el material y pudieran las escrepas cargar más rápidamente y por consiguiente aumentar su rendimiento.

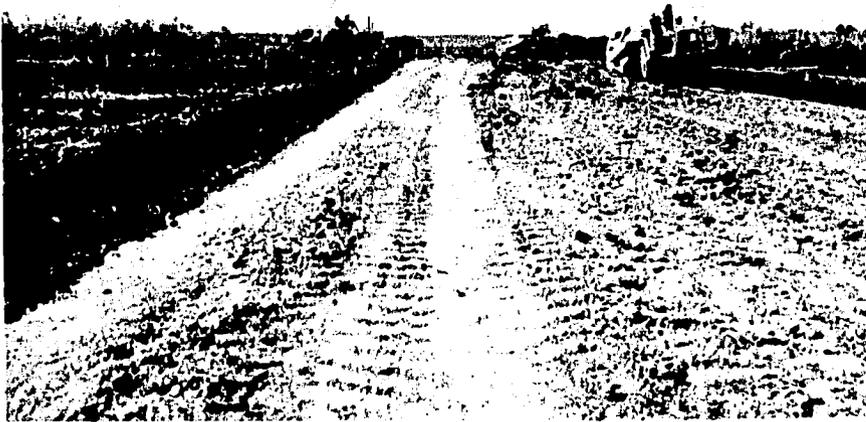
Generalmente las escrepas entran por el inicio de la faja lateral, cargan y salen por la terminación de la faja, para depositar el material en el lugar que se está formando el terraplén.

El precio unitario incluye, desmonte y despalme del sitio de préstamo; carga, acarreo fuera de la zona de trabajo, -- descarga y depósito del material de despalme; extracción, remoción y carga del material del préstamo, acarreo efectuado, -- descarga del material para la formación de terraplenes a cual --- quier altura y los tiempos de los vehículos empleados en los -- transportes durante las cargas y descargas.

El rendimiento que tuvieron las escrepas varió de acuerdo a la distancia en que estuvo la faja lateral y la ---



Acarreo de préstamo lateral.



Acarreo de préstamo de banco.

longitud de las mismas. Con datos tomados en el campo de hizo -
la tabla siguiente de rendimientos para escrepas.

| Pto. en fa- ja de --- | Rampas. . distancia. | Acarreos m | Viajes por hora. | Producción m/hora. |
|--------------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------------------|
| 20 m | 60 m | 0 -100 | 12 | 180 |
| 40 m | 60 m | 100-200 | 10 | 150 |
| 40 m | 80 m | 100-200 | 10 | 150 |
| 60 m | 60 m | 100-200 | 10 | 150 |
| 60 m | 100 m | 200-250 | 8 | 120 |
| 100 m | 50 m | 100-200 | 10 | 150 |
| 100 m | 80 m | 200-250 | 8 | 120 |
| 100 m | 100 m | 250-300 | 7 | 105 |

5-1-7.-Extracción y acarreo de préstamo de banco.

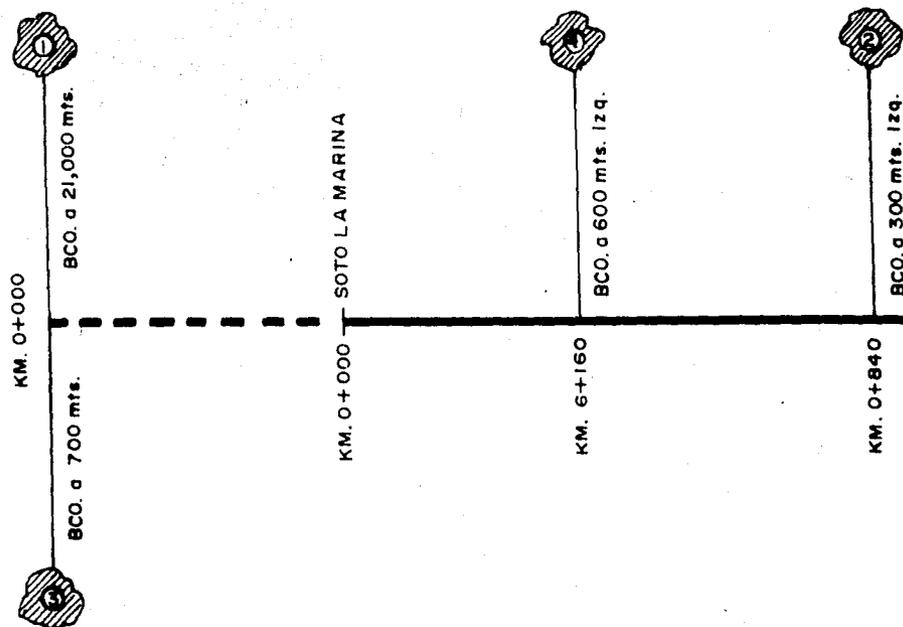
Para formar los terraplenes de los tramos compren-
didos del km 0+500 al km 13+000 y del km 35+000 al km 50+080 -
fué necesario hacerlo con material de préstamo de banco, porque
el material en dichos tramos por sus características, no era el
adecuado para la construcción de terraplenes.

Todos los bancos que se utilizaron fueron de -----

CARRETERA SOTO LA MARINA - LA PESCA

TRAMO KM 20+000 - LA PESCA

UBICACION DE BANCOS DE MATERIALES PARA PAVIMENTACION



| BANCO | MATERIAL | TRATAMIENTO PROBABLE |
|-------|--------------------------------------|---|
| 5 | Vista Hermosa Conglomerado Calizo | En greña Del Km. 35+000 al Km. 50+ |
| 4 | Pozo N° 1 Arenisco | En greña Del Km. 2+000 al Km. 8+ |
| 3 | Soto la Marina Limo | En greña Del Km. 0+000 al Km. 2+ |
| 2 | Las Tunas Conglomerado calizo | En greña Del Km. 8+100 al Km. 13+ |
| 2 | Las Tunas Conglomerado calizo | Trituración parcial y cribado |
| 1 | San Francisco Grava de río | Trituración total y cribado para obtener material 3 - 4 |

LA MARINA - LA PESCA

+000 - LA PESCA

MATERIALES PARA PAVIMENTACION



BCO. a 300 mts. izq.



BCO. a 100 mts. izq.

KM. 0+840

KM. 34+500

KM. 50+100 LA PESCA

AMIENTO PROBABLE

Del Km. 35+000 al Km. 50+100

Del Km. 2+800 al Km. 8+100

Del Km. 0+000 al Km. 2+800

Del Km. 8+100 al Km. 13+000

y cribado

cribado para obtener material 3 - A

TERRACERIAS
TERRACERIAS
TERRACERIAS
TERRACERIAS
SUB - BASE Y BASE
SELLO

| |
|----------------------------------|
| U. N. A. M. |
| FACULTAD DE INGENIERIA |
| TESIS PROFESIONAL |
| BANCOS DE MATERIALES |
| Camino - Soto La Marina La Pesca |
| C. Antonio Hernández Nuñez |
| México, D.F., Julio de 1974 |

conglomerado calichoso y estan ubicados en las siguientes esta
ciones:

Banco 0+000 se utilizó del km 0+540 al km 2+800
con 700 m de desv.

Banco 6+160 se utilizó del km 2+800 al km 8+020
con 600 m de desv.

Banco 10+840 se utilizó del km 8+020 al km 13+100
con 200 m de desv.

Banco 34+500 se utilizó del km 35+000 al km 50+080
con 100 m de desv.

Igual que en los préstamos laterales, antes de sa -
car material, se desmontó y despalmó con tractor Caterpillar, --
D-7, para en seguida empezar a abrir frente en el banco; es de -
cir, llevar un piso uniforme donde el banco tuviera salida natu
ral para el agua en caso de lluvia.

Todos los bancos se atacaron con moto-escrepa y --
tractor, a excepción del banco del 34+500 en que el lado dere--
cho del camino se extrajo el material con moto-escrepa y en el
lado izquierdo con tractor y cargadores frontales.

El acarreo con moto-escrepa se utilizó por ser ---

mayor el rendimiento en distancias medias que el acarreo con camiones.

La caja de la moto-escrepa tiene funcionamiento similar a la caja de la escrepa; la diferencia es que la caja de la moto-escrepa, va unida a un tractor de dos ruedas por medio de un pivote vertical.

El proceso para la extracción del material es el siguiente:

Con un tractor D-8 con ripper se empezó a aflojar el material para que entre la moto-escrepa a cargar con la ayuda del tractor que está aflojando el material, esta ayuda consiste en empujar a la moto-escrepa para darle mayor potencia y pueda cargar rapidamente sin forzar el tractor neumático que la remolca; cuando ha llenado su caja, sale a tirar el material hacia donde se está formando el terraplén; mientras, el tractor empujador queda aflojando más material para cargar la siguiente máquina.

En acarreos cortos se usaba un tractor exclusivamente para ayudar a las moto-escrepas y otro aflojando material unicamente.

