

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLAN

“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LOS CAMINOS DE CONSTRUCCION DE LA PRESA HIDROELECTRICA “EL GARACOL”



ENEP ACATLAN
DEPTO. DE CERTIFICACION
Y TITULOS

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 N
VICTOR HUGO BUENO HERRERA
FRANCISCO RENE REYES REYES

SANTA CRUZ ACATLAN, EDO. DE MEXICO

1 9 8 2



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



VNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"
COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA.

CAI-C-134/82.

SEÑORES VICTOR HUGO BUENO HERRERA
FRANCISCO RENE REYES REYES,
Alumnos de la Carrera de Ingeniería Civil,
P r e s e n t e.

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 15 de octubre de 1980, me complace notificarles que esta Coordinación tuvo a bien asignarles el siguiente tema de tesis: "Procedimiento Constructivo para los Caminos de Construcción de la Presa Hidroeléctrica "El Caracol" el cual se desarrollará como sigue:

- Indice
- I.-Antecedentes
 - II.-Determinación de caminos
 - III.-Proceso constructivo
 - IV.-Programa y control de obra conclusiones

Asimismo fué designado como Asesor de Tesis el señor Ing. Luis Zárate Rocha, profesor de esta Escuela.

Ruego a ustedes tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberán prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico 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. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F., a 24 de Junio/82.



ING. ALVARO RAMIREZ SECENA
Coordinador del Programa de Ingeniería.

ENEP - ACATLAN
COORDINACION DE
INGENIERIA Y ACTUARIA



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LOS CAMINOS DE CONSTRUCCION
DE LA PRESA HIDROELECTRICA " EL CARACOL".

I N D I C E

I.- ANTECEDENTES.

I.1.- Generalidades

I.2.- Localización.

II.- DETERMINACION DE CAMINOS

II.1.- Tipos de Caminos.

II.2.- Estudios de Caminos.

II.3.- Ubicación y Descripción de los Caminos
de Construcción en el Proyecto General.

III.- PROCESO CONSTRUCTIVO.

III.1.- Especificaciones Para Terracerías.

III.2.- Planeación y Desglose Constructivo.

III.3.- Obras de Drenaje.

III.4.- Selección de Equipo.

III.5.- Costos Horarios.

IV.- PROGRAMA Y CONTROL DE OBRA

IV.1.- Programa de Obra

IV.2.- Control de Equipo

IV.3.- Control de Mano de Obra

IV.4.- Control de Materiales.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

A N T E C E D E N T E S

I.1.- GENERALIDADES.

La Comisión Federal de Electricidad, inició en el año de 1978 la construcción del Proyecto Hidroeléctrico EL CARACOL, ubicado en la parte noroeste del estado de Guerrero, en las proximidades del poblado de Aplaxtla de Castrejón y en la parte media del río Balsas, unos 73 kilómetros aguas abajo del cruce con el puente Mezcala de la carretera México-Acapulco. En la zona del proyecto, el río fluye en dirección Este-Oeste, formando dos meandros. La cuenca que corresponde a dicho sitio tiene un área de 48837 Km² la cual no incluye el área correspondiente a la cuenca de la presa de Valsaquillo, Pue. (3240 Km²). Se trata de una singularidad geomorfológica local, cuya utilización en los fines de aprovechamiento hidroeléctrico es factible técnica y económicamente viable.

I.1.1.- Datos Técnicos.

Hidrología:

- Área de la Cuenca	48837.00	Km ²
- Escurrimiento Medio Anual	6304x10 ⁶	M ³
- Caudal Medio Anual	199.89	M ³ /seg
- Avenida Máxima Registrada	3881.00	"

Embalse:

- Área Máxima de Embalse	46.80	Km ²
- Nivel Máximo de Embalse	521.00	M
- Nivel Máximo de Operación	515.00	"
- Nivel Mínimo	495.00	"
- Capacidad Total	1775x10 ⁶	M ³
- Capacidad Util	1520x10 ⁶	"
- Capacidad al Nivel Mínimo	825x10 ⁶	"
- Capacidad Control de Avenidas	255x10 ⁶	"

Potencia y Generación:

- Capacidad Instalada	570.00	Mw
- Generación Media Anual	1320.00	GWh

Obra de Desvío:

- Tipo	Túnel	
- Número de Túneles	2	
- Sección: portal	13x13	M
- Gasto Total de Descarga	4350.00	M ³ /seg
- Avenida de Diseño	4615.00	"
- Período de Retorno Considerado	50	Años

Cortina:

- Tipo	Materiales graduados	
- Altura Máxima	134.00	M
- Elevación de la Corona	526.00	"
- Longitud de la Corona	345.00	"
- Ancho de la Corona	12.00	"
- Bordo Libre	5.00	"
- Volumen Total de la Cortina	6825000.00	M ³

Vertedór:

- Tipo	Canal a cielo abierto	
- Número de Canales	2	
- Sección: variable	112.60	M
- Avenida de Diseño	17760.00	M ³ /seg
- Volumen de la Avenida	9012x10 ⁶	M ³
- Duración	17	Días
- Capacidad Total de Descarga	17000	M ³ /seg
- Capacidad Máxima de Descarga/canal	8500.00	"
- Elevación de la Cresta	498.00	M
- Longitud Total de la Cresta	77.60	M
- Estructura Terminal: Deflector (ang)	30°	

Obra de Toma:

- Tipo: Estructura de Rejillas y Compuertas en rampa
- Sección : Variable
- Gasto Máximo Considerado/toma 243.40 M³/seg

Tubería a Presión:

- Número de Conductos 3
- Sección: Circular
- Diámetro 7.50/5.67 M
- Longitud 296.93 "
- Sobre presión Máxima 38.61 "

Casa de Máquinas:

- Tipo: Subterránea

Turbinas

- Tipo: Francis-Eje Vertical
- Velocidad Nominal 128.57 RPM
- Carga de Diseño 91.20 M
- Gasto de Diseño 237.90 M³/seg
- Tiempo de Cierre del Distribuidor 9 seg.
- Sobrevelocidad 51.50 %
- Factor de Planta 0.27

Generadores:

- Capacidad Nominal 211000.00 KVA
- Frecuencia 60.00 cps
- Factor de Potencia 0.95
- Tensión Nominal 15.00 KV
- Número de Polos 56
- Velocidad de Resbique 233.00 RPM

Canal de Desfogues:

- Tipo: Túnel
- Sección circular
- Diámetro 9 M
- Longitud 103.60 M

Para entender mejor el concepto de "Caminos de Construcción", enunciaremos los trabajos preliminares que se requieren para la construcción de una presa.

1. Camino de Acceso
2. Campamento
3. Instalaciones Sanitarias
4. Línea de Transmisión
5. Recepción de Equipo
6. Formación de Almacén, Talleres, etc.
7. Levantamientos Topográficos
8. CAMINOS DE CONSTRUCCION
9. Contratación de Mano de Obra
10. Requisitos gubernamentales, municipales, etc.
11. Servicio Médico
12. Relaciones Políticas.

Los caminos de construcción son obras viales preliminares, provisionales ó definitivas, de primer orden en la construcción de presas.

Estos caminos son necesarios para comunicar las zonas de explotación de materiales con las áreas de desplante de las estructuras hidráulicas así como también, para tener acceso a las diferentes áreas de servicio como son: Campamentos, Taller Central, Camino de acceso, etc.

La terminación de los caminos es a nivel de capa subrasante, - pero siguiendo el criterio de construcción para carreteras pavimentadas de primer orden, la razón de esta rigurosa especificación se debe, al tránsito tan pesado que circula en ellas y porque en el futuro algunos de los caminos irán pavimentados.

El "Procedimiento Constructivo" que tratamos de abarcar en la tesis, se tiene al mencionar la buena ejecución que se lleva al hacer los caminos de construcción.

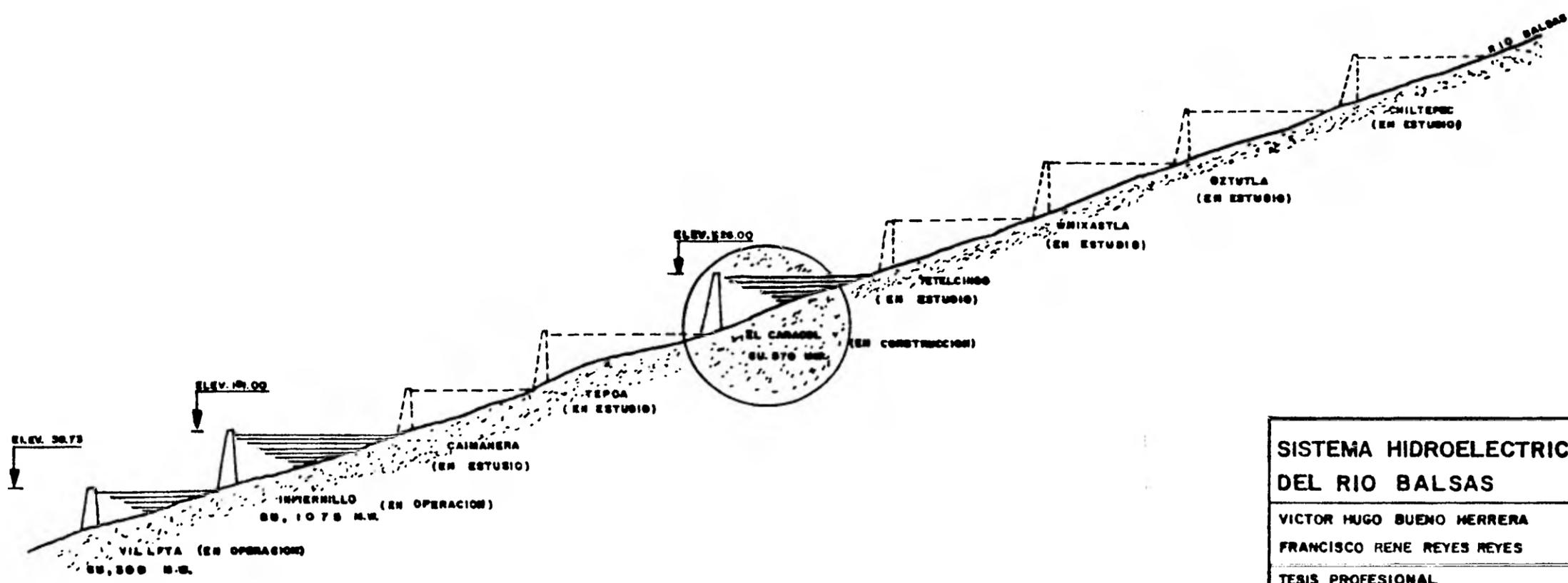
Para comprenderlo hemos dividido el Índice en:

- Determinación de Caminos
- Proceso Constructivo

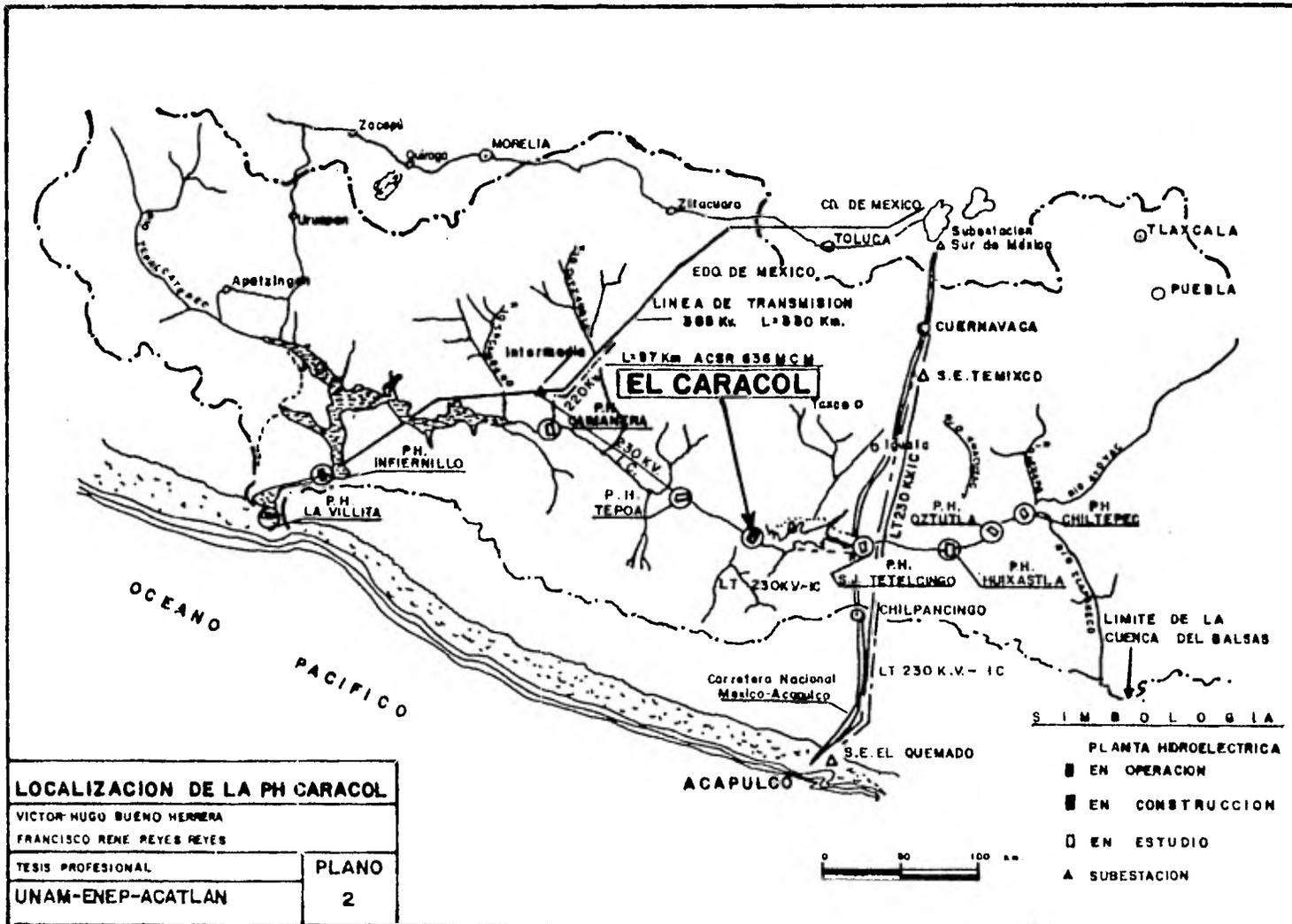
-Programa y Control de Obra.

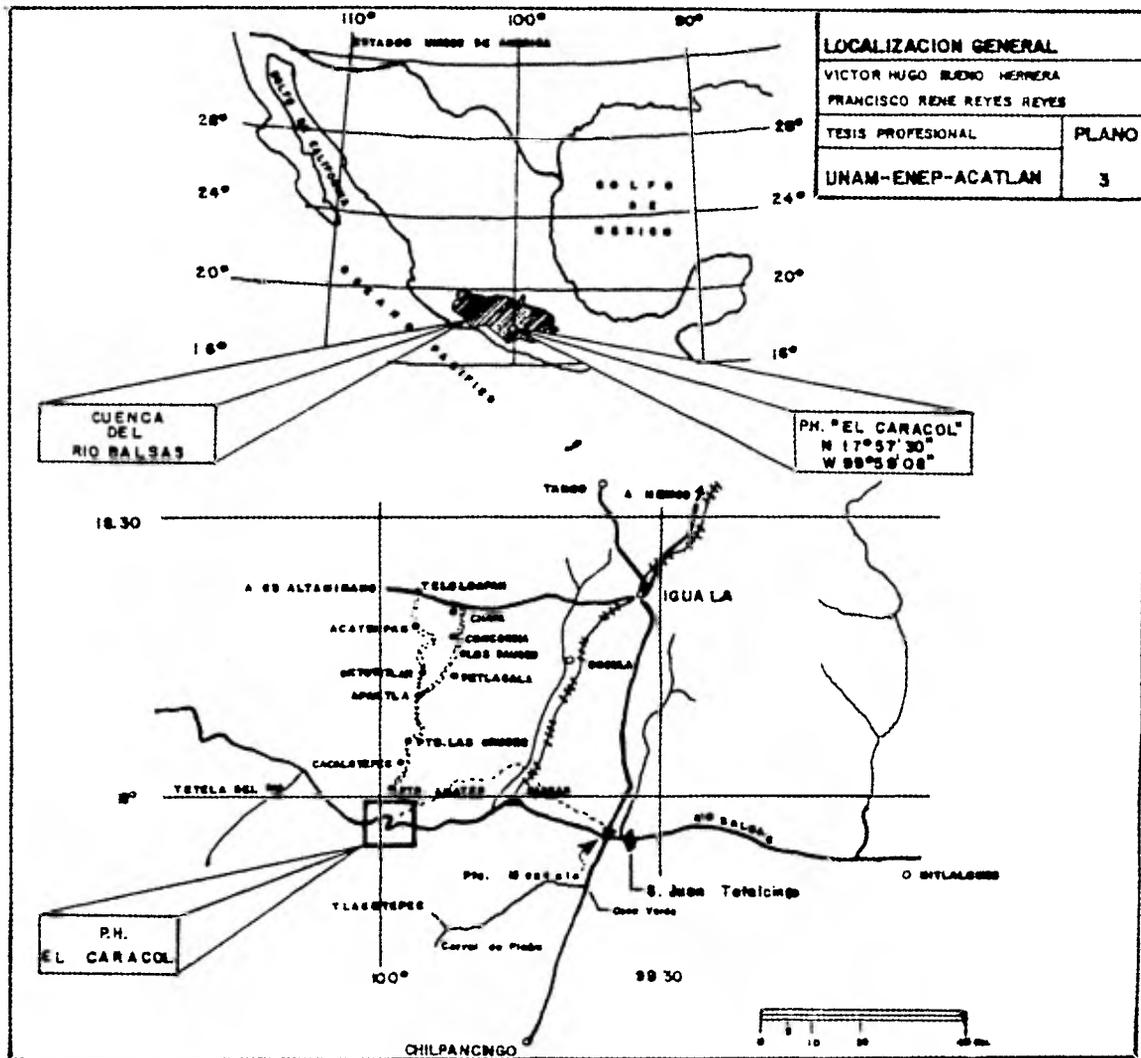
La finalidad de cómo enfocamos cada uno de los temas, se debe a querer demostrar con un ejemplo, como se siguen estos pasos pero sin tratar de hacerlo único, por ello lo combinamos con un procedimiento generalizado, tratando de dar bases de cómo se analizan todo los caminos de construcción.

LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD con el objeto de aprovechar en generacion electrica las aguas del RIO BALSAS, decidio integrar un plan que alcanzare a cubrir las necesidades futuras del pais. De esta manera es como surge la creacion del SISTEMA HIDROELECTRICO DEL RIO BALSAS el cual se encuentra constituido por nueve presas y sus correspondientes plantas hidroelectricas.

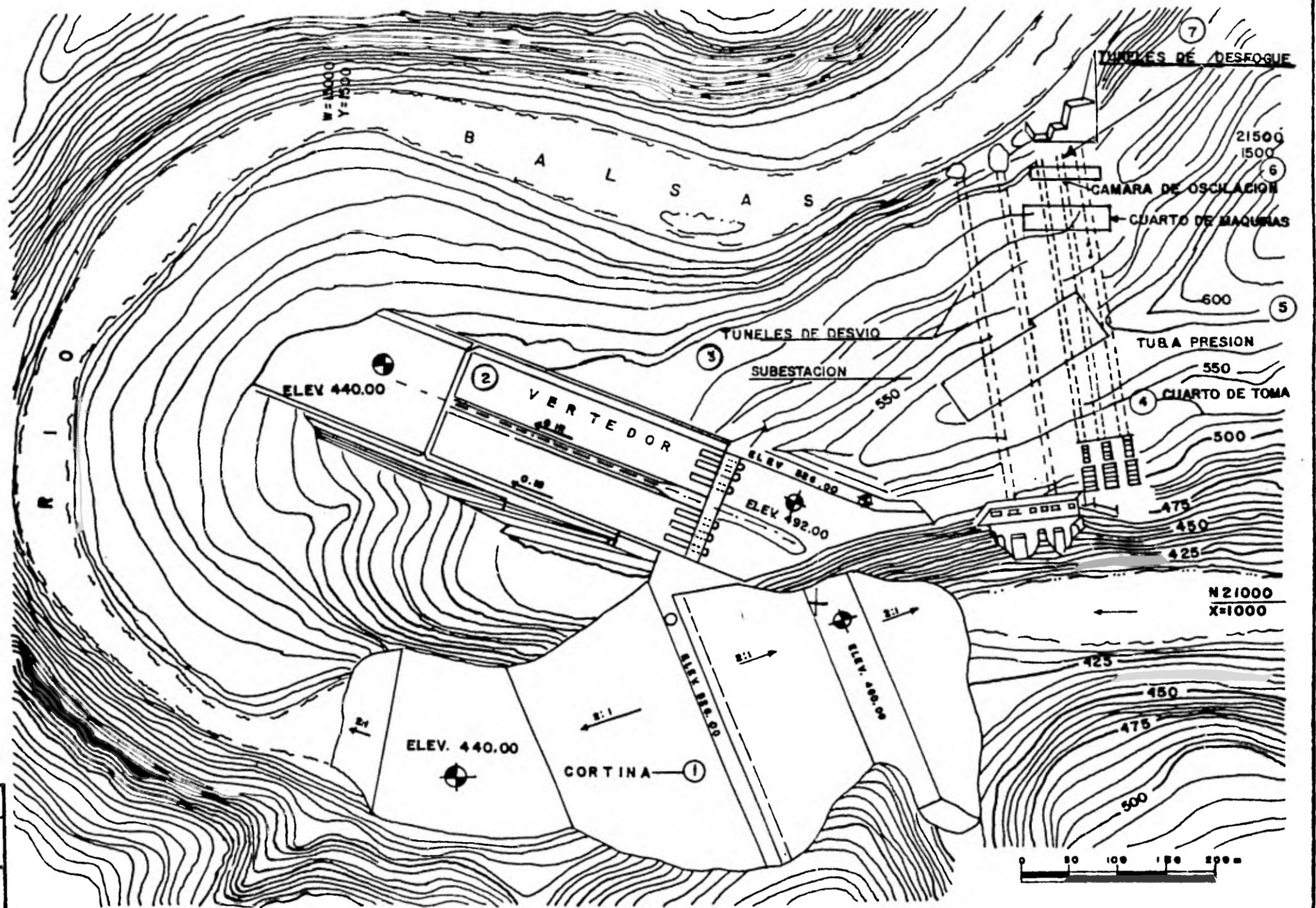


SISTEMA HIDROELECTRICO DEL RIO BALSAS	
VICTOR HUGO BUENO HERRERA FRANCISCO RENE REYES REYES	
TESIS PROFESIONAL	PLANO
UNAM-ENEP-ACATLAN	I

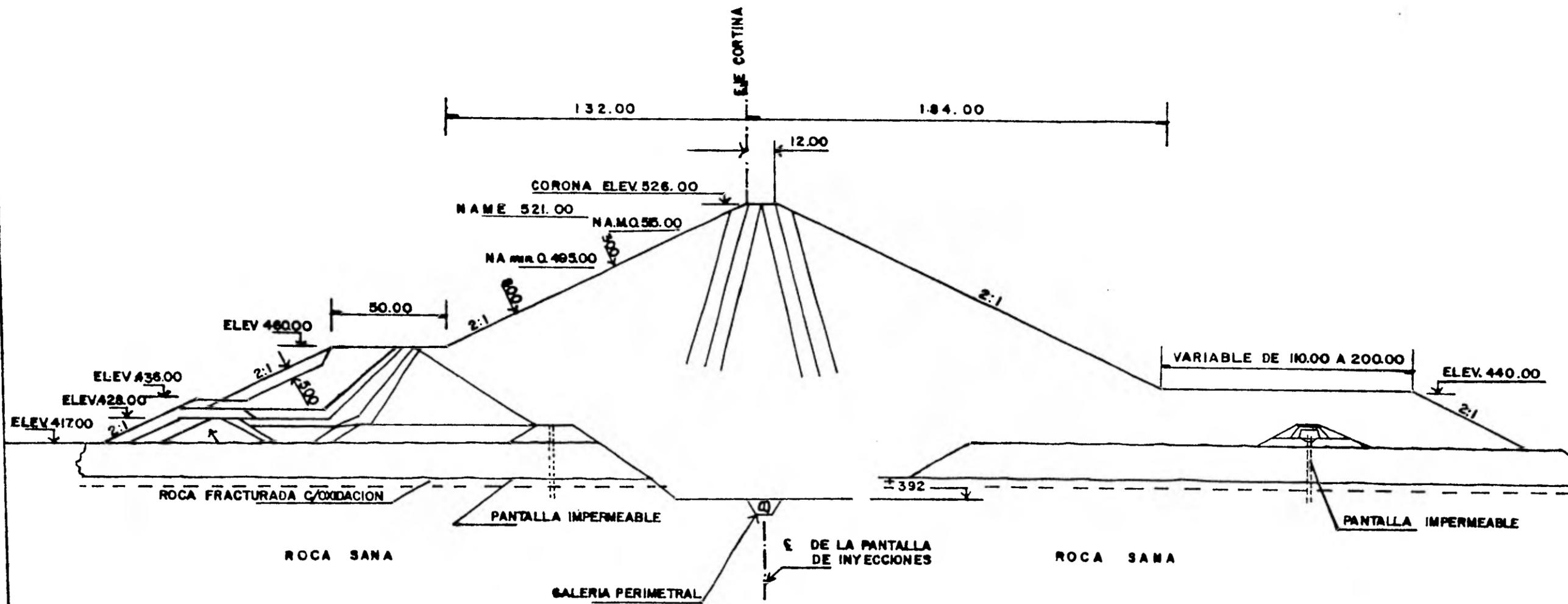




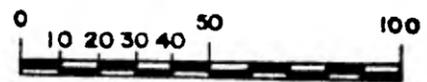
- ① CORTINA
- ② VERTEdor
- ③ TUNEL DE DESVIO
- ④ OBRA DE TOMA
- ⑤ TUBERIA A PRESION
- ⑥ CASA DE MAQUINAS
- ⑦ CANAL DE DEFOGUE



PLANTA GENERAL	
VICTOR HUGO BUENO HERRERA	
FRANCISCO RENE REYES REYES	
TESIS PROFESIONAL	PLANO
UNAM-ENEP-ACATLAN	4

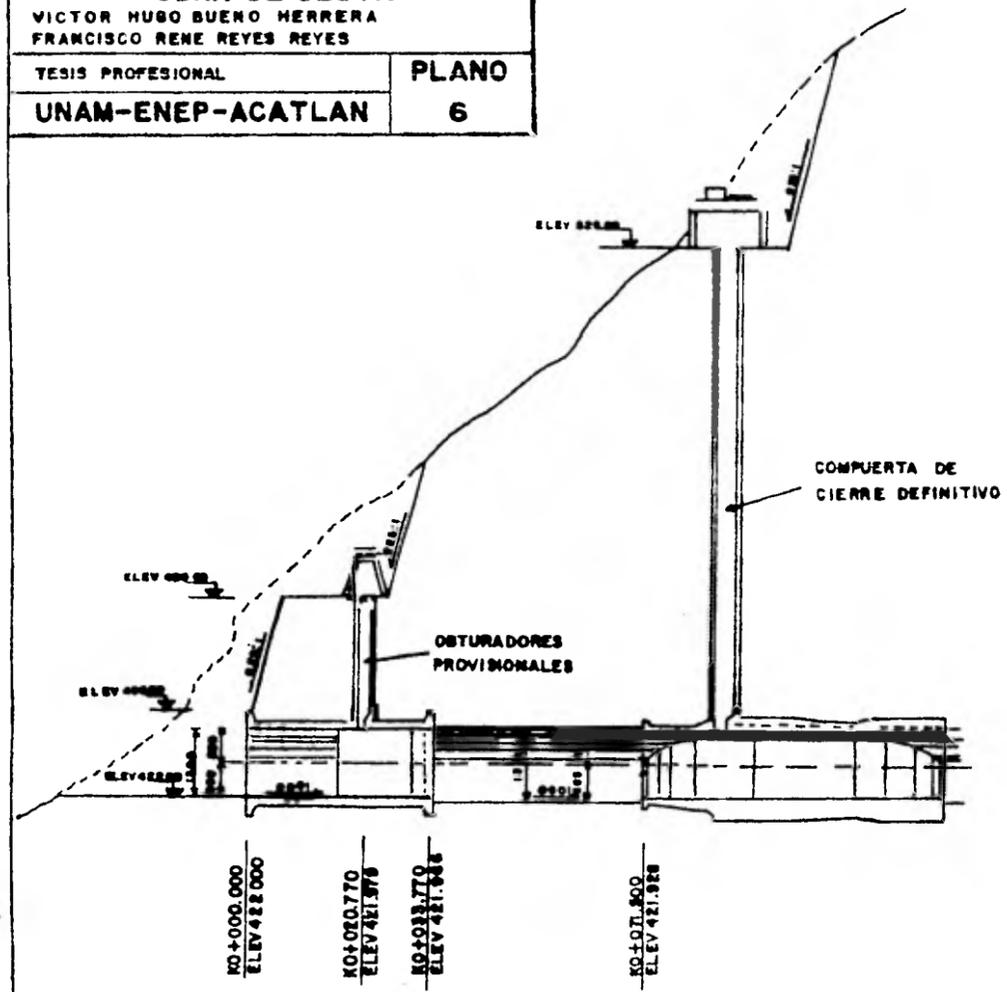


SECCION MAXIMA DE LA CORTINA	
VICTOR HUGO BUENO HERRERA	
FRANCISCO RENE REYES REYES	
TESIS PROFESIONAL	PLANO
UNAM-ENEP-ACATLAN	5



OBRA DE DESVIO
 VICTOR HUGO BUENO HERRERA
 FRANCISCO RENE REYES REYES

TESIS PROFESIONAL	PLANO
UNAM-ENEP-ACATLAN	6



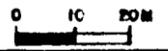
NO+000.000
ELEV 422.000

NO+020.770
ELEV 421.976

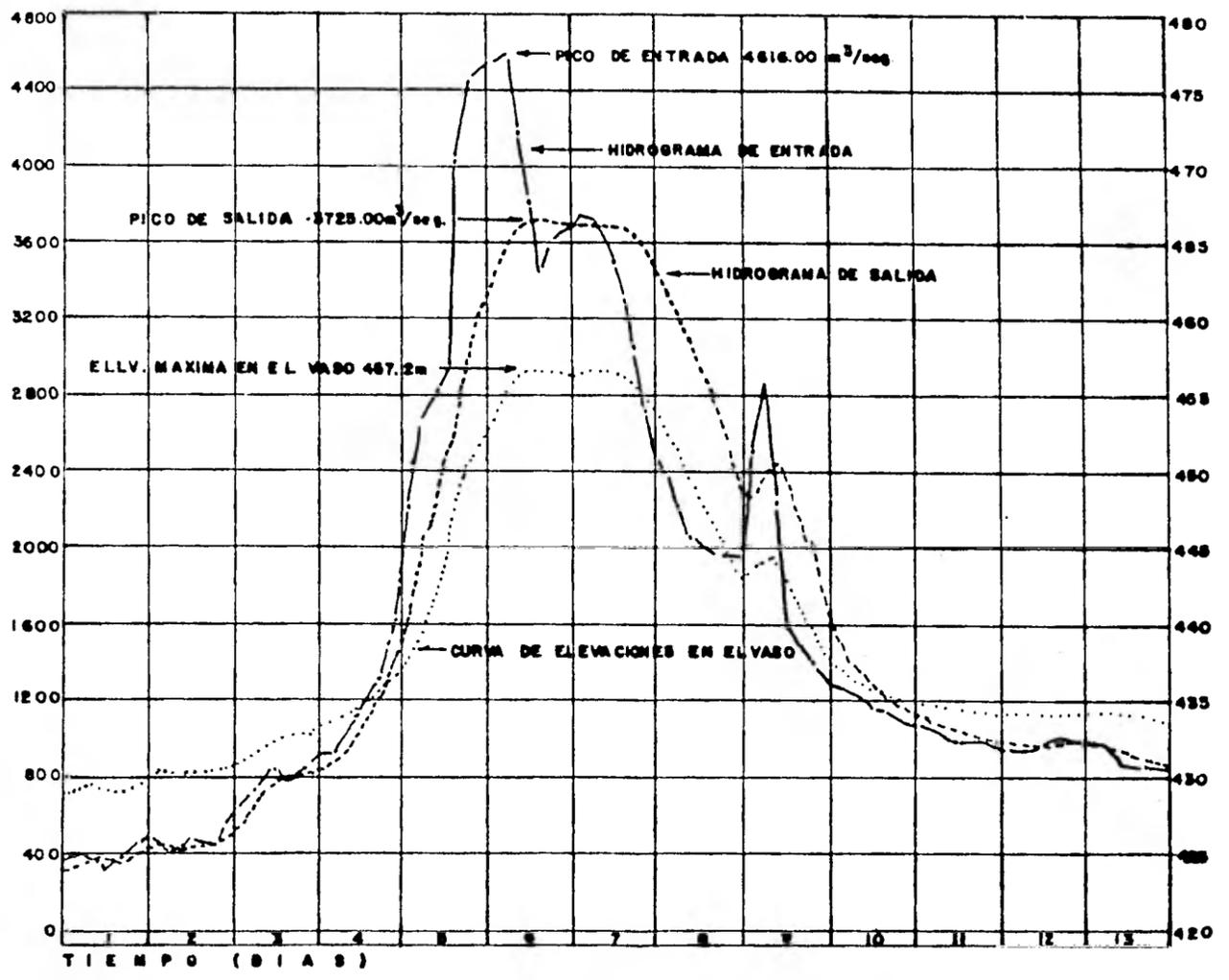
NO+033.770
ELEV 421.928

NO+071.800
ELEV 421.928

PERFIL TUNEL DE DESVIO N°1



GASTO (m³/seg)



TRANSITO DE LA OBRA DE DESVIO

CAPITULO II

D E T E R M I N A C I O N D E C A M I N O S

II.1.- TIPOS DE CAMINOS.

Tomando en cuenta la red de caminos existente dentro de la República Mexicana, podemos encontrar diferentes tipos de ellos como pueden ser: Caminos que unen ciudades, caminos que comuniquen diferentes puntos de la misma ciudad, caminos que unen rancherías, caminos que hacen posible la ejecución de obras civiles, etc., es por esto que a continuación presentamos una clasificación general de los tipos de caminos existentes:

Desde el punto de vista administrativo, la clasificación que se hace de los caminos es según la dependencia que se encarga de la construcción y conservación del camino. Esta clasificación es la siguiente:

CAMINO FEDERAL

El costo de construcción y conservación está directamente a cargo de la Federación.

CAMINO ESTATAL

El costo de construcción se realiza mitad la Federación y mitad el Estado, quedando la conservación del mismo a cargo del segundo.

CAMINO VECINAL

Construido en forma tripartita con la cooperación de los particulares beneficiados. La conservación de este tipo de caminos está a cargo del Estado.

CAMINOS DE ACCESO

Son caminos provisionales construidos a lo largo de la ruta de una carretera, tubería ó de cualquier otra obra de cons-

trucción pesada, para permitir el movimiento del equipo hacia y entre las diferentes secciones de la obra.

Conviene localizarlos a una distancia suficiente ó a un lado de manera que no obstruya ó corte el trabajo principal y si debe cruzar la faja de construcción, debe hacerlo en los lugares en que esté cerca de la rasante.

La importancia del camino provisional va disminuyendo al ir quedando transitables los tramos del camino principal, pero con frecuencia conservan su importancia, cuando menos como caminos de emergencia ó como desviaciones hasta que se termine la obra.

Los caminos de acceso se necesitan con mayor frecuencia en las regiones montañosas y boscosas, en las que los obstáculos difíciles dificultan los recorridos a campo traviesa.

Las terracerías siguen el contorno del terreno tan de cerca como sea posible. La pendiente máxima dependerá del uso al que se les destine. Las curvas deberán tener una anchura suficiente para que las unidades mayores puedan dar vuelta en alguna forma y las máquinas de uso constante deben poder pasar sin tener que retroceder.

La anchura que deba darse al camino depende del tránsito probable, de los problemas de construcción y de la velocidad de operación.

CAMINOS MADEREROS (ó de Acarreo).

No existe una línea de separación definida entre estos dos tipos. Ambos deben soportar el paso de camiones muy cargados a una velocidad regular, generalmente se localizan siguiendo el terreno más favorable. Los caminos madereros son generalmente más largos, suben a mayores elevaciones y cuando se siguen los procedimientos modernos de explotación de bosques, llegan a ser permanentes. Los caminos de acarreo entran en la clasificación de caminos provisionales porque tendrán un tránsito más intenso durante un período limitado y con frecuencia se abandonan.

Estos caminos, cuando es posible, se revisten con materiales locales que se extraen de los cortes ó de las zanjas de préstamo a lo largo de su ruta. Cualquier material algo duro y poroso como la grava, granito desintegrado, ó pizarra quebrada, se puede utilizar porque el tránsito generalmente no es muy continuo.

CAMINOS DE CONSTRUCCION.