En la construcción de este camino se utilizaron moto-escrepas Caterpillar 619 con capacidad de carga de 12 m³ y una potencia de 280 HP al volante. El rendimiento que se observó en el campo es el que está dado en la tabla siguiente, en la cual hay rendimientos máximos y mínimos.

| Tiro m | ciclo min. | veloc. km/h | viajes/h. | viajes/tur. | m/turno. |
|-----------|---------------|----------------|-----------|-------------|-----------|
| 100-200 | 3.0 | 8.0 | 20.0-16.0 | 200-160 | 2200-1760 |
| 200-300 | 4.0 | 9.0 | 15.0-12.0 | 150-120 | 1650-1320 |
| 300-400 | 4.9 | 10.0 | 12.5-10.0 | 125-100 | 1375-1100 |
| 400-500 | 5.4 | 11.0 | 11.0- 8.8 | 110-88 | 1210-968 |
| 500-600 | 6.0 | 12.0 | 10.0- 8.0 | 100-80 | 1100-880 |
| 600-700 | 6.4 | 13.0 | 9.3- 7.4 | 93-74 | 1023-814 |
| 700-800 | 6.8 | 14.0 | 8.8- 7.0 | 88-70 | 968-770 |
| 800-900 | 7.2 | 15.0 | 8.3- 6.6 | 83-66 | 913-726 |
| 900-1000 | 7.5 | 16.0 | 8.0- 6.4 | 80-64 | 880-704 |
| 1000-1500 | 9.0 | 20.0 | 6.7- 5.4 | 67-54 | 737-594 |
| 1500-2000 | 10.9 | 22.0 | 5.5- 4.4 | 55-44 | 605-484 |
| 2000-2500 | 12.0 | 25.0 | 5.0- 4.0 | 50-40 | 550-440 |
| 2500-3000 | 14.2 | 25.0 | 4.2- 3.4 | 42-34 | 462-374 |
| 3000-3500 | 16.6 | 25.0 | 3.6- 2.9 | 36-29 | 396-319 |
| 3500-4000 | 19.4 | 25.0 | 3.1- 2.5 | 31-25 | 341-275 |
| 4000-4500 | 22.1 | 25.0 | 2.7- 2.2 | 27-22 | 297-242 |
| 4500-5000 | 24.0 | 25.0 | 2.5- 2.0 | 25-20 | 275-220 |

El tramo comprendido del km 35+000 al km 40+000 es terraplenado con material acarreado con moto-escrpa, no asi -- del km 40-000 al km 50-080 en que se utilizaron camiones de 6 m

de volteo para el acarreo, la razón de este cambio es que a distancias de más de 5 kilómetros, la moto-escrepa es anti-económica por su tremendo desgaste de llantas y piezas móviles debido al exceso de tránsito.

Para explotar el banco con tractor, se procuró y se logró llevar una pared uniforme de 50 metros lineales aproximadamente, con el piso con una pendiente tal que permita drenar el banco para evitar inundaciones en el mismo. Para lograr la pared, se atacó el banco desde la parte baja hacia la más alta hasta llegar a tener un frente de tres metros de altura y el piso despejado para que puedan trabajar los cargadores frontales y los camiones puedan transitar. Cuando ya se tiene hecho el frente, un tractor "descopeta" la parte superior del frente, empujando el material hacia abajo donde los traxcavos lo recogen y cargan los camiones; después, baja el tractor hacia donde están cargando los camiones y usando los gavilanes, va recortando el frente hasta que de nuevo queda la pared para volver a iniciar el trabajo anterior.

Los tractores usados en esta fase de trabajo fueron: dos Caterpillar D-7 con una potencia de 180 HP; los traxcavos fueron, un caterpillar 951-B con cucharón de 1.3 m³ de capacidad y 85 HP de potencia y un 922-B con capacidad de 1.1 m³ en el cucharón y 80 HP de potencia.

El rendimiento que se dió en un turno de 10 horas fué de 1,100 m³ aproximadamente.

El precio unitario de la extracción del material comprende el desmonte y despalme del sitio del préstamo, carga, acarreo fuera de la zona de trabajo, descarga y depósito del material de despalme; extracción, remoción y carga del material del préstamo; acarreo libre, descarga de los materiales para la formación de terraplén y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

La distancia de los acarreos se determinó, de centro de gravedad del banco a centro de gravedad del lugar de tiro.

El precio unitario corresponde exclusivamente al transporte del material.

El acarreo se cuantifica multiplicando el volumen de los materiales acarreados por la distancia del sobreacarreo y considerando como unidad el m^3 -est., m^3 -hm y m^3 -km.

5-1-8.-Formación y compactación de terraplén al 90%.

Los terraplenes son estructuras formadas con producto de cortes, préstamo lateral o préstamo de bancos. Para el primer caso, ya vimos que se conforma el terraplén con el tractor y la escrepa, que cortan y extienden el material; igual pasa con el material de préstamo lateral y préstamo de banco acarreado con moto-escrepa; ya que las máquinas tienden el material y directamente se le puede agregar el agua; no pasa lo

mismo con los acarreos con camión, porque en este caso la motoconformadora tiende el material para agregarle agua.

Ya que se le agregó agua al material, se revuelve varias veces con la motoconformadora para que tome una humedad uniforme y se proceda al tendido del mismo. Normalmente se utilizaron dos y tres motoconformadoras para terminar rápido el tendido y evitar que pierda su humedad óptima el material.

El espesor de cada capa que se tendía y compactaba era de 30 cms aproximadamente.

El equipo que se utilizó para compactar estas capas al 90% fué un rodillo vibratorio y un duo-pactor.

Como ya se dijo anteriormente, el rodillo vibratorio da magnifico resultado en las arcillas arenosas y en los conglomerados calichosos que se utilizó para formar los terraplenes. El proceso que se sigue es el mismo que ya se expuso para compactar la cama de los cortes.

Terminada la compactación en una capa de un tramo, inmediatamente se sacan muestras para determinar si cumple la capa con el grado de compactación fijado; si es así, se procede a tirar material para formar la siguiente capa. Generalmente se hacen tres sondeos en cada estación, uno en el centro, uno a la izquierda y el otro a la derecha a 30 cms del hombro.

Para obtener la compactación marcada en el proyecto a todo el ancho del camino, se construyeron cuñas de sobreebancho de 20 cms con un talud que terminaba en los cerros del terraplén. Esta cuña no alcanza el grado de compactación fijado

para la capa, pero si es útil para que las máquinas compactadoras puedan hacer un buen trabajo en el hombro del camino y no quede flojo, como pasa en los terraplenes sin cuña lateral. Estas cuñas son recortadas cuando se ha terminado la formación y compactación del terraplen y se deja perfectamente afinado, dejando el material de la cuña en el inicio del terraplén.

Para esta compactación se tuvo un rendimiento de un kilómetro en 35 horas de trabajo efectivo de las máquinas.

El precio unitario incluye: formación de terraplén extendiendo el material por capas, permisos de explotación de bancos de agua, extracción, carga y acarreo a cualquier distancia, aplicación e incorporación del agua necesaria para la compactación, compactación de las capas al grado fijado, recorte de las cuñas de sobre-ancho, afinamiento de toda la sección y el tiempo de los vehículos empleados en el transporte del agua.

5-1-9.-Formación y compactación de terraplén al 95%.

La última capa superior del terraplén, o sea la que nos queda a nivel de sub-rasante, tiene un espesor de 30cms y se compacta al 95%. Esta última capa es la que recibirá a la base y sub-base hidráulica; por esa razón se trata de dejar perfectamente afinada esta capa, con su bombeo correcto y sin protuberancias o asentamientos, ya que de tener estas irregularidades la capa de sub-rasante, la base seguramente que nos las presen-

tará también.

El proceso de tendido de material, agregado de agua y la revoltura para uniformizar la humedad, es idéntico que en las otras capas.

La compactación se hizo principalmente con plancha Huber modelo 1014 de tres rodillos; tiene en la parte posterior un par de rodillos grandes de impulsión y en el frente uno de dirección con menor diámetro que los otros pero más ancho. Estos rodillos producen una superficie uniforme y sólida, pero no compactan profundamente en proporción a su peso, por lo que se tuvo que dar unas pasadas con el rodillo vibratorio para acomodar el material y compactar la parte inferior de la capa, para que en seguida se metiera la plancha de 10 toneladas y se finalizara con el duo-pactor, que se encarga de sacar los finos a la superficie para que no quede clasificado el material en la misma. Las pasadas que se dan con cada equipo, pueden variar de un tramo a otro, porque dependen del comportamiento que presente el material en el proceso de compactación, por lo que se recomienda que durante esta etapa de trabajo, esté una persona con experiencia y criterio para decidir cuando se mete un equipo y cuanto tiempo estará compactando.

En términos generales, se dieron dos pasadas con el vibro, cuatro con la plancha y dos con el duo-pactor.

El rendimiento fué de un kilómetro en 42 horas de trabajo de las máquinas aproximadamente.

Al terminar los terraplenes, se verifica el alineamiento.

miento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado -- dentro de las siguientes tolerancias:

| | |
|---|----------|
| Niveles de sub-rasante: | ± 3 cms |
| Ancho de la corona al nivel de subrasante, del centro de línea a la orilla de los taludes: | + 10cms |
| Ancho entre el centro de línea y las líneas de los cerros, conservando el plano general de los taludes: | + 30 cms |
| Pendiente transversal: | ± 0.5% |

5-1-10.-Arropamiento de taludes.

El arropamiento de taludes se hace con el objeto - de proteger los taludes de las erosiones producidas por las -- lluvias que pueden provocar fallas en los terraplenes.

Este arropamiento se hizo con material de préstamo lateral. Para iniciar el trabajo se despalmó el lugar del préstamo y con el tractor de orugas se fué poniendo el mate -- rial por capas en el talud del terraplen, compactandose con el bandeo del tractor al 85%. Terminando el tractor de poner el ma -- terial, la motoconformadora se encargó de afinar perfectamente el talud del arropamiento.

Los taludes eran variables, dependiendo de la al -- tura del terraplén. Para terraplenes menores de 1.50 metros, su -- talud fué del 3x1 y para mayores de 1.50 metros, fué del 2x1.

El rendimiento fué de 400 metros lineales en 10 ho -- ras de trabajo.

5-2.- Pavimentación.

El pavimento es el espesor total arriba de la sub-rasante, en nuestro camino en estudio se compone de sub-base, base hidráulica y carpeta de un riego.

Para estudiar el trabajo de pavimentación, lo dividimos en los siguientes conceptos:

5-2-1.-Sub-base y base hidráulica.

5-2-2.-Barrido de base.

5-2-3.-Riego de impregnación, y

5-2-4.-Carpeta de un riego.

5-2-1.-Sub-base y base hidráulica.

La base y sub-base se construyó con material procedente del banco "Las tunas", ubicado en el km 10+840 con 300 metros de desviación.

Este material, clasificado como conglomerado caliche, fué extraído del banco, con tractores D-7 y se atacó en la misma forma, ya explicada, que los bancos de terracerías.