La definición de estos caminos se asemeja mucho, al grado que -- puede confundirse a la de los caminos de acceso y madereros anteriormente descritos, ya que estos caminos son necesarios para comunicar las zonas de explotación de materiales con las áreas de desplante de las estructuras hidráulicas; así como también, para tener acceso a las diferentes áreas de servicios dentro de la misma obra, como son:

- . Almacenes
- . Campamentos
- . Taller Central
- . Camino de Acceso

El camino de construcción, fuera de lo que se puede suponer, debe ser un camino bien proyectado por el hecho de que las estructuras hidráulicas tienen zonas preestablecidas en el proyecto general y éstos caminos deberán tener acceso a ellas en sus diferentes etapas de construcción. Así podremos llegar a tener dos caminos ó más para dar acceso a una misma estructura.

Por razones económicas y condiciones topográficas llegamos a tener caminos por túneles.

En los caminos de construcción, las curvas deberán tener una anchura suficiente para que las unidades mayores puedan dar vuelta en alguna forma y las máquinas de uso constante puedan pasar sin tener que retroceder. Debe ponerse atención en el ancho necesario en los carriles, de manera que las ruedas traseras no corran fuera del camino. La anchura necesaria aumenta con la separación de los ejes y lo brusco de las vueltas; también dependerá del tránsito probable, de los problemas de construcción y de la velocidad de operación; es conveniente que tenga dos carriles, pero con frecuencia esto no resulta práctico .

Cuando tenemos caminos de doble sentido pero con anchura de un sólo carril, se requiere construir volteaderos a intervalos entre 50 y 100 metros.

El revestimiento de estos caminos será de la forma siguiente:

1. En las zonas donde exista material tipo A, llevará un revestimiento de grava gruesa con un espesor entre 30 y 40 centímetros para dar estabilidad al camino.
2. En las zonas donde exista material tipo B y C, llevará un revestimiento con material producto de la excavación con un espesor de 10 a 20 cms. para evitar el desgaste excesivo del equipo y eliminar las irregularidades del camino.

Este acabado estará complementado con sus respectivas obras de drenaje.

Existe otra clasificación desde el punto de vista técnico a la cual referiremos a continuación.

De acuerdo con su capacidad práctica, considerando el tránsito no transformado a vehículos ligeros, se ha establecido la siguiente clasificación de caminos.

CAMINOS DE TIPO ESPECIAL

Para un tránsito promedio diario anual, superior a 3,000 vehículos ó más.

CAMINO TIPO A.

Para un tránsito promedio diario anual, de 1,500 a 3,000 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos.

CAMINO TIPO B.

Para un tránsito promedio diario anual, de 500 a 1,500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 60 a 180 vehículos.

CAMINO TIPO C.

Para un tránsito promedio anual hasta de 500 vehículos, equiva

lente a un tránsito horario máximo anual de 6 a 60 vehículos.

CAMINO TIPO BRECHA

Para un tránsito promedio anual de hasta 50 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de hasta 6 vehículos.

El camino tipo C y el tipo Brecha se clasifican en caminos vecinales y las características de cada uno de ellos se indican a continuación.

a) TIPO ESPECIAL

Aplicable a los terrenos planos o de lomerío muy suave. Son los casos excepcionales en la construcción de caminos vecinales, con utilización preferente en las zonas agrícolas de los grandes sistemas de riego del país. Se proyectarán para velocidad de 80 kph y estarán petrolizados. Las obras de drenaje serán definitivas, la carga para proyecto será H-20. Se construirán donde se espere un tránsito diario de promedio anual, de entre 100 y 400 vehículos.

b) DE PRIMER ORDEN

Para terreno plano, lomerío suave y montañoso. La velocidad máxima para el proyecto será de 60 kph. Serán revestidos aunque podrán petrolizarse. Las obras de drenaje se calcularán para carga H-15. En términos generales, su alinamiento será inferior al de los tipo especial. Se construirán para los casos en que se estime un tránsito diario de promedio anual de 50 a 100 - - vehículos

c) DE SEGUNDO ORDEN

Para terreno plano, lomerío suave, montañoso y muy accidentado. La velocidad máxima para proyecto será de 40 kph. Estarán revestidos en los tramos necesarios, -

las obras de drenaje podrán ser provisionales y semidefinitivas y los puentes calculados para carga H-15. Se proyectarán para un tránsito diario promedio anual de hasta 50 vehículos.

d) DE TERCER ORDEN

Para toda clase de terreno: Del ancho necesario para -- vehículos, proveyéndolo de facilidades para cruzamiento sobre todo en los terrenos montañoso y escarpado. Se -- proyectarán para tránsito de hasta 25 vehículos diarios en promedio anual y velocidad máxima de 30 kph. Las -- obras de drenaje serán provisionales, calculadas para -- carga H-10. Se revestirán en los lugares indispensa- -- bles.

CLASIFICACION DE CAMINOS VECINALES				
CARACTERISTICAS	T I P O			
	Especial	Primer Ord.	Segundo Ord.	Tercer Ord.
Clase de terreno	Plano Lomerfo suave	Plano Lomerfo suave Montañoso	Plano Lomerfo suave Montañoso Escarpado	Plano Lomerfo suave Montañoso Escarpado
Vel. Max. en kph.	80	60	40	30
Drenaje	Definitivo	Algo se - midefinitivo.	Semidefinitivo y provisional.	Provisional
Carga	H-20	Mínimo H-15	H-15	H-10
Tránsito	100-400	50-100	Max. 50	25 o menos
Superficie de rodamiento	Petroli - zada	Revesti - da	Revestida en lo ne - cesario.	La natu - ral del te - rreno.

CAMINO TIPO "A"

Tránsito promedio diario anual 1 500 - 3 000

Tránsito horario máximo anual 180 - 360

Conceptos	Terreno plano y lomerío suave	Lomerío fuerte	Montanoso poco escarpado	Montañoso Escarpado
Sección Transversal				
Velocidad P	70 kph	60 kph	50 kph	40 kph
Curvatura Máxima	8°	11°	16°30'	26°
Pendiente Gobernadora	2%	3.5%	4%	4.5%
Pendiente Máxima	4%	5%	5.5%	6%

CAMINO TIPO "B"

Tránsito promedio diario anual 500 - 1 500

Tránsito horario máximo anual 60 - 180

Conceptos	Terreno plano y lomerío suave	Lomerío fuerte	Montañoso poco escarpado	Montañoso Escarpado
Sección Transversal				
Velocidad P	60 kph	50 kph	40 kph	35 kph
Curvatura Máxima	11°	16°30'	26°	35°
Pendiente Gobernadora	2.5%	3.5%	4.5%	5%
Pendiente Máxima	4.5%	5.5%	6%	6.5%

II.2.- ESTUDIOS DE CAMINOS.

II.2.1.- Selección de Ruta.

En los caminos de construcción, es necesario realizar una serie de trabajos preeliminarios que básicamente comprenden el estudio comparativo de todas las rutas posibles y convenientes, para seleccionar en cada caso, la que ofrezca las mayores ventajas económicas y constructivas.

Se entiende por ruta, la franja de terreno de ancho variable entre dos puntos obligados, dentro de la cual es factible hacer la localización de un camino.

La selección de ruta se apoya en el estudio de cartas geográficas donde se han analizado las rutas posibles tomando en cuenta las cantidades de obra, el alineamiento horizontal y vertical, la pendiente, su diseño en general así como el costo de cada una de ellas, llegando con esto a elegir la ruta más conveniente.

II.2.2.- Trazo y Proyecto.

El estudio de trazo y proyecto de un camino en general, comprende los siguientes puntos:

1.- Reconocimiento del terreno.- Esto consiste en estudiar la región donde se va a construir el camino a fin de elegir los puntos obligados de paso que haya en el trayecto entre los puntos inicial y terminal y buscando los puntos secundarios de cierta importancia

por donde sea conveniente llevar la línea, para lo cual se tendrá presente los conceptos mencionados en el inciso anterior.

2.- Trazo de la Línea a Pelo de Tierra.- Después de efectuado el re conocimiento del terreno y elegida la ruta conveniente se procederá al trazo de la línea a pelo de tierra la cual es el perfil de las terracerías del camino, compuesta por líneas rectas que son las pendientes unidas por arcos de curvas parabólicas verticales.

3.- Trazo preliminar.- Si se obtiene una línea a pelo de tierra favorable, se traza la línea preliminar siguiendo aproximadamente la línea a pelo de tierra, estacando a cada 20 mts. y nivelándola. --- También se procede a levantar las secciones de topografía para obtener la planta topográfica y sobre ésta se proyecta la línea definitiva.

4.- Trazo Definitivo.- Con los resultados obtenidos en el gabinete, se procede a éste trazo por cualquiera de los métodos convencionales nivelando la línea y obteniendo las secciones de construcción a cada 20 mts. y en los puntos que se considere necesario.

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

Con respecto a las características geométricas, los estudios permitirán definir la inclinación de los taludes de cortes y terra-

plenes y las elevaciones de subrasante.

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

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

Buscando la mayor economía posible en la construcción del camino se procede al cálculo de los movimientos de terracerías por medio del diagrama denominado "Curva Masa" ó también "Perfil de Masas"; así mismo se dan los procedimientos que deben seguirse durante la construcción.

Las obras de drenaje, el movimiento de terracerías y el procedimiento constructivo, se tratarán con mayor profundidad en el capítulo siguiente.

II.3.- UBICACION Y DESCRIPCION DE LOS CAMINOS DE CONSTRUCCION EN EL PROYECTO GENERAL.

En este inciso abordaremos el proyecto general de la Red de Caminos de Construcción de la Presa Hidroeléctrica " El Caracol ", dando su localización, objetivo, puntos de paso, características. etc..

II.3.1.- Red de Caminos de Construcción.

La red de Caminos de Construcción, está compuesta por diez caminos que cubren las áreas de servicios, explotación y colocación de materiales.

El nombre con que se han definido los caminos así como su descripción, son los siguientes:

1.- Camino N° 1.- El objetivo de éste es comunicar el banco de roca Charloa, con la estructura de la cortina.

Las características que presenta este camino son: Su longitud total es de 1.025 Kms, los volúmenes de corte proyectados son de 58 000 m³, los cuales se llevarán a cabo casi en su totalidad en material tipo "C" (95 %), el ancho de la corona del camino se proyectó para dos carriles, y el revestimiento será producto del corte.

Debido a la topografía del terreno en toda la ruta de este camino se construirán las obras de drenaje siguientes: cunetas, alcantarillas, subdrenes y lavaderos

2.- Camino N° 2.- Este camino comunicará la estructura de la Ataguía Aguas Arriba, se intersectará con el camino N° 1 y llegará al Banco de Roca Charlica.

Las características de este camino, en gral. son:

Tiene una longitud de recorrido de 2.25 Kms., el volumen de excavación será de 90 000 m³ y se efectuará en un 40% en material tipo A y B, y un 60% en material tipo C; el ancho de la superficie de rodadura está proyectado para dos carriles y su revestimiento estará compuesto por el material producto de las excavaciones; las obras de drenaje contendrán únicamente, por las condiciones del terreno, Cunetas y Lavaderos.

3.- Camino 24.- Este camino comunica a las oficinas generales de la Comisión Federal de Electricidad con el camino N° 11 el cual llegará hasta la estructura de la cortina.

Este camino tendrá una longitud de 1.45 Kms. a lo largo de los cuales se tendrá un volumen de excavación de 30 000 m³ en material tipo A y B (20%) y material tipo C (80%). Por estar destinado este camino a la transportación sólo del personal, el ancho de la corona será para alojar solo un carril, teniendo volteaderos en cada curva horizontal pronunciada. El revestimiento será, también, producto del material de excavación y las obras de drenaje serán sólo cunetas debido a que la pendiente es continua.

4.- Camino 24 bis.- Es otra sección del camino 24, porque también sirve de acceso a las oficinas de la CFE viniendo de los almacenes

generales, el nombre con que se conoce a este camino es "Camino de Acceso al Filo de la Leona".

Tendrá una longitud de 2.00 Kms. con un volumen de excavación proyectado de 60 000 m³. Este volumen de excavación se llevará a cabo en un 60 % en material tipo A y B, y un 40% en material tipo C. Al igual que el camino 24, es de poca importancia por lo que también el ancho de su corona es de un solo carril. Por lo que se refiere a las obras de drenaje en las estaciones donde el material es muy intemperizable se construirán bordillos, cunetas y contracunetas, y en las zonas estables solo requerirá de cunetas con su respectiva alcantarilla ó lavadero. El revestimiento del área de rodamiento será, al igual que en los anteriores, de material producto de la excavación.

5.- Camino N° 13.- Este camino comunicará, por medio de un puente, a los bancos de arcilla, a los campamentos de la CFE y a los de la constructora ICA, con los almacenes generales y los túneles camineros que dan acceso a las estructuras hidráulicas (Cortina, Vertedor, Obra de Toma y Casa de Máquinas). A este camino se le conoce con el nombre de "Camino Yetla-Puente".

Correrá a lo largo de 3.20 Kms. donde tendrá un volumen de excavación de 300 000 m³ de los cuales el 30% será en material tipo A, 40% en material tipo B y un 30% en material tipo C.

El ancho de la corona alojará a dos carriles. El revestimiento se efectuará de la siguiente manera: en las estaciones donde se en-

cuentre material tipo B y C, se hará con material producto del corte; en donde exista material tipo A, se acarreará material de préstamo, de la zona más cercana, tipo B y C.

Para las obras de drenaje se tomará el mismo criterio utilizado para el camino N° 24.Bis

6.- Camino N° 10.- Es el camino más largo que se localiza dentro de la red de los caminos de construcción. El carácter de este camino es el de provisional ya que, cumple con las funciones que desempeñará el camino N° 13, en el momento en que éste comience a funcionar, y en el momento que quede terminado, el camino N° 10 pasará a ser un camino secundario.

Este camino es conocido como Camino de Acceso a los Bancos de Arcilla y tiene una longitud de 8.2 Kms. donde se tendrá un movimiento de tierras de 700 000 m³. de los cuales el 15% será de material tipo A y un 85% de material tipo B y C. El ancho de la corona así como su revestimiento y obras de drenaje serán similares a las del camino N° 13.

7.- Camino 13 bis.- Es la continuación del camino N° 13, ya que éste termina exactamente donde se encuentra el puente, el camino 13 Bis. llega hasta los bancos de arcilla y a los campamentos tanto de CFE como los de ICA. Este camino es conocido con el nombre de Camino Puente-Bancos de arcilla.

Tiene una longitud de 1.95 Kms. El volumen de corte proyecto es de 6 000 m³ de donde el 40% es en material A y 60% en material B

y C. El ancho de la corona será el suficiente para alojar dos carriles con sus respectivas obras de drenaje que serán cunetas, lavaderos y bordillos. El revestimiento será similar al del camino N° 13.

8.- Camino N° 16.- Es el camino de acceso al Banco de Roca el Tigre uniéndose al camino N° 10.

Tendrá un volumen de corte de 600 000 m³ en una longitud total de 3.00 Kms.. El tipo de material esta conformado por: 5% material tipo A, 30% material tipo B y 65% material tipo C. Por ser un terreno bastante estable solo requerirá de cunetas para drenar adecuadamente. El ancho del camino será para dos carriles y el revestimiento será, también, de material producto de la excavación.

9.- Camino 16 bis.- Su finalidad es dar acceso a la casa de máquinas por el frente de la obra de toma.

Tiene una longitud de 1.65 Kms., con un volumen de corte de 60 000 m³ de los cuales la mayoría será en material tipo B y C (90%) y la minoría (10%) en material tipo A. Las obras de drenaje estarán comprendidas por cunetas y lavaderos. El ancho de la corona será para dos carriles con un revestimiento de material producto de la excavación.

10.- El décimo camino de esta red, es el camino N° 11 que va desde el desplante de la cortina hasta los túneles camineros Yetla.

Para efectos de este trabajo, se tomará como ejemplo este camino para hacer la descripción del procedimiento constructivo que se tratará en el siguiente capítulo.

III.1.- ESPECIFICACIONES PARA TERRACERIAS Y CAMINOS DE CONSTRUCCION

Toda obra de carácter civil deberá estar restringida por un reglamento determinado, en este caso, para las obras en la República Mexicana estarán gobernadas por las Especificaciones Generales de la Construcción de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas; de las cuales anexamos las especificaciones más significativas para terracerías.

III.1.1. Terracerías.- Es el conjunto de cortes, terraplenes y préstamos laterales o de banco que se requieren para formar la subrasante de una obra vial de acuerdo con un proyecto determinado.

Cabe mencionar que en la construcción de caminos existen obras preliminares y complementarias que se requieren para su funcionamiento que no son terracerías por lo que no quedan incluidas en la definición dada, como son: revestimientos, bases y sub-bases; y otras que parcialmente son de terracerías por lo que tampoco quedan incluidas en la definición como: drenajes laterales, drenajes longitudinales, pavimentos y señalamientos.

III.1.2.- Materiales y su clasificación.

Los materiales que básicamente se requieren para construir terracerías son los que se obtienen como producto de las excavaciones en cortes y préstamos. Dependiendo del grado de dificultad que presenten los materiales, producto de excavaciones, estos se han clasificado como sigue:

- 1.- Material A ó Material I ó Tierra
- 2.- Material B ó Material II ó Roca Suelta
- 3.- Material C ó Material III ó Roca Fija

La Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Óbras Pú--
blicas ha definido a los materiales A, B, y C como sigue:

1.- Material A: son los suelos poco ó nada cementados consti--
tuídos por partículas hasta de 7.5 cms. de diámetro y que pue--
den extraerse con escrepas de capacidad adecuada jaladas por--
tractores de orugas de 90 a 110 H.P. de potencia en la barra -
sin auxilio de arados (riper) ó tractores empujadores aunque -
ambos se utilicen para obtener mayores rendimientos. Ejemplos:
suelos agrícolas, limos, gravas, arenas y arcillas.

2.- Material B: Piedras sueltas menores de 75 cms. y mayores de
7.5 cms. de diámetro que pueden extraerse sin uso de explo---
sivos (aunque esto se use para obtener mayores rendimientos)
solamente pueden excavarse eficientemente con tractores de oru
ga de 140 a 160 H.P. de potencia en la barra ó con pala mécan
ca con capacidad mínima de 1 m³. Ejemplo: rocas muy alteradas,
conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y te-
petate.

3.- Material C: piedras sueltas mayores de 75 cms. de diámetro
y materiales que únicamente se pueden extraer eficientemente
mediante el uso de explosivos. Ejemplo: rocas basálticas, are-
niscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, rioli-
tas, granitos, andesitas sanas, etc.

III.1.3.- Conceptos de trabajo que intervienen en la construc- ción de terracerías

1.- Limpia y desmonte.

Es una operación que consiste en el despeje de la vege-

tación existente en el derecho de vía y en las áreas destinadas a bancos, con el objeto de evitar la presencia de material vegetal en la obra, impedir daños en la misma y permitir buena visibilidad de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

Comprende la ejecución de cualquiera de las operaciones siguientes: Tala, Roza, Desenraice, Limpia y quema que consisten en :

- a) Tala: cortar los árboles y arbustos.
- b) Roza: Quitar la maleza, hierba, zacate ó residuos de las -- siembras.
- c) Desenraice: sacar los troncos ó tocones con raíces ó cor-- tando éstas.
- d) Limpia y quema: retirar el producto del desmonte al lugar que se haya fijado en el proyecto, estibar y quemar lo no utilizable.

Las operaciones mencionadas se ejecutarán en todo ó en parte del derecho de vía así como en la superficie limitada-- por las líneas trazadas cuando menos a un metro fuera de los ceros de los canales y contracunetas y de las zonas que limitan los préstamos, bancos y otras superficies fuera del derecho de vía. En cualquier caso debe garantizarse que el material -- producto del desmonte, quede fuera de las zonas destinadas para la construcción.

2.- Despalme.

Consiste en la remoción de la capa superficial del te--- rreno natural que, por sus características, no es adecuado para la construcción, ya sea que se trate de bancos, de cortes--- ó de sitios destinados a terraplenes.

En los sitios de corte se despalma desalojando la capa del terreno natural que por sus características no sea adecuada para la construcción de los terraplenes.

El despalme del área de despalme de terraplenes se ejecuta en los tramos de terracerías compensadas antes de iniciar la construcción de los mismos, removiendo los materiales inadecuados hasta la profundidad fijada, soliendo ser entre 20y30 cm., y dentro de los 500 mts. contiguos delante de cada frente de ataque de las terracerías.

El despalme se ejecuta solamente en material A y el producto del mismo siempre se desperdicia, colocándolo en un lugar previamente fijado.

3.- Cortes.

Se entiende por corte, a las excavaciones del terreno natural y remoción de los materiales producto de las mismas con objeto de formar la sub-rasante, los taludes, cunetas y escalones de una obra vial. Este corte puede ser utilizado para formar un terraplen atrás o adelante del sitio de corte en cuyo caso es un "corte aprovechado" puede también requerirse exclusivamente para obtener la subrasante en cuyo caso es un "corte desperdiciado".

4.- Terraplén.

Es una estructura con la forma y dimensiones fijadas en el proyecto, constituida con material adecuado proveniente de cortes o préstamos, para formar la subrasante y los taludes de la obra. En caso de que el terraplén se forme con el producto de cortes recibe el nombre de " terraplén compensado".

Si el terraplén se forma con materiales que se obtienen de la parte lateral del camino es un "terraplén con préstamo lateral" y si se forma con materiales obtenidos en sitios no laterales al camino es un "terraplén con préstamo de banco".

5.- Préstamos.

Son las excavaciones ejecutadas en los sitios que marca el proyecto con objeto de obtener los materiales para formar los terraplenes no compensados. Estos préstamos son laterales cuando se ejecutan fuera de los "ceros del camino", esto es, fuera de la línea de intersección del desplante de terraplenes con el terreno natural. El préstamo lateral es una faja de terreno localizado paralelamente al eje del camino y en las inmediaciones de los "ceros". El ancho de tal faja oscila entre 20y100 mts.. Los préstamos se consideran de banco cuando se ejecutan fuera de los 100 mts. marcados por el préstamo lateral.

III.1.4.- Acarreos para terracerías.

1.- Definición.

1.1.- Transporte y descarga del material producto de la excavación de cortes, canales, préstamos o derrumbes, para construir un terraplén o efectuar un desperdicio, de acuerdo con lo fijado en el proyecto, o la carga, transporte y aplicación del agua empleada en la compactación de terracerías.

1.2.- Los acarreos pueden ser:

- Acarreo libre
- Sobreacarreo
- Acarreo largo
- Acarreo de banco
- Acarreo de agua.

1.3.- Acarreo libre, es el efectuado en una distancia fijada en el proyecto y por el cual no se hace ningún pago directo, quedando entendido que está incluido en el precio unitario del material excavado.

1.4.- Sobreacarreos, es la distancia entre el centro de gravedad del corte o del préstamo, y el centro de gravedad del sitio de aprovechamiento a cuya distancia se le ha restado el "acarreo libre". El acarreo libre es el transporte de materiales efectuado en una distancia fijada en el proyecto y por el cual no se hace ningún pago directo por considerarse que tal pago está incluido en la extracción.

En nuestro proyecto el acarreo libre está fijado en una estación (20 metros).

1.5.- Acarreo largo, es el que se hace para la compensación longitudinal de las terracerías en distancias mayores que las del límite económico para el sobreacarreo fijado en el proyecto.

1.6.- Acarreo de banco, es el transporte y descarga de los materiales producto de la explotación de préstamos de banco.

1.7.- Acarreo del agua, es el que se efectúa entre el lugar de obtención y el de aplicación.

III.2. ESPECIFICACIONES GEOMETRICAS.

Las características básicas, de las cuales la principal es la velocidad, sirven para fijar las especificaciones geométricas de los caminos de construcción

ESPECIFICACIONES GEOMETRICAS

- A) Alineamiento.
- B) Curvatura.
- C) Sobreelevación.
- D) Pendiente.
- E) Visibilidad.
- F) Ancho de Corona.
- G) Superficie de Rodamiento(revestimiento)

A) Alineamiento:

Para construir un camino de construcción se pugna por alojar la ruta en terreno plano, conservándose dentro de la ruta general. Cuando la pendiente del terreno es mayor que la máxima admisible del camino, es preciso desarrollar. Debido a este "alargamiento" del camino este tiene mayor longitud que la de una línea recta que une sus puntos extremos. En términos generales y dado lo montañoso del terreno donde se desenvuelven los caminos de construcción, se obtienen longitudes de -- hasta 40% mayores.

B) Curvatura.:

En los caminos de construcción las curvas en terreno escarpado se reducen a verdaderos codos, sin más límite que el necesario para que un camión voltee sin necesidad de efectuar maniobras de retroceso.

Como la mayor ó menor curvatura está ligada a la velocidad -- debe tenerse presente que las curvas adecuadas a determinadas velocidades, son seguras únicamente si tienen la debida sobre elevación y sus correspondientes transiciones.

En la siguiente tabla se muestran curvaturas recomendables:

	TIPO DE TERRENO		
	PLANO	LOMER IO	MONTAÑOSO
VEL. MAXIMA	40 km /hr	30 km /hr	20 km /hr
GRADO MAX. CURV.	30°	50°	70°

C) Sobreelevación.:

Cuando un vehículo pasa de una tangente a una curva, al co --- rrer en la curva la fuerza centrífuga tiende a arrojarlo --- hacia afuera.

Esta fuerza se calcula mediante la fórmula.

$$F = \frac{WV^2}{gR} \quad \text{donde:}$$

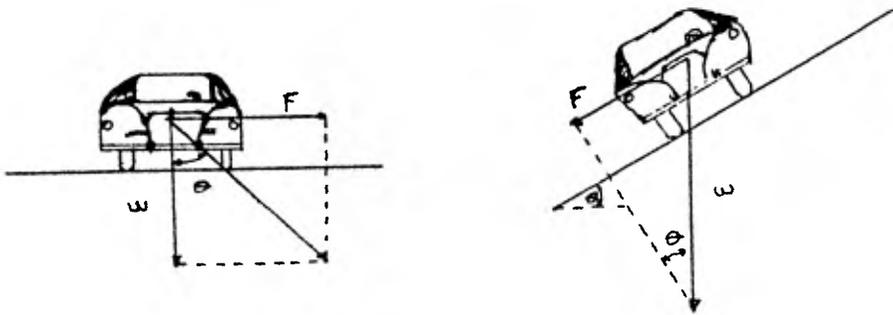
W = Peso del vehículo

V = Velocidad

G = Aceleración

R = Radio de la curva

Si el vehículo se mueve en tangente, en un plano inclinado con respecto a la horizontal, un ángulo θ se presenta, entonces una fuerza tiende a arrojarlo hacia adentro, por el plano inclinado, deslizándose (ver siguiente figura)



Esta fuerza es :

$$t = W \text{ Tan } \theta$$

Tanto cuando el vehículo corre en una curva horizontal como cuando corre en tangente en un plano inclinado, la fricción entre las llantas y el piso impide en el primer caso que sea arrojado hacia fuera de la curva, y en el segundo, que se deslice por el plano inclinado.

Sin conciderar la fricción se puede dar al camino una incli-

nación tal, que proporcione la sobreelevación teórica necesaria, precisamente cuando las dos fuerzas sean iguales, es decir:

$$\text{Tan} = \frac{wv^2}{g^R}$$

Esta fórmula teórica nos daría sobreelevaciones muy altas, - en las cuales la fricción no sería suficiente para impedir que el vehículo se deslizara hacia dentro de la curva, cuando - obligado por su carga propia o por otra circunstancia, transite a baja velocidad.

Las mismas sobreelevaciones estan consignadas en la siguiente tabla.

GRADO DE CURVATURA	SOBREELEVACION EN %
2°	2.0
3°	6.0
4°	8.5
5°	10.0
6°	11.0
7°	11.7
8°	12.3
9°	12.6
10°	12.8
En adelante	12.8

En el caso de los caminos de construcción, la superficie de rodamiento, presentará condiciones muy distintas, según esté - - seca o mojada y según también sea su estado de conservación. Por lo tanto hemos considerado convenir tomar promedios que pueda_n ser aplicables en lo general para sobreelevar los caminos de construcción.

C).- Transición:

La elevación se construye en la forma indicada, desde el -- PC hasta el PT, convirtiéndose la corona del camino entre estos - dos puntos, en el plano inclinado sin bombeo, para lo que es necesario construir transiciones antes del PC y después del PT, en las cuales en un tramo de la tangente se vaya pasando (PC) de la sección horizontal del camino gradualmente a la sección inclinada correspondiente a la sobreelevación del PC, y en forma semejante se procede con el PT.

C₂).- Ampliación en curvas:

El conductor de un vehículo inicia suavemente la curva, desde que se encuentra en el tramo de transición en tangente de manera que al llegar el PC de la curva, ya las ruedas delanteras - están giradas lo necesario para seguir el carril que le corresponde en la curva; en la práctica, esto hace que en la curva el vehículo se encuentre un poco fuera de su carril, Esta es la razón principal para ampliar la sección del camino en las curvas.

GRADO DE CURVATURA.	AMPLIACION (mts.)
De 4 a 9	0.60
DE 10 a 12	0.75
DE 13 a 16	1.00
MAS DE 16	1.20

D).- Pendiente.

Cuando no exista problema, de topografía, la mejor ruta entre dos puntos es en términos generales la que tiene las menores pendientes. Sea lo largo de la ruta, se requiere cruzar terreno montañoso, la mejor solución es aquella que, para el menor costo de construcción, arroje la distancia más corta, sin rebasar la pendiente máxima admisible.

	TIPO DE TERRENO.		
	PLANO	LOMERIA	MONTAÑOSO.
PENDIENTE MAXIMA.	6%	8%	12 %
VELOCIDAD MAXIMA.	40 K/b	30 k/h	20 k/h

Como se notará, es muy difícil que lo anterior sea satisfecho en todas sus partes, siempre intervendrá un factor que obligue a efectuar sacrificios ó hacer concesiones.

E) .- Visibilidad.

Esta especificación de proyecto se aplica raramente en los caminos de construcción y debe ser la suficiente para que el conductor de un vehículo pueda cruzar a otro en sentido contrario- usando las ampliaciones de la corona.

F) .- Ancho de la corona.

En los caminos de construcción se tendrán ampliaciones de la corona para el cruce de vehículos con un esparcimiento que se determinará en cada caso particular, según sea lo accidentado - del tiempo. Las medidas de ampliación serán de 2 mts. X 20 mts. con transiciones de 15 mts para ligar el camino.

G) .- Revestimiento.

El material que se usa para el revestimiento de estos caminos es por lo general grava ó material de roca desintegrada de bancos ubicados a corta distancia ó bien producto de las mismas excavaciones. Para estos materiales no es necesario aplicar estrictamente las especificaciones de granulometría.

III.2.- PLANEACION Y DESGLOSE CONSTRUCTIVO.

III.2.1.- Planeación.

La Planeación de cualquier proyecto consiste en establecer una serie de datos jerarquizados con una sistematización necesaria para la realización de actividades futuras en base a objetivos definidos.

La Planeación es uno de los factores más importantes para la buena realización de un proyecto, ya que por medio de ella podemos presuponer diferentes formas, así como la más conveniente, de ejecución de las actividades. Nos proporciona herramientas suficientes para poder conocer, en un momento dado, los problemas que puedan surgir en el transcurso de la misma ejecución.

Una planeación bien realizada nos dará facilidad para llevar un control eficiente sobre los diferentes conceptos de trabajo que intervengan en la realización del proyecto. Nos permitirá medir, en cierta forma, las desviaciones que sufra la ejecución de las actividades con respecto a la forma con que se había planteado originalmente, y con esto poder llegar a tomar decisiones para encausar, de nueva cuenta, los trabajos que hayan sufrido desviaciones y como consecuencia, reducir los costos de ejecución.

Existen varios métodos eficientes para llevar a cabo una Planeación adecuada. En este trabajo utilizaremos el método conocido como " Método de la Ruta Crítica " ó " Método del Camino Crítico " (CPM, Critical Path Method), el cual consiste de un diagrama de -

de flechas que muestra la secuencia de ejecución de las actividades con el suficiente detalle para poder controlar los procesos constructivos.

El " Método del Camino Crítico " es, sin duda, una técnica mo uerna muy útil en la Planeación de cualquier proceso constructivo demostrando esto desde las primeras fechas en que fué puesto en --- práctica.

Este método permite descomponer un proceso productivo en actividades diferentes, en cuanto a órdenes de importancia, y organizar la planeación, programación y ejecución de un proceso de acuerdo con esa descomposición; además, permite determinar cuáles son las actividades de un proceso que controlan su duración (actividades críti cas), y las holguras ó márgenes de tiempo disponible para retrasar la terminación de las otras actividades, sin retrasar la termina--- ción del proyecto.

El Método de la Ruta Crítica se forma tomando en cuenta las ba ses siguientes:

- a) Considerar por separado la Planeación de la Programación.
- b) Descomposición de la Planeación en dos fases: 1, actividades com ponentes, 2) Secuencia de ejecución de las actividades componentes.
- c) Por último la representación del plan de ataque mediante una grá fica de flechas.

Una vez hecha la representación gráfica del proceso constructivo, se procede al análisis de los tiempos de ejecución de las actividades. A esto último se le conoce como la " Programación del Proyecto ".

Es por lo anteriormente explicado que debemos tener presente que antes de iniciar cualquier trabajo que corresponda a la planeación, hay que determinar la forma de ejecución así como la secuencia lógica de realización de las actividades.

III.2.2.- Desglose Constructivo.

En el procedimiento constructivo de los Caminos de Construcción se sigue un patrón ó una serie repetitiva de actividades, las cuales tienen pocas variantes; estas actividades las vamos a agrupar en tres conceptos generales a tratar:

- 1.- Topografía
- 2.- Cortes en Ladera
- 3.- Terraplenes y Revestimientos.

1.- Topografía.

A la brigada de topografía una vez que se le ha informado cual es la selección de la ruta de un camino, se dedica a proyectar y estacar tomando en consideración los alineamientos horizontal y vertical, así como sus secciones transversales.

1.1.- Alineamiento Horizontal.- Esta representado por:

- a) Preliminares de Campo.

Al hacer el levantamiento para el camino, el topógrafo traza -- primero una línea de apoyo que sigue la ruta general; esta línea -- preliminar se levanta cuidadosamente y se marca con estacas.

b) Línea Central.

Es la referencia básica que queda en el centro de la corona -- del camino, ya sea que se trate de un camino con uno ó dos carriles.

Los topógrafos trazan la línea central tomando como referencias ángulos y distancias de los puntos de la línea preliminar. Las medidas se toman a lo largo de ella con una cinta, y las estacas se colocan a intervalos de 20 mts..

Todas las distancias se miden a lo largo de la línea central, las estructuras y las estacas se localizan con referencia a ella. -- También con ella se va calculando la rasante.

Hay varias líneas de estos caminos que corren paralelas ó casi paralelas a la línea central, como son cunetas, las aristas de los taludes que generalmente se localizan por ordenadas de la línea central en ángulo recto en los tramos rectos y, siguiendo los radios -- en las curvas

1.2.- Alineamiento Vertical.- Esta representado por:

a) Perfil del Camino.

Se toma de la línea central ó de la rasante teórica, y es la representación de ascenso y descenso, sin indicar si su trazo es -- recto ó curvo.

Se preparan dos perfiles, uno es el del terreno natural y el

otro de la superficie de la corona del camino por construir, ambos se dibujan en una hoja ó rollo de papel milimétrico.

El perfil del camino esta formado por una serie de líneas rectas conectadas por curvas que serán las curvas verticales del mismo.

Se puede hacer una estimación tosca del volumen de los cortes y de los terraplenes valiéndose del perfil, pero la determinación precisa requiere del levantamiento de las secciones transversales que muestra el talud natural del terreno en una dirección normal a la línea central, también muestra los taludes proyectados para cortes y terraplenes, así también otros detalles.

1.3.- Secciones Transversales.- Una sección transversal es un perfil tomado en una dirección que forma un ángulo recto con la línea central. Deben ser tan largas que tengan una longitud suficiente para que abarquen todo el ancho que se va a conformar. Estas secciones se levantan con el nivel fijo ó nivel de mano según la presión que se desee.

Las secciones transversales se dibujan en papel milimétrico -- utilizando la misma escala para las distancias como para las alturas. Luego se elige la sección transversal de proyecto adecuada y se dibuja la línea que representa la subrasante, a la misma escala en el lugar correspondiente. Cuando la elevación del terreno queda arriba de la rasante del terreno, se debe cortar el material ó excavar y transportarse; cuando queda abajo, debe añadirse material ó sea formar un terraplén.

La sección transversal proporciona los datos para trazar el corte y el terraplén del camino siguiendo diferentes tipo de estacamiento.

a) Estacas de Trazo.- Se usan para poder llevar un buen control tanto en el perfil como en las secciones transversales del camino durante su construcción.

Las primeras estacas que se pusieron fueron las de la línea central, en las que se marcaron la profundidad del corte ó la altura del terraplén, y las estacas de talud ó ceros que marcan los límites exteriores del área que debe desmontarse, limpiarse, conformarse y, que dan los datos sobre los cortes ó terraplenes.

Quando es necesario excavar cortes muy gruesos ó construir terraplenes muy elevados, la mayor parte del trabajo se ejecuta guiándose solamente con las estacas de talud, tanto con las originales como otras que se van colocando en los taluces de arriba ó abajo al comenzar el trabajo.

Quando el nivel de las terracerías en construcción se va aproximando a la subrasante, son necesarias más estacas. Se vuelven a poner las estacas en la línea central, y pueden colocarse más en las cunetas.

El afinamiento se hace con trompos de color, generalmente rojo ó azul, y son estacas que se pincan hasta que su cabeza queda a la rasante.

La línea central se estaca a cada 20 mts., y es más corta la distancia en curvas cerradas ó desniveles importantes durante los períodos de afinamiento.

La distancia que hay entre estaca y estaca se le conoce como estación; la primera que es la estación 0 se coloca al principio del camino. La distancia en mts. del cero se marca con tres cifras.

Quando las estacas están a intervalos de 20 mts. se llaman estaciones completas y a las demás, subestaciones. La nomenclatura de las subestaciones y estaciones estan formadas a partir del cero, con el millar separado de las tres últimas cifras con el signo (+).

Ejemplo: 80 mts. del cero es igual a 0 + 080

1 200 mts. del cero es igual a 1 + 200 etc.

Las estacas de la línea central se marcan con el símbolo C . Generalmente llevan los datos de los cambios de dirección y rasante, localización de las alcantarillas, estructuras, tuberías y otros detalles. También muestran los espesores de corte ó terraplén necesarios para llegar a la rasante.

Las estacas de talud se colocan donde los taludes exteriores de los cortes ó de los terraplenes cortan la sección transversal del terreno original; cada estaca debe mostrar el corte ó terraplén necesario para que quede a nivel el terreno con la línea central en ese punto y su distancia a esa línea. En estas estacas se marca la inclinación de los taludes y el número de la estación.

Las estacas que quedan en los lugares donde hay corte se arran

can al hacer la excavación, y las que quedan en terraplenes quedan cubiertas de tierra. Las estacas de talud pueden socavarse ó enterrarse; además las estacas pueden moverse por accidente. Por lo tanto es conveniente colocar estacas de referencia bastante alejadas de las líneas de trabajo para facilitar la reposición de las estacas de trabajo.

Las estacas de referencia se colocan a los lados del camino y se marcan con la estación y la distancia de la línea central, se les conoce colocándoles las iniciales PR (punto de referencia). Estas referencias no necesariamente tienen que ser estacas, pueden ser clavos ó bien pintar los datos sobre roca.

En las estacas de rasante se anotan las distancias a que se encuentran la superficie del terreno arriba ó abajo de una elevación determinada ó rasante. Las distancias verticales a la rasante se miden en las estacas en metros y centímetros. Antes de los números se pone una " C " para cortes si el terreno queda alto y haya que excavar ó cortar, ó una " T " si está abajo y hay que rellenar.

Los cortes y los terraplenes pueden medirse de la base de la estaca, de su cabeza ó de una línea trazada en ella.

Después de haber descrito la forma y control topográfico efectuado para la construcción de estos caminos, veremos a continuación el procedimiento de corte en las laderas para ir abriendo la corona de los caminos de construcción.

Antes de iniciar el tema de cortes en ladera, pondremos los datos calculados y sacados por topografía siguiendo el método antes descrito, para el camino II.

El primer paso fue sacar la línea del eje central, sobre el terreno natural; se hizo teniendo en cuenta los puntos de unión que son de la corona de la cortina, elev. 526 SNM, a la intersección con los túneles Yetla 429.50 SNM, a proyecto; en terreno natural serán 529.70 y 446.61 respectivamente.

Una vez hecho esto, se sacaron las secciones transversales a cada 20 mts. Se muestran las secciones inicial, Final y las más críticas encontradas en este camino.

El procedimiento es siguiendo esta forma.

Estación +  - Observaciones.

Como estos caminos son pensados para un tráfico de vehículos pesados; la pendiente máxima permitida es de 6 a 7%; casi como un camino de primer orden:

Por lo tanto, los datos tomados sobre el terreno natural, pasados al papel milimétrico; nos darán el perfil del camino. Luego en gabinete, compensado el terreno, se va dibujando la rasante del camino fluctuando entre -6% y + 6% de --

pendientes; aquí mismo se calculan las curvas verticales necesarias.

Apoyandonos en los datos tomados de la línea -- central, en el terreno natural; y los datos de la línea central a nivel de subrasante, podemos dibujar la planta del camino señalando las curvas horizontales encontradas, ancho de caminos, estaciones, etc.

CAMINOS EN LA OBRA P.H. EL "CARACOL" GRO.
 VOLUMEN CAMINO No. 11

DEL KM 0 + 000 AL KM 0 + 380

DIAGRAMA DE MASAS

ESTACION	ELEVACIONES		ESPESORES		AREAS				SEMI DIST.	VOLUMENES	
	TERRENO	RASANTE	CORT.	TERR.	CORT.	TERR.	CORT.	TERR.		CORT.	TERR.
0 + 000	529.70	526.00	3.70		56.70						
020	524.23	524.80		0.57	17.40	7.60	74.1	7.6	10.00	741.0	76.0
040	521.82	523.60		1.78	6.40	12.30	23.8	19.9	10.00	238.0	199.0
060	520.61	522.40		1.79	2.2	13.1	8.6	25.4	10.00	86.0	254.0
080	519.37	521.20		1.83	0.2	35.5	2.4	48.6	10.00	24.0	486.0
0 + 100	518.13	520.00		1.87	14.7	14.1	14.9	49.6	10.00	149.0	496.0
120	522.31	518.80	3.33		62.5	2.3	77.2	16.4	10.00	772.0	164.0
140	522.73	517.60	5.13		119.1		181.6	2.3	10.00	1816.0	23.0
160	520.47	516.40	4.07		134.6		253.7		10.00	2537.0	
170	520.50	515.80	4.70		113.0		247.6	7.3	5.00	1238.0	36.5
180	522.50	515.20	7.30		120.0		233.0	7.3	5.00	1165.0	36.5
190	521.44	514.60	6.94		96.1		216.1		5.00	1080.5	
0 + 200	520.22	514.00	6.22		109.7		205.8		5.00	1029.0	
220	518.71	512.80	5.91		95.9		205.6		10.00	2056.0	
240	518.39	511.60	6.79		105.9		201.8		10.00	2018.0	
250	517.47	511.00	6.47		122.1		228.0		5.00	1140.0	
260	516.97	510.40	6.57		138.2		260.3		5.00	1301.5	
280	514.14	509.20	4.94		98.7	52.7	236.9	52.7	10.00	2369.0	527.0
0 + 300	513.77	508.00	5.77		91.5	39.0	190.2	91.7	10.00	1902.0	917.0
320	510.87	506.80	4.07		75.9	15.3	167.4	54.3	10.00	1674.0	543.0
330	507.57		3.47		37.4	20.0	113.3	35.3	5.00	566.5	176.5
340	502.48	505.60		3.12		34.2	37.4	54.2	5.00	187.0	271.0
350	509.90	505.00	4.90		90.5	30.6	90.5	64.8	5.00	452.5	324.0
360	502.82	504.40		1.58	0.5	56.7	91.0	87.3	5.00	455.0	436.5
370	503.04	503.80		0.76	2.5	50.3	3.0	107.0	5.00	15.0	535.0
380	506.86	503.20	3.66		53.3	26.6	55.8	76.9	5.00	279.0	384.5

05

AMINOS EN LA OBRA P.H. EL "CARACOL" GRO.

DEL KM 0 + 500 AL KM 1 + 000

DIAGRAMA DE MASAS

ESTACION	ELEVACIONES		ESPEORES		AREAS		A A		SEMI DIST.	VOLUMENES	
	TERRENO	RASANTE	CORT.	TERR.	CORT.	TERR.	CORT.	TERR.		CORT.	TERR.
0 + 500	499.38	496.10	3.28		58.2						
520	499.06	495.00	4.06		62.0		120.2		10.00	1202	
540	497.74	494.00	3.74		56.0		118.0		10.00	1180	
560	498.07	493.00	5.07		60.0		116.6		10.00	1666	
580	492.38	492.00	0.38		13.8		74.4		10.00	744	
0 + 600	495.18	491.00	4.18		47.2		61.0		10.00	610	
620	496.18	490.00	6.18		71.4		118.6		10.00	1186	
640	493.79	489.00	4.79		61.5		132.9		10.00	1329	
660	493.65	487.92	5.73		75.3		136.8		10.00	1368	
680	492.22	486.84	5.38		85.5		160.8		10.00	1608	
0 + 700	490.99	485.68	5.31		89.0		174.5		10.00	1745	
720	490.26	484.52	5.74		71.6		160.6		10.00	1606	
740	486.47	483.36	3.11		41.9		113.5		10.00	1135	
760	488.42	482.29	6.13		70.1		112.0		10.00	1120	
780	475.93	481.23		5.3		106.9	70.1	106.9	10.00	701	1069
0 + 800	486.19	480.26	5.93		73.4		73.4	106.9	10.00	734	1069
820	490.22	479.29	10.93		145.3		218.7		10.00	2187	
840	486.04	478.32	7.72		127.5		272.8		10.00	2728	
860	485.19	477.35	7.84		133.1		260.6		10.00	2606	
880	482.13	476.38	5.75		75.4		208.5		10.00	2085	
0 + 900	479.58	475.29	4.29		62.8		138.5		10.00	1385	
920	479.70	474.20	5.5		66.9		129.7		10.00	1297	
940	480.71	373.00	7.71		94.9		161.8		10.00	1618	
960	480.73	471.60	9.13		116.0		710.9		10.00	7109	
980	478.32	470.20	8.12		34.3		150.3		10.00	1503	
0 + 000	480.62	468.60	12.02		153.7		188.0		10.00	1880	

AMINOS EN LA OBRA P.H. EL "CARACOL" GRO.

DEL KM 1 + 000 AL KM 1 + 500

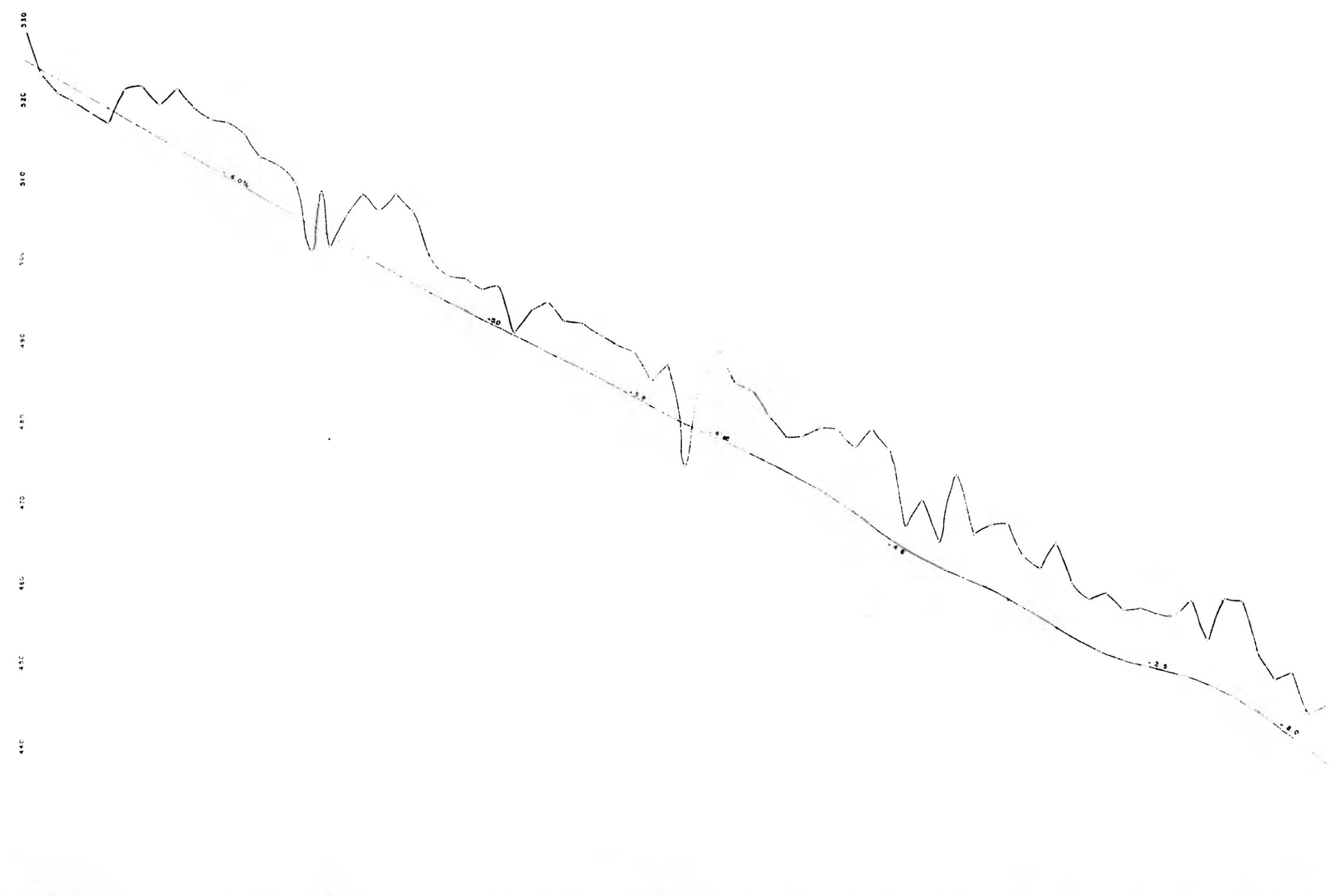
DIAGRAMA DE MASAS

ESTACION	ELEVACIONES		ESPEORES		AREAS		A A		SEMI	VOLUMENES	
	TERRENO	RASANTE	CORT.	TERR.	CORT.	TERR.	CORT.	TERR.	DIST.	CORT.	TERR.
1 + 000	480.62	468.60	12.02		153.7						
020	78.11	67.08	11.03		138.6		292.3		10.00	2963	
040	78.47	65.74	12.73		29.7		168.3		10.00	1663	
060	71.89	64.56	7.33		25.5		125.2		10.00	1252	
1 + 100	75.03	62.64	12.39		174.7		206.5		10.00	1273	
120	67.65	66.72	5.93		73.5		248.2		10.00	2482	
140	68.85	60.80	8.05		121.3		195.2		10.00	1953	
160	69.09	59.66	9.43		121.5		243.3		10.00	2433	
180	65.11	58.60	6.51		90.2		211.7		10.00	2117	
1 + 200	63.44	57.40	6.04		82.0		172.2		10.00	1722	
220	66.71	56.20	10.51		160.1		242.1		10.00	2421	
240	66.66	55.00	6.66		65.7		225.8		10.00	2258	
260	58.68	53.80	5.79		84.2		149.9		10.00	1499	
280	60.48	52.95	7.53		97.2		181.4		10.00	1814	
1 + 300	58.41	52.19	6.22		82.7		179.9		10.00	1799	
320	58.61	51.60	7.01		102.1		184.8		10.00	1848	
340	57.94	51.10	6.84		101.9		204.0		10.00	2040	
360	57.60	50.60	7.00		122.5		224.4		10.00	2244	
380	59.55	50.01	9.64		122.0		244.5		10.00	2445	
1 + 400	54.70	49.23	5.47		90.6		212.6		10.00	2126	
420	59.82	48.28	11.54		158.6		249.2		10.00	2492	
440	59.54	47.13	12.41		141.3		299.9		10.00	2999	
460	53.06	45.81	7.25		101.7		243.0		10.00	2430	
480	49.84	44.30	5.54		89.0		190.7		10.00	1907	
1 + 500	50.81	42.70	8.11		107.5		196.5		10.00	1965	

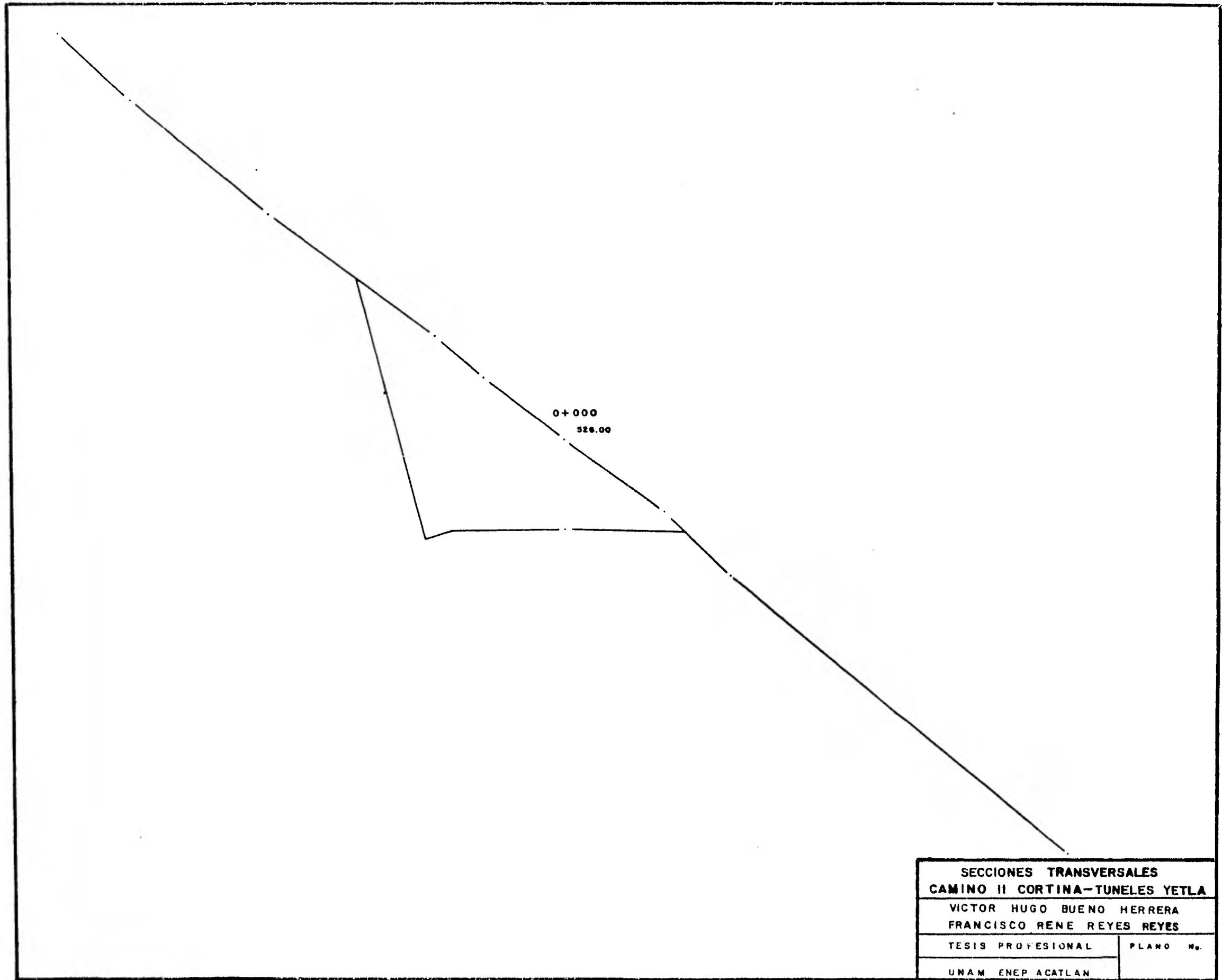
FORMA PARA CALCULO DE CURVAS VERTICALES

P. V.	ESTACION	N° E	N° 2E	SUBRASANTE	Y (K) (N°E) ²	ELEVACIONES RASANTE	CONSTANTE K	D	TERRENO	PENDIENTE ENT. SAL.
PC. V	1 + 240	0	0	455.00	0.00	455.00	0.0875	1.40		E= -6.0 ‰
	1 + 260	1	1	453.80	0.09	453.88				
PI. V	1 + 280	2	4	452.60	0.35	452.95				
	1 + 300	3	9	451.40	0.79	452.19				
PT. V	1 + 320	4	16	450.20	1.40	451.60				S= -2.5 ‰
PC. V	1 + 360	0	0	450.60	0.00	450.60	0.0916667	3.30		
	1 + 380	1	1	450.10	0.09	450.01				
	1 + 400	2	4	449.60	0.37	449.23				
PI. V	1 + 420	3	9	449.10	0.82	448.28				
	1 + 440	4	16	448.60	1.47	447.13				
	1 + 460	5	25	448.10	2.29	445.81				
PT. V	1 + 480	6	36	447.60	3.30	444.30				

ESTACION	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA
320.25	28.47		
321.01	28.50		
321.16	27.8		
321.37	27.4		
321.5	27.27		
321.6	27.1		
321.7	27.0		
321.8	26.9		
321.9	26.8		
322.0	26.7		
322.1	26.6		
322.2	26.5		
322.3	26.4		
322.4	26.3		
322.5	26.2		
322.6	26.1		
322.7	26.0		
322.8	25.9		
322.9	25.8		
323.0	25.7		
323.1	25.6		
323.2	25.5		
323.3	25.4		
323.4	25.3		
323.5	25.2		
323.6	25.1		
323.7	25.0		
323.8	24.9		
323.9	24.8		
324.0	24.7		
324.1	24.6		
324.2	24.5		
324.3	24.4		
324.4	24.3		
324.5	24.2		
324.6	24.1		
324.7	24.0		
324.8	23.9		
324.9	23.8		
325.0	23.7		
325.1	23.6		
325.2	23.5		
325.3	23.4		
325.4	23.3		
325.5	23.2		
325.6	23.1		
325.7	23.0		
325.8	22.9		
325.9	22.8		
326.0	22.7		
326.1	22.6		
326.2	22.5		
326.3	22.4		
326.4	22.3		
326.5	22.2		
326.6	22.1		
326.7	22.0		
326.8	21.9		
326.9	21.8		
327.0	21.7		
327.1	21.6		
327.2	21.5		
327.3	21.4		
327.4	21.3		
327.5	21.2		
327.6	21.1		
327.7	21.0		
327.8	20.9		
327.9	20.8		
328.0	20.7		
328.1	20.6		
328.2	20.5		
328.3	20.4		
328.4	20.3		
328.5	20.2		
328.6	20.1		
328.7	20.0		
328.8	19.9		
328.9	19.8		
329.0	19.7		
329.1	19.6		
329.2	19.5		
329.3	19.4		
329.4	19.3		
329.5	19.2		
329.6	19.1		
329.7	19.0		
329.8	18.9		
329.9	18.8		
330.0	18.7		

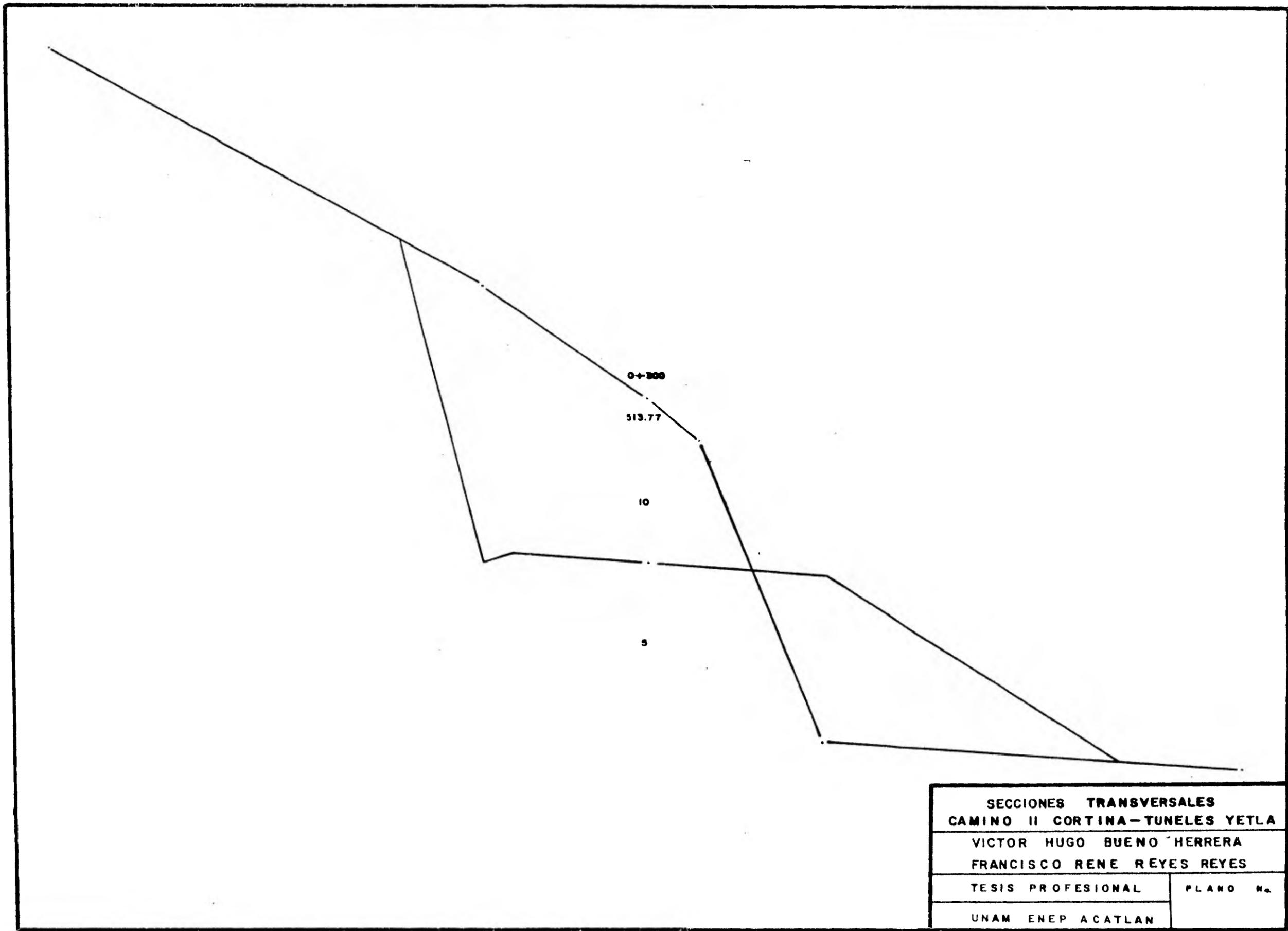


PERFIL DEL CAMINO NO II
 VICTOR HUGO BUENO HERRERA
 FRANCISCO BENE REYES REYES
 TESIS PROFESIONAL
 PLANO 02
 UNAM ENER ACATLAN

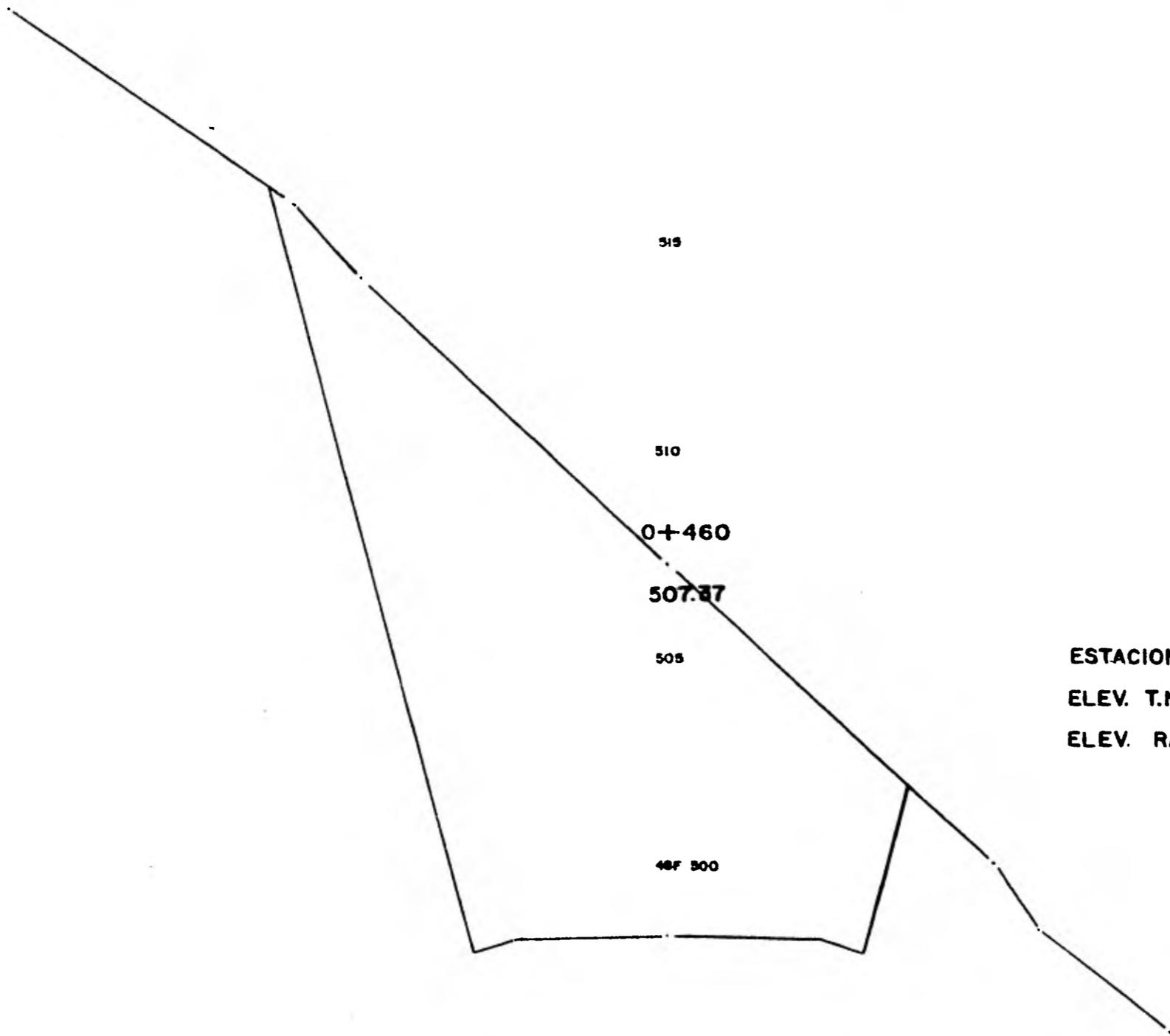


0+000
526.00

SECCIONES TRANSVERSALES	
CAMINO II CORTINA-TUNELES YETLA	
VICTOR HUGO BUENO HERRERA	
FRANCISCO RENE REYES REYES	
TESIS PROFESIONAL	PLANO No.
UNAM ENEP ACATLAN	

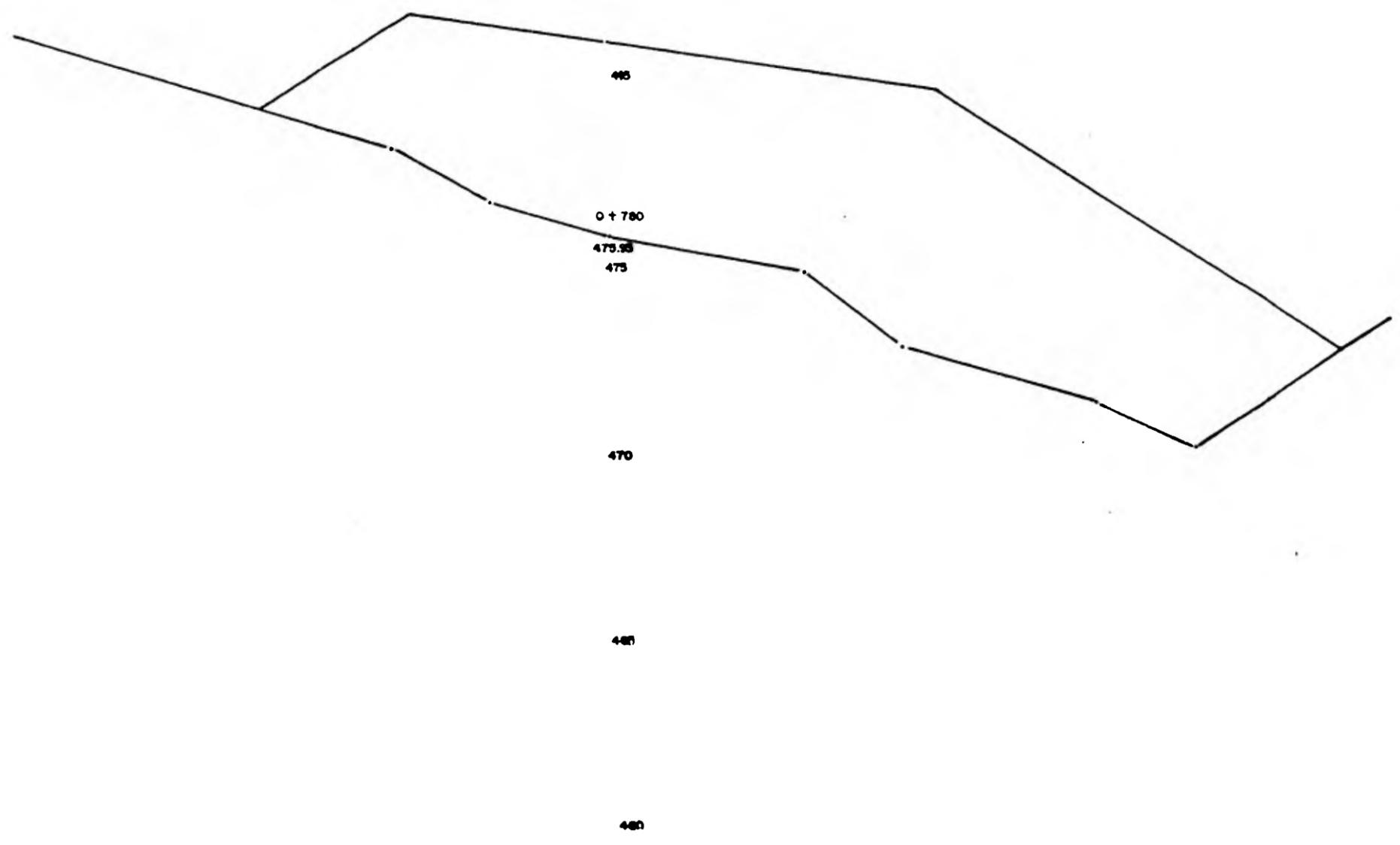


SECCIONES TRANSVERSALES	
CAMINO II CORTINA-TUNELES YETLA	
VICTOR HUGO BUENO HERRERA	
FRANCISCO RENE REYES REYES	
TESIS PROFESIONAL	PLANO No.
UNAM ENEP ACATLAN	