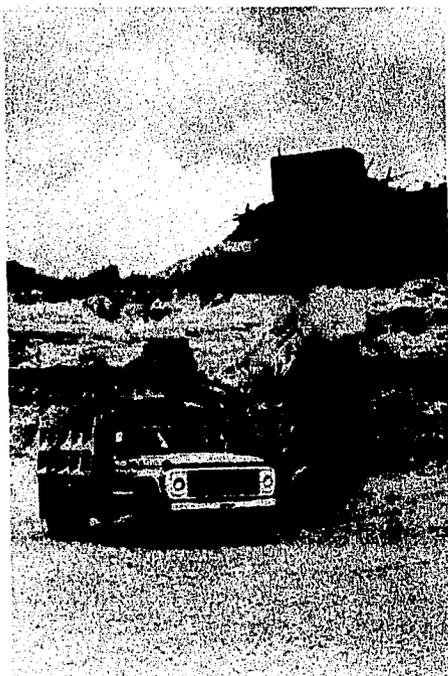
El procedimiento que se siguió para extraer el material es el siguiente:

Se desmontó y despalmó el banco; se afloja el material por medio de un tractor Caterpillar D-8 con ripper y se carga con -- traxcavos Caterpillar 951-B y 922-B a camiones que llevan el material hacia la tolva alimentadora de la quebradora.

La quebradora se instaló en el mismo banco de material, en tal forma que no interfiriese con la extracción del material en greña.

La quebradora marca Rogers que se utilizó en esta obra tiene motor Caterpillar D-1300, con 115 HP y 900 r.p.m. -- para mover las trituradoras primarias y secundaria y motor Wisconsin V#4D con clutch y reductor 1:3, para mover la criba vibratoria inclinada que se encuentra arriba de la tolva de almacenamiento. La forma de trabajo de la quebradora es el siguiente:

En la tolva alimentadora con capacidad de 12 m³, descargan los camiones de volteo el material en greña. De aquí pasa por una compuerta que regula el material (su paso), hacia una criba vibratoria de 1.17x1.87 y malla de 1.5 pulgadas que permite el paso del material que no necesita trituración; el material que es retenido por la criba, pasa al triturador primario que está formado por dos muelas, una móvil y otra fija de 12 -- por 32 pulgadas. El material triturado pasa a una banda de transporte transportadora, que a su vez lo vacía en otra banda de 24 -- pulgadas que lo eleva hacia la criba vibratoria inclinada de 3 por 8 pies y malla de 1.5 pulgadas que se encuentra arriba de la tolva de salida. El material retenido por esta criba es vaciada a un canalón que lo descarga en una banda para llevarlo al triturador secundario que está formado por dos rodillos de 30 pulgadas de ancho y 19 de diámetro. De aquí pasa el material a la banda que lo lleva a la banda elevadora, para repetir el proceso anterior con el material que no pasa la malla de --



Trituradora de material para sello.



Trituradora de material para base.

1.5 pulgadas de la criba inclinada. El material que pasa por -- esta criba vibratoria, cae a la tolva de salida con capacidad de 16 m³. Esta tolva esta lo suficientemente alta para que un camión de volteo pueda cargar abajo de ella y lleve el material a depositarlo al almacén.

Cuando se tuvo el suficiente material, se inició el tiro para base y sub-basa, estas se construyeron con un espesor de 10 cms de sub-base y 15 cms de base compactos, con un ancho de corona de 7.00 metros en los primeros 20 kilómetros y de -- 6.00 en los restantes 30 kms.

Antes de iniciar el tiro, se afina el tramo donde -- se va a tirar para que cumpla con las tolerancias marcadas en las especificaciones.

Para los acarreos se utilizaron camiones de volteo de 6 m³, que fueron tirando el material en la subrasante, para -- que la motoconformadora lo acamellone y lo extienda para agregarle el agua suficiente que nos dé la humedad óptima. Generalmente se tendieron y compactaron tramos de 400 a 500 metros.

Para la compactación se utilizó principalmente la plancha Huber de tres rodillos lisos metálicos y un poco el -- duo-pactor.

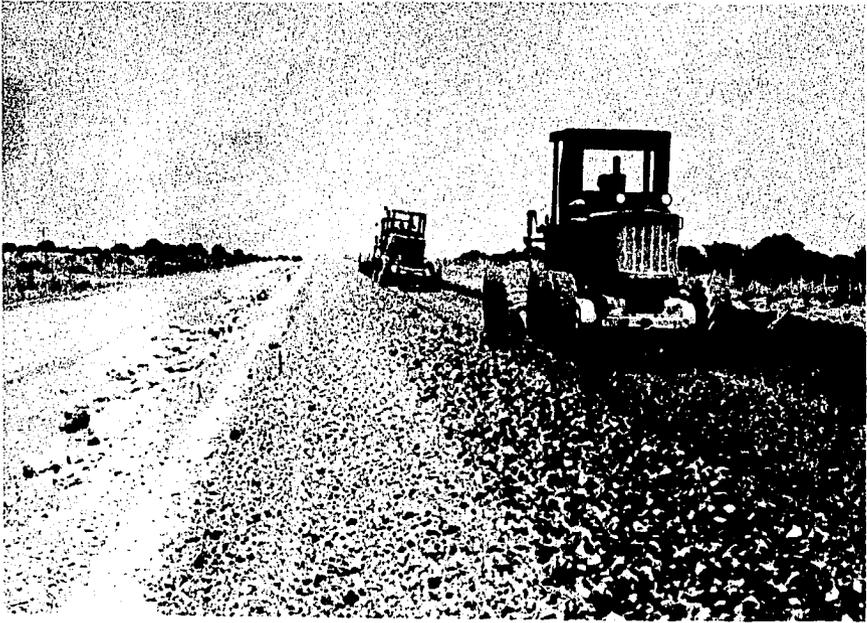
Cuando el material ha tomado la humedad óptima y -- se ha extendido, se procede a la compactación, metiendose en primer lugar la plancha; en las tangentes se inicia de las orillas al centro para que no se pierda el bombeo y en las curvas, de -- la parte interior a la exterior para que no se desplace el ---

material. Esto se hace a una velocidad baja de la plancha para apretar lentamente el material, las demás pasadas se hacen en la misma forma, pero desplazando la plancha la mitad del ancho del rodillo de adelante. Cuando ya se le han dado aproximadamente 6 pasadas con la plancha, se le mete el duo-pactor al tramo, teniendo cuidado de no darle mucho con este compactador, ya que tiende a sacar los finos a la superficie y forma una película que impide el paso del asfalto en el riego de impregnación.

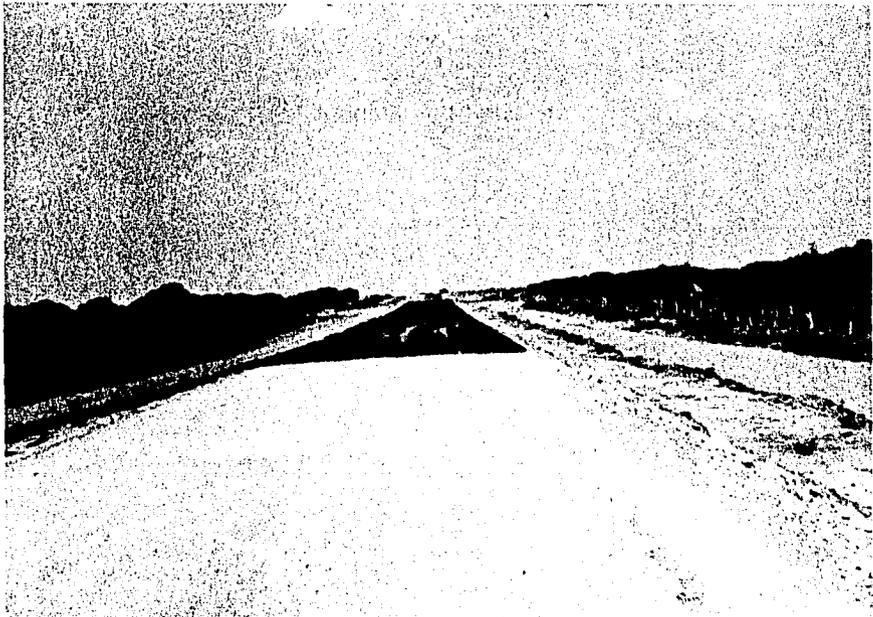
En este camino se tendió y compactó la base y sub-base juntas, dando muy bien la compactación al 95% pedida.

Para todo lo anterior se tuvo un avance de 6 kilómetros por mes (un mes = 25 días de trabajo)

El precio unitario incluye lo que corresponde por desmonte y despilme de banco; extracción del material aprovechable y del desperdicio; instalaciones y desmantelamiento de la planta; cribados y desperdicios de los cribados, trituración, cargas y descargas de los materiales, acarreo en la planta, formación de los almacenamientos, extracción, carga, acarreo, aplicación e incorporación del agua; operación de mezclado, tendido y compactación al grado fijado, afinamiento para dar el acabado final a la superficie; y, tiempo de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.



Tendido de material para base hidráulica.



Tramo impregnado con asfalto FK-1.

5-2-2,- Barrido de base.

Este barrido se hace con el objeto de quitar de la corona todo el polvo y material suelto que se encuentre sobre ella, para hacer el riego de impregnación.

Se ejecuta con una barredora marca N. E. GRACE modelo K, que tiene un molote con palmas y es jalada por un tractor agrícola.

5-2-3.- Riego de Impregnación.

Este riego sirve para "amarrar" la superficie de la base y evitar que con el tránsito se disgregue el material y pierda su estabilidad.

Se efectuó el riego con una petrolizadora que es un camión provisto de un tanque con sistema de calefacción que generalmente son quemadores de aceite que calientan directamente la tubería que pasa por todo el tanque; lleva en la parte trasera del tanque un sistema de barras de riego con las cuales se aplica el asfalto a presión sobre la superficie del camino.

El producto asfáltico que se utilizó en este camino para el riego de impregnación es el FM-1, puesto que según la granulometría del material, no se tendría una base ni muy abierta ni muy cerrada, con lo cual el FM-1 por ser asfalto ---

rebajado de fraguado medio es el apropiado, ya que el tiempo -- que necesita para desfluxarse, permite la penetración de él en la base.

El PM-1 se aplicó a 60 grados centígrados, en una - proporción que varió de 1.2 a 1.4 por metro cuadrado.