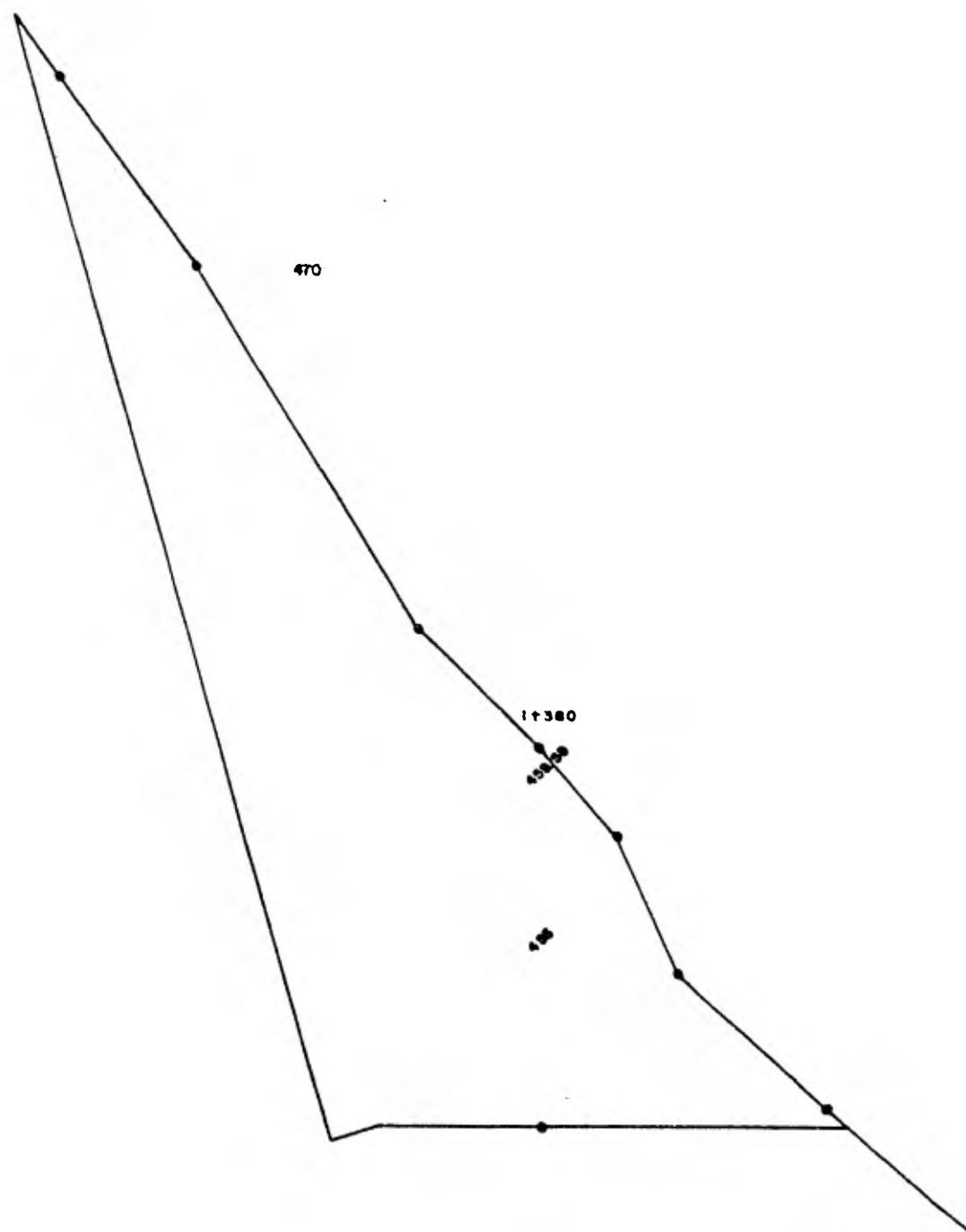


ESTACION 0+460
 ELEV. T.N. 507.37
 ELEV. RASANTE 498.40

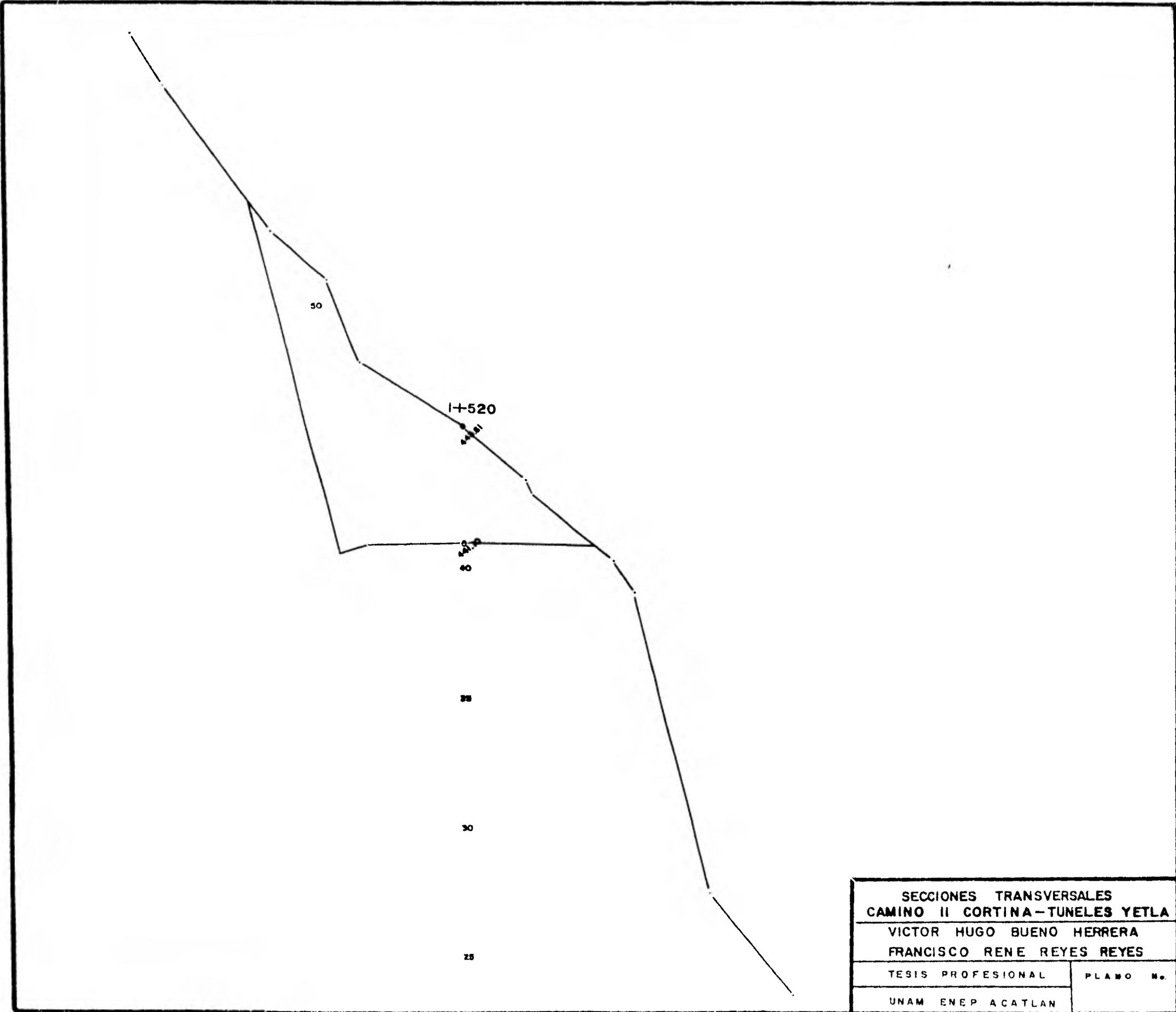
SECCIONES TRANSVERSALES CAMINO II CORTINA-TUNELES YETLA	
VICTOR HUGO BUENO HERRERA FRANCISCO RENE REYES REYES	
TESIS PROFESIONAL	PLANO No.
UNAM ENEP ACATLAN	



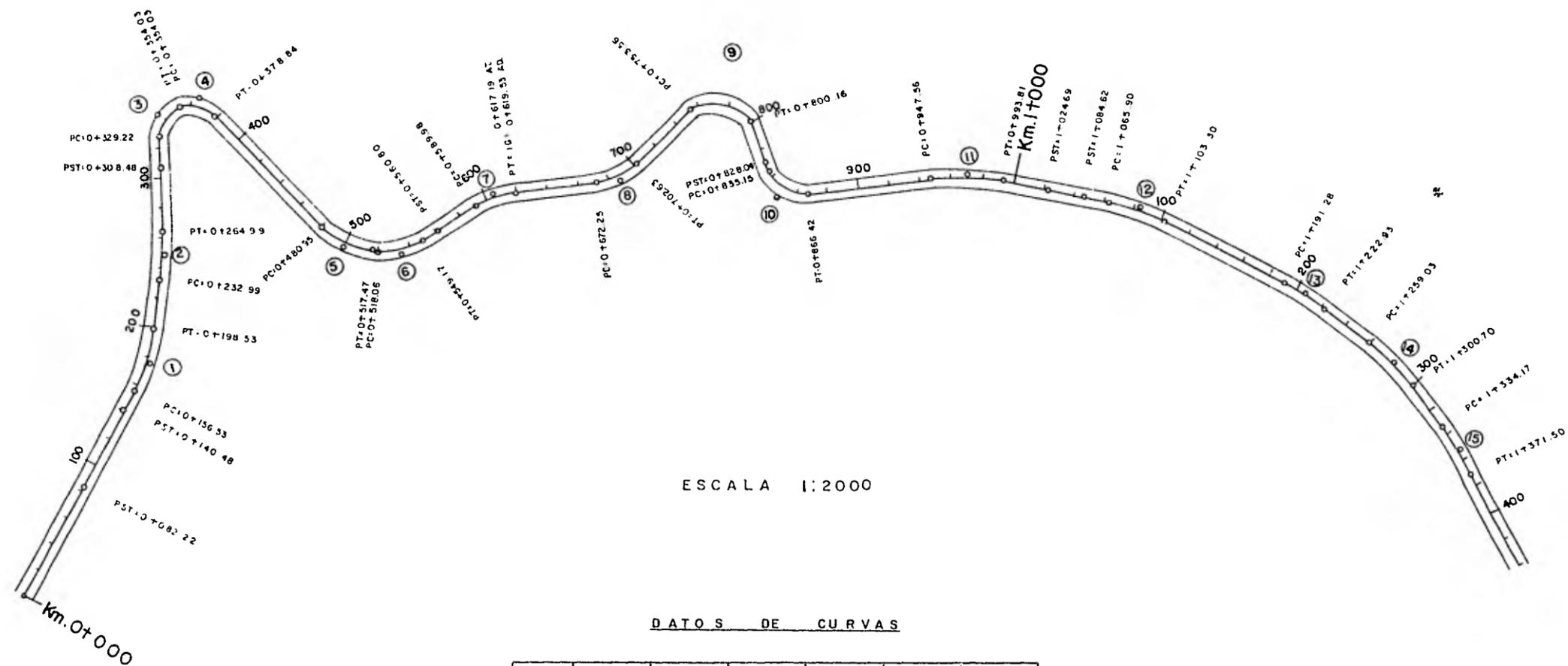
SECCIONES TRANSVERSALES	
CAMINO II CORTINA-TUNELES YETLA	
VICTOR HUGO BUENO HERRERA	
FRANCISCO RENE REYES REYES	
TESIS PROFESIONAL	PLANO No.
UNAM ENEP ACATLAN	



SECCIONES TRANSVERSALES	
CAMINO II CORTINA-TUNELES YETLA	
VICTOR HUGO BUENO HERRERA	
FRANCISCO RENE REYES REYES	
TESIS PROFESIONAL	PLANO No.
UNAM ENEP ACATLAN	



SECCIONES TRANSVERSALES	
CAMINO II CORTINA-TUNELES YETLA	
VICTOR HUGO BUENO HERRERA	
FRANCISCO RENE REYES REYES	
TESIS PROFESIONAL	PLANO N°.
UNAM ENEP ACATLAN	



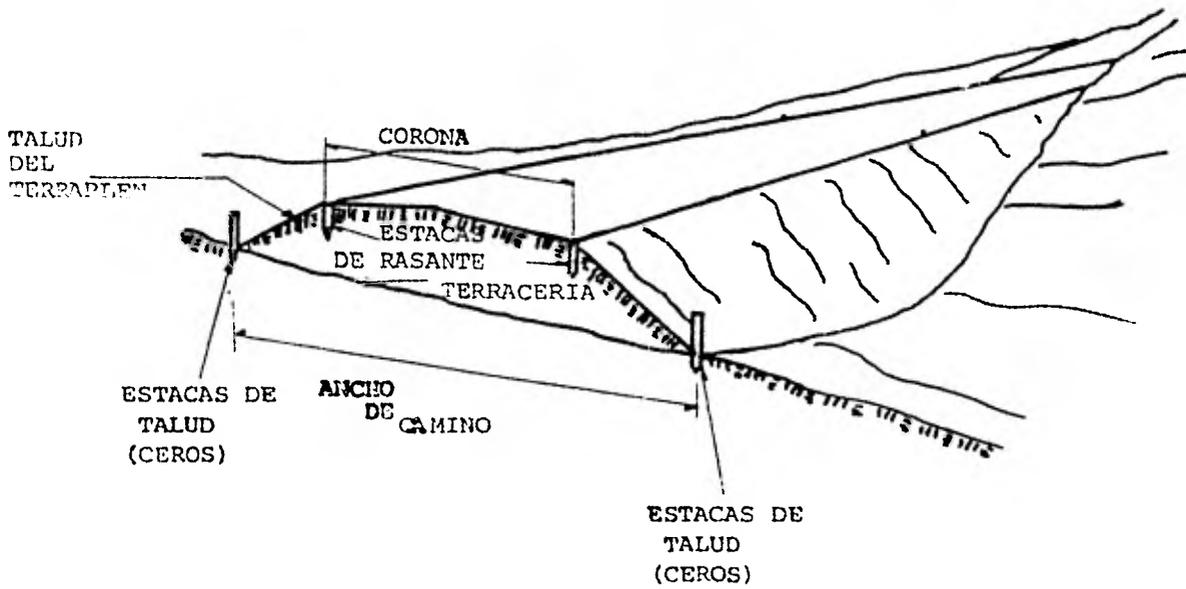
ESCALA 1:2000

DATOS DE CURVAS

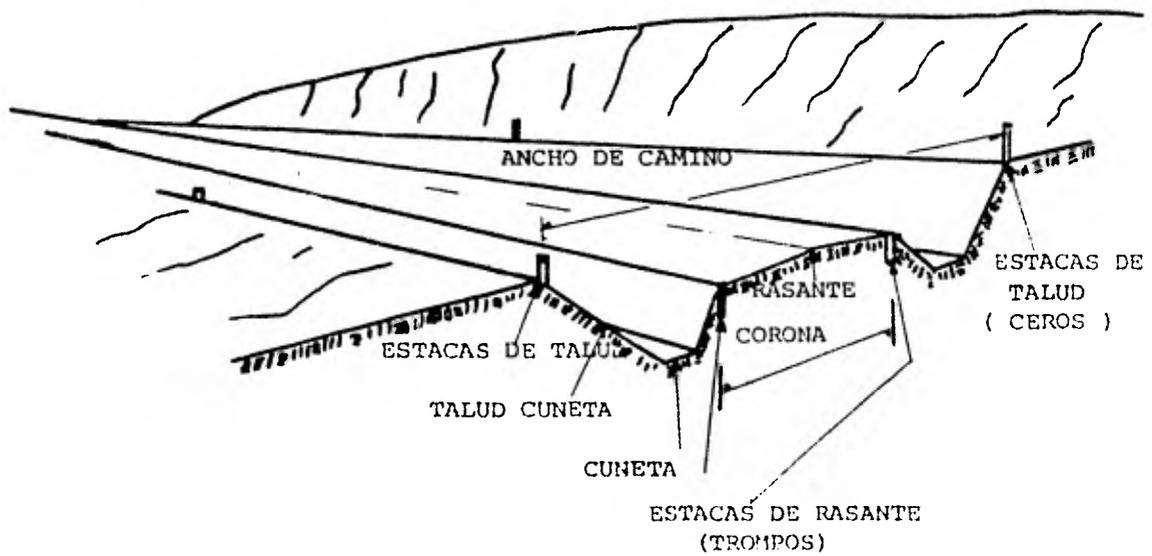
Nº	P. I	Δ	G	S. T.	L. C	R.
1	0+177.77	21°00' IZQ.	10°00'	21.24 m	42.00 m	114.59 m
2	0+249.02	8°00' IZQ.	5°00'	16.03 m	32.00 m	229.18 m
3	0+343.41	69°28' DER.	56°00'	14.19 m	24.81 m	20.46 m
4	0+368.22	69°28' DER.	56°00'	14.19 m	24.81 m	20.46 m
5	0+500.00	40°10' IZQ.	22°00'	19.05 m	36.52 m	52.08 m
6	0+534.35	42°00' IZQ.	27°00'	16.29 m	31.11 m	42.44 m
7	0+604.23	27°56' DER.	20°00'	14.25 m	27.93 m	57.30 m
8	0+688.07	39°30' IZQ.	26°00'	15.82 m	30.38 m	44.07 m
9	0+790.60	116°30' DER.	50°00'	37.04 m	46.60 m	22.92 m
10	0+853.76	78°10' IZQ.	50°00'	18.61 m	31.27 m	22.91 m
11	0+970.89	18°30' DER.	8°00'	23.38 m	46.25 m	143.24 m
12	1+084.74	16°50' DER.	9°00'	18.84 m	37.40 m	127.32 m
13	1+207.15	9°30' DER.	6°00'	18.87 m	31.67 m	190.98 m
14	1+280.00	16°40' DER.	8°00'	20.97 m	41.67 m	143.24 m
15	1+352.88	9°20' DER.	5°00'	18.71 m	37.33 m	229.18 m

VICTOR HUGO BUENO HERRERA	
FRANCISCO RENE REYES REYES	
TESIS PROFESIONAL	PLANO No.
UNAM ENEP ACATLAN	

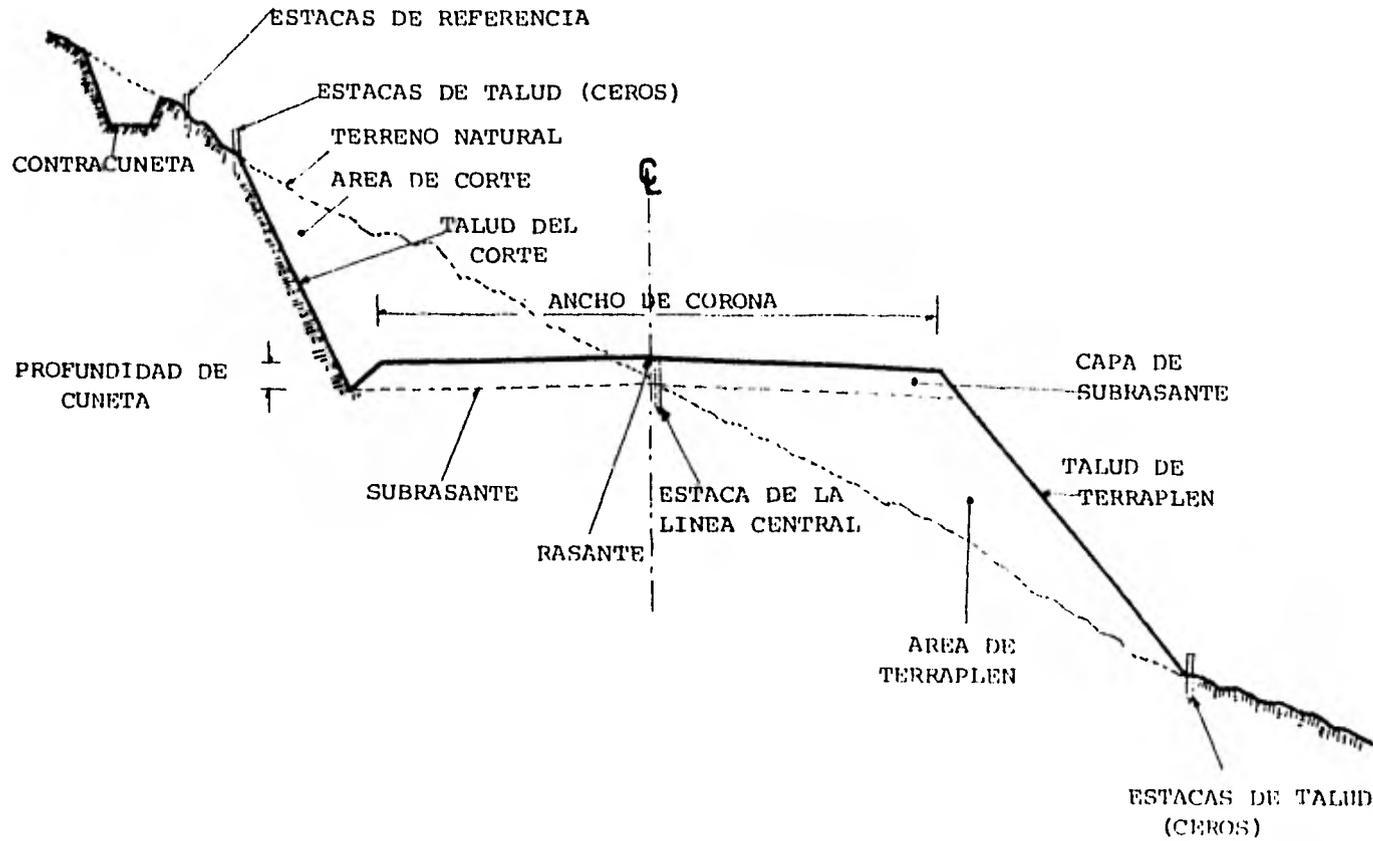
ESTACAS PARA TERRAPLEN

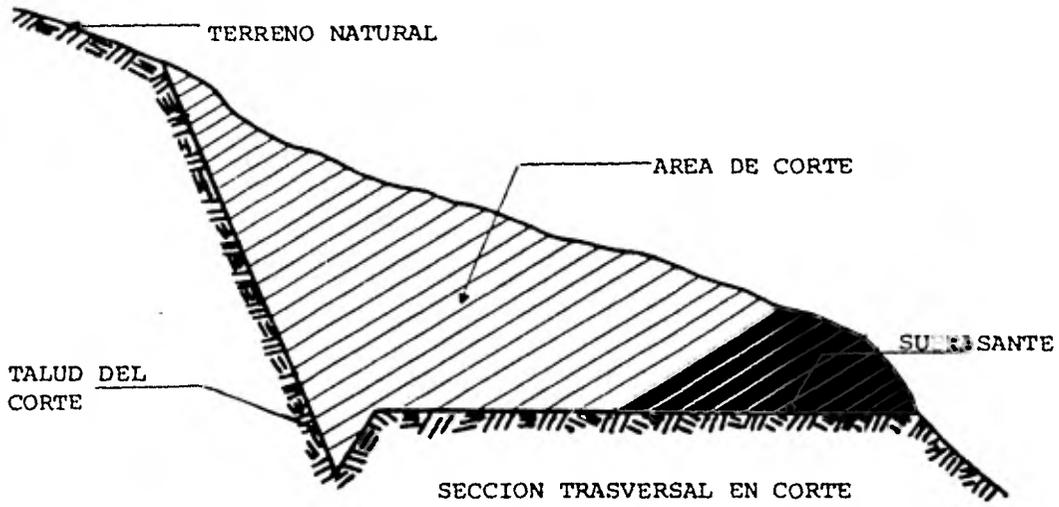


ESTACAS PARA CORTE

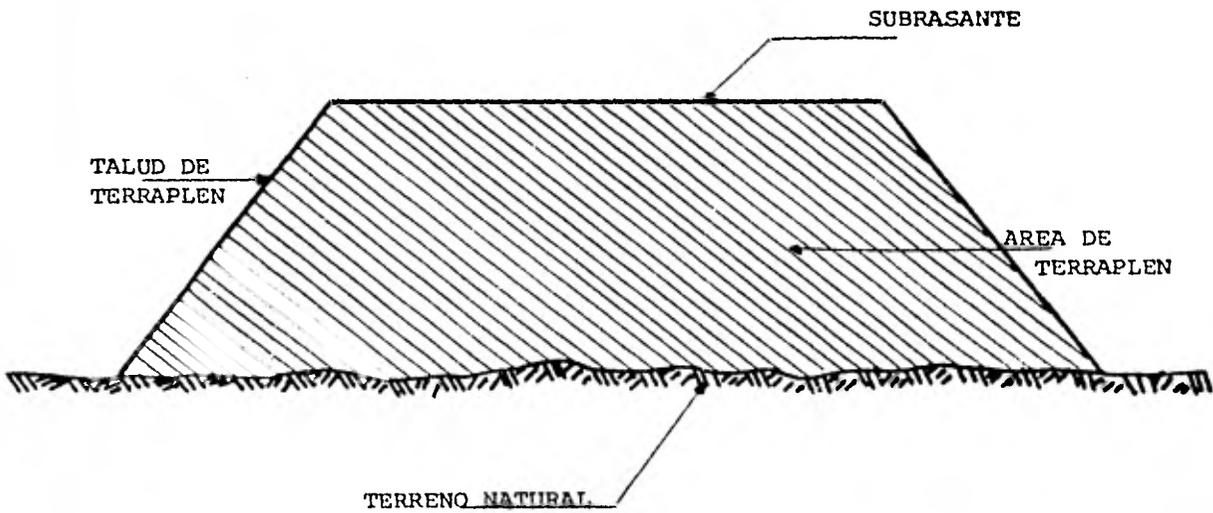


SECCION TRASVERSAL TIPICA DE LOS CAMINOS DE CONSTRUCCION





SECCION TRASVERSAL EN TERRAPLEN



2.- Cortes en Ladera.

Los Caminos de Construcción se hicieron sobre terreno montañoso por lo que se formó un escalón en la ladera, quedando un talud ascendente en uno de los lados y por el otro un talud descendente.

Estos caminos se construyeron excavando del lado alto y usando el material excavado para construir el otro inferior, en unas estaciones; ó cortando solamente y desperdiciando todo el material excavado.

Las dificultades en este proyecto, excavación, drenaje y estabilización aumentaron rápidamente al ir aumentando la inclinación de la ladera.

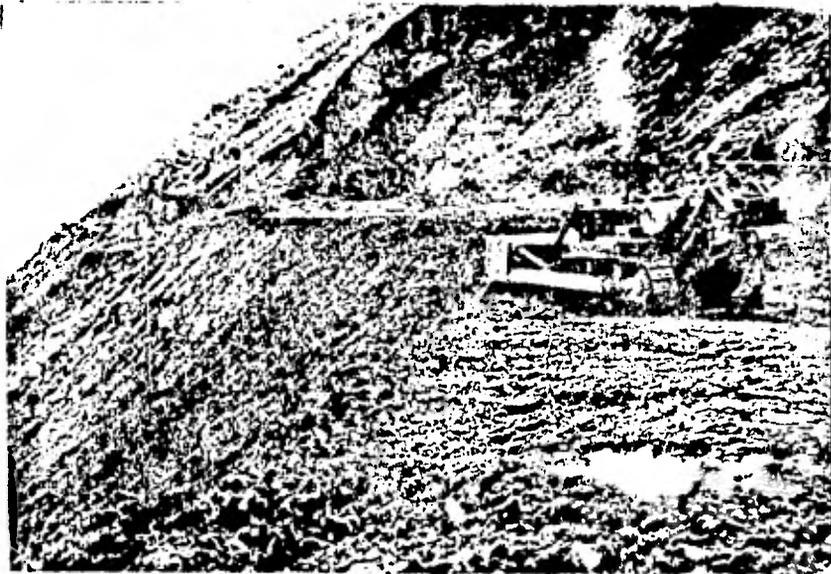
Para el corte en ladera de estos caminos, tocaremos las diferentes fases que intervienen en su proceso constructivo y que son:

- a) Despalme
- b) Excavación con Tractor
- c) Movimientos Laterales
- d) Taludes de Roca
- e) Derrumbes

a) Despalme.

Una vez que se colocaban las estacas de talud se procede al corte del camino, ya fuera con explosivos ó bulldozers. En laderas inclinadas el despalme perdió importancia, ya que al ir efectuando el corte, éste mismo arrastraba la corteza vegetal.

Cuando era necesario hacer el despalme primero, la corteza ve-



gatal se empujó hacia abajo en la ladera con los bulldozers.

b) Excavación con Bulldozers.

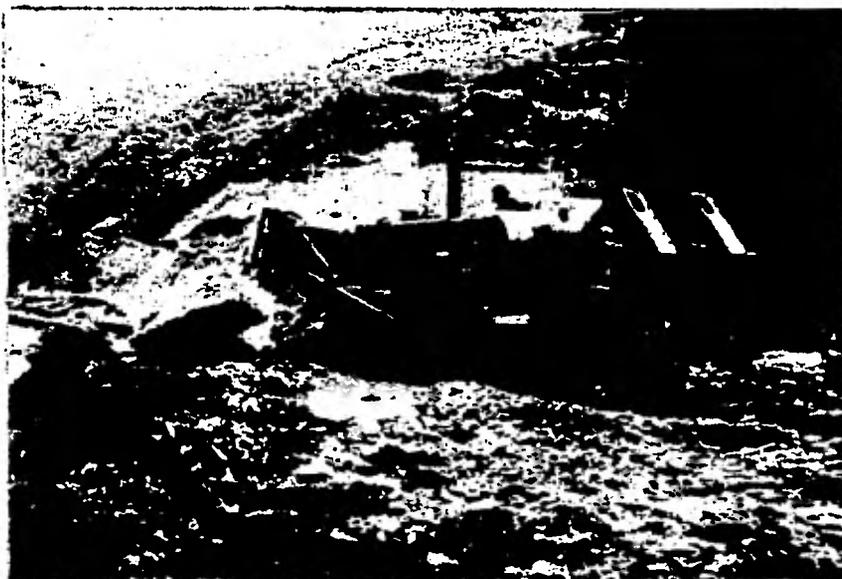
Como el talud superior es muy inclinado, el tractor trabajó de lado (en forma de las curvas de nivel), hasta que la línea de corte se interrumpía por afloramientos de roca que tenían que "volarse" - para hacer, de nueva cuenta, plantilla.

c) Movimientos Laterales.

El método que se usó para hacer escalón en laderas muy inclinadas fue, empujar el material con un bulldozer de orugas anchas -- con la cuchilla unida por un aclopiamiento corto, y con la hoja inclinable con el lado corto a mayor profundidad del lado ladera arriba. La hoja estaba inclinada con el extremo, que cae a la ladera arriba, más abajo donde formaba un ángulo para el empuje ladera abajo en las estaciones donde el material era tipo A ó B.

El trabajo se comenzó cerca del talud superior (ceros) en un lugar natural ó artificial aun a nivel que permita al bulldozer atacar en una dirección paralela a la línea central del camino, en la orilla superior del corte. Se excava una palada de tierra a lo largo de la línea de corte superior, luego, se levanta la pala haciendo girar la máquina ladera abajo al mismo tiempo. Después de vaciar, se hace regresar el bulldozer hasta que quede paralelo y toque la línea superior, se excava otra carga de la cuchilla y se hace girar ladera abajo.

Puede ser necesario excavar una ó varias capas en un lugar para



obtener suficiente material de relleno para formar una plataforma -
suficientemente ancha para que quepa el bulldozer. Cuanto más empi-
nada esté la ladera mayor será el número de pasadas.

La hoja se levanta lo suficiente durante la descarga para man-
tener el terraplén más alto que el corte, de manera que el escalón
tenga una inclinación en dirección a la de la ladera. Lo que mantie-
ne inclinado al bulldozer para que corte con eficacia, permite que
se compacte el terraplén cuando camina sobre él, y al mismo tiempo
forma la sección adecuada de un camino provisional.

Cuando la plataforma es lo suficientemente ancha para que que-
pa el bulldozer los demás procedimientos se modifican para adaptar-
se al talud, al suelo, a la máquina, y a las preferencias del opera-
dor. El corte se puede alargar hasta el final de la ladera, luego -
se va excavando por capas sucesivas, al mismo tiempo que se va am-
pliando, ó puede ampliarse a todo el ancho de una vez en un solo --
corte.

d) Taludes de Roca.

En donde el talud esta compuesto de material que el bulldozer
no puede excavar, ó que solamente puede excavarlo con dificultad, de
tal manera que su rendimiento disminuya y aumenten mucho los costos
de reparación, el material tiene que aflojarse antes de excavar.

La roca blanda en estas laderas sí se puede aflojar con el --
tractor (con el escarificador), pero si la roca es dura ó si la -
ladera esta muy inclinada de tal manera que el tractor no pueda a--



brir plantilla, se hará necesaria la barrenación y el uso de explosivos para el primer corte.

Durante la construcción de los caminos, cuando se encontraba roca dura, se metía una cuadrilla de operadores de perforadora de piso (chicharras) ó más, según fuese necesario, que ejecutaban el primer corte a lo largo de la línea de ceros.

Cuando era necesario abrir Caminos de Construcción a lo largo de los taludes de gran longitud, después de la primera barrenación, las subsecuentes se hacía con perforadoras ligeras montadas en tractores neumáticos de orugas (Track-Drill), que pueden arrimarse y trabajar en lugares difíciles y pueden remolcar sus propios compresores, excepto cuando las condiciones son extremas.

Después de aflojar el terreno con explosivos, el bulldozer trabaja en la misma forma que cuando se trata de terrenos sueltos naturales.

El ángulo con que pueden sostenerse los taludes en los cortes y terraplenes, es un factor importante para el costo algunas veces, y otras definen su posibilidad de construcción en balcón. También es un factor que puede limitar la profundidad de los cortes en terrenos a nivel.

Existen dos maneras para analizar el talud conveniente en un corte. Una es procediendo por comparación con materiales semejantes de los cortes ó taludes hechos ó naturales, el otro haciendo análisis de suelos y cálculos.



En esta obra se elige un talud de tanteo determinado por observación en el campo; por esto entran en juego los problemas producidos por el agua subterránea, el efecto confinante de la vegetación y el escurrimiento natural por las laderas.

e) Derrumbes.

El problema más serio asociado a los cortes de gran espesor es el de los derrumbes que a veces ocurren durante la construcción del camino, ó bien, después de que se han construido, lo que produce a veces interrupciones del tránsito por largos períodos.

La probabilidad de derrumbes aumenta con la altura y lo empinado de los taludes, pero dependen también de las condiciones internas del material.

En la roca, la causa es el hechado de los mantos de roca ó su fisuramiento lo que produce planos de deslizamiento en las capas de corte. En este caso es común que ocurra un deslizamiento después de las lluvias, cuando la tierra suelta aumenta de peso con el agua y el movimiento del agua en la base de la formación produce lubricación y presión.

También se puede producir soliflucción del terreno en las masas de suelo aparentemente uniformes, debido a la filtración de agua ó a zonas de saturación.

Las fuerzas que desarrollan los deslizamientos de gran volumen son generalmente demasiado grandes para detener su movimiento por medio de puntales ó anclas, aparte de ser esto antieconómico.

La probabilidad de derrumbes puede llegar a constituir un factor determinante en la selección de la ruta, sin embargo estos caminos de construcción se hacen con las siguientes características:

- En zonas montañosas
- En largas distancias.
- En laderas de tierra muy inclinadas.
- Donde no hay dinero para investigación de mecánica de suelos, ni para algunas obras de drenaje.

Es por esto que en estas condiciones, se corta el Camino de -- Construcción formando los taludes con un bulldozer y empujando el material para formar terraplenes en las cañadas. El camino se amplía y mejora bajando su piso.

Cuando se presentan derrumbes, los bulldozer simplemente vuelven a cortar escalones a través de ellos, repitiendo esta operación con la frecuencia necesaria. Cuando los terraplenes se deslavan se vuelven a construir, cortando más material de los taludes donde sea necesario.

En el transcurso de un tiempo grande (más de 1 año), se encuentran que gran parte de la ruta es razonablemente estable, y que otras secciones se estabilizan al construirlo repetidas veces.

También para ayudar a la estabilización de los taludes, se hacen muros de mampostería donde se requieren ó las obras de drenaje necesarias para controlar el flujo de agua a través de ellos.

Los terraplenes ó revestimientos recién construídos deben pro-

tegerse contra los efectos del escurrimientos del agua de los terrenos adyacentes. En los cortes, cuando el material es tipo A ó B y rara vez en material cercano a C, se construye una contracuneta a unos cuantos metros de la orilla superior.

Cuando el talud corra el peligro de licuarse ó deslavarse por el agua subterránea, a veces es necesario construir el subdrenaje; que puede ser necesario en la cuneta, al pie del talud, y atrás ó dentro de los lugares húmedos del talud para interceptar los escurrimientos.

Por las cañadas existe gran flujo de agua la cual llega al camino. Para que no perjudique se hacen los Vados con los cuales se controlarán estas corrientes.

Con la Motoconformadora se construyen las cunetas del tipo de prolongación de corona y triangulares. También se realiza el bombeo del camino en la forma en que se necesite.

3.- Terraplenes y Revestimientos.

Los terraplenes son volumen de material que se colocan en el camino para elevar el terreno hasta su rasante. El terraplén se obtiene de los cortes que se efectúan en el camino y, cuando es necesario, de bancos a lo largo de él.

Para la utilización de terraplenes se evitó que fueran de arcilla ó limo, porque estos materiales se ablandan cuando se mojan, cambiando al mismo tiempo el volumen y a veces elevando el agua a la superficie. También se prohibió la tierra vegetal, por los pro-



blemas que ocasionan las raíces de la misma.

Los mejores terraplenes son mezclas de dos ó más tipos de materiales sencillos donde se encuentran proporciones variables de arcilla, limo, arena, grava ó rocas.

El revestimiento se usa como parte final del acabado en estos Caminos de construcción y puede ser de dos tipos:

a) Grava de banco

b) Otros materiales de bajo costo:

- Rezaga del corte

- Materiales adyacentes al camino

que contienen una granulometría

gruesa con pocos finos.

a) Cuando se revisten con grava de banco se procura que la relación de finos sea mayor de 5% y menor que el 12%, ya que menos del 5% en esta tierra, caliente y seca, se desgrega y se suelta, y si tiene más del 12%, no sirven por producirse grandes deformaciones en tiempos de agua; el tamaño del guijarro debe ser menor de 3", por especificaciones.

b) Cualquier material que contenga una granulometría semejante a la descrita en el inciso anterior, se puede utilizar como revestimiento. Estos materiales incluyen la caliza blanda, la roca tronada de cualquier clase (rezaga).

En donde la subrasante se encontraba en terrenos arcillosos ó limosos, se les puso una capa de arena gruesa limpia, para cortar -

la circulación capilar, ó rezaga de túnel.

El tendido del material para el revestimiento en todos los Caminos de Construcción, en general, se hizo en capas de 20 cms., ya sea que necesitaran una ó más capas.

El acarreo de este material, cuando era de banco, se efectuaba en camiones ligeros y se extendían con una motoconformadora.

Un detalle importante es el mantenimiento del que ya hemos hablado en caso de derrumbes, pero para la conservación del camino -- por el tránsito ó por temporal es:

En tiempo de sequía se cuenta con una serie de pipas que se dedican exclusivamente a mantener húmedo el camino, y con una conformadora afinando el terreno para conservar el ancho mínimo de corona.

En tiempos de lluvias con obras de drenaje permanentes ó definitivas y con una motoconformadora para mantener la rasante y la corona del camino.

En el siguiente inciso daremos explicación de las obras de drenaje utilizadas en los Caminos de Construcción.

III.3.- OBRAS DE DRENAJE.

Se entiende por drenaje al conjunto de obras necesarias para reducir la cantidad de agua que llega a las diferentes partes de una obra vial y dar salida fácil a aquella cuyo acceso al camino sea inevitable.

El agua puede llegar al camino por:

- Precipitación directa.
- Escurrimiento del agua de terrenos adyacentes al camino.
- Crecientes de ríos y arroyos.
- Infiltración a través del subsuelo del camino.

Para evitar un buen drenaje se debe evitar:

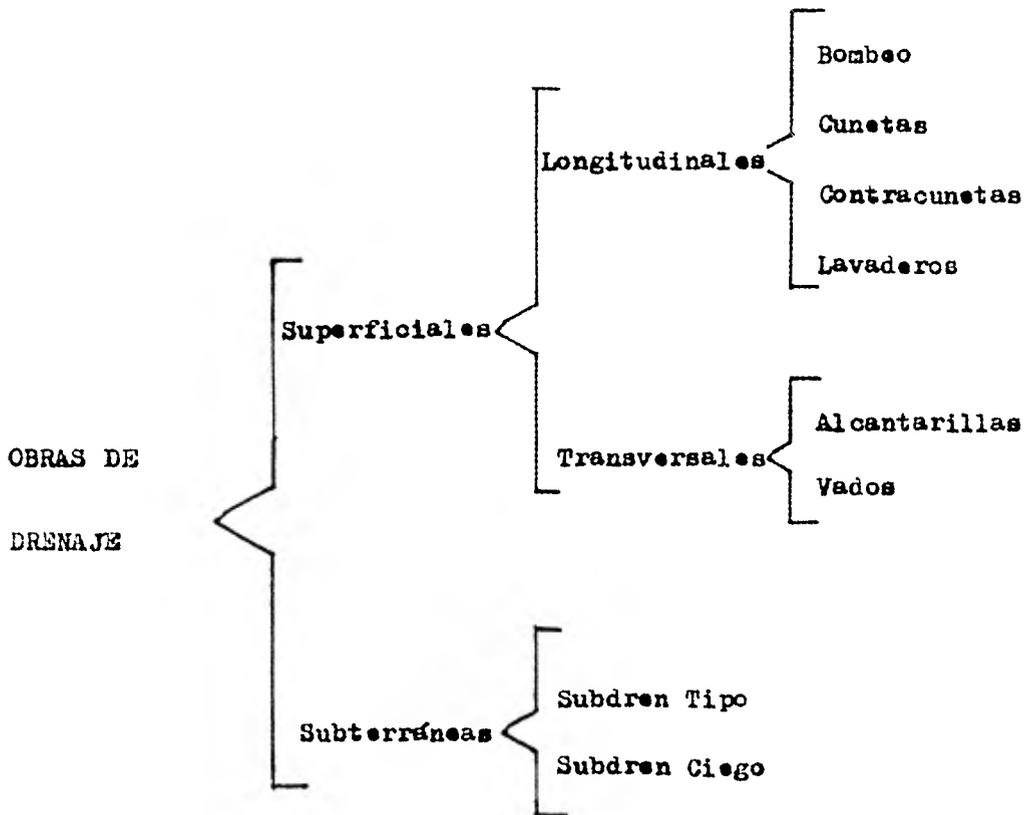
- Que el agua circule en cantidades excesivas por el camino, destruyéndolo y originando charcos y baches.
- Que los cortes de materiales blandos se saturen de agua, con peligro de derrumbes de tierra, deslizamientos de los cortes, y aún del camino mismo.
- Que el agua de arroyos y hondonadas sea remansada por los terraplenes con peligro de deslavarlos.
- Que el agua subterránea reblandezca la subrasante, formando también charcos y baches.
- Que el agua de las cunetas laterales remoje y reblandezca los terraplenes originando asentamientos.

Como se ve, el drenaje es una de las cosas más importantes en la construcción de un camino, por lo que desde que se efectúa el reconocimiento de la línea, deberá preverse que un porcentaje mayoritario

del escurrimiento sea natural, evitando así las obras de drenaje -
costosas en construcción y mantenimiento.

III.2.1.- Tipos de Drenaje.

En los Caminos de Construcción podemos encontrar las siguientes
obras de drenaje:



1.- Obras de Drenaje Superficiales:

Su objetivo es desalojar longitudinal y transversalmente el agua que
cae por precipitación, la que corre por ríos y arroyos y la que lle-
ga por inundación.

Dentro del Drenaje Longitudinal que se realizan en este tipo de caminos encontramos:

a) Cunetas.

Son zanjas que se hacen a un lado ó en ambos lados de un tramo de camino en corte, destinadas a recoger el agua pluvial que escurre en tangentes, en la mitad del área de influencia, del ancho de la corona y en curvas, en su totalidad.

En forma simple, la capacidad de la cuneta puede estimarse como un 60%, 70% ó 100% de la precipitación en las zonas que recorre el agua que llega a la cuneta.

Para este tipo de caminos se recomienda el tipo de cunetas revestidas ó las de prolongación de la superficie de rodamiento ya que los conductores las utilizan para estacionarse ó transitar en caso de emergencia.

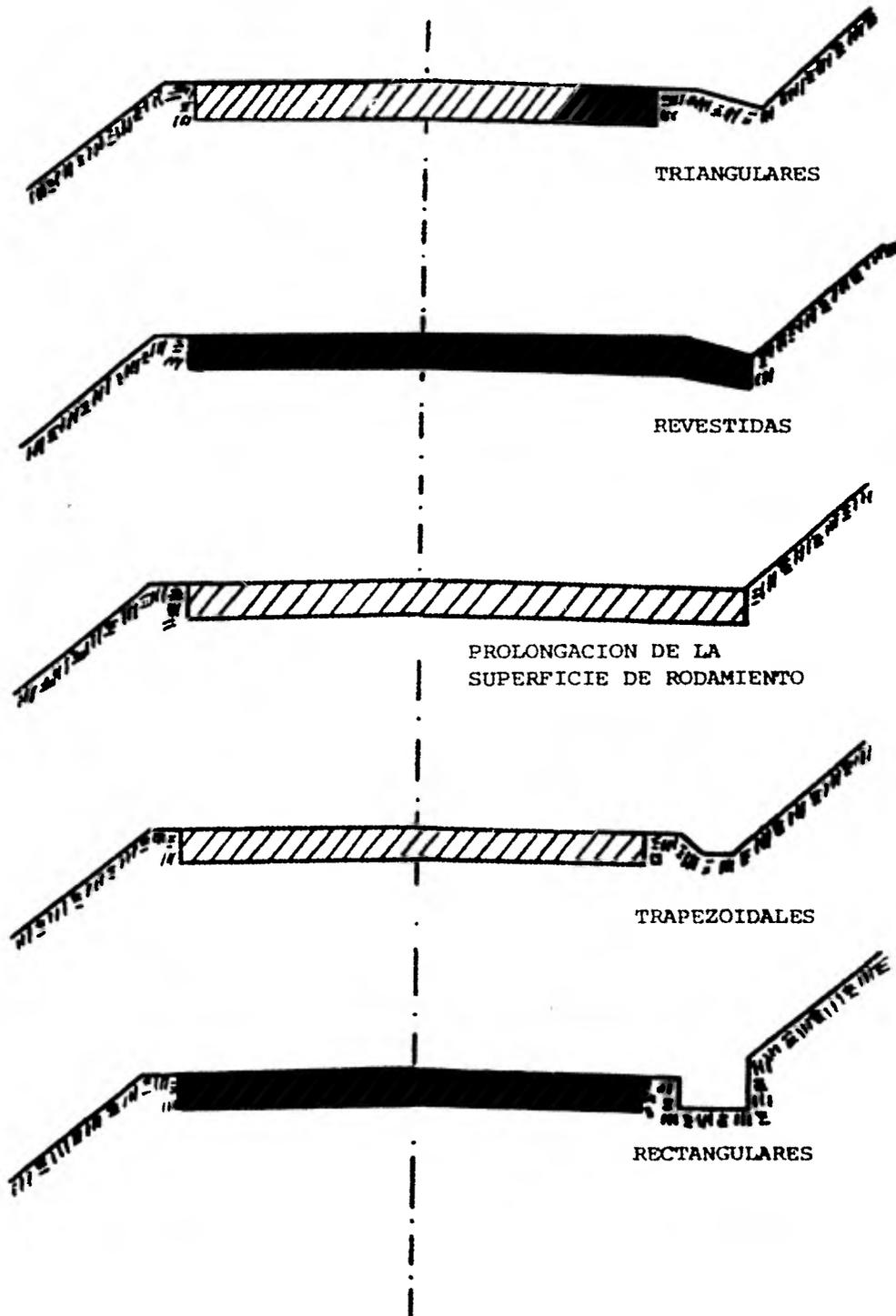
b) Contracunetas.

Son zanjas en las laderas de aguas arriba de los cortes y que sirven para impedir que el agua llegue a las cunetas cuando éstas tienen capacidad menor que la necesaria, así como evitar deslaves en los cortes.

Generalmente, se recomienda que "d" sea mayor ó igual que tres veces "h" para impedir que el agua de infiltración ocasiona fallas en el talud del corte.

Su uso es adecuado sobretudo en terrenos montañosos y de lomerío, debiendo seguir aproximadamente la dirección de las curvas de

TIPOS DE CUNETAS



nivel para que el escurrimiento que reciban sea perpendicular.

c) Bombeo.

Es la pendiente transversal que se da hacia uno ó los dos lados del camino con objeto de evitar que el agua pluvial se estanque, infiltre y reblandezca las terracerías y que escurra longitudinalmente erosionando la superficie de rodamiento. Para los caminos de construcción que son revestidos, se recomienda un bombeo mínimo del 1% y máximo del 6%.

d) Lavaderos.

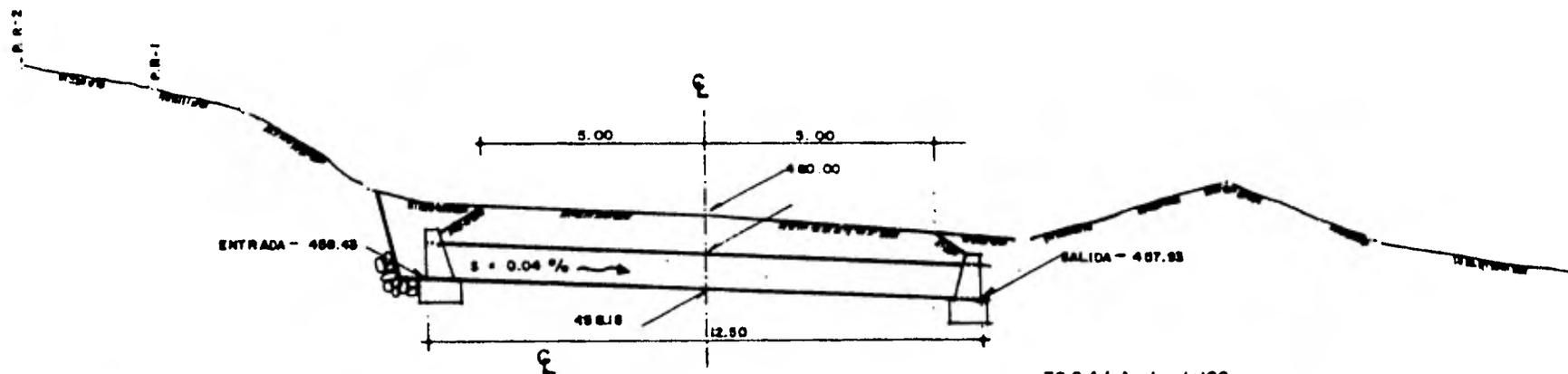
Son canales que se construyen sobre los taludes para dar salida a una corriente sin que los erosione. Estos lavaderos pueden ser zampeados, de lámina ó de suelo-cemento.

Dentro del Drenaje Transversal de los Caminos de Construcción se tienen las siguientes obras.

a) Alcantarillas.

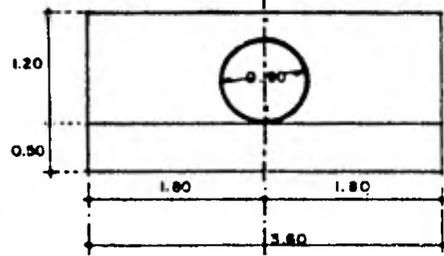
Son estructuras menores de 6 mts. si se tiene colchón. Están constituidas por una parte central llamada "cañón" y unos extremos llamados "muros de cabeza" si la estructura es tubular, y aleros en caso contrario. Se pueden suprimir los muros de cabeza pero entonces debe de salir el tubo 1.5 veces el diámetro fuera del talud del terraplén para que no erosione.

Por su forma se clasifican en alcantarillas de tubo, de cajón, de bóveda y de losa sobre estribos; por la forma en que trabajan en rígidas y flexibles y por el material de que están construidas pueden ser de lámina, de concreto y de mampostería.

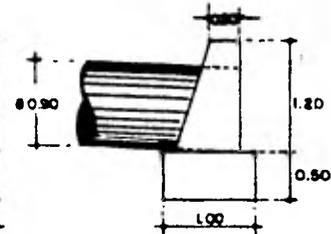


ESCALA 1:2000

ESCALA : 1:100
ACOTACION : MTS.



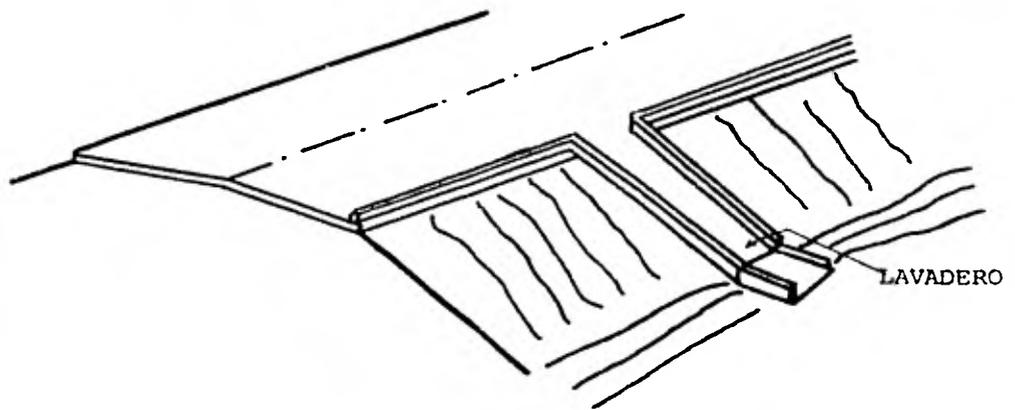
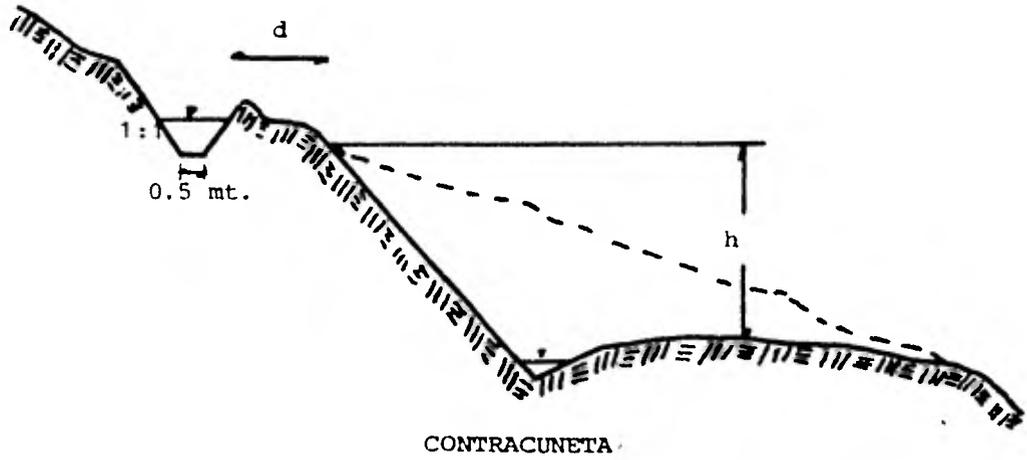
SECCION FRONTAL



SECCION NORMAL

ESCALA - 1:50
ACOTACION: MTS.

ALCANTARILLA DE TUBO	
CAMINO 10 Km. 8+300	
VICTOR HUGO BUENO HERRERA	
FRANCISCO RENE REYE REYES	
TESIS PROFESIONAL	PLANO No.
UNAM ENEP ACATLAN	



LAVADERO

b) Vados.

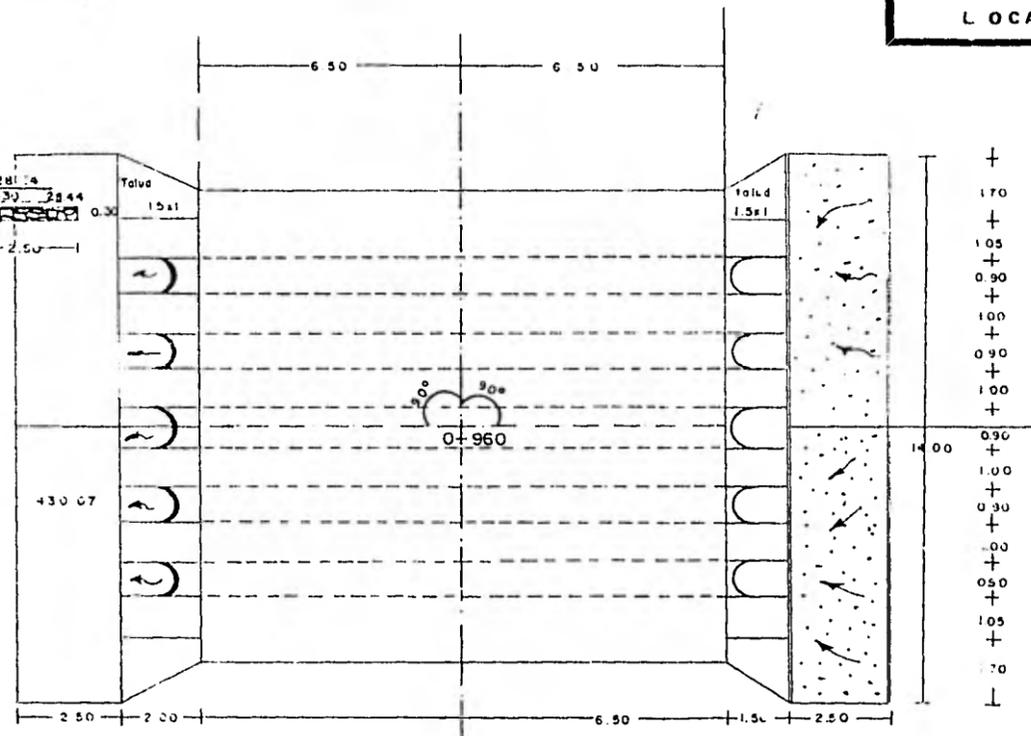
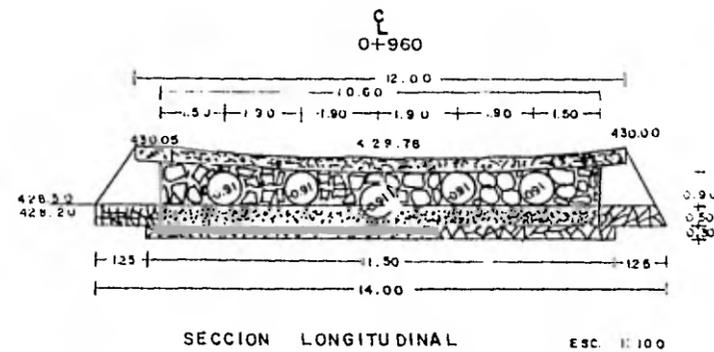
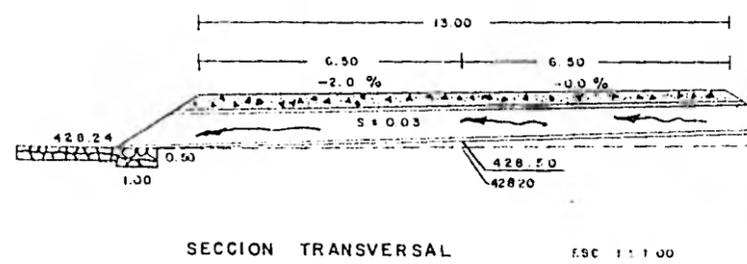
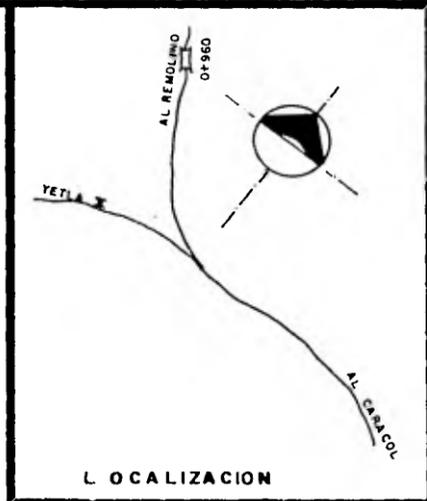
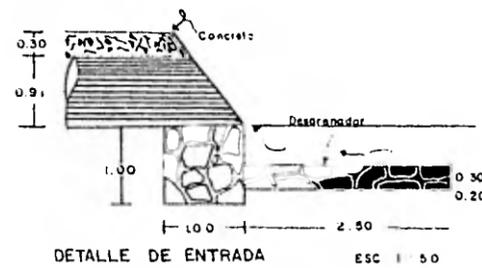
Son estructuras que permiten el paso en un río ó arroyo cuando esta seco ó bien cuando lleva determinado caudal hasta determinado nivel. Longitudinalmente pueden ser a nivel ó curvos, preferentemente parabólicos, pero siempre cuidando que no se produzcan trastornos al conductor al pasar sobre ellos, es decir que no sean depresiones bruscas ó con cambios que produzcan golpes.

Los vados generalmente se proyectan de mampostería, de losas de concreto, ó bien de dentellones de mampostería ó concreto, rellenos y con cubierta de concreto.

Las condiciones que debe cumplir un buen Vado son las siguientes:

- a) Se debe evitar la erosión y la socavación aguas arriba y aguas abajo.
- b) La superficie de rodamiento no se erosionará al paso del agua.
- c) El agua no debe provocar regímenes turbulentos, remolinos, etc. - para lo cual debe facilitarse el escurrimiento.
- d) Tendrá señales que indique cuando no debe pasarse porque la lámina de agua sea demasiado alta.

Los vados son muy recomendables para los Caminos de Construcción pudiéndose decir que es la obra de drenaje clásica de ellos. Un gran porcentaje de los arroyos y de los ríos del país tienen régimen torrencial, por lo cual pueden ser cruzados por un vado la mayor parte del año.



PLANTA DEL VADO
CAMINO 13-BIS ESC 1:100

E. S. T.	RASANTE
0+948	430.38
949	430.35
950	430.30
951	429.25
952	430.17
953	430.11
954	430.05
955	429.98
956	429.92
957	429.87
958	429.83
959	429.80
0+960	429.78
961	429.77
962	429.77
963	429.78
964	429.81
965	429.85
966	430.00
967	430.04
968	430.09
969	430.10
0+970	430.07

PROYECTO DE RASANTE A CADA METRO
VADO CAMINO 13 BIS KM-0+960

PROYECTO DE VADO LOCALIZADO CAMINO 13-BIS	
VICTOR HUGO BUENO HERRERA FRANCISCO RENE REYES REYES	
TESIS PROFESIONAL	PLANO N.º
UNAM ENP ACATLAN	

2.- Obras de Drenaje Subterráneo.

Cuando es necesario mejorar las condiciones de estabilidad de cortes ó terraplenes, se debe de emplear drenes convenientemente colocados. Estos son:

a) Subdren Tipo.

Consiste en una excavación en la que se coloca un tubo perforado rellenando el resto con material pétreo de granulometría adecuada. El tubo, en condiciones normales de funcionamiento, es de 10 a 15 cms de diámetro, con perforaciones en el tercio inferior de 1/4" a 3/8". La granulometría del material pétreo, depende de la clase de suelo en la que se hace el dren, debiéndose procurar que exista una perfecta transición entre las partículas de diferente tamaño, para evitar una interpenetración y el asolvamiento del dren. La parte superior se sella mediante una capa de arcilla impermeable.

b) Subdren Ciego.

Es semejante al primero, pero la excavación se rellena únicamente con material pétreo.

111.4 SELECCION DE EQUIPO.

111.4.1 PRINCIPALES FACTORES EN LA SELECCION DE EQUIPO.

INTRODUCCION.

Durante el proceso de toma de decisiones para seleccionar de manera óptima el equipo de construcción, interviene una serie de factores que, estando relacionados entre sí, nos obligan a un análisis cuidadoso y ponderado de cada uno de ellos.

En este período de selección, podemos distinguir claramente 2 etapas: En la primera de ellas, habremos de seleccionar la máquina o conjunto de máquinas -- que desde el punto de vista técnico sean susceptibles de poder utilizarse. En esta caso, los factores que deberan interesarnos son entre otros; Volúmenes por ejecutar, calidad del material : (Atacabilidad, propiedades volumétricas, estabilidad), geometría de la excavación, condiciones de la obra, etc.

Durante la segunda etapa, intervendrán importantemente factores tales como tipos de empresa, maquinaria con que cuenta, condiciones de mercado, costo de adquisición.

operación y mantenimiento del equipo, rendimiento, precio de reventa, etc.

Cuando desde el punto de vista técnico dos ó más equipo nos resuelven el problema, el análisis económico inclinará nuestra disisión hacia el empleo de alguno de ellos. -
Trataremos en esta parte, a manera de recordatorio, los factores relacionados con la 1ra. etapa de selección.

VOLUMENES POR EJECUTAR.

Los volúmenes por ejecutar, combinados con el plazo para la terminación de la obra, nos definiran la producción requerida.

Dicha producción dependerá de la capacidad de las máquinas empleadas y del programa para su utilización.

En la cuantificación de los volúmenes de material por mover, así como de las distancias económicas de acarreo, interviene el concepto de " curva masa ", misma que explicaremos brevemente.

CURVA MASA:

Es una gráfica dibujada en ejes cartesianos, - donde las ordenadas representan volúmenes acumulados de excavación ó relleno, según la línea sea ascendente ó descendente, y las abscisas el cadenamiento sobre el eje del trazo.

La curva masa nos permite determinar la distribución económica de los volúmenes excavados y calcular el costo para llevar a cabo dicha distribución. Cuando el trazo no -

esta obligado, (ya que si lo está este método no es de utilidad), el único impedimento para compensar rellenos y excavaciones, será la calidad de los materiales.

ATACABILIDAD:

Todo problema de movimiento de tierras, esta condicionado esencialmente por la naturaleza del terreno por extraer, que determina entre otras cosas; el método de trabajo por adoptar, el tipo de máquinas a emplear, el rendimiento de las máquinas elegidas, y por tanto, el precio del movimiento de tierras.

Desde el punto de vista de las posibilidades de extracción se distinguen dos grandes categorías de terrenos: Los terrenos sueltos, y los rocosos. Los terrenos sueltos, son aquellos que pueden extraerse sin disgregación previa; los rocosos, deben sufrir antes de su extracción, una disgregación, -- realizada algunas veces mediante explosivos, y otros mediante la acción de mazas rompedoras.

La Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas por ejemplo contempla en sus Especificaciones Generales de Construcción la clasificación de los materiales para determinar su forma de pago.

En otro orden de ideas, podemos señalar que la dificultad para excavar un material depende no solamente de su dureza, sino también de su formación estratigráfica, siendo -- las rocas en estratos gruesos y compactos a más duros y difíciles de extraer, que las rocas que se encuentran en capas delgadas y fisurables.

ABUNDAMIENTO.

Cuando un suelo se excava, acarrea y se coloca ó cuando se fragmenta roca, sufre cambios considerables en su volumen. Debido a estos cambios es necesario especificar si el volumen se mide en estado natural, en estado suelto ó en rellenos después de su colocación.

Lo que nos interesa es el Abundamiento (A), y se define como: el incremento del volumen del material debido a su explotación, y se expresa como porcentaje del volumen en banco.

Los valores de abundamiento varían considerablemente para diferentes tipos de materiales. Para convertir los m³ en banco a m³ sueltos, la medida se aumenta en el porcentaje de abundamiento.

$$A(\%) = \left[\frac{\text{VOL BANCO}}{\text{VOL SUELTO}} - 1 \right] 100$$

Debido a la dificultad de cuantificar los volúmenes en campo, se acostumbra obtener el abundamiento en función de pesos volumétricos, que son de más fácil cuantificación. Dicho cálculo se efectúa mediante la siguiente fórmula

$$A(\%) = \left[\frac{B - S}{S} \right] 100 = \left[\frac{B}{S} - 1 \right] 100$$

B = Peso volumétrico en banco.

S = Peso volumétrico suelto.

Para la selección del equipo en los Caminos de Construcción primero, vemos las etapas por las que pasa la construcción de estos caminos, también se determina el tipo de material que se encontraría en c/u de ellos.

Utilizando este criterio, vamos a dividirlos en:

- a) Corte en ladera en material "A"
- b) Corte en ladera en material B y C.
- c) Revestimiento en material A, B y C.
- d) Terraplenes en material A, B y C.
- e) Obras de drenaje en material A, B y C.

A continuación haremos una tabla con características y tipos de trabajo de la maquinaria que se use en estos caminos.

A) CORTE EN LADERA EN MATERIAL "A"

TRABAJOS	MAQUINARIA	HERRAMIENTA.	OBSERVACIONES.
Despalme	Tractor	Arado (riper) Cuchilla recta	D-8-K con cuchilla 8-C ó 8-U
Despalme	Tractor	Arado (riper) Cuchilla recta	D-8-K con cuchilla 8 - C.
Secciones transversales	Tractor	Arado (riper) Cuchilla Recta.	D-8-K con cuchilla 8-C utilizada en - corte y desperdicio.
Conformación a nivel de <u>terracería</u> .	Tractor	Arado (riper) Cuchilla angular ó cuchilla recta.	D-8-K con cuchilla- recta una hoja tipo 8-S ó B-C; con cu- chilla angular una- hoja 8-S.

B) CORTE EN LADERA MATERIAL B Y C.

TRABAJO	MAQUINARIA	HERRAMIENTA	OBSERVACIONES.
Para el despalme el desmonte las secciones transversales y conformación a nivel de subrasante.	Compresor, Pis - tola pisq Perf. s/orugas.	Acero integral - Zanco, cople, barras, brocas, tubería, mangueras, conexiones, explosivos, etc.	Para la perforación y demolición usando explosivos, se efectuó la barrenación en todo el corte.
	Tractor.	Arado (riper) Cuchilla recta.	Movimiento de rezaga - - afloje de terreno desperdicio y conformación; el D-8-K con cuchilla 8-C ó 8-S.

C) REVESTIMIENTO TERRACERIAS EN MATERIAL A, B y C.

TRABAJO	MAQUINARIA	HERRAMIENTA	OBSERVACIONES.
Acarreo de mat. extendido; conformación; compactación y mantenimiento.	Camión volteo Traxcavo 977 Conformadora 6 motoconformadora	Caja metálica p/ Mat. grueso. Bote descarga lateral. Con arado y cuchilla niveladora.	Cap. caja = 7 m3 en acarreo de Mat. p/revestimiento. Bote cap. = 2.1 m3 carga de camiones, de mat. p/revestimiento. Afine terracerias, p/homogenizar el Mat. disgregar el Mat., secado del Mat. Conformación, nivelación -- del Mat. p/revestimiento. Para la compactación al Mat. de revestimiento'.
	Compactador auto propulsado.	Rodillo vibratorio.	
	Camión Pipa p/ - agua.	Tanque p/agua.	Tanque con capacidad 7 m3.- P/dar la humedad necesaria al Mat. de revestimiento lo cual facilita su compactación y posteriormente para evitar la excesiva erosión.

D) TERRAPLEN EN MATERIAL A, B Y C.

TRABAJO	MAQUINARIA	HERRAMIENTA	OBSERVACIONES.
Acarreo de Mat. y conformación a nivel de terracería, en base a préstamos laterales.	Tractor	Arado (Riper) cuchilla recta	D-8-K, con cuchilla 8 6 ó 8 u, en acarreo y colocación.

E) OBRAS DE DRENAJE EN MATERIAL A, B Y C.

TRABAJO	MAQUINARIA	HERRAMIENTA	OBSERVACIONES.
Bombeo en zona de rodamiento, - cunetas, contra cunetas, lavaderos, alcantarillas, vados - - subdren tipo, - subdren ciego.	Motoniveladora	Con arado y cuchilla para conformación.	Para el bombeo, cuneta.
	Revolvedora de cemento.	1 saco, pico, pala, carretilla, botes.	Para la mampostería de contracunetas, - lavaderos, alcantarillas, vados.
	Camión volteo.	Caja metálica P/ - acarreo roca, etc.	Cap. 7 m3, acarreo de roca p/ mampostería; Mat. necesarios para la construcción de estas obras, así como el transporte de maquinaria menor.
	Compresor chico Perforadora de Piso.	Acero integral mangueras y conexiones.	Para explotar la zona del drenaje cuando este se encuentre - en una zona rocosa. Cap. compresor = 250 P.C.,. con 2 perforadoras.

El número de unidades de equipo dependerá de la actividad y la cantidad de obra, según el programa.

Teniendo en cuenta las bases anteriores, podemos empezar a seleccionar la maquinaria de acuerdo a la cantidad de obra a ejecutar.

Tomaremos para seleccionar la maquinaria la construcción del camino II, suponiendo criterios similares para los otras caminos.

El análisis de selección de equipo lo haremos en dos etapas:

PRIMERA ETAPA.- Trazo y terminación a nivel de terracerfa.

SEGUNDA ETAPA.- Terminación a nivel de subra -
sante (Revestimiento), y obras de drenaje.

Suponemos con este análisis que al terminar al
100% cada una de las etapas de este camino, continuarán otro -
camino de los otorgados en el contrato.

PRIMERA ETAPA.

DATOS:

Análisis del camino 11

Duración proyecto. 84 días hábiles.

Movimiento de material 128694 m3 en banco y terraplén de mate
rial 9289.5 m3.

Material al 100% balconeado.

Material rocoso.

Altitud S.N.M. de 526 a 439.50

Coefficiente de Abundamiento = 1.30

Ancho del camino = 9 mt más obras de arte.

ALTERNATIVA UTILIZADA EN EL CAMINO II.

1.- Perforadora de Piso.

Perforadora montada sobre orugas (Track - Drill)

Compresor Portatil de 600 PCM.

Tractor D-8-K con cuchilla y riper.

Costos horarios de ésta maquinária.

Perforadora de Piso.	:	\$ 164.10 / hora.
Perforadora S/Orugas.	:	588.05 / hora.
Compresor Portatil de 600 PCM:		627.10 / hora.
Tractor D8-K c/cuchilla 8C:		1,658.48 / hora
Escarificador de un diente:		172.85 / hora

Estos son analizados en el siguiente capítulo.

1.1 Con datos observados en campo tenemos:

Rendimiento

Se ha obtenido un rendimiento por turno de 8 hrs. de 36 ml. con un factor de eficiencia de 0.75

$$\text{Rend.} = \frac{36 \text{ ml.}}{8 \text{ hr} \times 0.75} = 6 \text{ ml/hr}$$

Como la perforadora de piso hace barrenos de - 1 1/4" \varnothing la plantilla tipo será constituida por:

BORDO. = Distancia entre barreno y la cara libre y entre línea y línea de barrenos.

$$\text{BORDO. } B = 40 \varnothing = 40 \times 1 \frac{1}{4}'' = 40 \times 0.0318 \text{ mt} = 1.25 \text{ Mat.}$$

$$\text{ESPACIAMIENTO} = E \ 1.2 \times B = 1.2 \times 1.25 = 1.50 \text{ mt.}$$

Para poder cuantificar el rendimiento de las - perforadoras en el camino, haremos las siguientes consideraciones.

Del diagrama de masas tenemos:

Long. Camino = 1540 mt.

Long. Corte = 1350 mt.

, Long. Terraplen = 190 mt.

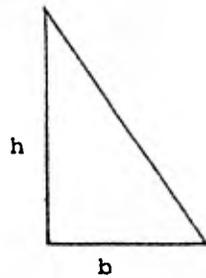
Generando una sección tipo tendremos; para todo el camino:

Long. 1350 mt.

Volúmen corte = 128694 m³

$$\text{Vol. ml.} = \frac{128694}{1350} = 95.33 \text{ m}^3/\text{ml}$$

Suponiendo la sección, tipo triángulo rectángulo



b = base = 11.0 mt. con todo y cuneta.

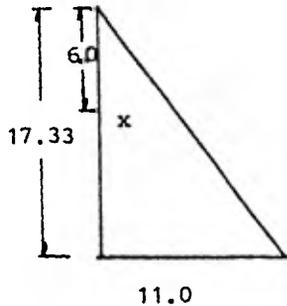
Vol. = A X 1 mt.

$$A = \frac{b \cdot h}{2} \times 1 = \text{Vol.}$$

$$\text{Vol.} = \frac{11 \times h}{2} \times 1 = 95.33 \quad h = \frac{95.53 \times 2}{11}$$

h = 17.33 mt.

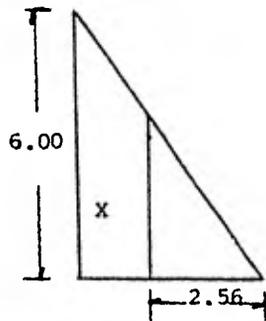
Primera Barrenación (Perforadora Piso)



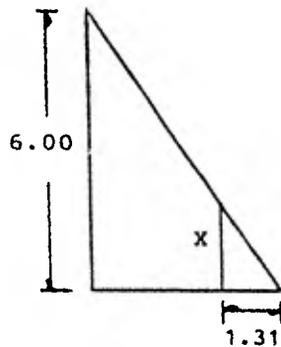
$$\frac{x}{6} = \frac{11}{17.33} \quad x = \frac{11 \times 6}{17.33} = 3.81 \text{ mt.}$$

Si tenemos que el bordo es igual

B = 1.25; caben 3 líneas de la siguiente manera:



$$\frac{x}{2.56} = \frac{6}{3.81} \quad x = \frac{6 \times 2.56}{3.81} = 4.03 \text{ mt.}$$



$$\frac{x}{1.31} = \frac{6}{3.81} \quad x = \frac{6 \times 1.31}{3.81} = 2.06 \text{ mt.}$$

Suma = 12.09 mt.