Terminada la impregnación se cierra el tramo al pa - so de los vehículos, para dejar trabajar al asfalto y penetre - en la base, generalmente penetró entre 1 y 2 milímetros.

Después de 3 ó 4 días el asfalto ya ha penetrado - lo suficiente para que quede seca la superficie, en caso contra - rio se le da un riego con arena llamado poreo, para abrir el -- tramo al tránsito y poderse percatar de las irregularidades -- que salgan, y en caso de haberlas se puedan corregir antes de - tirar la carpeta de un riego.

5-2-4.- Carpeta de un riego.

Para la carpeta de un riego, se utilizó material -- 3-A, este material tiene las siguientes características:
Por la malla de 1/2 pulgada pasa el 100% de material.
por la malla de 3/8 " " " 95% mínimo de material.
se retiene en la malla # 4 el 100% del material.

Se trajo el material en greña del banco "San Fran - cisco", ubicado en el km 0+000 con 21,000 metros de desviación, hacia el banco "las tunas" (km 10+340), donde se instaló la que-

bradora para obtener por medio de una trituración total y cribado, el material 3-A.

La quebradora que se utilizó para la trituración y cribado es marca Austin Wester con motor Wisconsin modelo AGND y con muelas de 10 por 20 pulgadas. El procedimiento para el -- cribado y triturado es el siguiente:

Del almacén que se hizo de material en greña, se cargó con trax cavo a los camiones que alimentan a la quebradora; cuando ya -- está el material en la tolva de alimentación con una capacidad de 12 metros cúbicos, sale por una compuerta reguladora directa mente hacia las muelas de la trituradora (las muelas son dos, una fija y una móvil), de aquí pasa el material por un canalón -- hacia una criba vibratoria inclinada que tiene dos mallas, una de 3/8 de pulgada de abertura y otra del # 4 (4.76 mm). El material que se retiene en la malla de 3/8, cae hacia el frente de la criba y con un traxcavo es llevado de nuevo a la tolva de -- alimentación; el material que pasa la malla # 4, cae abajo de la criba y es retirado también con traxcavo; el material que pasa la malla de 3/8 y se retiene en la malla # 4, cae a un lado por medio de un canalón y es el material que se utiliza para el -- riego de sello.

Para efectuar el riego de sello, se barre perfectamente la superficie impregnada para quitar la arena del poreo y material suelto que tenga. In seguida se da un riego de ligacon FR-3 (asfalto rebajado de fraguado rápido), a una temperatura de 80 grados centígrados y en una proporción que varió de

0.9 a 1.1 litro por metro cuadrado. Este riego se hizo con la petrolizadora.

Para regar el material 3-A, se utilizó un esparcidor mecánico marca Buckeye de 9 pies de ancho con ruedas metálicas que se engancha en la parte trasera de los camiones de volteo para que lo llenen de material y se proceda al riego, retrocediendo lentamente los camiones y vaciando el material en el esparcidor para que de aquí salga por una compuerta hacia la superficie regada con FR-3 en una proporción de 12 litros por metro cuadrado. Cuando ya se tienen las dos alas cubiertas de material petreo, se dan dos pasadas con rodillo liso ligero para acomodar las partículas y se adhieran mejor a la base, a continuación se le pasa una rastra hecha de cepillos de raíz para tener una distribución uniforme del material y se le pasa finalmente un compactador neumático ligero para dar por terminado el trabajo y abrir el tramo al tránsito. El avance que se tuvo fué de 800 metros lineales por turno de 10 horas.

El precio unitario incluye, desmonte y despalle de los bancos, extracción del material aprovechable y del desperdicio, instalación y mantenimiento de la planta, cribados y desperdicios de los cribados, trituración total, carga y descarga de los materiales, todos los acarrees locales para los tratamientos, formación de los almacenamientos, barrido de la superficie por tratar, tendido, rastreo, recolección y remoción del material excedente y los tiempos de los vehículos empleados durante las cargas y descargas.

5-3.- Obras de drenaje.

Las obras de drenaje que se hicieron en el camino para protección del mismo son:

5-3-1.-Bóvedas de mampostería.

5-3-2.-Losas planas.

5-3-3.-Tubos de concreto.

5-3-4.-Cunetas Zampeadas.

5-3-5.-Guarniciones.

5-3-6.- Lavaderos de concreto.

A continuación describo a grandes rasgos la construcción de cada una de ellas.

5-3-1.-Bóvedas de mampostería.

Las bóvedas son estructuras en las que la parte -- que recibe la carga del camino es un arco de mampostería.

Para la construcción de la mampostería, se utilizó piedra con clasificación de "arenisca fuertemente cementada." El banco de donde se extrajo la piedra es el de "Tampiquito", ubicado en la estación 0+000 con 7,000 metros de desviación.

Se utilizó cemento "Monterrey" tipo I y la arena para el mortero se extrajo del banco "San Francisco", con localización en la estación 0+000 con desviación de 21,000 metros.

Las obras se hicieron con mampostería de tercera,-

o sea que la piedra se utiliza en la forma irregular con que llega de la cantera, pero procurando que las piedras que quedan expuestas sean aproximadamente planas.

El mortero de cemento para juntar la mampostería se elaboró con un proporcionamiento de 5:1; es decir, 5 partes de arena por una de cemento, el agua que se agrega es la suficiente para hacer una pasta trabajable. Aproximadamente para cada m³ de mampostería se usa 0.3 m³ de mortero y el cemento utilizado es de 70 a 60 kilogramos por m³ de mampostería.

El precio unitario incluye: permisos de explotación de bancos, desmonte y despilme de los mismos, obtención de la piedra, de la arena y del agua; adquisición del cemento, carga, descarga y desperdicios; rostreo y limpieza de la piedra, cribado de la arena, cimbra, andamios, bombeo, fabricación del mortero, elevación y colocación del mortero y la piedra, adquisición y colocación de los tubos para sub-drén, construcción de los drenes ciegos y el tiempo de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

5-3-2.-Losas planas.

Las losas planas son alcantarillas de losa de concreto reforzado sobre muros de mampostería. Esta se construyó con los mismos materiales que las mamposterías de las bóvedas y las mismas especificaciones.

Las losas se hicieron con grava y arena del banco-

"San Francisco" y cemento Monterrey tipo I. El concreto tuvo una resistencia de $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días de edad y acero de refuerzo con un límite elástico de 2,300 kg/cm^2 .

El proporcionamiento de los distintos materiales para obtener la resistencia del concreto fué la siguiente:

Para concreto $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$

| Material | Materiales med. en peso.kg. | materiales med. en vol.litros. | cantidad por m^3 de concreto.kg. |
|---|-----------------------------|--------------------------------|---|
| Cemento | 50 | 33 | 252 |
| agua | 34 | 34 | 177 |
| arena | 153 | 107.8 | 771 |
| grava | 229. | 142.2 | 1150 |
| Para concreto $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ | | | |
| Cemento | 50 | 33 | 319 |
| agua | 28 | 28 | 178 |
| arena | 118.5 | 83.5 | 758 |
| grava | 165.5 | 102.0 | 1058 |

El proceso que se sigue para la construcción de las losas es el siguiente:

a).-Excavación para el desplante.



Construcción de una obra de drenaje.



Aproche en obra de drenaje.

- b).-Desplante y levantamiento de los muros de mampostería.
- c).-Colocación de cimbra para colado de la losa.
- d).-Habilitación y colocación del acero de refuerzo.
- e).-Colado de la losa.

5-3-3.-Tubos de concreto.

Estas alcantarillas tubulares se construyen con--- tubos prefabricados en secciones de 1.22 metros de largo y 91-cms de diámetro.

Para colocar estos tubos se siguió los pasos si -- guientes:

- a).-Excavación para llegar al desplante.
- b).-Preparación de la plantilla.
- c).-Colocación del tubo, sellandose las juntas con mortero de - arena-cemento en proporción de 2:1 y dejando una pendiente de - 0.5% mínimo de extremo a extremo de la tubería.
- d).-Colado de los cabezotes; estos sirven para anclar la obra - en sus extremos y para impedir que la tierra del terraplén cai - ga en las entradas de la tubería. El concreto utilizado en es - estas estructuras es de f'c 150 kg/cm.

5-3-4.-Cunetas Zampeadas.

Las cunetas son estructuras destinadas a recoger - el agua que escurre hacia las orillas de la superficie del ---

camino debido al bombeo del mismo.

En este camino se proyectaron cunetas en todos los cortes, éstas fueron en forma de V con un desnivel en la base del 3x1 y de 0.5x1 en los respaldos y un metro de ancho en forma horizontal.

Se construyeron con grava-arena del banco "las tuñas" y cemento Monterrey tipo I. La resistencia del concreto para estas losas fué de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$. Se utilizó una proporción de 9 partes de grava-arena por una de cemento.

El espesor de las losas fué de 10 cms tanto en la base como en los respaldos.

5-3-5.- Guarniciones.

Las guarniciones son estructuras a los lados del camino que dirigen el agua hacia una salida fija que son los lavaderos, para evitar que se erosionen los terraplenes con las corrientes de agua que se producen cuando llueve. Principalmente se construyeron en columpios en terraplenes, con concreto hidráulico con una resistencia de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ y con una sección trapecial de 15 cms en la base mayor y 8 cms en la base menor y 12 cms de altura.

Para la construcción se utilizaron moldes metálicos, en tal forma que se pudieran retirar del colado a los pocos minutos de haber terminado.

5-3-6.- Lavaderos de concreto.

Los lavaderos se hicieron con el objeto de llevar el agua que cae en la superficie del camino cuando llueve, hacia un lugar donde no afecte la construcción.

Se construyeron con concreto $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ de resistencia, un ancho de 80 cms, un espesor de 10 cms y una longitud variable.

6.- ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

En las carreteras por cooperación, el concurso para construir el camino se hace para un tramo de 20 kms, por lo que se tuvieron diferentes precios unitarios para los 50 kilómetros de longitud de la carretera Soto La Marina-La Pesca. Aquí presento el análisis de los precios unitarios del tramo intermedio porque viene siendo un promedio de los tres tramos.

Costo horario de equipo para calcular los precios unitarios.

| | |
|--|-----------|
| Tractor D-7 con dozer y ripper | \$ 196.00 |
| Tractor D-8 con dozer y ripper | 270.00 |
| Tractor D-7 con dozer | 156.00 |
| Tractor D-4 con dozer y ripper | 107.00 |
| Moto-escrepa 619 | 165.00 |
| Cargador frontal 922 y 951 | 122.00 |
| Motoconformadora | 120.00 |
| Duo-pactor | 110.00 |
| Aplanadora 8-12 | 80.00 |
| Rodillo vibratorio | 80.00 |
| Rodillo pata de cabra | 30.00 |
| Planta trituradora y criba | 260.00 |
| Petrolizadora | 90.00 |
| Camión pipa de 6,000 litros activo. | 47.00 |
| Camión pipa de 6,000 litros parado | 23.00 |
| Camión volteo de 4 m ³ activo | 45.00 |

| | |
|---|----------|
| Camión de volteo de 4 m ³ parado | \$ 20.00 |
| Barredora mecánica | 70.00 |
| Esparcidor de material 3-A | 30.00 |
| Compresor 600' | 105.00 |
| Revolvedora 16-S | 45.00 |
| Bomba de agua de 3" | 20.00 |
| Escrepa de tirón 14-18 yd | 52.00 |
| Compresor 365' | 85.00 |

Precio unitario de los materiales utilizados en la obra.

| | |
|---|--------------|
| Madera | \$ 2.20/P.T. |
| Cemento normal | 600.00/ton. |
| Curacreto | 2.60/lto. |
| Clavo | 3.75/kg . |
| Tubo de concreto de 10 cms | 20.00/ml . |
| Tubo de concreto de 15 cms | 24.00/ml . |
| Tubo de concreto de 90 cms | 424.00/ml . |
| Acero de refuerzo normal | 2.50/kg . |
| Dinamita | 9.50/kg . |
| Cañuela | 0.75/mto. |
| Fulminantes | 0.60/pza. |
| Molde para guarnición de 138 cm ² x 6.00 m | 900.00/pza. |
| Estopines | 6.30/pza. |
| Asfalto FM-1 | 0.30/lto. |
| Asfalto FR-3 | 0.30/lto. |
| Adiflex B | 11.00/lto. |

Salarios considerados para precios unitarios.

| Mano de obra | Salario base | Septimo día y vacac. | S.Social. | Jornal |
|--------------------|--------------|----------------------|-----------|----------|
| Cabo cuadrilla | \$ 60.00 | \$ 12.76 | \$ 11.64 | \$ 84.40 |
| Peón | 35.00 | 7.70 | 6.83 | 49.53 |
| Herrero | 40.00 | 8.51 | 7.76 | 56.27 |
| Maestro albañil | 60.00 | 12.76 | 11.64 | 84.40 |
| Maestro fierrero | 60.00 | 12.76 | 11.64 | 84.40 |
| Albañil | 50.00 | 10.63 | 9.70 | 70.33 |
| Fierrero | 50.00 | 10.63 | 9.70 | 70.33 |
| Carpintero | 50.00 | 10.63 | 9.70 | 70.33 |
| Ayudantes | 35.00 | 7.70 | 6.83 | 49.53 |
| Poblador | 60.00 | 12.76 | 11.64 | 84.40 |
| Perforista | 40.00 | 8.51 | 7.76 | 56.27 |
| Cargador explosiv. | 40.00 | 8.51 | 7.76 | 56.27 |

Cálculos de costos indirectos para 20 kilómetros de camino.

Se considera un costo total directo aproximado de -
la obra a ejecutar de \$ 8'988,000.00

Análisis:

1.- Dirección y administración de campo

| | |
|----------|-------------------|
| Salarios | \$ 875,000.00 |
| Consumos | <u>180,000.00</u> |
| | 1'055,000.00 |

1'055,000.00/8'988,000.00 11.74%

2.-Prestaciones a trabajadores:

277,000.00/8'988,000.00 3.08%

3.-Instalaciones.

| | |
|---------------------|-------------------|
| Traslado maquinaria | 200,000.00 |
| Campamentos | <u>121,000.00</u> |
| | 321,000.00 |

321,000.00/8'988,000.00 3.57%

4.-Transporte, personal y comunicaciones:

148,000.00/8'988,000.00 1.65%

5.-Caminos y señalamientos de construcción:

131,000.00/8'988,000.00 1.46%

6.-Oficinas centrales, intereses, fianzas, seguros e impuestos:

764,000.00/8'988,000.00 8.50%

TOTAL 30.00%

UTILIDAD:

8% de la suma del costo directo más indirectos.

6-1.-Desmante por unidad de obra terminada(inciso 8-06.2)

Equipo:

1 tractor D-7 c/dozer \$ 156.00

\$ 156.00/8 hrs = 1,248.00

Rendimiento: 2 hectáreas /8 hs.

Costo: \$ 1,248.00/2 hectáreas \$ 624.00/Ha.

Indirectos 30% 187.20

811.20

Utilidad 8% 64.90

876.10

O.y S.de B.R.1% 8.76

PRECIO UNITARIO: 884.86/Ha.

6-2.-Despalme de cortes desperdiciando el material, por unidad de obra terminada(inciso 9-06.3)

Equipo:

1 tractor D-7 c/dozer \$ 156.00/h.

2 moto-escrepas \$ 165.00/h. 330.00/h.

486.00/h

Rendimiento: 240 m³/h.

Costo: \$ 486.00/240 m³ \$ 2.03/m³

Indirectos 30% 0.61

2.64

Utilidad 0.21

2.85

O.y S.de B.R.1% 0.03

PRECIO UNITARIO: \$ 2.88/m³

6-3.-Despalme para desplante de terraplenes,desperdiciando el material,por unidad de obra terminada.(inciso 9-06.3)
Igual al análisis anterior.

PRECIO UNITARIO: \$ 2.88/m³

6-4.-Excavaciones en cortes y adicionales abajo de la sub-rasante,por unidad de obra terminada,cuando el material se utilice para la formación de terraplenes(inciso 9-06.4).

| | |
|------------------------------|-----------------|
| Equipo:1 tractor D-8 c/dozer | \$ 270.00/h |
| 1 tractor D-7 c/ripper | 196.00/h |
| 3 moto-escrepas 619 | <u>495.00/h</u> |
| | \$ 961.00/h |

Rendimiento:180' m³/h

Costo: \$ 961.00/180

\$ 5.34/m³

Indirectos 30% 1.60

6.94

Utilidad 8% 0.55

7.49

O.y S.de B.R.1% 0.07

PRECIO UNITARIO: \$ 8.56/m³

6-5.-Excavaciones en préstamos laterales,por unidad de obra terminada(inciso 10-06.4),dentro de faja de 20 metros.

Despalme:

La relación entre despalme y el volumen de terraplén se considera de 0.05 m³ de desp. por m³ de terraplén.

Equipo: 1 tractor D-7 con dozer \$ 156.00/h.

Rendimiento: 40 m³/h.

Costo: \$ 156.00 x 0.05/40m³ \$ 0.20/m³

Extracción, carga y descarga

Equipo: 1 tractor D-7 c/dozer \$ 156.00/h.

1 escropa

52.00/h.

208.00/h.

Rendimiento: 70 m³/h.

Costo \$ 208.00/70 m³

2.97

Total costo directo

3.17

Indirectos 30%

0.95

4.12

Utilidad 8%

0.33

4.45

O.y S.de B.RL%

0.05

PRECIO UNITARIO: \$ 4.50/m³

6-6.-Excavaciones de préstamos laterales, por unidad de obra terminada, (inciso 10-06.4), dentro de faja de 100 metros.

Despalme:

Igual al análisis anterior.

Costo

\$ 0.20/m³

Extracción, carga y descarga:

| | |
|-------------------------------|-----------------|
| Equipo: 1 tractor D-7 c/dozer | \$ 156.00/h. |
| 1 escrepa | <u>52.00/h.</u> |
| | 208.00/h. |

Rendimiento: 60 m³/h.

Costo: \$ 208.00/60.00 m³ \$ 3.47/m³

Total costo directo 3.67

Indirectos 30% 1.10

4.77

Utilidad 8% 0.38

5.15

O.y S.de B.R.1% 0.05

Precio Unitario \$ 5.20/m³

6-7.-Excavación de préstamo de banco, por unidad de obra terminada (inciso 10-06.5).

Desmante y despalme:

Se considera un área de 2,800 m² para obtener 4,870 m³ de material aprovechable.

Para el desmante:

Análisis de concurso: \$ 624.00/Ha.

Costo: 624.00 x 0.28 Ha./4,870 m³ \$ 0.04/m³

Para el despalme:

Se considera un espesor de despalme de 25 cms.

25 cms x 2,800 m² = 700 m³ de despilme.

Equipo: 1 tractor D-7 c/dozer @ 156.00/h.

Rendimiento: 60 m³/h.

Costo: \$ 2.60 x 700 m³ desp./4,370 m³ mat. aprov. \$ 0.37/m³

Extracción, carga, acarreo libre y descarga:

Para la extracción:

Equipo: 1 tractor D-8 c/ripper y dozer \$ 270.00

Rendimiento: 120 m³/h., aflojando material.

Costo: 270.00/120

2.25/m³

Para carga, acarreo libre y descarga.

Equipo: 1 tractor D-8 c/dozer y ripper \$ 270.00

3 moto-escrepas 619

495.00

765.00/h

Rendimiento: 165 m³/h.

Costo: 765.00/165.00

4.64/m³

Total costo directo:

7.30/m³

Indirectos 30%

2.19

9.49

Utilidad 8%

0.76

10.25

O.y S.de B.R.1%

0.10

PRECIO UNITARIO:\$

10.35/m³

---0---

6-8.-Compactación del terreno natural en el área de desplante-
de los terraplenes, por unidad de obra terminada (inciso --
11-06.7), para 90%.

Agua para compactación:

Bombeo carga y descarga:

Equipo: 1 bomba de 3" \$ 20.00/h

1 camión pipa de 6 m³ activo 47.00/h

1 camión pipa de 6 m³ parado 23.00/h

Tiempo de bombeo: 7.5 min por pipa.