Lo que nos indica, que para generar nuestra --
plantilla inicial tendremos la cantidad de:

$$\text{Barrenaci3n B} = 10.92 + 0.03 \text{ B} = 14.20 \text{ ml.}$$

La cantidad de estos barrenos para todo el ca-
mino ser3n:

$$\text{Long} = 1350 \text{ mt.} \quad \text{E} = 1.50 \text{ mt.}$$

$$\text{No. Barrenos} = \frac{1350}{1.50} = 900 \text{ barrenos.}$$

La longitud de Ml de barrenaci3n sera:

$$\text{Long. Total} = 900 \times 14.20 = 12780 \text{ Ml.}$$

Tiempo de Duraci3n.

$$D = \frac{12780 \text{ ml}}{6 \text{ ml/h.}} = 2130 \text{ Hr.}$$

Como tenemos 5 m3quinas que forman una cuadri-
la; y el Coef. Efic. = 0.75:

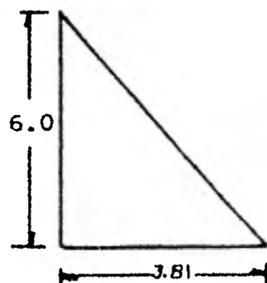
La duraci3n ser3:

$$D = \frac{2130 \text{ Hr.}}{5 \times 8 \text{ hr} \times 2 \text{ t} \times 0.75} = 35.5 \text{ D3as.}$$

Con una producci3n diaria.

$$PD = \frac{1350}{35.5} = 38.03 \text{ Ml/D3a.}$$

Si cada Ml tiene un Vol. = :



$$A = \frac{6 \times 3.81}{2} = 11.43 \text{ m}^2$$

$$\text{Vol.} = 11.43 \times 1 = 11.43 \text{ m}^3$$

y tengo una longitud de 1350 Ml.

$$\text{Vol. a mover} = 1350 \times 11.43 \text{ m}^3 = 15430.5 \text{ m}^3$$

Costo:

$$\text{Perf. Piso} = -\$ 164.10/\text{h}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{15430.5}{2130} = 7.24 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Costo} = \frac{164.10}{7.24 \times 0.75 \text{ C.E.}} = \$ 30.22 \text{ m}^3$$

Perforadora sobre orugas.

Rendimiento observado en campo = 10 ml/hr

Como la perforadora hace barrenos de 3" \varnothing

Tenemos como plantilla tipo:

$$B = 40 \varnothing = 40 \times 3" = 3.0 \text{ mt.}$$

$$E = 1.2 B = 1.2 \times 3.0 = 3.6 \text{ mt.}$$

Volumen o mover.

$$\text{Long. Total} = 1540 \text{ mt.}$$

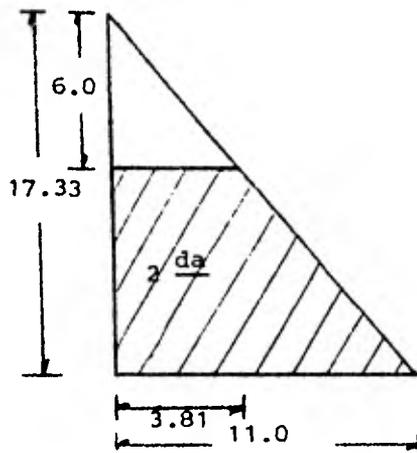
$$\text{Long. Corte} = 1350 \text{ mt.}$$

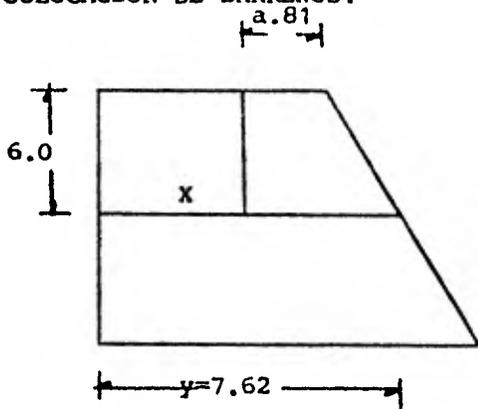
$$\text{Vol. Corte} = 128694 \text{ mt}$$

$$\text{Vol. cortado primera barrenación} = 15430.5 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Corte} = 128694 - 15430.5 = 113263.5 \text{ m}^3$$

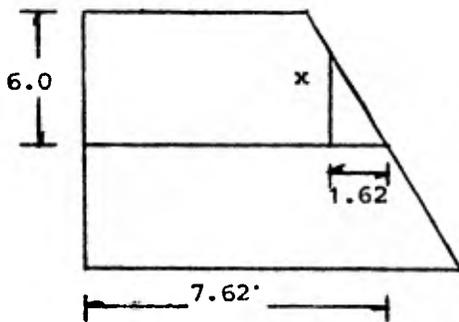
Sección



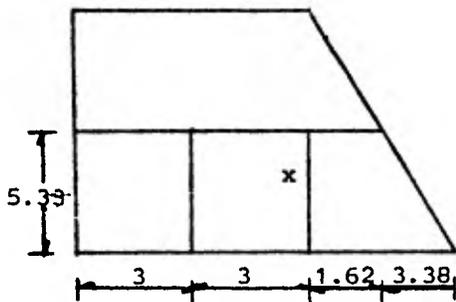


$$\frac{x}{6.0} = \frac{6.0}{12} \Rightarrow x = 6.0 \text{ mt.} \times 2 = 12 \text{ mt.}$$

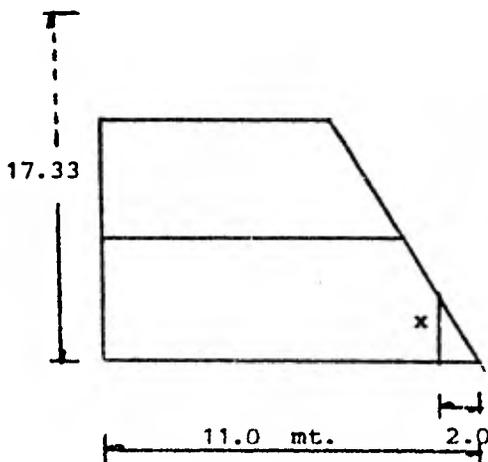
$$\frac{y}{12} = \frac{11}{17.33} \Rightarrow y = \frac{11 \times 12}{17.33} = 7.62 \text{ mt.}$$



$$\frac{x}{1.62} = \frac{12}{7.62} \Rightarrow x = \frac{12 \times 1.62}{7.62} = 2.55 \text{ mt.}$$



$$x = 5.33 \text{ mt.} \times 3 = 15.99 \text{ mt.}$$



$$\frac{x}{2} = \frac{17.33}{11} \Rightarrow x = \frac{17.33 \times 2}{11} = 3.15 \text{ mt.}$$

Sumando = 12 + 2.25 + 11.99 + 3.15

S = 33.39 mt.

Con esto podremos saber cuantos barrenos de estas características necesitamos en todo el camino.

$$\begin{aligned} \text{Long. } 1350 \text{ E} &= 3.6 \\ \text{No. de barrenos} &= \frac{1350}{3.6} = 375 \end{aligned}$$

Long. de Ml. de barrenación necesaria.

$$\text{Long. } 375 \times 33.39 = 12746.25 \text{ ml}$$

Tiempo de duración:

$$D = \frac{12746.25}{10 \text{ ml/hr.}} = 1276.63 \text{ hr.}$$

Coef. de Efic. = 0.75 de hr.

Como tenemos 3 máquinas :

$$D = \frac{12746.25}{3 \times 8 \times 2 \times 0.75} = 35.46 \text{ días}$$

Producción diaria.

$$PD = \frac{1350}{35.46} = 38.07 \text{ ml/día}$$

Costo :

$$\text{Perf. s/orugas} = \$ 588.05/\text{hr.}$$

Rendimiento.

$$R = \frac{113263.5}{1276.63} = 88.72 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Coef. Efic.} = 0.75$$

$$\text{Costo} = \frac{588.05}{88.72 \times 0.75} = \$ 8.84/\text{m}^3$$

Compresor portatil de 600 PCM.

Tenemos 2 máquinas que controlan las horas maq.

del compresor, y son :

Perforad ora de piso.

1 cuadrilla de 5 perforadora de piso, las cuales son alimentadas por un compresor.

Si son 35.5 días de duración de las perforadoras:

$$D = \frac{X \text{ HR. Comp.}}{8 \times 2 \times 0.75} = 35.5 \Rightarrow X \text{ HR Comp.} = 35.5 \times 16 \times 0.75$$

$$X \text{Hr Comp} = 426 \text{ Hr. Comp.}$$

$$\text{Costo compresor.} = \$ 627.10/\text{hr}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{15530.5 \text{ m}^3}{426 \text{ Hr.}} = 36.22 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Coef. Efic.} = 0.75$$

$$\text{Costo} = \frac{627.10}{36.22 \times 0.75} = \$ 23.08 \text{ m}^3$$

Para perforadora s/orugas, es un compresor por c/u de los - -
Track - drill.

Como son 3 perforadoras s/orugas.:

Con un tiempo de 35.5 días:

$$D = \frac{\text{Hr. Maq. Comp.}}{3 \times 8 \times 2 \times 0.75} = 35.5$$

$$X \text{ Hr COMP.} = 35.5 \times 3 \times 8 \times 2 \times 0.75 = 1278$$

Aproximado nos da la misma cantidad de horas track - drill.

$$1278 = 1276.63 \text{ Horas compresor.}$$

$$\text{Costo compresor} = \$ 627.10/\text{hr}$$

Rendimiento.

$$R = \frac{113263.5}{1276.63} = 88.7 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Coef. Efic. = 0.75

$$\text{Costo} = \frac{627.10}{88.7 \times 0.75} = \$ 9.43 \text{ m}^3$$

Suma Cost. Perf. Piso = \$ 23.08

Cost. Pef. s/orugas = \$ 9.43

\$ 32.51 m³

ANALISIS DE COSTO DE TRACTOR D8-K

Long. a atacar 1540 mt.

Movimiento de 128 6 94 m³ corte en banco.

El vol. mov. por P.P. = 15430.5 m³ en banco

Movido el 100% por explosivos.

El volúmen mov. por perf. s/orugas 113263.5 m³ en banco.

Movido el 30% por explosivos.

Por lo tanto el vol. mov. por tractor es:

$$\text{Vol.} = 113263.5 - (113263.5 \times 0.3) = 72284.45 \text{ m}^3 \text{ en banco.}$$

La zona de terraplén ese volumen se absorbe por el sistema de -
diagrama de masas.

$$\text{Vol. suelto.} = 72284.45 \times 1.3 = 103069.785 \text{ m}^3$$

Si tomamos como dato el rendimiento obtenido en campo tendremos:

$$R = 65 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Costo tractor = \$ 1,658.48

Costo escarificador = \$ 172.85

\$ 1,831.33 / hr

Tiempo de duración.

Datos : 2 tractores.

2 Turnos de 8 hrs.

Coef. Efic. = 0.75

$$D = \frac{103069.785}{65 \times 2 \times 8 \times 2 \times 0.75} = 75.98 \text{ días.}$$

Producción diaria.

$$P.D. = \frac{1540}{75.98} = 20.27 \text{ ml/día.}$$

Costo

$$C = \frac{1831.33}{65 \times 0.75} = \$ 37.57 \text{ m}^3$$

R E S U M E N .

P.P.	=	\$ 30.22 m ³
P. S/ORUGAS	=	\$ 8.84 m ³
COMP.	=	\$ 32.51 m ³
TRACTOR.	=	\$ 37.57 m ³
		<hr/>
C O S T O	=	\$ 109.14 m ³
INDIRECTOS 19 %	=	\$ 20.74 m ³
		<hr/>
		\$ 129.88 m ³
UTILIDAD 10%	=	\$ 12.99 m ³
PRECIO UNITARIO	=	\$ 142.87 m ³

III.4.- COSTOS HORARIOS.

La eficiencia óptima de una máquina para movimiento de tierra - depende de la debida relación del rendimiento-costo, así como el de un mantenimiento adecuado y programado.

Los costos horarios y de operación de una máquina de determinado modelo pueden variar mucho, pues dependen de los siguientes factores:

- Tipo de Trabajo
- Volumen a Ejecutar
- Plazos de Ejecución
- Impuestos y Normas Fijadas
Por Dependencias Oficiales
- Tasas de Interés
- Los Costos de Embarque de la Fábrica
y de Obra a Obra.
- Los Precios Locales de Combustible
y Lubricantes
- El rendimiento del Operador

Para el análisis del costo horario de la maquinaria utilizada - se siguió el siguiente orden:

III.4.1.- Datos Generales.

1.- Costo de Adquisición.- Es el valor del equipo en el mercado nacional.

2.- Vida Util.- Es el período de tiempo que la maquinaria puede mantenerse en condiciones de operación y producir trabajo en forma económicamente ventajosa para su poseedor. Este concepto está afectado por los siguientes factores.

- Desgaste normal de las piezas vitales
- Calidad dada por el fabricante
- El mantenimiento programado que se le da al equipo
- Calidad de operación
- Los agentes atmosféricos
- Los traslados de una obra a otra

3.- Vida Económica.- Por vida económica de una máquina universalmente se entiende el período del tiempo durante el cual, siempre y cuando sea operada y conservada correctamente, puede operar en forma eficiente realizando un trabajo económico, satisfactorio y oportuno.

Al terminar el período de vida económica del equipo y dependiendo del uso y manejo que se le haya dado podrán presentarse las siguientes alternativas:

- Que por sus condiciones deplorables la máquina tiene que ser desechada tratando de venderla para obtener algún rescate de la misma, ya que cual fuere su estado de deterioro siempre tendrá valor de rescate.
- Que por un excelente trato de operación y mantenimiento, la máquina puede seguir trabajando sujeta a limitaciones en lo que respecta a potencia, eficiencia y por lo tanto,

productividad y operación económica; por lo que se en
contrará en desventaja con los demás competidores.

Se correrá el riesgo de una avería ó algún imprevisto en la ma-
quinaria que estará obligada a parar y de paso podrá darse el caso
de que la forzada inactividad de ésta, afecte a la productividad de
todo el conjunto de maquinaria que se encuentra trabajando conjuga-
da con la misma ejecución del trabajo.

- Que el dueño de la maquinaria, por cuestiones económi-
cas y presupuestables, independientemente del estado -
de la misma, se encuentre en posibilidad de subsistirla,
por lo que a costa de sus utilidades se vea en ne-
cesidad de continuar empleando la máquina.

Se recomienda al contratista utilizar las máquinas que hayan -
pasado su vida económica, en actividades que no sean críticas para
no afectar los períodos de entrega de la obra.

4.- Criterio Para la Determinación de la Vida Económica.- Existen -
numerosos criterios para la determinación de la vida económica. El
criterio de determinación más usado es el estadístico, siendo en --
nuestro medio las estadísticas norteamericanas las más comunmente -
aceptadas debido a que la mayoría del equipo utilizado en el país
es de procedencia norteamericana.

5.- Valor de Rescate.- Es el valor comercial que tiene la máquina -
al final de su vida económica.

Toda máquina usada, aún en el caso de que sólo amerite consideo

rársela como chatarra, siempre tiene un valor de rescate. Este valor de rescate se suele considerar como un porcentaje del costo de adquisición de la máquina, que puede variar entre 5% y 20%.

6.- Potencia total.- Será dada por el fabricante.

7.- Potencia de Operación.- Es el producto de la potencia total por un coeficiente empírico que varía entre 0.6 y 0.7 dependiendo del tipo de máquina. A este coeficiente se le conoce como "factor de operación".

III.5.2.- Costo Horario de Operación de una Máquina.

El costo horario por equipo es el que se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de los conceptos de trabajo conforme a lo estipulado en las especificaciones y en el contrato. Se integra mediante los siguientes cargos:

- 1) Cargos Fijos
- 2) Cargos por Consumos
- 3) Cargos de Operación

1).- Cargos Fijos.

En los costos de operación y mantenimiento de una máquina de construcción intervienen los siguientes cargos:

- a) Cargo por Depreciación
- b) Cargo por inversión
- c) Cargo por Seguros
- d) Cargo por Almacenaje
- e) Cargo por Mantenimiento

a) Cargo por Depreciación.

Es la pérdida del valor de una máquina como consecuencia de su uso durante el tiempo de su vida económica. Para calcularse se utiliza el método lineal y está dado por la siguiente ecuación:

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e} = \$/hr$$

En donde:

V_a = Costo de adquisición de la máquina

V_r = Valor de rescate

V_e = Vida económica de la máquina expresada en horas de trabajo

En la actualidad, en el medio de construcción, la legislación fiscal considera que la depreciación total del equipo de construcción se completa en un período de 5 años, lo que significa una depreciación anual del 20% del costo de adquisición de la máquina.

b) Cargo por Inversión.

Sea que el comprador del equipo pague al contado con recursos propios, pida dinero al banco ó rente con opción a compra, existe definitivamente un costo de propiedad: el interés de capital representado por el valor de la máquina; que no es sino el costo real del dinero necesario para comprarla.

En síntesis podemos decir, que el cargo por inversión, es el cargo equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en maquinaria. Este cargo se calcula con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{V_a + V_r}{2H_a} i = \$/hr$$

En donde:

H_a = Número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año

i = Tasa de intereses anuales en vigor (varía entre el 12% y 15%)

c) Cargo por Seguros.

Es el necesario para cubrir los riesgos a que está sujeta la maquinaria de construcción durante su vida económica, por accidente que sufra.

Este cargo esta representado por :

$$S = \frac{V_a + V_r}{2H_a} s = \$/hr$$

En donde:

s = Prima anual promedio, expresada en un porciento anual del valor de la máquina (varía entre el 2% y 4%).

d) Cargo por Almacebaje.

Son los pagos efectuados para cubrir la guarda y vigilancia de la maquinaria durante los períodos de su vida económica considerados como inactivos.

Este cargo esta representado por la ecuación:

$$A = K D = \$/hr$$

En donde:

K = Coeficiente calculado en relación con las rentas de los locales varía entre 0.05 y 0.10.

D = Depreciación de la máquina.

e) Cargo por Mantenimiento.

Es el originado por todas las erogaciones necesarias para conservar en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con rendimiento normal durante su vida económica.

Esta representado por:

$$M = Q D = \text{\$/hr}$$

Donde:

Q = Coeficiente que incluye el mantenimiento mayor y menor. Se calculará en base a experiencias estadísticas; varía para cada tipo de máquina y las distintas características del trabajo.

2).- Cargos por Consumos.

Los cargos por consumos son los que se originan por las erogaciones que resulten del uso de:

- a) Combustibles
- b) Otras Fuentes de Energía
- c) Lubricantes
- d) Llantas

a) Cargo por Consumo de Combustible.

Es el derivado de todos los pagos por los consumos de gasolina ó diesel para que los motores produzcan la energía que utilizan para desarrollar trabajo.

Para maquinaria de construcción dotada de motores de combustión interna, por procedimientos esencialmente estadísticos, se ha de--

terminado que tienen los siguientes consumos promedio de combustible, por cada hora de operación.

$$\begin{aligned} \text{Motores de gasolina: } E &= e P_c \\ &= 0.2271 \times \text{HP} \times P_c \end{aligned}$$

Donde:

E = Cargo por consumo de combustible

e = Cantidad de combustible necesaria por hora efectiva de trabajo

HP = Potencia de operación de la máquina en caballos de fuerza.

P_c = Precio del combustible.

$$\begin{aligned} \text{Motores diesel : } E &= e P_c \\ &= 0.1514 \times \text{HP} \times P_c \end{aligned}$$

b) Cargo por Consumo de Otras Fuentes de Energía.

Quando se utilicen otras fuentes de energía diferentes a los combustibles anteriormente señalados, la determinación del cargo por la energía que se consuma requerirá un estudio especial en cada caso.

c) Cargo por Consumo de Lubricantes.

Es el derivado por las erogaciones originadas por los consumos y cargos periódicos de aceite.

Esta representado por:

$$L = a P_l = \$/\text{hr}$$

Donde:

a = Cantidad de aceite necesario por hora efectiva de trabajo

Pl = Precio de los aceites que consumen la máquina.

Los consumos de aceite, incluyendo los cambios periódicos del mismo, se determinan a partir de las siguientes fórmulas obtenidas por medio de observaciones estadísticas:

Para máquinas de potencia de placa igual ó menor de 100 HP

$$a = C/t + 0.0030 \times \text{HP}$$

Para máquinas con potencia de placa mayor de 100 HP

$$a = C/t + 0.0035 \times \text{HP}$$

Donde:

C = Capacidad del cárter en lts.

t = Número de horas transcurridas entre dos cambios de aceite (generalmente t = 100 hrs)

HP = Potencia de Operación.

d) Cargo por Consumo de Llantas.

Las llantas, como el resto del equipo, también sufren demérito derivado del uso que se haga de ellas. Para que las llantas se desgasten en forma normal hay que tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Que sean las adecuadas al peso del equipo.
- Que las llantas sean sometidas durante su operación a cargas normales, sin rebasar las cargas límite fijadas por el fabricante.

- Que el equipo transite a la velocidad límite, dependiendo del tipo de camino.
- Que no produzca calentamientos excesivos.
- Que los operadores les den un buen trato.

El costo por hora efectiva de trabajo se calcula con la siguiente ecuación:

$$Ll = \frac{Vll}{Hv} = \$/hr$$

Donde

Vll = Es el valor de adquisición de las llantas

Hv = Horas de vida económica de las llantas tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determina de acuerdo con la experiencia.

3).- Cargos por Operación.

Son los gastos efectuados por concepto del pago de salarios del personal encargados de la operación de la máquina, por hora efectiva de la misma.

Se calcula por la expresión:

$$O = So / H = \$/hr$$

Donde:

So = Salario por turno del personal necesario para operar la máquina. Los salarios deberán comprender: salarios base, cuotas patronales por seguro social, impuestos sobre remuneraciones pagadas, días festivos, vacaciones y aguinaldos.

H = Horas efectivas de trabajo por turno.

III.5.3.- ANALISIS DE COSTO POR HORA MAQUINA

A continuación presentamos el análisis del Costo Horario de - alguna de la maquinaria y equipo utilizadas en los Caminos de Construcción:

1.- Tractor Sobre Orugas D-8-k Con Cuchilla 8S.

A) Datos Generales:

1.- Precio de Adquisición:	\$ 4'689,090.58
2.- Equipo Adicional (Cuchilla):	\$ 681,283.35
3.- Valor Inicial (Va):	\$ 5'370,373.93
4.- Valor de Rescate (Vr) : 10% (Va)	\$ 537,037.39
5.- Vida Económica (Ve) :	8,000 hrs.
6.- Tasa de Interés Anual (i) :	12 %
7.- Horas por año (Ha) :	2,000 hrs./año
8.- Prima Anual de Seguro (S):	2 %
9.- Coeficiente de Almacenaje (Ka) :	2 %
10.- Factor de Mantenimiento (Q) :	90 %
11.- Motor : Diesel	300 H.P.
12.- Factor de Operación :	75 %
13.- Potencia de Operación	225 H.P.

B) Cargas Fijas:

1.- Depreciación : $D = (Va - Vr)/Ve$	
	$= \frac{(5'370,373.93 - 537,037.39)}{8,000}$
	\$ 604.17
2.- Inversión : $I = (Va + Vr) i/2(Ha)$	
	$= \frac{(5'370,373.93 + 537,037.39) 0.12}{2 (2,000)}$
	\$ 177.22
3.- Seguros $S = (Va + Vr) S/ 2(Ha)$	
	$= \frac{(5'370,373.93 + 537,037.39) 0.02}{2 (2,000)}$
	\$ 29.54

4.- Almacenaje	$A = Ka D$		
	$= (0.02) (604.17) =$	\$	12.08
5.- Mantenimiento	$T = Q D$		
	$= 0.90 (604.17) =$	\$	<u>543.75</u>
	Suma Cargos Fijos Per Hora	\$	1,366.76

C) Cargos Por Consumo:

1.- Combustible: Diesel	$E = e (Pe)$		
	$= 0.1514 (225) (1.40)$		
	$=$	\$	47.69
2.- Lubricantes: Capacidad Carter	$= 33 \text{ lts.}$		
	Cambios de Aceite: $t = 100 \text{ hrs}$		
	$a = C/t + 0.0035 (225 \text{ HP}) = 1.1175 \text{ lt/hr}$		
	$L = a (Pl) = 1.1175 \text{ lt/hr} (\$ 21.00/\text{lt})$		
	$=$	\$	<u>23.47</u>
	Suma Cargos Consumo Per Hora	\$	71.16

D) Cargos Por Operación:

Operador de Tractor	\$	986.82
Ayudante	\$	336.56
Salario/Turno	$So =$	<u>\$ 1323.38</u>
Horas/Turno H	$= 8 \text{ hrs.} \times 0.75$ (factor de rendimiento)	
	$= 6 \text{ hrs.}$	
Operación : O	$= So/H =$	\$ 1323.38/6 hrs.
	$=$	\$ <u>220.56</u>
Suma Cargos Operación Per Hora	\$	220.56

COSTO HORA MAQUINA DIRECTO (HMD) \$ 1,658.48

2.- ESCARIFICADOR DE UN DIENTE PARA TRACTOR D8

a) DATOS GENERALES

1. Precio de Adquisición	\$ 587,291.76
2. Valor Inicial (Va):	\$ 587,291.76
3. Valor de Rescate (Vr): 10%	\$ 58,729.18
4. Vida Económica (Ve):	6,000 Hr
5. Tasa de Interés Anual (i):	0.12
6. Horas por Año (Ha):	1,500 Hr/Año
7. Prima Anual Seguros (s):	2%
8. Coeficiente de Almacenamiento (Ka):	2%
9. Factor de Mantenimiento (Q):	60%

b) CARGOS FIJOS

$$1) \text{ Depreciación: } D = (V_a - V_r) / V_e = \frac{587291.76 - 58729.18}{6000} = \$ 88.09$$

$$2) \text{ Inversión: } I = (V_a + V_r) \frac{i}{2} H_a = \frac{(587291.76 + 58729.18) 0.12}{2 (1500)} = \$ 25.84$$

$$3) \text{ Seguros: } S = (V_a + V_r) \frac{s}{2} H_a = \frac{(587291.76 + 58729.18) (0.02)}{2 (1500)} = \$ 4.31$$

$$4) \text{ Almacenaje: } A = K_a \times D = (0.02) (88.09) = \$ 1.76$$

$$5) \text{ Mantenimiento: } T = Q \times D =$$

- (0.60) (88.09) -	\$ 52.85
SUMA CARGOS FIJOS/Hr -	\$ 172.85
COSTO HORA MAQUINA DIRECTO -	\$ 172.85

3. CARGADOR FRONTAL DE 1 3/4 Yd³ ; Modelo M - 45 - B para cielo abierto.

A) DATOS GENERALES.

1. Precio de Adquisición:	\$ 1'646,289.11
2. Llantas:	\$ 30,829.76
3. Valor Inicial (Va):	\$ 1'615,459.35
4. Valor de Rescate (Vr): 20% =	\$ 323,091.86
5. Vida Económica (Ve):	10,000 Hr.
6. Tasa Interés Anual (i):	12%
7. Horas por Año (Ha):	2,000 Hr/Año
8. Prima Anual Seguros (s):	2%
9. Coeficiente de Almacenamiento (Ka):	2%
10. Factor de Mantenimiento (Q):	90%
11. Motor Diesel de:	103 HP
12. Factor de Operación	75%
13. Potencia de Operación	77.25 HP

B) CARGOS FIJOS

1. Depreciación $D = (Va - Vr)/Ve =$

$$= \frac{1'615'459.35 - 323'091.86}{10\ 000} = \$ 129.24$$

2. Inversión $I = (Va + Vr) \frac{i}{2} Ha =$

$$= \frac{(1'615'459.35 + 323'091.86) (0.12)}{2 (2000)} = \$ 58.16$$

3. Seguros: $S = (Va + Vr) \frac{s}{2} Ha =$

$$= \frac{(1'615'459.35 + 323'091.86) (0.02)}{2 (2000)} = \$ 9.69$$

4. Almacenaje: $A = Ka \times D =$

$$= 0.02 \times 129.24 = \$ 2.58$$

5. Mantenimiento	$T = Q \times D =$	
	$= 0.90 \times 129.24$	\$ 116.32
	SUMA CARGOS FIJOS/Hr. =	\$ 315.99

C) CARGOS POR CONSUMO

1. Combustible

Diesel	$E = C \times P_c$	
	$= 0.1514 (77.25 \text{ Hp} \times 1.40/\text{Hr})$	
	=	\$ 16.37

2. Lubricantes

Capacidad del Carter C = 19 Lts.

Cambios Aceite t = 100 Hr.

a	$= \frac{C}{t} + 0.0035 \times 77.25 \text{ Hp} =$	
	$= 0.4604 \text{ Lt/Hr}$	
L	$= 0.4604 \text{ Lt/Hr} \times 21.0/\text{Lt.} =$	\$ 9.67

3. Llantas	$Ll \frac{V_{LL}}{V_o}$	
	$= \frac{30829.76}{2000} =$	\$ 12.33

SUMA CARGOS CONSUMO/Hr =	\$ 38.37
--------------------------	----------

D) CARGOS POR OPERACION

Operador de Cargador \$986.82

Salario/Turno promedio = $s_o = 986.82$ Horas/Turno promedio = $H = \frac{8 \text{ Hr}}{0.75} = 6 \text{ Hr.}$ Operación/Hr = $O = s_o/H$

	$= \frac{986.82}{6} =$	\$ 164.47
--	------------------------	-----------

COSTO HORA MAQUINA DIRECTO =	\$ 518.83
------------------------------	-----------

4.- MOTOCONFORMADORA MODELO 12 G

A) DATOS GENERALES

1. Precio de Adquisición	\$	2'607,861.77
2. Llantas	\$	30,829.76
3. Valor Inicial (Va):	\$	2'577,032.01
4. Valor de Rescate (Vr): 20%	\$	515,406.40
5. Vida Económica (Ve):		10,000 Hrs.
6. Tasa Interés Anual (i):		12%
7. Horas por Año (Ha):		2,000 Hr/Año
8. Prima Anual de Seguros (s):		2%
9. Coeficiente Almacenaje (Ka):		2%
10. Factor de Mantenimiento (Q):		90%
11. Motor Diesel de		135 HP
12. Factor de Operación		75%
13. Potencia Operación:		101.25 HP

B) CARGOS FIJOS

1. Depreciación: $D = (V_a - V_r)/V_e =$		
$= \frac{2577032.01 - 515406.40}{10,000}$	\$	206.16
2. Inversión: $I = (V_a + V_r) \frac{1}{2} H_a =$		
$= \frac{(2577032.01 + 515406.40) 0.12}{2 (2,000)}$	\$	92.77
3. Seguros: $S = (V_a + V_r) \frac{s}{2} H_a =$		
$= \frac{(2577032.01 + 515406.40) 0.02}{2 (2,000)}$	\$	15.46
4. Almacenaje: $A = K_a \times D =$		
$= 0.02 \times 206.16 =$	\$	4.12

5. Mantenimiento:	$T = Q \times D =$		
	$= 0.90 \times 206.16 =$	\$	185.54
	SUMA CARGOS FIJOS POR HORA =	\$	504.05

C) CARGOS POR CONSUMO

1. Combustible

Diesel:	$E = C \times Pc =$		
	$= 0.1514 \times 101.25 \text{ HP} \times \$1.40/\text{Hr.} =$	\$	21.46

2. Lubricantes $L = a \times PL$

Capacidad Carter $C = 20 \text{ Lt}$

Cambios Aceite $t = 100 \text{ Hr.}$

$$a = \frac{C}{t} + 0.0035 \times 101.25 \text{ HP} = 0.6444 \text{ Lts/Hr}$$

$$L = 0.6444 \frac{\text{Lt}}{\text{Hr}} \times \$21 / \text{LT} = \$ 13.53$$

3. Llantas: $Ll = \frac{V_H (\text{Valor llantas})}{H_v (\text{Vida econ. en Hr})} =$

$$= \frac{30829.76}{2000} = \$ 15.41$$

SUMA CARGOS CONSUMOS POR HORAS \$ 50.40

D) CARGOS POR OPERACION

1. Operador de Motoconformadora	\$	986.82
Salario Turno Promedio = SO =	\$	986.82
Horas/Turno Promedio = H = 8hr x 0.75 = 6 Hr.		
Operación = O = so/H =		
	= 986.82/6 = \$	164.47

SUMA CARGOS OPERACION POR HORA \$ 164.47

COSTO HORA MAQUINA DIRECTO = \$ 718.92

5. COMPRESOR DE 600 P. C. M. MODELO SP-600-D

A) DATOS GENERALES

1. Precio Adquisición	\$ 1'345,760.00
2. Valor Inicial (V_a):	\$ 1'345,760.00
3. Valor Rescate (V_r): 10% =	\$ 134,576.00
4. Vida Económica (V_e):	6,000 Hr.
5. Tasa Interés Anual (i):	12%
6. Horas por Año (H_a):	1,200 Hr/Año
7. Prima Anual Seguros (s):	2%
8. Coeficiente Almacenaje (K_a):	2%
9. Factor de Mantenimiento (Q):	100%
10. Motor Diesel de:	190 HP
11. Factor de Operación	80%
12. Potencia de Operación	152.0 HP

B) CARGOS FIJOS

1. Depreciación $D = (V_a - V_r)/V_e =$	
$= \frac{1345760 - 134576}{6000} =$	\$ 201.86
2. Inversión $I = \frac{(V_a + V_r)i}{2 H_a} =$	
$= \frac{(1345760 + 134576) 0.12}{2 (1200)} =$	\$ 74.02
3. Seguros $s = (V_a + V_r) s/2 H_a =$	
$= \frac{(1345760 + 134576) 0.02}{2 (1200)} =$	\$ 12.34
4. Almacenaje $A = K_a \times D =$	
$= 0.02 \times 201.86 =$	\$ 4.04

5. Mantenimiento	$T = Q \times D =$		
	$= 1.00 \times 201.86$	\$	201.86
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA	=	\$	494.12

C) CARGOS POR CONSUMO

1. Combustible	$E = C \times Pc$		
Diesel	$= E = 0.1514 \times 152 \times 1.40$	\$	32.22
2. Lubricantes	$L = a \times PL$		
Capacidad Carter	$C = 35 \text{ Lt}$		
Cambios Aceite	$t = 100 \text{ Hr.}$		
	$a = \frac{C}{t} + 0.0035 \times 152.0 \text{ Hp} = 0.88.20 \text{ Lt/Hr}$		
	$L = 0.8820 \times 21.00$	\$	18.52
SUMA CARGOS CONSUMO POR HORA	=	\$	50.74

D) CARGOS POR OPERACION

Operador de Compresor		\$	493.41
Salario/Turno Promedio	$so =$	\$	493.41
Horas/Turno Promedio	$H = 8 \text{ Hr} \times 0.75 = 6 \text{ Hr.}$		
Operación	$= so/H = 493.41/6 =$	\$	82.24
SUMA CARGOS OPERACION POR HORA	=	\$	82.24
COSTO HORA MAQUINA DIRECTO	=	\$	627.10

6. PERFORADORA SOBRE ORUGAS MODELO AT D = 3100

A) DATOS GENERALES

1. Precio de Adquisición	\$1'800,125.51
2. Valor Inicial (Va):	\$1'800,125.51
3. Valor Rescate (Vr): 10%	\$ 180,012.55
4. Vida Económica (Ve):	8,000 Hr.
5. Tasa Interes Anual (i):	12%
6. Horas por Año (Ha):	2,000 Hr/Año
7. Prima Anual Seguros (s):	2%
8. Coeficiente Almacenaje (Ka):	2%
9. Factor Mantenimiento (Q):	60%

B) CARGOS FIJOS

1. Depreciación $D = (V_a - V_r)/V_e =$ $= \frac{1800125.51 - 180012.55}{8000} =$	\$ 202.51
2. Inversión $I = (V_a + V_r) i/2 H_a =$ $= \frac{1980138.06 \times 0.12}{2 (2000)} =$	\$ 59.40
3. Seguros $s = (V_a + V_r) s/2 H_a =$ $= \frac{1980138.06 \times 0.02}{2 (2000)} =$	\$ 9.90
4. Almacenaje $A = K_a \times D =$ $= 0.02 \times 202.51 =$	\$ 4.05
5. Mantenimiento $T = Q \times D =$ $= 0.60 \times 202.51$	\$ 121.51
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA =	\$ 397.37

C) CARGOS POR OPERACION

Operador Perforadora	\$	807.51
Ayudante	\$	336.56
Salario/turno Promedio = s_0 =	\$	1,144.07
Horas/turno Promedio = H = 8 Hr. x 0.75 = 6 Hr.		
Operación = O = s_0/H = $1144.07/6$ =	\$	190.68
SUMA CARGOS OPERACION POR HORA =	\$	190.68
COSTO HORA MAQUINA DIRECTO =	\$	588.05

7. PERFORADORA DE PISO MODELO S-58 PARA CIELO ABIERTO.

A) DATOS GENERALES

1. Precio de Adquisición	\$	52,551.20
2. Valor Inicial (Va):	\$	52,551.20
3. Valor Rescate (Vr): 5% -	\$	2,627.56
4. Vida Económica (Ve):		6,000 Hr.
5. Tasa Interés Anual (i):		12%
6. Horas por Año (Ha):		2,000 Hr/Año
7. Prima Anual Seguros (s):		2%
8. Coeficiente Almacenaje (Ka):		2%
9. Factor Mantenimiento (Q):		60%

B) CARGOS FIJOS

1. Depreciación	$D = (V_a - V_r)/V_e$		
	$= \frac{52551.20 - 2627.56}{6000}$	\$	8.32
2. Inversión	$I = (V_a + V_r) \frac{1}{2} Ha$		
	$= \frac{55178.76 \times 0.12}{2 (2000)}$	\$	1.66
3. Seguros.	$s = (V_a + V_r) s/2 Ha$		
	$= \frac{55178.76 (0.02)}{2 (2000)}$	\$	0.26
4. Almacenaje.	$A = K_a \times D$		
	$= 0.02 \times 8.32$	\$	0.17
5. Mantenimiento.	$T = Q \times D$		
	$= 0.60 \times 8.32$	\$	4.99
	SUMA CARGOS FIJOS POR HORA	\$	15.40

C) CARGOS POR CONSUMO

1. Mangueras	=	$\frac{Vm = \text{Valor Mangueras}}{Hu = (\text{Vida Econm. en Hr.})}$	=	
	=	$\frac{5756.73}{2000}$	=	\$ 2.88
		SUMA DE CARGOS CONSUMO/HORA =		\$ 2.88

D) CARGOS POR OPERACION

Operador Perforadora		\$	538.34
Ayudante		\$	336.56
Salario/turno Promedio = So =		\$	874.90
Horas/turno Promedio = H = 8Hr. x 0.75 = 6 Hrs.			
Operación O = so/H = 874.90/6 =		\$	145.82
		SUMA DE CARGOS OPERACION POR HORA =	\$ 145.82
		COSTO HORA MAQUINA DIRECTO	\$ 164.10

C A P I T U L O I V .