0.125 h x \$ 47.00/6 0.42

Tiempo pipa carga y descarga: 12.5 min.

0.208 h x \$ 47.00/6 m³ 1.63

Tiempo pipas esperas: 7 min

0.117 h x \$ 23.00/6 m³ 0.45

Acarreo:

Camión pipa 6 m \$ 47.00/h

Acarreo promedio: 13 kms

Distancia circuito: 26 kms

Veloc. promedio: 20 km/h

Tiempo de recorrido: 78 min

1.3 h x \$ 47.00/6 m³ 10.18

Costo del m de agua: \$ 12.68

Considerando un rendimiento del 80%

\$ 12.68/80% 15.85 el m de agua.

Se requieren 150 litros de agua por m³ de material.

Costo: \$ 15.85 x 0.15

\$ 2.38/m³

Compactación:

Equipo: 1 rodillo vibratorio \$ 80.00/h

1 duo-pactor 110.00/h

190.00/h

Rendimiento: \$ 130.00 m³/h.

Costo: 190.00/130.00

1.46

Total costos directos

3.84

Indirectos 30%

1.15

4.99

Utilidad 8%

0.40

5.39

O.y S.de B.R.

0.05

PRECIO UNITARIO: \$ 5.44/m³

6-9.-Compactación por unidad de obra terminada(inciso 11-06.7)

de la cama de los cortes en que no se ordene excavación-
adicional para 95%

Agua para compactación:

Igual al análisis del concepto 6-8.

Costo:

\$ 2.38/m³

Incorporación de agua y compactación:

Equipo:

| | |
|----------------------|----------------|
| 1 motoconformadora | \$ 120.00/h. |
| 1 duo-pactor | 110.00/h |
| 1 rodillo vibratorio | <u>80.00/h</u> |
| | 310.00/h |

Rendimiento: 130 m³/h.

Costo: \$ 310.00/130 2.38

Total costo directo: 4.76

Indirectos: 1.43

6.19

Utilidad 8% 0.49

6.68

O.y S.de B.R. 0.07

PRECIO UNITARIO: \$ 6.75/m³

6-10.-Formación y compactación por unidad de obra terminada -
(inciso 11-06.8) de terraplenes adicionados con sus cu-
ñas de sobre-ancho para 90%.

Agua para compactación:

Igual al análisis del concepto 6-8.

Costo: \$ 2.38/m³

Formación y compactación:

Equipo: 1 motoconformadora \$ 120.00/h.

1 rodillo vibratorio 80.00/h

1 duo-pactor 110.00/h

Rendimiento: 160 m³/h

Costo: \$ 310.00/160 1.94/m³

| | |
|----------------------|------------------------|
| Total costo directo: | \$ 4.32/m ³ |
| Indirectos: | <u>1.30</u> |
| | 5.62 |
| Utilidad 8% | <u>0.44</u> |
| | 6.06 |
| O.y S.de B.R. | <u>0.06</u> |
| PRECIO UNITARIO: \$ | 6.12/m ³ |

6-11.-Formación y compactación por unidad de obra terminada -
 (inciso 11-06.8) de terraplenes adicionados con sus cu-
 ñas de sobre-ancho, para 95%

Agua para compactación:

Igual al análisis del concepto 6-8.

Costo: \$ 2.38/m³

Formación y compactación:

| | |
|----------------------------|-----------------|
| Equipo: 1 motoconformadora | \$ 120.00/h |
| 1 rodillo vibratorio | 80.00/h |
| 1 aplanadora | 80.00/h |
| 1 duo-pactor | <u>110.00/h</u> |
| | 390.00/h |

Rendimiento: 160 m³/h

Costo: \$ 390.00/160.0 2.44

Total costo directo: 4.82

Indirectos 30% 1.45
 6.27

| | |
|-----------------|------------------------|
| | \$ 6.27/m ³ |
| Utilidad 8% | <u>0.50</u> |
| | 6.77 |
| O.y S.de B.R.1% | <u>0.07</u> |
| PRECIO UNITARIO | \$ 6.84/m ³ |

6-12.-Excavaciones para canales (contracunetas y salidas de obras de drenaje), por unidad de obra terminada (inciso 13-06.1E).

Se considera que el 50% de la excavación se efectuará -- con máquina y 50% a mano.

Excavación con máquina:

Equipo: 1 tractor D-4 c/dozer y ripper \$ 107.00/h

Rendimiento: 25 m³/h

Costo: 107.00/25 \$ 2.14/m³

Excavación a mano:

1 cabo \$ 84.40/día

10 peones 495.30/día

\$ 579.70/día

Rendimiento: 60 m³/día

Costo: \$ 579.70/60 9.66 x 50% 4.83

Total costo directo: 6.77

Indirectos 30% 2.09

9.06

| | |
|------------------|------------------------|
| | \$ 9.06/m ³ |
| Utilidad 8% | <u>0.72</u> |
| | 9.78 |
| O.y S.de B.R.1% | <u>0.10</u> |
| PRECIO UNITARIO: | \$ 9.88/m ³ |

6-13.-Sobre-acarreo de materiales para terracerías, cuando se trate de obras que se paguen por unidad de obra terminada (inciso 14-06.3) en distancias hasta 5 estaciones.

Equipo: 1 moto-escrepa 619 \$ 165.00/h

Rendimiento: 600 m³-est./h

Costo: \$ 165.00 /600

| | |
|------------------|-----------------------------|
| | \$ 0.27/m ³ -est |
| Indirectos 30% | <u>0.08</u> |
| | 0.35 |
| Utilidad 8% | <u>0.03</u> |
| | 0.38 |
| O.y S.de B.R.1% | <u>0.01</u> |
| PRECIO UNITARIO: | \$ 0.39/m ³ -est |

6-14 .-Sobre acarreo de materiales para terracerías, cuando se trate de obras que se paguen por unidad de obra terminada (inciso 14-06.3) en distancias hasta 5 hectómetros

Equipo: 1 moto-escrepa 619 \$ 165.00/H.

Rendimiento: 150 m³-hm /h

Costo: \$ 165.00/150 m³-hm

\$ 1.10

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Indirectos 30% | <u>0.33</u> |
| | 1.43 |
| Utilidad 8% | <u>0.11</u> |
| | 1.54 |
| O.y S.de B.R. | <u>0.02</u> |
| PRECIO UNITARIO \$ | 1.56/m ³ -hm |

6-15.-Sobre acarreo de materiales para terracerías, cuando se trate de obras que se paguen por unidad de obra terminada (inciso 14-06.3) en distancias de más de 5 hectómetros
 Camión volteo de 4 m³ sueltos = 2.96 m³ compactos

\$ 45.00/h

Se considera un recorrido de 2 kms por kilómetro de acarreo y vel.prom.de 17 km/h.

Tiempo de recorrido: 7.3 minutos

Costo: 0.121 h x \$ 45.00/2.96 m³ \$ 1.83/m³-km

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Indirectos 30% | <u>0.55</u> |
| | 2.38 |
| Utilidad 8% | <u>0.19</u> |
| | 2.57 |
| O.y S.de B.R. | <u>0.03</u> |
| PRECIO UNITARIO:\$ | 2.60/m ³ -km |

6-16.-Excavación para estructuras, por unidad de obra terminada, cualesquiera que sea su clasificación y profundidad.

Mano de obra:

1 cabo \$ 84.40

15 peones 742.95

\$ 827.35/día.

Herramienta

3% x 827.35 M.O. = 24.82/día

827.35/día + 24.82/día = 852.17/día

Rendimiento: 75 m³/día

Costo: \$ 852.17/75

\$ 11.36/m³

Indirectos 30% 3.41

14.77

Utilidad 8% 1.18

15.95

O.y S.de B.R.1% 0.16

PRECIO UNITARIO: \$ 16.11/m³

6-17.-Mampostería de tercera, a cualquier altura, por unidad de obra terminada (inciso 20-06.12), con mortero de cemento.

Materiales:

a).-Piedra:

Explosivos y artificios por m³

Dinamita: 0.4 kg x \$ 9.50 3.80

Cañuela: 1.4 m x 0.75 1.12

Fulminante: 1 pieza 0.60

\$ 5.52

b).-Mano de obra:

| | | |
|----------------------|---------------|--|
| 1 poblador | \$ 84.40 | |
| 3 perforistas | 168.81 | |
| 3 ayudantes | 143.59 | |
| 1 cargador explosiv. | 56.27 | |
| 3 peones | <u>143.59</u> | |
| | \$ 606.66/día | |

Rendimiento: 80 m³/día

Costo: 606.66/80 7.58

Equipo:

1 compresor 365' \$ 85.00/h

Rendimiento: 15 m³/h

Costo: 85.00/15 5.67

Carga a camión:

1 cargador frontal \$ 122.00

1 camión parado 20.00

\$ 142.00/h

Rendimiento: 50 m³/h

Costo: 142.00/50 2.84

Acarreo:

Acarreo promedio: 30 kms

Tarifa fleteros : \$ 1.14 m³-km

Costo: 1.14 x 30 kms 34.20

Suma costo piedra suelta: \$ 59.63/m³

c).-Arena y grava:

Extracción y cribado:

1 cabo \$ 84.40

10 peones 495.30 579.70/día

Herramienta 3% M.O. 17.39

\$ 597.09/día

Rendimiento: 15 m³/h

Costo: 597.09/15 \$ 39.81

Acarreo:

Acarreo promedio: 57 kms

Tarifa: \$ 1.14 m³/km

Costo: 1.14 x 57 kms 64.98

Carga a camión (análisis

anterior), costo 2.84

Suma del costo de arena \$ 107.63/m³

d).-Cemento

Costo puesto en obra \$ 600.00/ton.

e).-Agua:

Igual al anál. del concepto 6.8 \$ 15.85/m³

ANALISIS:

1.-Mamposteo

Materiales:

| | | |
|--|-------------|--------------------------|
| Piedra 1.3 m ³ x \$ 59.63 = | 77.52 | |
| Arena 0.3 m ³ x \$ 107.63 = | 32.29 | |
| Cemento 0.1tonx \$600.00 = | 60.00 | |
| Agua 0.375 m ³ x \$ 15.85 = | <u>5.94</u> | \$ 175.75/m ³ |

Mano de obra:

| | | |
|-------------------|-----------------|--|
| 1 maestro albañil | \$ 84.40 | |
| 10 albañiles | 703.30 | |
| 10 peones | <u>495.30</u> | |
| | \$ 1,283.00/día | |

Rendimiento: 60 m³/día

| | |
|--------------------|-------|
| Costo: 1,283.00/60 | 21.38 |
|--------------------|-------|

| | |
|-------------------------|------|
| Herramienta: 3% x 21.38 | 0.64 |
|-------------------------|------|

Tubo para drenes:

Se consideran 7 mts de tubo en 45 m³ de mamp.

| | |
|--|------|
| Costo: \$ 24.00 x 7.00 mts/45 m ³ | 3.73 |
|--|------|

| | |
|----------------------|-----------|
| Total costo directo: | \$ 201.50 |
|----------------------|-----------|

| | |
|----------------|--------------|
| Indirectos 30% | <u>60.45</u> |
|----------------|--------------|

261.95

| | |
|-------------|--------------|
| Utilidad 8% | <u>20.96</u> |
|-------------|--------------|

282.91

| | |
|---------------|-------------|
| O.y S.de B.R. | <u>2.83</u> |
|---------------|-------------|

PRECIO UNITARIO: \$ 285.74/m³

6-18.-Concreto hidráulico, por unidad de obra terminada (inciso-
22-06.10), colado en seco de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$

Materiales:

Grava y arena (igual a anál. 6-17) \$ $107.65/\text{m}^3$

Agua (igual a análisis 6-8) $15.85/\text{m}^3$

ANALISIS:

• 1.-Concreto

a).-Materiales:

Grava y arena $1.5 \text{ m}^3 \times 107.44 = 161.44$

Cemento $0.33 \text{ ton} \times 600.00 = 198.00$

Agua $0.25 \times 15.85 = \underline{3.96} \quad \$ 363.40/\text{m}^3$

b).-Mano de obra:

1 maestro albañil \$ 84.40

2 albañiles 140.66

8 peones 396.24

2 ayudantes 99.06

\$ 720.36/día

Rendimiento: $18 \text{ m}^3/\text{día}$

Costo: $720.36/18 \quad 40.02$

c).-Herramientas $3\% \times 40.02 \quad 1.20$

d).-Equipo:

1 revolvedora 16-S \$ 45.00/h

Rendimiento: $2.25 \text{ m}^3/\text{h}$

Costo: $45.00/2.25 \quad 20.00$

e).-Curado:

Se considera que 18 m³ de concreto dan una superficie de 80 m² y se requieren 2 m³ de agua en 8 días de curado.

Agua 2 m³ x 15.85 \$ 31.70

1 peón 3hx8días 148.29

\$ 180.29

Costo:180.29/18

\$ 10.01

2.-Cimbra:

a).-Madera por m²,33 P.T.x 2.20 72.60

Costo:72.60/8 usos \$ 9.08

b).-Clavos y herrajes

\$ 3.75 x 0.2 kg 0.75

c).-Mano de obra,cimbra y descimbra.

1 maestro carpintero \$ 84.40

2 carpinteros 140.66

6 ayudantes 297.18

\$ 522.24/día

Rendimiento:120 m³/día

Costo:\$ 522.24/120 4.35

Herramienta 4.35 x 3% 0.13

Costo cimbra: \$ 14.31/m²

Se consideran 3.3 m² de cimbra por m³ de concreto.

| | |
|----------------------------|-------------------------|
| 14.31 x 3.3 m ³ | \$ 47.22/m ³ |
| 3.-Limpieza | 0.60 |

| | |
|---------------------|--------------------------|
| Total costo directo | \$ 482.45 |
| Indirectos 30% | <u>144.74</u> |
| | 627.19 |
| Utilidad 8% | <u>50.17</u> |
| | 677.36 |
| O.y S.de B.R. | <u>6.77</u> |
| PRECIO UNITARIO: | \$ 684.13/m ³ |

6-19.-Concreto hidráulico, por unidad de obra terminada (inciso--
22-06.10), colado en seco de f'c = 200 kg/cm².

| | |
|--|--------------------------|
| Análisis concepto 6-18.Costo | \$ 482.45 |
| Incremento por cemento para f'c = 200 kg/cm ² | |
| 600.00 ton x 50 kg | <u>30.00</u> |
| Total costo directo | \$ 512.45 |
| Indirectos 30% | <u>153.74</u> |
| | 666.19 |
| Utilidad 8% | <u>53.29</u> |
| | 719.48 |
| O.y S.de B.R. 1% | <u>7.19</u> |
| PRECIO UNITARIO: | \$ 726.67/m ³ |

6-20.-Acero de refuerzo de límite elástico de 2,300 kg/cm².

| | |
|---|-------------|
| Acero de refuerzo | \$ 2.50/kg |
| Acarreo y maniobras: | 0.12 |
| Traslapes, silletas, separadores y desperdicios. Se considera 10% del valor del acero \$ 2.50 x 10% | 0.25 |
| Alambre para amarres: | |
| Se considera que por ton de acero se utilicen 15 kg | |
| \$ 3.75 x 15/1,000 | 0.06 |
| Mano de obra: | |
| Destajo \$ 320.00 ton | <u>0.32</u> |
| Total costo directo: | \$ 3.25 |
| Indirectos 30% | <u>0.98</u> |
| | 4.23 |
| Utilidad 8% | <u>0.35</u> |
| | 4.58 |
| O.y S.de B.R.1% | <u>0.05</u> |
| PRECIO UNITARIO: | \$ 4.63/kg |

6-21.-Tubería de concreto, por unidad de obra terminada (inciso-27-06.2), reforzado de $f'c = 275 \text{ kg/cm}^2$ con junta del tipo macho y hembra de 90 cms de diámetro.

Tubo de 90 cms de diámetro \$ 424.00/ml

Colocación:

Mortero.-

| | | | |
|----------|----------------------------|---|-------------|
| Arena: | 1.2 x 107.65 | = | 129.16 |
| Cemento: | 0.55 x 600.00 | = | 210.00 |
| Agua: | 0.2 m ³ x 15.85 | = | <u>3.17</u> |
| | | | 342.33 |

Se requiere 0.04 m³ por ml de tubo para juntas.

\$ 342.33 x 0.04 \$ 13.71

Mano de obra:

| | |
|-----------|---------------|
| 1 cabo | \$ 84.40 |
| 1 albañil | 70.33 |
| 10 peones | <u>495.30</u> |
| | 650.03 |

Rendimiento: 20 ml/día

Costo: 650.03/20 32.50

Maniobras y acarreos locales:

Se considera 808 kg por metro lineal

a \$ 25.00 ton.

\$ 25.00 x 0.808 20.20

Total costo directo: \$ 490.41

Indirectos 30% 147.12

637.53

Utilidad 8% 51.00

688.53

O.y S. de B.R. 6.89

PRECIO UNITARIO: \$ 695.42/ml

6-22.-Guarniciones de concreto hidráulico colados en el lugar de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ con 138 cm^2 de sección.

1.-Concreto:

a).-Materiales:

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Igual al concepto # 6-18: | \$ 363.40 |
| menos cemento para $f'c = 100$ | <u>48.00</u> |
| | 315.40 |

b).-Mano de obra:

| | |
|------------------------------|-------|
| Igual al análisis del # 6-18 | 40.02 |
|------------------------------|-------|

c).-Herramientas:

| | |
|------------------------------|------|
| Igual al análisis del # 6-18 | 1.20 |
|------------------------------|------|

d).-Equipo:

| | |
|------------------------------|--------------|
| Igual al análisis del # 6-18 | <u>20.00</u> |
| | 376.72 |

Costo: \$ 376.72 x 0.0138

\$ 5.20/ml

2.-Moldes:

Molde metálico de 6.00 mts, 900.00/piezas.

Se consideran necesarios 40 moldes para -
construir 9,000 mts de guarnición.

Costo: 900.00 x 40/9,000

4.00

3.-Mano de obra, colocación incluyendo
preparación del lugar de colocación.

| | |
|-------------------|----------|
| 1 maestro albañil | \$ 84.40 |
|-------------------|----------|

| | |
|-------------|--------|
| 2 albañiles | 140.66 |
|-------------|--------|

8 peones \$ 396.24
 \$ 621.30

Rendimiento: 300 ml/día

Costo: 625.30/300

\$ 2.07

Total costo directo:

11.27/ml

Indirectos 30%

3.38

14.65

Utilidad 8%

1.17

15.82

O.y S.de B.R.1%

0.16

\$ 15.98/ml

6-23.-Recubrimiento de cunetas (inciso 41-06.4) con concreto -
 hidráulico simple de $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$

Concreto:

Análisis del concepto # 6-22

\$ 376.72/m³

Preparación del lugar de colocación

Mano de obra:

1 cabo \$ 84.40

8 peones 396.24 \$ 480.64

Herramientas:

480.64 x 3%

14.41

\$ 495.05/día

Rendimiento: 30 m³/día

Costo: \$ 495.05/30

16.50

Colocación:

Mano de obra: 2 albañiles \$ 140.66
6 peones 297.18
\$ 437.84/día

Herramientas:

437.84 x 3% 13.13
\$ 450.97

Costo: 450.97/20 \$ 22.55

Total costo directo: \$ 415.77

Indirectos 30% 124.73

540.50

Utilidad 8% 43.24

583.74

O.y S.de B.R. 5.74

PRECIO UNITARIO: \$ 589.48/m³

6-24.-Base compactada al 95%, por unidad de obra terminada, --
del banco ubicado a 300 metros de la estación 10-840.

Despalme:

Equipo: 1 tractor D-7 con dozer \$ 156.00

Rendimiento: 40 m³/h

La relación entre despalme y el volumen
extraído es de 0.13

156.00/40 \$ 3.90

Costo: 0.13 x 3.90

\$ 0.51

Extracción, carga y acarreo local a planta trituradora y criba.