IV.- 1.- PROGRAMA DE OBRA.

IV.1.1.- Ruta Crítica.- Como se mencionó en el capítulo III inciso 2.1, se escogió el Método del Camino Crítico para ser aplicado en la elaboración -- del programa de obra, con el que se rigieron la construcción de los caminos de Construcción de la Presa Hidroeléctrica " El Caracol"

Una vez descritos (en el capítulo III) tanto en procedimiento - constructivo utilizado, como lo que es en sí el Método del Camino Crítico, no queda más que explicar lo que es la metodología y los resultados que se obtienen en la elaboración de un Programa detallado por medio de Sistemas- Computalizados.

Para ejemplo ilustrativo de este trabajo tomaremos (como en el capítulo II 1.2.2) el Camino de Construcción No. 11 como base para describir dicho proceso.

Contando con la información concerniente a:

- Procedimiento Constructivo.
- Recursos Disponibles
- Tiempo de ejecución.

La metodología a seguir es:

a) Diagrama de Flechas.- Se procede a construir un diagrama de Flechas que presentará la secuencia lógica de ejecución, de las diferentes actividades que esten involucradas en el Proceso Constructivo de un Camino de Construcción.

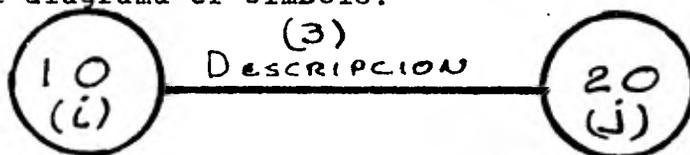
Cabe señalar que el desglose de tales actividades puede ser tan particular ó general como se desee; si se incurre en el primer caso se po-

TESIS PROFESIONAL.		PROGRAMACION DE TRABAJOS ASIGNADOS.											
No. CAMINO.	A C T I V I D A D E S .	AGOS	SEPT	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN	JUL.
1	CAMINO CORTINA - BANCO DE ROCA.					1							31
2	CAMINO ATAGUIA AGUAS ARRIBA-BANCO DE ROCA									15			15
10	CAMINO ACCESO A BANCO DE ARCILLA.	1											30
11	CAMINO CORTINA - TUNELES YETLA.							2					30
13	CAMINO TUNELES YETLA - PUENTE.	11											20
13 bis	CAMINO PUENTE - BANCO ARCILLA.							1					28
16	CAMINO DE ACCESO DEL 10-BANCO ROCA TIGRE	1											30
16 bis	CAMINO DE ACCESO A CASA DE MAQUINAS.							1					30
24	CAMINO O. CFE - CORTINA							1					14
24 bis	CAMINO DE ACCESO DEL 13-FILO DE LA LEONA							1					28

dría llegar a una impracticabilidad en el manejo de dicho Programa de Flechas, ó bien si ocurre el segundo no se podría detectar el lugar ó actividad exacto donde ocurra alguna anomalía.

A continuación se muestra el Programa de Flechas representativo del procedimiento constructivo utilizado en el Camino No. 11 de Construcción (ANEXO)

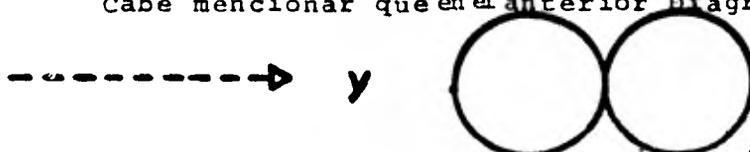
En este diagrama el simbolo.



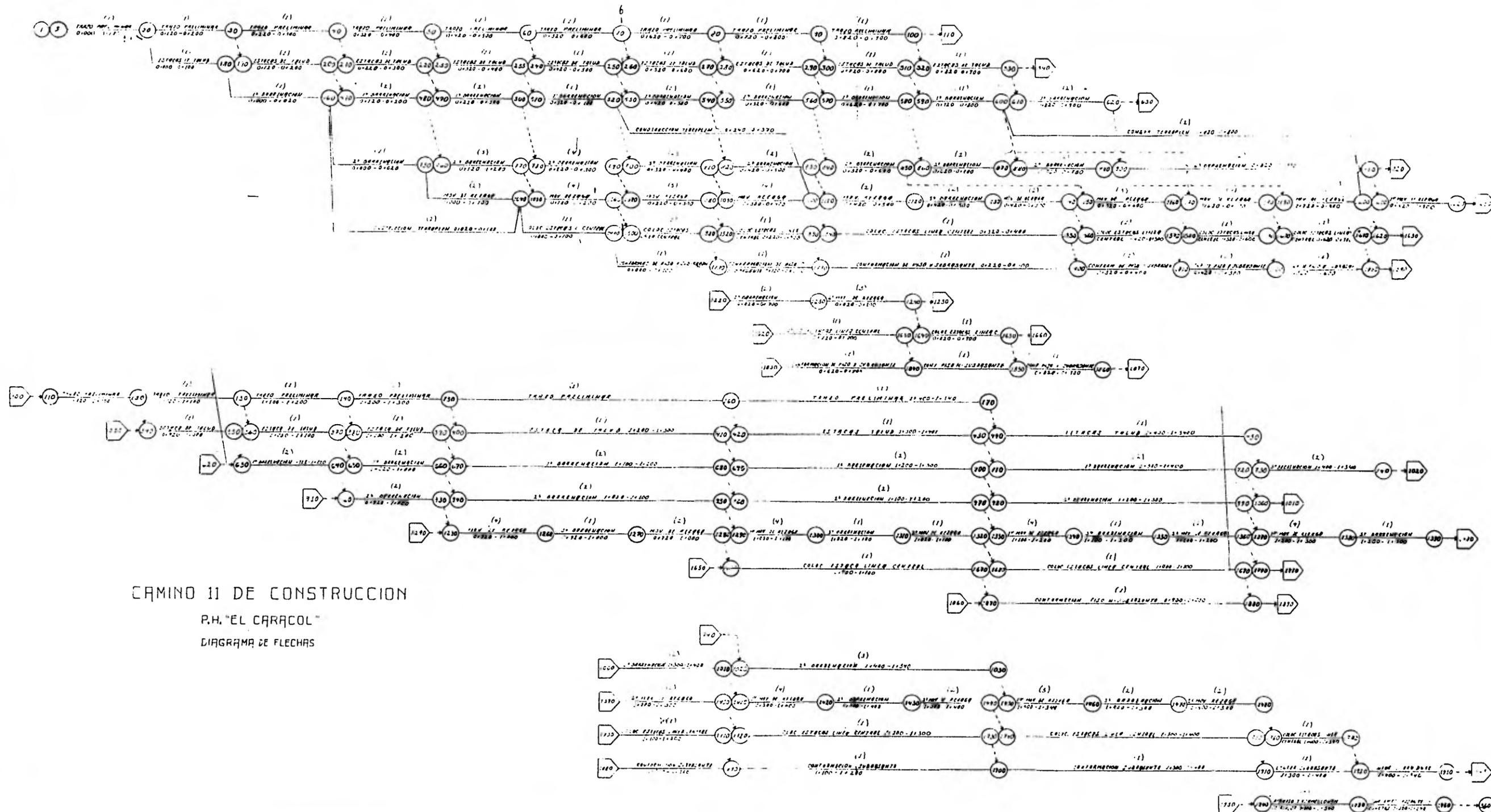
representa la ejecución de una actividad que tiene por nombre el que aparece a lo largo de la línea comprendida entre los dos círculos (nodos), estos a su vez representan el inicio (i) y el final (j) del evento; el número encerrado entre paréntesis es la cantidad de unidades de tiempo que la actividad requiere para su ejecución; por último los números que aparecen en el interior de los nodos representan la clave para que se apliquen los sistemas computarizados y deberán ser números progresivos y sin repetición de alguno de ellos.

Se debe evitar que el Nodo i sea mayor que el Nodo j.

Cabe mencionar que en el anterior Diagrama los símbolos.



representan actividades ficticias que no necesitan ni descrip



CAMINO II DE CONSTRUCCION
 P.H. "EL CARACOL"
 DIAGRAMA DE FLECHAS

ción ni tiempo de ejecución y que su única función es la restricción de actividades ó recursos.

Una vez construido el Programa de Flechas - se procede a su "codificación" en formatos especiales como - el que se observa en la siguiente figura. (ANEXO)

En dicha hoja se "copian" de una manera - particular los datos que aparecen en el Diagrama de Flechas.

Como se puede observar en las hojas de codi - ficación aparecen varias columnas como:

- a) No. de Actividad: Es un Parámetro se sirve para iden - tificar a la actividad con un núme - ro dado. NO interviene para efectos de cálculo computarizado.
- b) Nodo I : Es el número que tiene el "círcu - lo" que marca el inicio de una ac - tividad. Si interviene en el cálcu - lo computarizado.
- d) Duración: Es el número de unidades de tiempo que necesita la actividad para efec - tuarse. Si interviene en el cálculo
- e) Descripción: Es la explicación de la actividad - que se va a realizar. No intervie - ne en el cálculo y por lo general - hay que usar abreviaciones por cau - sa de espacio.
- f) Zona: Es el parámetro que sirve para de - finir con un número clave, diferen - tes áreas de trabajo.

g) Responsable : Es el parámetro que sirve para -
 identificar a la persona (Cía) -
 responsable de la ejecución de -
 un trabajo.

Las actividades ficticias sólo se codifican con los números del par de nodos que unen.

Hecha la codificación se procede a transcribirla todos los datos de "tarjetas" ó en disketts magnéticos y una vez hecho esto se obtiene, por medio de programas de computadora, una impresión de todas las actividades excepto las ficticias que intervienen en el proceso constructivo.

Antes de la corrida del Programa Base se designa la fecha de inicio de las actividades, en este caso es el 2 de Enero de 1980, que corresponderá en el Calendario de la Obra al día "0" (cero).

Cabe hacer mención que el Calendario de la Obra se compone exclusivamente de números progresivos del 0 (cero) al N (duración del Programa) donde todos son hábiles y a los cuales les corresponde un día del calendario normal.

La impresión obtenida se llama Programa Base del camino No. 11 y es la siguiente: (Anexo)

En el listado anterior podemos indentificar lo siguiente:

En la primera hoja aparecen:

NO DE ACTIVIDADES 286

DURACION TOTAL ACTUAL 97

DIAS PERDIDOS 97

U.N.A.M. E.N.E.P ACATLAN

0 1

2/ENE80

TESIS PROFESIONAL

BASE

2/ENE80
29/MAR80

NO. CR	H O D D O		RESP	DESCRIPCION	ZONA	DURACION EN DIAS	F E C		H A S		FOLGURAS		
	I	J					P R I M E R A INICIAR	T E R C E R A TERMINAR	U L T I M A INICIAR	T E R M I N A R TERMINAR	TOT	LIG.	
M	1	10	20	0	TRAZO PRELIMIN. 0+000-0+100	1	1	2/ENE80	3/ENE80	2/ENE80	3/ENE80	0	0
M	16	20	180	0	ESTACAS TALUD 0+000-0+100	1	1	3/ENE80	4/ENE80	3/ENE80	4/ENE80	0	0
M	31	180	460	0	1A. BARRENACION 0+000-0+020	1	1	4/ENE80	5/ENE80	4/ENE80	5/ENE80	0	0
	46	460	750	0	2A. BARRENACION 0+000-0+020	1	1	5/ENE80	7/ENE80	7/ENE80	8/ENE80	1	0
	84	460	1040	0	CONST. TERRAPL. 0+020-0+100	1	2	5/ENE80	8/ENE80	9/ENE80	11/ENE80	3	1
	61	750	1060	0	MOV. DE REZAGA 0+000-0+100	1	2	7/ENE80	9/ENE80	9/ENE80	11/ENE80	2	0
	95	1040	1490	0	ESTACA. LIN. CEN. 0+000-0+100	1	1	9/ENE80	10/ENE80	25/MAR80	26/MAR80	64	0
	110	1490	1780	0	CONF. SUBRASANT. 0+000-0+100	1	1	10/ENE80	11/ENE80	26/MAR80	27/MAR80	64	5
M	2	20	30	0	TRAZO PRELIMIN. 0+100-0+200	2	1	3/ENE80	4/ENE80	3/ENE80	4/ENE80	0	0
M	17	190	200	0	ESTACAS TALUD 0+100-0+200	2	1	4/ENE80	5/ENE80	4/ENE80	5/ENE80	0	0
M	32	470	480	0	1A. BARRENACION 0+100-0+200	2	2	5/ENE80	8/ENE80	5/ENE80	8/ENE80	0	0
M	47	760	770	0	2A. BARRENACION 0+100-0+200	2	3	8/ENE80	11/ENE80	8/ENE80	11/ENE80	0	0
M	62	1050	1060	0	MOV. DE REZAGA 0+100-0+200	2	4	11/ENE80	16/ENE80	11/ENE80	16/ENE80	0	0
	96	1500	1510	0	ESTACA. LIN. CEN. 0+100-0+200	2	1	16/ENE80	17/ENE80	26/MAR80	27/MAR80	59	0
	111	1780	1790	0	CONF. SUBRASANT. 0+100-0+200	2	1	17/ENE80	18/ENE80	27/MAR80	28/MAR80	59	4
	112	1790	1800	0	CONF. SUBRASANT. 0+200-0+300	2	1	23/ENE80	24/ENE80	28/MAR80	29/MAR80	55	3
	3	30	40	0	TRAZO PRELIMIN. 0+200-0+300	3	1	4/ENE80	5/ENE80	7/ENE80	8/ENE80	2	0
	18	210	220	0	ESTACAS TALUD 0+200-0+300	3	1	5/ENE80	7/ENE80	8/ENE80	9/ENE80	2	0
	33	490	500	0	1A. BARRENACION 0+200-0+300	3	2	8/ENE80	10/ENE80	9/ENE80	11/ENE80	1	0
M	48	780	790	0	2A. BARRENACION 0+200-0+300	3	4	11/ENE80	16/ENE80	11/ENE80	16/ENE80	0	0
M	63	1070	1080	0	MOV. DE REZAGA 0+200-0+300	3	5	16/ENE80	22/ENE80	16/ENE80	22/ENE80	0	0
	97	1520	1530	0	ESTACA. LIN. CEN. 0+200-0+300	3	1	22/ENE80	23/ENE80	27/MAR80	28/MAR80	55	0
	4	40	50	0	TRAZO PRELIMIN. 0+300-0+400	4	1	5/ENE80	7/ENE80	16/ENE80	17/ENE80	9	0

PASA A LA HOJA

U.N.A.M. E.N.E.P ACAILAN

2/ENE80

TESIS PROFESIONAL

BASE

2/ENE80
29/AGO80

NO. CR	N O D O			RESP	DESCRIPCION	ZONA	DURACION EN DIAS	F E C H A		H A S		POLICOMAS	
	ACTIV	I	J					PAR	TERMINAR	INICIAR	TERMINAR	TOT.	LIT.
19	230	235	0	ESTACAS TALUD	0+300-0+400	4	1	7/ENE80	8/ENE80	17/ENE80	18/ENE80	9	0
34	510	520	0	1A. BARRENACION	0+300-0+400	4	1	10/ENE80	11/ENE80	18/ENE80	19/ENE80	7	0
85	520	1100	0	CONST. TERRAPL.	0+340-0+370	4	2	11/ENE80	14/ENE80	24/ENE80	25/ENE80	11	11
49	800	810	0	2A. BARRENACION	0+300-0+400	4	2	16/ENE80	18/ENE80	19/ENE80	20/ENE80	3	0
M 64	1090	1100	0	MOV. DE REZAGA	0+300-0+400	4	4	22/ENE80	26/ENE80	22/ENE80	26/ENE80	0	0
98	1540	1550	0	ESTACA. LIN. CEN.	0+300-0+400	4	1	26/ENE80	28/ENE80	28/MAR80	29/MAR80	50	0
113	1800	1810	0	CONF. SUBRASANT.	0+300-0+400	4	1	28/ENE80	29/ENE80	29/MAR80	31/MAR80	52	5
5	50	60	0	TRAZD PRELIMIN.	0+400-0+500	5	1	7/ENE80	8/ENE80	21/ENE80	22/ENE80	17	0
20	240	250	0	ESTACAS TALUD	0+400-0+500	5	1	8/ENE80	9/ENE80	22/ENE80	23/ENE80	12	0
35	530	540	0	1A. BARRENACION	0+400-0+500	5	1	11/ENE80	12/ENE80	23/ENE80	24/ENE80	10	0
50	820	830	0	2A. BARRENACION	0+400-0+500	5	2	18/ENE80	21/ENE80	24/ENE80	26/ENE80	5	0
M 65	1110	1120	0	1E. MOV. REZAGA	0+400-0+500	5	2	26/ENE80	29/ENE80	26/ENE80	29/ENE80	0	0
M 87	1120	1130	0	3A. BARRENACION	0+400-0+500	5	2	29/ENE80	31/ENE80	29/ENE80	31/ENE80	0	0
M 66	1130	1140	0	20. MOV. REZAGA	0+400-0+500	5	2	31/ENE80	2/FEB80	31/ENE80	2/FEB80	0	0
99	1560	1570	0	ESTACA. LIN. CEN.	0+400-0+500	5	1	2/FEB80	4/FEB80	29/MAR80	31/MAR80	47	0
114	1810	1820	0	CONF. SUBRASANT.	0+400-0+500	5	1	4/FEB80	5/FEB80	31/MAR80	1/APR80	47	2
6	60	70	0	TRAZO PRELIMIN.	0+500-0+600	6	1	8/ENE80	9/ENE80	28/ENE80	2/FEB80	17	0
21	260	270	0	ESTACAS TALUD	0+500-0+600	6	1	9/ENE80	10/ENE80	29/ENE80	30/ENE80	17	0
36	550	560	0	1A. BARRENACION	0+500-0+600	6	1	12/ENE80	14/ENE80	30/ENE80	31/ENE80	15	0
51	840	850	0	2A. BARRENACION	0+500-0+600	6	2	21/ENE80	23/ENE80	31/ENE80	2/FEB80	9	0
M 67	1150	1160	0	MOV. DE REZAGA	0+500-0+600	6	3	2/FEB80	6/FEB80	2/FEB80	6/FEB80	0	0
100	1580	1590	0	ESTACA. LIN. CEN.	0+500-0+600	6	1	6/FEB80	7/FEB80	31/MAR80	1/APR80	45	0
115	1820	1830	0	CONF. SUBRASANT.	0+500-0+600	6	1	7/FEB80	8/FEB80	1/APR80	2/APR80	45	3

142

U.N.A.M. E.N.E.P ACATLAN

3
0

TESIS PROFESIONAL

2/ENE80

BASE

2/ENE80
29/ABR80

NO. CR ACTIV	N O D O		RESP	D E S C R I P C I O N	ZONA	DEDICACION EN DIAS	P E R I O D O		H O T I L I D A D		BOLETEROS 1011 1151	
	I	J					INICIAR	TERMINAR	INICIAR	TERMINAR		
7	70	80	0	TRAZO PRELIMIN.0+600-0+700	7	1	9/ENE80	10/ENE80	31/ENE80	1/FEV80	19	0
22	280	290	0	ESTACAS TALUD 0+600-0+700	7	1	10/ENE80	11/ENE80	1/FEV80	2/FEV80	19	0
37	570	580	0	1A.BARRENACION 0+600-0+700	7	1	14/ENE80	15/ENE80	2/FEV80	4/FEV80	17	0
52	860	870	0	2A.BARRENACION 0+600-0+700	7	2	23/ENE80	25/ENE80	4/FEV80	6/FEV80	10	0
M 68	1170	1180	0	MOV.DE REZAGA 0+600-0+700	7	4	6/FEV80	11/FEV80	6/FEV80	11/FEV80	0	0
101	1600	1610	0	ESTACA.LIN.CEN.0+600-0+700	7	1	11/FEV80	12/FEV80	1/ABR80	2/ABR80	42	0
116	1830	1840	0	CONF.SUBRASANT.0+600-0+700	7	1	12/FEV80	13/FEV80	2/ABR80	7/ABR80	62	2
8	80	90	0	TRAZO PRELIMIN.0+700-0+800	8	1	10/ENE80	11/ENE80	5/FEV80	4/FEV80	22	0
23	300	310	0	ESTACAS TALUD 0+700-0+800	8	1	11/ENE80	12/ENE80	6/FEV80	7/FEV80	22	0
38	590	600	0	1A.BARRENACION 0+700-0+780	8	1	15/ENE80	16/ENE80	7/FEV80	8/FEV80	30	0
86	690	1200	0	CONST.TERRAPL.0+780-0+800	8	2	16/ENE80	18/ENE80	12/FEV80	14/FEV80	25	25
53	880	890	0	2A.BARRENACION 0+700-0+780	8	2	25/ENE80	28/ENE80	8/FEV80	11/FEV80	17	0
M 69	1190	1200	0	MOV.DE REZAGA 0+700-0+800	8	3	11/FEV80	14/FEV80	11/FEV80	14/FEV80	0	0
102	1620	1630	0	ESTACA.LIN.CEN.0+700-0+800	8	1	14/FEV80	15/FEV80	2/ABR80	7/ABR80	60	0
117	1840	1850	0	CONF.SUBRASANT.0+700-0+800	8	1	15/FEV80	16/FEV80	7/ABR80	8/ABR80	40	7
9	90	100	0	TRAZO PRELIMIN.0+800-0+900	9	1	11/ENE80	12/ENE80	7/FEV80	8/FEV80	23	0
24	320	330	0	ESTACAS TALUD 0+800-0+900	9	1	12/ENE80	14/ENE80	8/FEV80	9/FEV80	23	0
39	610	620	0	1A.BARRENACION 0+800-0+900	9	2	16/ENE80	18/ENE80	9/FEV80	12/FEV80	21	0
54	900	910	0	2A.BARRENACION 0+800-0+900	9	2	28/ENE80	30/ENE80	12/FEV80	14/FEV80	13	0
M 70	1210	1220	0	1E.MOV.REZAGA 0+800-0+900	9	3	14/FEV80	18/ENE80	14/FEV80	18/FEV80	0	0
M 88	1220	1230	0	3A.BARRENACION 0+800-0+900	9	2	18/FEV80	20/FEV80	18/FEV80	20/FEV80	0	0
M 71	1230	1240	0	20.MOV.REZAGA 0+800-0+900	9	3	20/FEV80	23/FEV80	20/FEV80	23/FEV80	0	0
103	1640	1650	0	ESTACA.LIN.CEN.0+800-0+900	9	1	23/FEV80	25/FEV80	7/ABR80	8/ABR80	60	0

PASA A LA 1014

U.N.A.M. E.N.E.P ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

2/ENE80

BASE

2/ENE80
29/ABR80

NO. CR	N O D O			RESP. D E S C R I P C I O N	ZONA	DURACION EN DIAS	P R I M E R A		U L T I M A		HOLGURAS TOT. LIG.	
	I	J					INICIAR	TERMINAR	INICIAR	TERMINAR		
118	1850	1860	0	CONF.SUBRASANT.0+800-0+900	9	1	25/FEB80	26/FEB80	8/MAR80	9/ABR80	33	0
10	110	120	0	TRAZO PRELIMIN.0+900 1+000	10	1	46 12/ENE80	47 14/FEB80	79 16/FEB80	80 18/FEB80	30	0
25	340	350	0	ESTACAS TALUD 0+900-1+000	10	1	2 14/ENE80	10 15/FEB80	39 18/FEB80	40 19/FEB80	30	0
40	630	640	0	1A.BARRENACION 0+900-1+000	10	2	10 18/ENE80	11 21/FEB80	40 19/FEB80	41 21/FEB80	27	0
55	920	930	0	2A.BARRENACION 0+900-1+000	10	2	16 30/ENE80	16 1/FEB80	41 21/FEB80	43 23/FEB80	19	0
M 72	1250	1260	0	1E.MOV.REZAGA 0+900-1+000	10	4	24 23/FEB80	24 28/FEB80	43 23/FEB80	43 28/FEB80	0	0
M 89	1260	1270	0	3A.BARRENACION 0+900-1+000	10	1	45 28/FEB80	49 29/FEB80	45 28/FEB80	49 29/FEB80	0	0
M 73	1270	1280	0	20.MOV.REZAGA 0+900-1+000	10	2	49 29/FEB80	50 3/MAR80	49 29/FEB80	50 3/MAR80	0	0
104	1660	1670	0	ESTACA.LIN.CEN.0+900-1+000	10	1	50 3/MAR80	52 4/MAR80	50 8/ABR80	52 9/ABR80	27	0
119	1870	1880	0	CONF.SUBRASANT.0+900-1+000	10	1	52 4/MAR80	53 5/MAR80	79 9/ABR80	80 10/ABR80	27	5
11	120	130	0	TRAZO PRELIMIN.1+000-1+100	11	1	53 14/ENE80	54 15/ENE80	80 25/FEB80	81 26/FEB80	36	0
26	360	370	0	ESTACAS TALUD 1+000-1+100	11	1	10 15/ENE80	11 16/ENE80	46 26/FEB80	47 27/FEB80	36	0
41	650	660	0	1A.BARRENACION 1+000-1+100	11	2	11 21/ENE80	12 23/ENE80	47 27/FEB80	48 29/FEB80	32	0
56	940	950	0	2A.BARRENACION 1+000-1+100	11	2	16 1/FEB80	13 4/FEB80	43 29/FEB80	50 3/MAR80	24	0
M 74	1290	1300	0	1E.MOV.REZAGA 1+000-1+100	11	4	26 3/MAR80	28 7/MAR80	50 3/MAR80	52 7/MAR80	0	0
M 90	1300	1310	0	3A.BARRENACION 1+000-1+100	11	1	52 7/MAR80	55 8/MAR80	52 7/MAR80	55 8/MAR80	0	0
M 75	1310	1320	0	20.MOV.REZAGA 1+000-1+100	11	1	56 8/MAR80	57 10/MAR80	56 8/MAR80	57 10/MAR80	0	0
105	1680	1690	0	ESTACA.LIN.CEN.1+000-1+100	11	1	57 10/MAR80	59 11/MAR80	57 9/ABR80	59 10/MAR80	22	0
120	1880	1890	0	CONF.SUBRASANT.1+000-1+100	11	1	58 11/MAR80	59 12/MAR80	80 10/ABR80	81 11/ABR80	22	6
12	130	140	0	TRAZO PRELIMIN.1+100-1+200	12	1	59 15/ENE80	60 16/ENE80	81 3/MAR80	82 4/MAR80	41	0
27	380	390	0	ESTACAS TALUD 1+100-1+200	12	1	11 16/ENE80	12 17/ENE80	57 4/MAR80	53 5/MAR80	41	0
42	670	680	0	1A.BARRENACION 1+100-1+200	12	2	12 23/ENE80	13 25/ENE80	53 5/MAR80	54 7/MAR80	36	0
57	960	970	0	2A.BARRENACION 1+100-1+200	12	2	18 4/FEB80	20 6/FEB80	54 7/MAR80	54 10/MAR80	28	0
							28	30	56	53		

U.N.A.M. E.H.E.P ACATLAN

5

2/ENE80

TESIS PROFESIONAL

BASE

2/ENE80
29/ABR80

NO. CR	N O D O ACTIV I J	RESP	DESCRIPCION	ZONA	DURACION EN DIAS	F E R R A		H A S		HOLGURAS TOT. LIB.
						INICIAR	TERMINAR	INICIAR	TERMINAR	
M 76	1330 1340	0	1E.MOV.REZAGA 1+100-1+200	12	4	10/MAR80 58	14/MAR80 62	10/MAR80 58	14/MAR80 62	0 0
M 91	1340 1350	0	3A.BARRENACION 1+100-1+200	12	1	14/MAR80 62	15/MAR80 63	14/MAR80 62	15/MAR80 63	0 0
M 77	1350 1360	0	20.MOV.REZAGA 1+100-1+200	12	2	15/MAR80 63	18/MAR80 65	15/MAR80 63	18/MAR80 65	0 0
	106 1700 1710	0	ESTACA.LIN.CEN.1+100-1+200	12	1	18/MAR80 65	19/MAR80 66	10/ABR80 81	11/ABR80 82	16 0
	121 1890 1900	0	CONF.SUBRASANT.1+100-1+200	12	1	19/MAR80 66	20/MAR80 67	11/ABR80 82	12/ABR80 83	16 1
	13 140 150	0	TRAZO PRELIMIN.1+200-1+300	13	1	16/ENE80 12	17/ENE80 13	11/MAR80 59	12/MAR80 60	47 0
	28 400 410	0	ESTACAS TALUD 1+200-1+300	13	1	17/ENE80 13	18/ENE80 14	12/MAR80 60	13/MAR80 61	47 0
	43 690 700	0	1A.BARRENACION 1+200-1+300	13	2	25/ENE80 20	28/ENE80 22	13/MAR80 61	15/MAR80 63	11 0
	58 980 990	0	2A.BARRENACION 1+200-1+300	13	2	6/FEB80 30	8/FEB80 32	15/MAR80 63	18/MAR80 65	33 0
M 78	1370 1380	0	1E.MOV.REZAGA 1+200-1+300	13	4	18/MAR80 65	24/MAR80 69	18/MAR80 65	24/MAR80 69	0 0
M 92	1380 1390	0	3A.BARRENACION 1+200-1+300	13	1	24/MAR80 69	25/MAR80 70	24/MAR80 69	25/MAR80 70	0 0
M 79	1390 1400	0	20.MOV.REZAGA 1+200-1+300	13	1	25/MAR80 70	26/MAR80 71	25/MAR80 70	26/MAR80 71	0 0
	107 1720 1730	0	ESTACA.LIN.CEN.1+200-1+300	13	1	26/MAR80 71	27/MAR80 72	11/ABR80 82	12/ABR80 83	11 0
	122 1900 1910	0	CONF.SUBRASANT.1+200-1+300	13	1	27/MAR80 72	28/MAR80 73	12/ABR80 83	14/ABR80 84	11 3
	14 150 160	0	TRAZO PRELIMIN.1+300-1+400	14	1	17/ENE80 13	18/ENE80 14	18/MAR80 65	19/MAR80 66	52 0
	29 420 430	0	ESTACAS TALUD 1+300-1+400	14	1	18/ENE80 14	19/ENE80 15	19/MAR80 66	20/MAR80 67	52 0
	44 710 720	0	1A.BARRENACION 1+300-1+400	14	2	28/ENE80 27	30/ENE80 29	20/MAR80 67	22/MAR80 69	15 0
	59 1000 1010	0	2A.BARRENACION 1+300-1+400	14	2	8/FEB80 32	11/FEB80 34	24/MAR80 69	26/MAR80 71	37 0
M 80	1410 1420	0	1E.MOV.REZAGA 1+300-1+400	14	1	26/MAR80 71	27/MAR80 72	26/MAR80 71	27/MAR80 72	0 0
M 93	1420 1430	0	3A.BARRENACION 1+300-1+400	14	1	27/MAR80 72	28/MAR80 73	27/MAR80 72	28/MAR80 73	0 0
M 81	1430 1440	0	20.MOV.REZAGA 1+300-1+400	14	2	28/MAR80 73	31/MAR80 75	28/MAR80 73	31/MAR80 75	0 0
	108 1740 1750	0	ESTACA.LIN.CEN.1+300-1+400	14	1	31/MAR80 75	1/ABR80 76	12/ABR80 83	14/ABR80 84	8 0
	123 1910 1920	0	CONF.SUBRASANT.1+300-1+400	14	1	1/ABR80 76	2/ABR80 77	14/ABR80 84	15/ABR80 85	8 8

145

U.N.A.M. E.N.E.P ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

2/ENE80

BASE

2/ENE80
29/ABR80

0 6

NO. CR	N O D O		RESP	D E S C R I P C I O N	ZONA	DURACION EN DIAS	F E C		H A S		H O L G A R A S	
	ACTIV	I					J	P R I M E R A INICIAR	U L T I M A TERMINAR	INICIAR	TERMINAR	TOT.
15	160	170	0	TRAZO PRELIMIN.1+400-1+540	15	1	18/ENE80	19/ENE80	22/MAR80	24/MAR80	54	0
30	440	450	0	ESTACAS TALUD 1+400-1+540	15	1	19/ENE80	21/ENE80	24/MAR80	25/MAR80	54	0
45	730	740	0	1A.BARRENACION 1+400-1+540	15	2	30/ENE80	1/FEB80	25/MAR80	27/MAR80	46	0
60	1020	1030	0	2A.BARRENACION 1+400-1+540	15	3	11/FEB80	14/FEB80	27/MAR80	31/MAR80	58	0
* 82	1450	1460	0	1E.MOV.REZAGA 1+400-1+540	15	5	31/MAR80	9/ABR80	31/MAR80	9/ABR80	0	0
* 94	1460	1470	0	3A.BARRENACION 1+400-1+540	15	2	9/ABR80	11/ABR80	9/ABR80	11/ABR80	0	0
* 83	1470	1480	0	20.MOV.REZAGA 1+400-1+540	15	2	11/ABR80	14/ABR80	11/ABR80	14/ABR80	0	0
* 109	1760	1770	0	ESTACA.LIN.CEN.1+400-1+540	15	1	14/ABR80	15/ABR80	14/ABR80	15/ABR80	0	0
* 124	1920	1930	0	CONF.SUDRASANT.1+400-1+540	15	1	15/ABR80	16/ABR80	15/ABR80	16/ABR80	0	0
* 125	1940	1950	0	ACARREO MATER.P/REVESIMM 16	16	4	16/ABR80	21/ABR80	16/ABR80	21/ABR80	0	0
* 126	1950	1960	0	CONFOR.A RASANTE Y CUNILLAS 17	17	6	21/ABR80	28/ABR80	21/ABR80	28/ABR80	0	0
* 127	1960	1970	0	CAMINO LISTO P/TRANSITARSE 50	50	1	28/ABR80	29/ABR80	28/ABR80	29/ABR80	0	0

ULTIMA HOJA

a) Título del Programa

U.N.A.M.

E.N.E.P.

ACATLAN.

b) Tipo y Fecha del Programa:

BAS ENERO 80

TIPO FECHA

En la siguiente hoja aparecen impresos:

- a) El número de actividades que forman al Programa
- b) La duración total de la red de actividades (97) en días -- hábiles de trabajo ó días obra.

En las hojas posteriores se muestran, en un listado ordenado, las actividades reales que componen el programa de la siguiente manera:

a) El Título del Programa.

U.N.A.M., E.N.E.P., ACATLAN

TESIS PROFESIONAL.

b) En el extremo superior izquierdo la fecha en que se realiza el Proceso Electrónico

c) Al centro el Tipo del Programa = Base

d) En el Extremo Superior derecho el No. de Hoja.

e) Ligeremente abajo y a la Izquierda del No. de la hoja se encuentran las fechas calendario, de Inicio (2 Enero 80) - y Terminación (28 ABRIL 80) del programa.

Continuando con la descripción de los conceptos que aparecen en ésta hoja tenemos:

- f) CR = Actividades que marcan la Ruta crítica del programa(*)
- g) No. Activ. = Número de actividad
- h) Nodo I = Descrito anteriormente
- i) Nodo J = Descrito anteriormente.
- j) Resp. = Responsable. (Por ser el único contratista involucrado, es el mismo para todas las actividades)
- k) Descripción - Descrito anteriormente.
- l) Area de trabajo. Se dividió al proyecto del camino II de -- acuerdo con su cadenamiento esto es:

CADENAMIENTO	ZONA.
0+000-0+100	1
0+100-0+200	2
0+200-0+300	3
0+300-0+400	4
0+400-0+500	5
0+500-0+600	6
0+600-0+700	7
0+700-0+800	8
⋮	⋮
1+400-1+540	15

- m) Duración: Descrita anteriormente.
- h) Fechas: Las fechas primeras de Inicio y Terminación corresponden al cálculo de "ida" de la Red, y que por lógica son las que marcan las fechas en que se deben iniciar y terminar cada una de las actividades críticas para no alterar el programa. Cabe hacer mención que las actividades que no son críticas, esto es que tienen holgura, pueden sufrir alteraciones-

en sus fechas de inicio y terminación conforme su holgura lo permita, y estas nuevas fechas están representadas por las Fechas Últimas de Inicio y Terminación.