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Equipo: 1 tractor D-7 con dozer | \$ 156.00 |
| 2 cargadores frontal | 122.00 |
| 2 camiones de volteo | <u>90.00</u> |
| | \$ 368.00/h |

Rendimiento: $70 \text{ m}^3 \text{ sueltos} \times 0.76 = 53 \text{ m}^3/\text{h}$

Costo: \$ 368.00/53 \$ 6.94

Trituración parcial y cribado:

| | |
|---------------------------------------|----------------|
| Equipo: 1 planta trituradora y criba: | \$ 260.00/h |
| 4 peones \$ 49.53 x 4/8 horas | <u>24.77/h</u> |
| | \$ 284.77 |

Rendimiento: $40 \text{ m}^3 \text{ sueltos} \times 0.76 = 30 \text{ m}^3 \text{ compactos.}$

Costo: \$ 284.77/30 9.49

Acarreo local, cargas y descargas, almacenamiento de materiales procesados.

| | |
|----------------------------|--------------|
| Equipo: 1 cargador frontal | \$ 30.50 |
| 1 camión de volteo | <u>45.00</u> |
| | \$ 75.50/h |

Rendimiento: $40 \text{ m}^3 \times 0.74 = 30 \text{ m}^3/\text{h}$

Costo: \$ 75.50/30 2.52

Compactación:

| | |
|----------------------------|----------------|
| Equipo: 1 motoconformadora | \$ 120.00/h |
| 1 duo-pactor | 110.00/h |
| 1 aplanadora | <u>80.00/h</u> |
| | \$ 310.00/h |

Rendimiento: 90 m³/h

Costo: \$ 310.00/90

\$ 3.44

Agua: costo

2.98

Total costo directo:

\$ 25.28

Indirectos 30%

7.58

32.86

Utilidad 8%

2.63

35.49

O.y S.de B.R.1%

0.36

PRECIO UNITARIO: \$ 35.85/m³

6-25.-Asfalto FM-1, por unidad de obra terminada, en riego de im
pregnación (inciso 52-06.4)

Asfalto FM-1, costo puesto en obra

\$ 0.22/lt

Almacenaje:

Se consideran depósitos para 40,000 litros

con un costo de \$ 32,000.00

Costo: \$ 32,000.00/238,000

0.13

Acarreos locales:

Acarreo promedio: 10 kms.

Camión pipa 6,000 litros \$ 23.00 parada

Camión pipa 6,000 litros 47.00 activa

Velocidad promedio: 40 kms/h

Carga y descarga:

Tiempo: 80 minutos

Costo: 1.3 h x \$ 23.00/6,000

0.005

Acarreo:

Recorrido del circuito: 20 kms.

Tiempo: 30 minutos.

Costo: 0.5 h x \$ 47.00/6,000 litros \$ 0.004/lt

Riego de impregnación:

Equipo: Petrolizadora 8 horas \$ 720.00

3 peones 148.59

\$ 868.59/día

Rendimiento: 1,500 mts de camino con

16,500 litros de asfalto.

Costo: \$ 868.59/16,500 0.05

Total costo directo: 0.41

Indirectos 30% 0.12

0.53

Utilidad 8% 0.04

0.57

O. y S. de B. R. 1% 0.01

PRECIO UNITARIO: \$ 0.58/lt

6-26.-Aditivo, por unidad de obra terminada, para asfaltos rebajados.

Costo del aditivo puesto en obra: \$ 11.00/lt

Manejo y colocación: 0.16

Total costo directo: 11.16

Indirectos 30% 3.35

14.51

| | |
|---------------------|-----------------|
| | <u>14.51/1t</u> |
| Utilidad 8% | <u>1.16</u> |
| | 15.67 |
| O.y S.de B.R. | <u>0.16</u> |
| PRECIO UNITARIO: \$ | 15.83/1t |

6-27.-Barrido previo de la superficie por regar.

| | |
|----------------------|---------------------------|
| 1 barredora mecánica | \$ 70.00 x 8 hrs = 560.00 |
| 4 peones a 49.53 | <u>198.12</u> |
| | 758.12 |

Rendimiento: 1.2 ha.

Costo: \$ 758.12/1.2

| | |
|---------------------|---------------|
| | \$ 631.76/Ha |
| Indirectos 30% | <u>189.53</u> |
| | 821.29 |
| Utilidad 8% | <u>65.70</u> |
| | 886.99 |
| O.y S.de B.R.1% | <u>8.87</u> |
| PRECIO UNITARIO: \$ | 895.86/Ha |

6-28.-Carpeta de un riego por unidad de obra terminada con material 3-A del banco ubicado a 21,000 mts a la izquierda de la estación 0+000.

Desmante, despalle, extracción, carga y acarreo local a la planta trituradora y criba.

Análisis concepto # 6-24 \$ 7.45/m³

Trituración y criba:

Planta trituradora y criba \$ 260.00/h
4 peones 49.53 x 4/8 horas 24.77/h
\$ 284.77/h

Rendimiento: 8 m³/h

Costo: \$ 284.77/8 \$ 35.60

Acarreo local, carga, descarga y almac.

Costo: Igual al análisis del 6-24 2.52
\$ 45.57

Se considera un desperdicio de 30% una vez procesado el material. Es decir, por cada 1.3 m³ procesados, se obtiene 1 m³ útil.

Costo: \$ 45.57 x 1.3 m³ \$ 59.24/m

Tendido, planchado y remoción del material
excedente:

1 camión de volteo \$ 45.00 x 8 horas \$ 360.00
1 esparcidor \$ 30.00 x 8 horas 240.00
1 Duo-pactor \$ 110.00 x 4 horas 440.00
6 peones \$ 49.53 x 6 297.18
1,337.18

Rendimiento: 600 ml de camino x 6.00 m
de ancho x 11 litros = 39.6 m³

Costo: \$ 1,337.18/39.6 33.77

Total costo directo: \$ 93.01

Indirectos 30% 27.90

120.91

| | |
|------------------|--------------------------|
| Utilidad 8% | \$ <u>9.67</u> |
| | 130.58. |
| O.y S.de B.R. | <u>1.31</u> |
| PRECIO UNITARIO: | \$ 131.89/m ³ |

6-29.-Acarreo de material petreo para base,por unidad de obra-terminada.

Camión volteo de 4 m³suelos = 2.96 m³

compactos \$ 145.00/h

Acarreo promedio:36 kms.

Recorrido del circuito:72 kms.

Velocidad promedio:30 km/h

Tiempo en recorrido:144 minutos

Costo:2.4 h x \$ 45.00/2.96 x 36 km \$ 1.02/m³-km

Indirectos 30% 0.31

1.33

Utilidad 8% 0.11

1.44

O.y S.de B.R.1% 0.01

PRECIO UNITARIO: \$ 1.45/m³-km

6-1.-VOLUMEN Y COSTO DE LA OBRA.

| Concepto. | Volumen. | Importe |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Terracerías.- | | |
| Desmonte en derecho de vía. | 198 Ha | \$ 175,202.28 |
| Despalme. | 153,476 m ³ | 442,010.88 |
| Exc.en corte p/form.de terr. | 192,452 m ³ | 1'647,389.12 |
| Préstamo lateral(20 metros). | 2,791 m ³ | 12,559.50 |
| Préstamo lateral(100 metros). | 33,814 m ³ | 175,832.80 |
| Préstamo de banco # 1 | 28,736 m ³ | 94,254.08 |
| Préstamo de banco # 2 | 69,425 m ³ | 351,984.75 |
| Préstamo de banco # 3 | 63,908 m ³ | 603,291.52 |
| Préstamo de banco # 4 | 254,180 m ³ | 2'633,304.80 |
| Comp.del terreno nat.al 90%. | 50,115 m ³ | 272,625.60 |
| Comp.cama-corte al 95%. | 28,044 m ³ | 189,297.00 |
| Form.y comp.de terraplén 90% | 463,513 m ³ | 2'836,699.56 |
| Form.y comp.de terr.al 95% | 101,082 m ³ | 691,400.88 |
| Excavación de canales. | 33,600 m ³ | 331,968.00 |
| S/acarreo de terracerías(Est.) | 198,678 m ² -Est. | 77,484.42 |
| Acarreo de terracerías(Hm.) | 330,082 m ³ -Hm. | 514,927.92 |
| Acarreo de terracerías(Km.) | 1'985,168 m ³ -Km | 5'161,436.80 |
| Abatimiento de taludes. | 34,715 m ³ | 116,295.25 |
| Suma de terracerías: | | \$ 16'327,965.16 |

| Concepto | Volumen | Importe. |
|--|-----------------------|---------------|
| Obras de drenaje. | | |
| Excavación p/estructuras. | 13,902 m ³ | 223,961.22 |
| Mampostería de tercera. | 8,094 m ³ | 2'312,779.56 |
| Zampeado | 1,135 m ³ | 324,314.90 |
| Concreto f'c = 150 kg/cm ² | 621 m ³ | 424,844.73 |
| Concreto f'c = 200 kg/cm ² | 1,042 m ³ | 757,190.14 |
| Recubrimiento de cunetas. | 3,499 m ³ | 2'062,590.52 |
| Acero de refuerzo. | 53,147 kg. | 246,070.61 |
| Tubo de concretode 91 Ø | 541 ml. | 376,222.22 |
| Guarniciones | 27,000 ml. | 431,460.00 |
| Lavaderos | 132 m ³ | 37,717.68 |
| Suma de obras de drenaje | | 7'197,151.58 |
| Pavimentación: | | |
| Base compactada al 95% | 73,628 m ³ | 2'639,563.80 |
| Asfalto FM-1, riego de imp. | 673,295 lts. | 390,511.10 |
| Asfalto FR-3, riego de Lig. | 440,975 lts. | 255,765.50 |
| Aditivo para asfalto. | 6,335 lts | 101,233.30 |
| Barrido de base | 51 Ha. | 45,688.86 |
| Material petreo 3-A | 3,760 m ³ | 495,906.40 |
| Acarreo mat.p/base. | 929,234 m-km | 1'347,389.30 |
| Acarreo material 3-A | 134,514 m-km | 143,929.98 |
| Suma de pavimentación | | 5'419,988.24 |
| | | |
| Costo total de las terracerías, pavimentación y obras de drenaje del camino Soto La marina- La pesca, en el Estado de Tamaulipas..... \$ | | 28'945,104.98 |