Cada una de las fechas calendario vienen acompañadas de su respectivo día consecutivo en el Calendario de la Obra.

o) Holguras

TOT = Holgura Total: Es el tiempo que una actividad puede retrasarse sin provocar un cambio en la fecha final de todo el programa.

LIB = Holgura Libre = Es el tiempo que una actividad puede retrasarse sin alterar el inicio del evento al que limita.

Una vez obtenido el PROGRAMA BASE, se puede generar el mismo programa representado por medio de Barras como el que a continuación se muestra, hecho con un Aparato Graficador manejado automáticamente con cintas que contienen la información del programa base.

En este Diagrama de Barras están graficadas todas las actividades reales (que tienen descripción) tanto las críticas como las no críticas.

En la parte superior del Diagrama se localiza fácilmente el título del Programa así como las fechas de Inicio y Terminación del mismo. Un poco más abajo y en una traza vertical están localizadas las fechas de Calendario Normal como las fe-

chas en el Calendario de la Obra en intervalos de 6 días.

Asimismo en el se pueden identificar los conceptos que aparecieron en el listado del Programa Base esto es:

Los nodos J e I la Descripción de la actividad, su duración, la zona el responsable de la ejecución, la duración inicial y la duración actual.

Las fechas primeras de Inicio y Terminación están representadas en la Barra de medio de su ashuramiento.

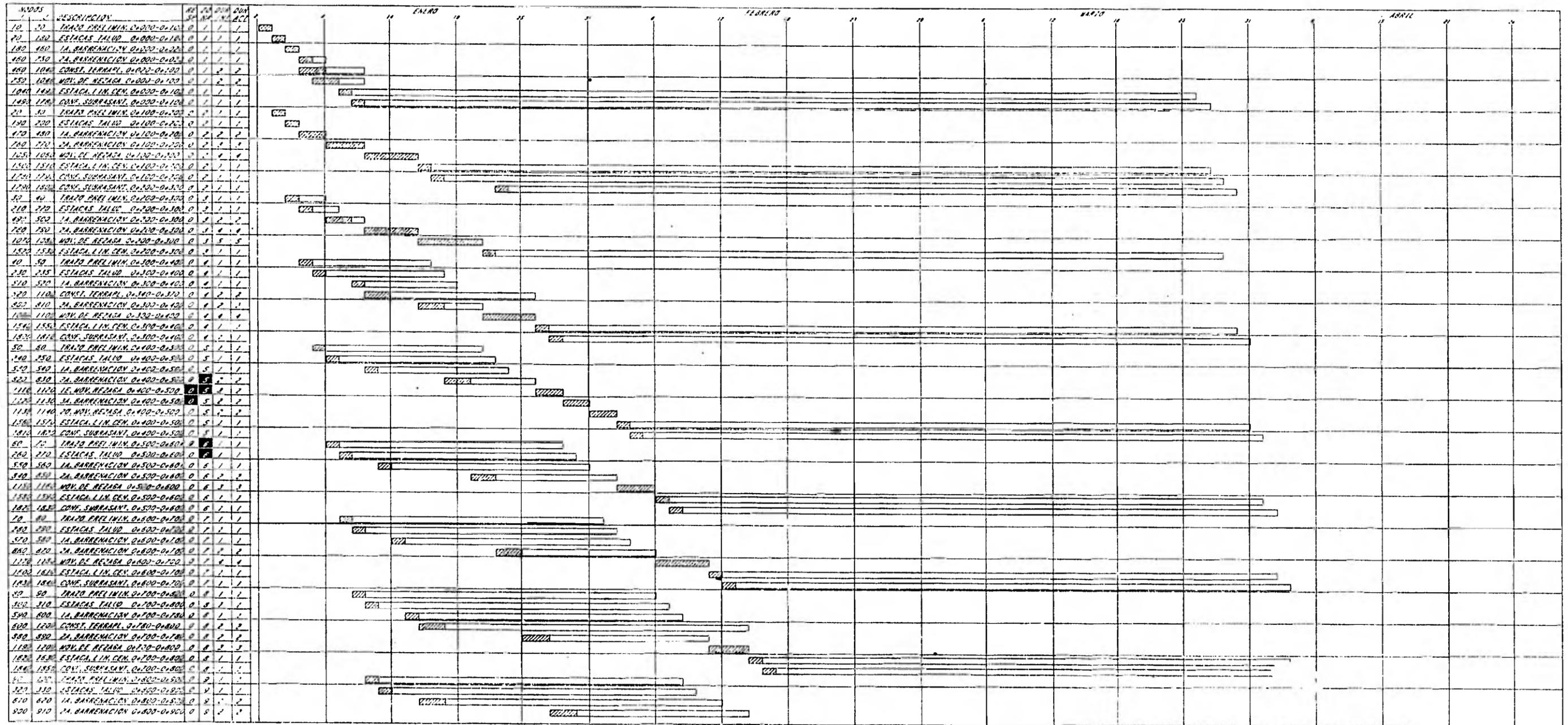
La parte de la Barra que no tiene ashuramiento indica la Holgura Total de esta actividad. La Barra que no contenga espacio en blanco es una Barra ó Actividad Crítica.

La representación en un Diagrama de Barras de las actividades-componentes de un programa en general son de gran ayuda a primera instancia por ser una de las representaciones más usadas-comunmente en la construcción, pero ofrecen carencias cuando se realizan " revisiones " de control al Programa por el hecho de no mostrar las relaciones que existen entre cada una de las actividades que forman la red.

U.N.A.M. E.N.E.P ACATLAN
 TESIS PROFESIONAL

FECHA DE INICIACION
 2 ENR 80

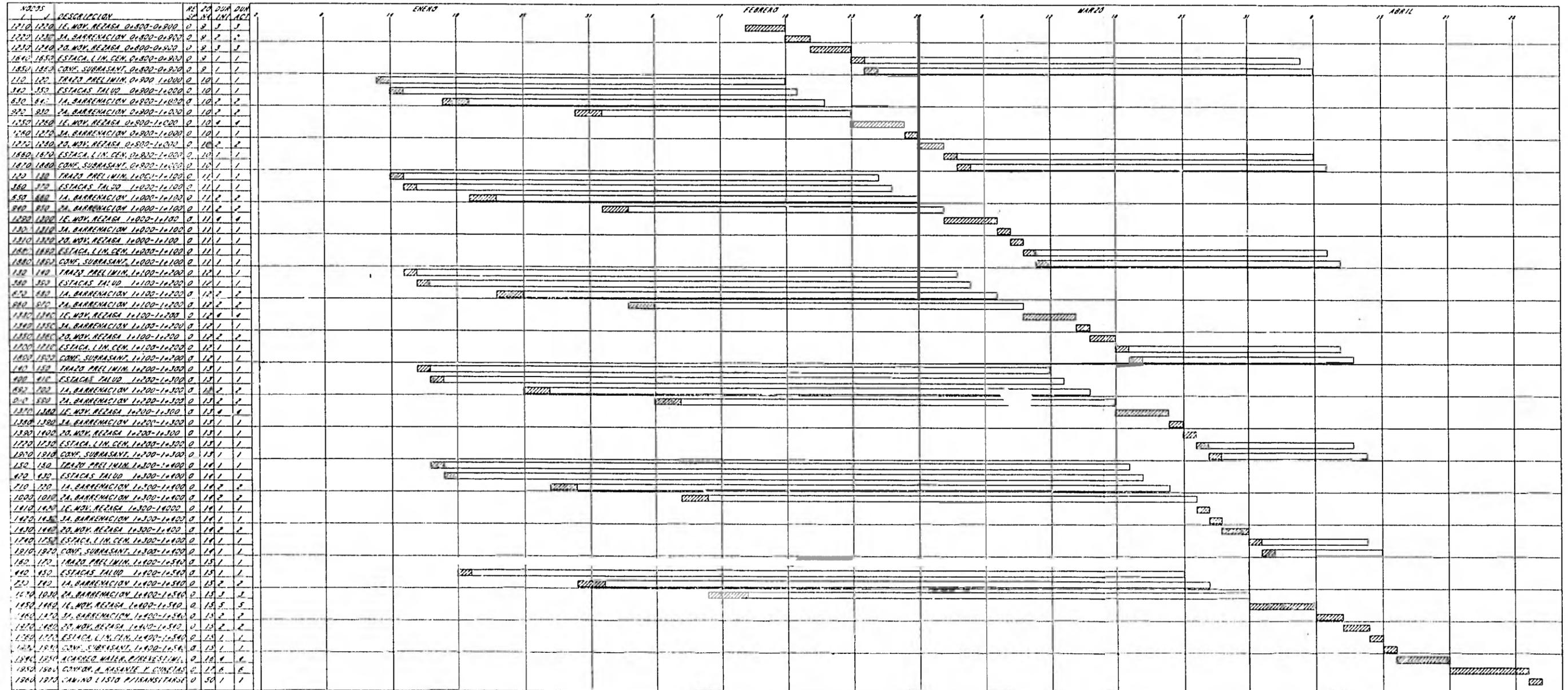
PASE



U.N.A.M. E.N.E.P. ACATLAN
TESIS PROFESIONAL

FECHA DE INICIACION
7 ENERO 80

BASE



IV.- 2. CONTROL DE MAQUINARIA.

El sistema que se lleva para el control de maquinaria se describira a continuación:

1.- Programa de Utilización de equipo.

Sabiendo ya la cantidad de obra a realizar se selecciona al equipo y con esta forma se pide después.

2.- Solicitud de Equipo.

Del programa de utilización de equipo, se sabe la cantidad de maquinaria y el tipo de la misma.

Por lo tanto con esta forma, se solicita dicha maquinaria a taller central.

3.- Control de Envío.

Una vez que el taller central recibe la solicitud de equipo, lo envía, con este control de envío para certificar la llegada a la obra.

4.- Control de Recepción de Equipo.

Cuando la maquinaria es recibida en obra, el Ingeniero mecánico tiene que controlar la llegada, ésta dirá, las condiciones en que llegó la misma, para ello se utiliza esta forma.

5.- Requisición de Artículos al Almacén o Compras México.

Con este formato se solicitan al departamento de compras las refacciones y materiales básicos necesarios para la obra.

6.- Inventario Físico de Equipo.

Cada vez que es recibida una máquina en la obra, el Ingeniero Mecánico la va colocando en su inventario de maquinaria para llevar un control de su llegada y salida de la misma.

7. Reporte Diario de Trabajo.

Cada día para darles un mantenimiento preventivo a la maquinaria, el operador tiene que realizar un reporte diario de trabajo especificando las fallas mecánicas y tiempo de trabajo efectivo.

8. Incidencias

Aparte de que el operador hace un reporte de trabajo, el departamento de maquinaria lo corrobora, y llena el formato de incidencia día a día, cuando se reportan fallas son enviadas al taller mecánico para su solución.

9. Consumo de Combustibles.

Con este formato se van controlando las cantidades de combustible que se gasta diario y el tipo de maquinaria que los consume; es para diesel y gasolina solamente.

10. Justificación Diaria de Lubricantes.

Aquí se controla el tipo de lubricante la cantidad y la máquina que los consume.

11. Programa Semanal de Mantenimiento Preventivo.

Sabiendo que $\text{C}/100$ Hr. en una maquinaria mayor se realiza un servicio y conociendo el horómetro de llegada a la obra, de toda la maquinaria, se genera un programa semanal de mantenimiento o servicios.

12. Relación de Servicios Diarios.

Teniendo conocimiento del programa semanal de servicios, se checa si se efectúan a tiempo o nó; con esta forma.

13. Control de Envío de Muestras para Análisis de Aceite.

Cada vez que realiza un servicio o se detecta una falla en el sistema motriz o hidráulico de la maquinaria, se saca una muestra de cada uno de los aceites que usa, este muestreo se manda a analizar a un laboratorio, para detectar las posibles fallas, y darles solución inmediata.

Con estas formas se controla su envío.

14. Programa Mensual de envío de Muestras para Análisis de Aceite.

En base al programa semanal de mantenimiento preventivo, se sabe cuántos servicios le corresponde a cada máquina, de cada servicio se toma una muestra de los aceites cambiados, por lo que podemos conocer el número de muestras y hacer un programa mensual de cada máquina mayor, ésta forma sirve para todo el ejercicio.

15. Avaluo de Llantas.

De los consumos que presenta la maquinaria mayor, - otro punto importante de controlar son el desgaste de las llantas y se realiza en forma programada, siguiendo las indicaciones de este formato.

16. Solicitud de Trabajo a Otros Talleres

Esto se realiza para trabajos que requieren de maquinaria especializada y poco común, como para tenerla en la obra.

17. Control de Servicio.

A continuación vendrá la descripción de cuatro tarjetas las cuales son un concentrado de todos los datos anteriores para cada máquina. La primera es ésta y tenemos:

En el primer renglón, los meses del ejercicio en la obra, en cada mes tenemos tres columnas; la primera los días del mes, la segunda el horómetro de la máquina, por último el servicio realizado en esta máquina.

Con esto se controlan el tipo de Servicio: qué día, con que horómetro lo hicieron y a que maquinaria ya que la tarjeta es por máquina.

18. Control Mensual.

Esta es la segunda tarjeta y en ella se controlan las horas de cada maquinaria en forma diaria y por turnos dando como resultado un informe mensual de horas tra-

bajadas por máquina.

19. Control General de Horas por Máquina.

Con el resultado obtenido en la tarjeta anterior, se obtiene un concentrado general por los meses que dure el ejercicio.

20. Control de Maquinaria.

Es la última de las tarjetas y la que más datos aporta, ya que aparte de ser el cardex de maquinaria, -- nos informa el costo mensual y de éste, el costo horario de la máquina.

En el frente se describen las características de la máquina y del motor, así como la fecha de las reparaciones mayores; si se ha efectuado alguna.

En el reverso, en el primer renglón, los meses del año y para cada mes corresponden los conceptos necesarios para sacar los costos mensuales y también para sacar los costos horarios de la máquina.

2. 1.- Programa de Reparación de Equipo Mayor.

Con la forma de Inventario Físico de Equipo, y el control de llegada; nosotros conocemos las condiciones en que llegó la maquinaria; y con estos datos, se genera el programa de reparación de equipo mayor, ya que es conocida la vida económica de las partes importantes de la máquina.

2. 2.- Solicitud de Reparación de Equipo Mayor.

Esta solicitud se va realizando en la maquinaria cuando se requiere, esta información la conocemos aproximadamente por la forma de; programa de reparación de equipo mayor, y también por observaciones hechas en campo.

2. 3.- Control de Costos Horarios de Equipo Mayor.

La tarjeta de control de maquinaria nos da los costos-horarios por máquina. Este nuevo control es el acumulado de las tarjetas, por lo tanto de la maquinaria, - lo que nos da el total de los costos horarios de todas las máquinas por mes.



MAQUINARIA C. P.
CONTROL DE ENVIO.

No. _____

Embarcado en _____ Por _____ Firma _____ Fecha _____	Transportado por _____ Union Marca Placas Nombre Chofer _____ Gera No. _____ Importe \$ _____ Fecha _____	Recibido en _____ Por _____ Firma _____ Fecha _____
Documentos Adjuntos Si No Bitácoras () () Catálogo de Partes () () Manual Operacion () () Control Calidad () () Factura Original () () Pedimento Aduanal () () Marcar con una <u>X</u>	No. Eco.	Características de la Máquina y Aditamentos

ACUSE DE RECIBO

Valor Comercial _____

FIRMA ING. MECANICO

Forma No. 3 M



MAQUINARIA C. P.
CONTROL DE RECEPCION DE EQUIPO

Obra: _____
Fecha: _____

No. Eco.	Máquina	Marca	Modelo	Serie
Procedencia		Fecha de Llegada		
Rastada	Si ()	No ()		
Control de Envío	Si ()	No ()		
Control de Calidad	Si ()	No ()		
Bitácora de Mantenimiento	Si ()	No ()		
Catálogos	Si ()	No ()	Especificar _____	
Manual	Si ()	No ()	Especificar _____	
Avalúo de Llantas	Si ()	No ()		
Observaciones: _____				

ING. MECANICO (OJINAL)

BITACORA

Forma No. 6 M



162 REPORTE DIARIO DE TRABAJO

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

FECHA _____ DE 19____

NOMBRE DEL OPERADOR _____

NO. ECO. _____

TIEMPO TRABAJADO _____

HOROMETRO FINAL _____

HOROMETRO INICIAL _____

TOTAL DE HORAS EFECTIVAS _____

DETALLE DE TIEMPOS PERDIDOS	TIEMPOS		HS
	DE	A	
REPARACION _____			
OCIOSO _____			

FALLAS MECANICAS OBSERVADAS

FIRMA DEL OPERADOR _____

Forma No. 14-M



INCIDENCIAS
DEPTO. DE MAQUINARIA

FECHA _____
TURNO _____

NO. ECO.	FALLA OBSERVADA	CAUSA DE LA FALLA	FALLAS		MAQUINA	
			FRENTE	HORA	PARAQA	TRABAJ.

OBSERVACIONES: _____

ORDENO _____

RECTIBO _____

Forma No. 13

168
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO GENERAL
CONTROL DE SERVICIO

DIA	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	LECTURA HOROMETRO	TIPO DE SERVICIO										
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												

Forma MP 2

CONTROL MENSUAL

RM.MP-4

No. Eco. _____
 MES _____
 AÑO _____
 OBRA _____

HOROMETRO FINAL _____
 HOROMETRO INICIAL _____
 TOTAL DE HORAS _____

DIA	HORAS TRABAJADAS TURNOS				TIEMPOS PERDIDOS		OBSERVACIONES
	1	2	3	TOTAL	OCIOSO	REPARACION	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							



MAQUINARIA C. P.
SOLICITUD DE REPARACION DE EQUIPO MAYOR

Obra: _____

Fecha: _____

Lugar: _____

Máquina _____

No. Eco. _____

Marca _____

Horómetro Actual _____

Modelo _____

Horas Trabajadas en Obra _____

Serie _____

Cambio de: _____

Reparación: _____

Fecha último cambio _____

Fecha última reparación _____

Costo Aproximado _____

Mano de Obra _____

Fecha Iniciación _____

Horas - Hombre _____

Fecha Terminación _____

S O L I C I T O

A U T O R I Z O

 SUPERINTENDENTE (OBRA)

 ING. MECANICO

 MAQUINARIA C. P.

Forma No.9 M

IV. 3.- Control de Mano de Obra.

A continuación mostraremos algunas formas que se utilizan para controlar; y a la vez pagar justamente la obra de mano.

1. Plantilla de personal por el mes de trabajo.

En esta plantilla se designaran la cantidad de personas, categoria, horas/turno a trabajar, por frente ó por actividad. Todo esto se basa a un programa de - dicha obra.

2. Libreta de Tiempo para Lista de Raya en Forma Mecánica.

Una vez definido el personal que laborará; se va dan do de alta y se anota en la libreta de tiempo, colo cando como datos personales:

Núm. Contros. es dado por la empresa.

Núm. Afiliación al S. S.

Núm. R. F. C.

Nombre.

Categoría.

Sueldo base. de acuerdo a su catego ría.

Asistencias. Estas son tomadas tres veces al día.

Horas Extras. Establecidas al firmar el contrato.

Bonificación. Incentivo dado por la - empresa.

3. Para poder pagar la bonificación existen varios con troles dependiendo de la categoría del trabajador.

Reporte de Barrenación.

Este control se realiza al personal que maneja la -- perforadora sobre oruga (Track-Drill); aunque uno si milar se utiliza para los perforistas de Yumbo, y -- los perforistas de piso.

La finalidad de este reporte es saber cuántos metros lineales de barrenación hace cada uno de los perforadores; y la bonificación será en base a cada metro lineal barrenado.

4. Reporte de Acarreos de Maquinaria Mayor.

En este tipo de reportes se cuentan los viajes realizados por los vehículos que acarrear el material, así como los viajes que carga la máquina que se encuentra en el banco de explotación, la bonificación tendrá diferente valor para cada uno de ellos.

5. Bonificaciones Semanales.

Esta es una forma para agrupar las bonificaciones semanales de los trabajadores, antes de realizarlo en la libreta de tiempo.

6. Costo Semanal de Mano de Obra Ejecutada en el Frente.

Con el tiempo nosotros conocemos el rendimiento y por lo tanto el costo de cada trabajador por categorías; con lo cual se puede sacar un precio unitario promedio y por tanto llegar al costo de mano de obra.

7. Aviso de Ascenso, Aumento ó Cambio de Sección.

Estos reportes nos sirven para ir calificando al personal y así tomar un criterio para darle un puesto con más responsabilidad, un aumento de salario ó cambiarlo de sección

8. Memorandum.

Es el tipo de comunicación entre encargados de diferentes zonas, cuando no hay medios más rápidos, y además pertenecen a la misma empresa.

9. Para Cobrar Salarios Devengados.

10. Reporte de Accidente.

Es una forma para dar fé de las condiciones del acciden
te y que es un trabajador que labora en la empresa.

11. Recibo de Caja.

Cuando se le adeuda, al trabajador, por horas extraordi
narias no pagadas, con esta forma se soluciona el pro--
blema.

12 Justificación de Gastos.

13. Orden de Pago.

Para el departamento de compras, o cualquier otra perso
na a la que la compañía le adeude.

179
 INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS, S. A.
 CERA: 79-2 P. H. "EL CATACOL"

REPORTE DIARIO DE AVANCE DE OBRAS.

FRONTE:	TUENO:	FECHA:
CARGADOR NUM.		
OPERADOR:		NUM. TRAJ.
CARGADOR: NUM.		
OPERADOR:		NUM. TRAJ.

1 - 152 -		
OPERADOR:		NUM. TRAJ.
1 - 152 -		
OPERADOR:		NUM. TRAJ.
1 - 152 -		
OPERADOR:		NUM. TRAJ.
1 - 152 -		
OPERADOR:		NUM. TRAJ.
1 - 152 -		
OPERADOR:		NUM. TRAJ.
1 - 152 -		
OPERADOR:		NUM. TRAJ.
1 - 152 -		
OPERADOR:		NUM. TRAJ.
1 - 152 -		
OPERADOR:		NUM. TRAJ.
1 - 152 -		
OPERADOR:		NUM. TRAJ.
1 - 152 -		
OPERADOR:		NUM. TRAJ.

OBSERVACIONES. -		

INGENIEROS CIVILES ¹⁸⁰ ASOCIADOS, S. A.
CERA: 79 - 2 P. H. " EL CARACOL ".

BONIFICACIONES SEMANALES

SEMANA NUM.

DEL: AL DE

1960.

FRENTE: _____

NUMERO

NOMBRES

CATEGORIAS:

HORAS EXTRA

BONIFICACION

P. H. " EL CARACOL CRO "., SEPTIEMBRE DE 1960.

FOMULC:

Vo. _____ Se. _____

AUTORIZO:

UNION DE EMPRESAS EDITORIALES, S. A.
CASA 79-2 1. "EL CARACOL GRO"

COSTO GENERAL DE TRABAJO DE OBRA EJECUCION DE LA IMPRESA.

SEMANA NUM.

DEL 1 AL 31 DE SEPTIEMBRE DE 1960.

CANTIDAD UNIDAD PRECIO UNITARIO IMPORTE TOTAL

COSTO TOTAL. -

P. H. " EL CARACOL GRO " SEPTIEMBRE DE 1960.



INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS, S. A.

Obra No. _____ Nombre _____

AVISO DE ASCENSO, AUMENTO O CAMBIO DE SECCION

Nombre _____ No. _____

Puesto que desempeña _____ Sueldo _____

Frente o Departamento _____

Puesto que desempeñará _____ Sueldo _____

Frente o Departamento _____

Fecha del Movimiento _____

P-147

PROPONE

REVISO

AUTORIZO



INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS, S. A.

CORRESPONDENCIA INTERIOR
MEMORANDUM

A
De
Fecha

Su Ref.
Nuestra Ref.

P-18



184
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS, S. A.

REPORTE DE ACCIDENTE

No. _____

PARA SER LLENADO POR EL SUPERVISOR DE SEGURIDAD

OBRA: _____												
LESIONADO: _____			NOMBRE _____				OCUPACION _____				EDAD _____	
CREDENCIAL _____			ESTADO CIVIL _____									
FECHA: _____						HORA: _____						
SITIO: _____ EN QUE OCURRIÓ EL ACCIDENTE.- DETALLELO												
PARTE DEL CUERPO LESIONADA												
NATURALEZA DE LA LESION:												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Lesiones en la mano	Lesiones en los ojos	Puncharos en los pies	Machucos en los pies	Lesiones en la espalda	Herida	Otras lesiones a estructuras de mano o pie	Fracturas de mano o pie	Quemaduras	Infecciones	Diversas nevrosias e incapacitaciones	Lesion en la cabeza	Muertes
OTRAS												
¿COMO OCURRIÓ EL ACCIDENTE? _____ SECUENCIA DETALLADA Y AMPLIA DE LOS HECHOS QUE HICIERON POSIBLE EL ACCIDENTE												
TIPO DE ACCIDENTE:												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Caida de altura	Caida a Nivel	Caida de objetos	Manejo de materiales	Resbalones sobre objetos	Golpes contra objetos	Explosivos	Electricidad	Herramientas de mano	Maquinaria	Vehiculos	Particulas Volantes	Pul-res humos o gases
MEDIDAS PREVENTIVAS: _____												
REPORTE: _____												
NOMBRE _____						FIRMA _____						
PARA SER LLENADO POR EL MEDICO DE LA OBRA.												
											CLAVE: _____	
FECHA Y HORA EN QUE SE PRESENTO A CURACION: _____												
DESCRIPCION DE LAS LESIONES Y DIAGNOSTICO: _____												
¿A SUFRIDO ACCIDENTE DE TRABAJO CON ANTERIORIDAD? _____												
¿AMERITA INCAPACIDAD? SI _____ NO _____ CUANTOS DIAS _____												
A CAUSA DE LAS LESIONES SE TRASLADO _____												
OBSERVACIONES: _____												
MEDICO: _____						FIRMA: _____						

187
O R D E N D E P A G O

No. 3034

P.H.EL CARACOL GRO a 31 de OCTUBRE de 1980

RECIBI DE INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS, S. A., LA CANTIDAD DE

\$ _____ (_____)

Por concepto de _____

_____ No. DE COMPROBANTES _____

REVISO

AUTORIZO

RECIBIO

C U E N T A S	D E B E	H A B E R

IV. 4.- Control de Materiales.

A continuación enumeramos las formas para controlar los materiales; y haremos una breve explicación de cada una de ellas.

1. Requisición de Artículos de Almacén ó Compras México.

En estas formas se describen correctamente los artículos que requiere la obra y al frente ó maquinaria que se destinan.

2. Contra - recibo.

Una forma para llevar el control de las facturas de cada cliente al momento de entregar la mercancía al almacén y con ella hacen la revisión en contabilidad.

3. Control Materiales, Refacciones y Papelería.

Con esta forma se lleva un inventario continuo de las entradas, salidas y saldos de cada uno de los artículos

4. Entrada de Almacén.

Es la forma con la cual se registran cada uno de los artículos que entrega el departamento de compras, al almacén, para el uso de ellos en la obra.

5. Etiqueta para Identificación de Artículos.

Una vez que se tiene la mercancía en el almacén se le coloca esta etiqueta para describir, el pedido, artículo, cargo, etc. Esto es para mayor facilidad de localización.

6. Resguardo Definitivo.

Es la forma que se utiliza para comprobar los artículos con los que se queda el trabajador durante la obra.

7. Resguardo Provisional.

Para darles a los trabajadores las herramientas y equipo de seguridad, por un día; si no las entregan a la salida del turno, se les carga a su sueldo.

8. Resguardo de Herramienta Usada.

Una vez que entregan la herramienta, después de realizar una jornada ó una etapa de trabajo; al iniciar nuevas labores que utilicen esa herramienta usada, se utilizará este tipo de resguardo.

9. Sobre para Resguardo Definitivo.

Con el fin de no extraviar ni revolver los resguardos de cada trabajador, se hicieron estos sobres, para concentrarlos en él.

10. Recuento Físico de Almacén.

Con el fin de saber las existencias totales, para mayor facilidad y mejor control del almacén, se realiza cada cierto tiempo un inventario total. (cada mes).

11. Informe Diario de Materiales Básicos.

Casi tienen la misma finalidad que el anterior; se realiza diario con los materiales más usados en esa obra, ya sean estos en; refacciones, herramienta ó materiales de consumo al frente.

12. Vale de Consumo.

Con esta forma saca uno los artículos concentrados en el almacén, para el consumo del frente.

13. Materiales Recibidos en Consignación.

14. Nota de Devolución al Proveedor.
Con esta forma los artículos que ya no se requieren en la obra, se le devuelven al proveedor y se describen-- las condiciones en que se regresa.
15. Nota de Envío a la Oficina Matriz.
También sirve para regresar los artículos que no se necesitan en la obra a la oficina matriz.
16. Radiograma.
Para transmitir mensajes importantes a el departamento de compras, y/o a cualquier otro departamento retirado de la obra.
17. Póliza de Diario.
Nos sirve para mostrar a contabilidad el costo de materiales que consume cada uno de los frentes de trabajo.
18. Reporte de Acarreos.
Para controlar los materiales que se mueven por medio- de camiones, son para tener comprobantes de trabajos - diarios.
19. Contrato Mercantil de Flete.
Con él al fletero acepta las obligaciones y garantías- que tiene al trabajar con la compañía.
20. Liquidación Semanal de Fletes.
En ella se hace una descripción detallada de los vol. movidos, y distancia recorrida, así como los descuentos oficiales que sufre el fletero para cobrar su trabajo.

CONTRATO MERCANTIL DE FLETE que celebran por una parte _____, en adelante denominada _____, y por la otra el señor _____ por su propio derecho, en adelante denominado "EL CONTRATISTA".

DECLARACIONES:

I.- _____ viene realizando las obras de construcción _____

y con este motivo requiere el servicio de Acarreo de Materiales entre diversos puntos dentro de la Zona de la obra.

II.- "EL CONTRATISTA" declara: a).- Ser un empresario legalmente establecido dedicado a toda clase de Fletes y Transportes de Materiales. b).- Tener su domicilio en _____ c).- Conocer el lugar en donde se ejecuta la obra de referencia y, contar con el personal, equipo y demás elementos necesarios y adecuados para llevar a efecto el transporte de materiales requerido por _____

De conformidad con lo expuesto, las partes otorgan las siguientes:

C L A U S U L A S .

PRIMERA.- _____ encomienda AL CONTRATISTA y éste se obliga a realizar los trabajos de Acarreo de Materiales que la primera requiere en relación con la obra mencionada en las declaraciones de este Contrato. Es de la esencia de este Contrato y se conviene que _____ podrá, a su sola discreción, señalar AL CONTRATISTA los volúmenes de trabajo por ejecutar y los sitios entre los cuales deberá hacerse el acarreo.

SEGUNDA.- "EL CONTRATISTA" se obliga a realizar los trabajos materia de este Contrato con trabajadores que se encuentren o lleguen a encontrarse a su servicio y utilizando vehículos de su propiedad y/u otros de los que legalmente pueda disponer, pero en todo caso bajo su exclusiva responsabilidad y poniendo para ello el personal y equipo que se requieran para la carga y descarga de materiales, así como todos los demás elementos que sean necesarios para llevar a efecto los trabajos que se encomiendan.

TERCERA.- Como precio de los trabajos objeto de este Contrato conviene la cantidad de \$ _____ por metro cúbico durante el primer Kilómetro a partir del punto de carga, más la cantidad de \$ _____ por cada Kilómetro subsecuente hasta el punto de descarga. Dicho precio será la percepción total del CONTRATISTA por los trabajos objeto de este Contrato, pues cubre todos sus costos directos e indirectos, tales como sueldos de choferes, trabajos mecánicos, combustible, lubricantes, refacciones, impuestos, responsabilidades y demás en que pueda incurrir, así como la utilidad del mismo.

CUARTA.- El pago de los trabajos objeto de este Contrato se hará mediante estimaciones semanales, aplicando a los volúmenes y kilometraje efectuados la tarifa a que se refiere la Cláusula anterior. Por cada pago que se efectúe, EL CONTRATISTA expedirá el correspondiente recibo, debidamente requisitado para efectos fiscales.

QUINTA.- En virtud de lo que establece la Cláusula Segunda, "EL CONTRATISTA" tendrá todas las obligaciones y responsabilidades del patrón con respecto al personal que ocupe en la ejecución o con motivo de los trabajos materia de este Contrato. Asimismo, "EL CONTRATISTA" asume cualquier responsabilidad por los daños y perjuicios que en la ejecución o con motivo de dichos trabajos se llegaren a causar a _____ o a terceros. Por lo tanto, se obliga a indemnizar a _____ si por cualquiera de dichos conceptos se viere precisada a efectuar algún desembolso o sufiere cualquier daño o perjuicio.

SEXTA.- _____ podrá dar por terminado este Contrato sin necesidad de declaración judicial y sin responsabilidad alguna de su parte, en caso de que antes del vencimiento a que se refiere la Cláusula siguiente, "EL CONTRATISTA" interrumpiere o suspendiere los trabajos que se mencionan en este Contrato, cualquiera que sea la causa de la interrupción o suspensión y aunque esta se deba a caso fortuito o de fuerza mayor.

SEPTIMA.- El presente Contrato estará en vigor por un periodo de quince días a partir de su fecha; y si con cinco días de anticipación al término de dicho periodo ninguna de las partes lo da por terminado, se entenderá prorrogado por otro periodo igual y así sucesivamente hasta que cualquiera de las partes opte por su terminación.

OCTAVA.- Sin perjuicio de la naturaleza mercantil del presente Contrato, se establece como condición para su otorgamiento y vigencia, que "EL CONTRATISTA" y el personal que utilice se encuentren y permanezcan agremiados al Sindicato _____

En consecuencia, _____ podrá declarar rescindido este Contrato en cualquier momento y sin ninguna responsabilidad si dejare de satisfacerse dicha condición.

NOVENA.- Para todo lo relativo a la interpretación y cumplimiento de este Contrato, las partes convienen en sujetarse a los Tribunales de la Ciudad de México, Distrito Federal, renunciando al fuero que por razón de sus domicilios actuales o futuros o por cualquier otra causa les pudiera corresponder.

Este Contrato se firma en _____, el día _____ de _____ de mil novecientos _____, ante los testigos que para constancia igualmente lo suscriben.

(Por la Empresa)

"EL CONTRATISTA"

T E S T I G O S .

No. en el R. F. C. _____

No. Emp. Ing. Merc. _____

No. Reg. I. M. S. S. _____

No. Reg. en la Cámara _____

CONCLUSION.

Dentro de la compleja estructura económica en desarrollo del país, ha sido de principal interés para los organismos encargados del estudio y planeación de la economía regional, el analizar los diferentes factores que afectan a aquellas regiones que se encuentran notablemente atrasadas, debido a la carencia ó mal aprovechamiento de las riquezas naturales. Es así como se han formado comisiones u organizaciones descentralizadas que se encargan de esta tarea en cada una de las regiones que adoleciendo de tales necesidades, ameritan una acción inmediata ó en su defecto, que desarrolle un plán a tiempo futuro.

Estas organizaciones, se abocan a su tarea desde el estudio de las necesidades y de las posibles fuentes de riqueza, ya sea en su explotación ó en vías de la misma y de una manera conveniente, llegar a determinar en cada caso la forma más adecuada de su utilización.

Es así como se han creado organismos como la comisión del río Balsas (antes comisión de Tepalcatepec) que han desarrollado un plán para la explotación de los recursos hidrológicos de la cuenca del río Balsas y principalmente en lo que se refiere al estado de Michoacán y Guerrero.

Actualmente empiezan a verse realizados los primeros frutos de éste plán, como son las presas de "La Villita" e "Infiernillo", que són arterias vitales de la economía de la región.

Uno de los pasos siguientes es la terminación - de la presa "El caracol" que es el tercer eslabón de la cadena de obras, ya que generará 1,320.0 GWH, es de las nuevas presas que ayudarán a producir la energía eléctrica que necesitará el país.

Como se sabe en las obras preliminares están -- los caminos de construcción y gracias a ellos se logra - el florecimiento de estas obras, así como de los puentes etc.,

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

1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.

AUTOR: H.L. NICHOLS Jr.

EDITORIAL: CECSA

2.- METODO DE LA RUTA CRITICA

AUTOR: JAMES M. ANTILL; RONALD W.

EDITORIAL: LIMUSA

3.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.

AUTOR: PROFESORES Y ALUMNOS DE LA UNAM.

EDITORIAL: UNAM.

4.- ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE CAMINOS

EDITORIAL S.A.H.O.P.

5.- INFORMACION Y ESPECIFICACIONES DE LOS CAMINOS EN FORMA

DIRECTA DE LA OBRA P.H. " EL CARACOL ", GRO.

6.- ASESORIA Y UTILIZACION DE P.S.I. (Procesos y Sistemas de

Información), EN EL AREA DE PLANEACION Y CONTROL DE OBRAS.

7.- MANUAL PARA TRAZO GEOMETRICO DE CARRETERAS.

EDITORIAL: S.A.H.O.P.