

62  
2ej°



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CANALIZACION  
DEL RIO TLALNEPANTLA EN EL FRACCIONAMIENTO  
LOMAS DE BELLAVISTA"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

GONZALO JAVIER MERODIO BRIZ



MEXICO, D.F.

1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**A mi Esposa: Lulena, con todo mi amor.**

**A mis Hijos: Laura y Pablo, la razón de mi vida.**

**A mi Madre: Mi eterno agradecimiento por todo su apoyo.**

**A la Memoria de Mi Tany: Un Homenaje a su recuerdo.**

**A mis Hermanos: María Victoria  
Miguel y Mercedes  
José Luis y Graciela**

**Gracias por su apoyo.**

**A mis Sobrinos: Gunnar, Alejandro,  
Luis Alex, Sofia y Juanvi.**

**Con todo cariño.**

**Un Agradecimiento muy Especial a:**

**Ing. Francisco Solares Alemán**

**Ing. Carlos Chavarri Maldonado**

**Ing. Rogerio Cantón Rébora**

**Ing. Hugo Cantón Rébora**

**Ing. Juan Rivero Muñoz**

**Arq. Jacobo Rudy Chapiro**

**D.I. Luz América Sanchez Casanova.**

**Ing. Pablo García y Colomé.**

**Por su valiosa contribución para la realización de esta tesis.**

**A todos mis Maestros.**

**A mis Amigos.**

**A la Facultad de Ingeniería.**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-091/79

Señor  
**GONZALO JAVIER MERODIO BRIZ**  
Presente.

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

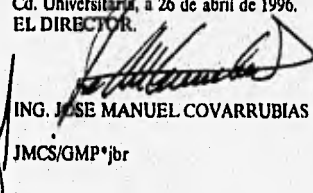
**"PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CANALIZACION DEL RIO TLALNEPANTLA EN EL  
FRACCIONAMIENTO LOMAS DE BELLAVISTA"**

- I. ANTECEDENTES
- II. DESCRIPCION DEL PROYECTO
- III. PROGRAMACION DE LA OBRA
- IV. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS
- V. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
Cd. Universitaria, a 26 de abril de 1996.  
EL DIRECTOR.

  
ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP\* jbr



# I N D I C E

## CAPITULO I

Antecedentes .....	1
1.1 Justificación de la obra .....	2
<b>PLANO No. 1</b>	
1.2 Localización de la obra .....	3
Croquis de localización	

## CAPITULO II

Descripción del proyecto .....	4
2.1 Figuras del dren longitudinal y lloraderos .....	6
2.2 Armado de la sección tipo del canal .....	7
2.3 Detalle de la cimentación del puente .....	8
2.4 Detalle del cabezal y traves .....	9
2.5 Planta, elevación presfuerzo, elevación refuerzo y sección tipo trabe 228-120 .....	10
2.6 Planta general del puente .....	11

## CAPITULO III

Programación de la obra .....	12
3.1 Programa de barras .....	14
3.2 Programa de ruta crítica .....	15
3.2.1 Nomenclatura para el programa de ruta crítica .....	16
3.2.2 Ruta crítica 1a. etapa .....	17
3.2.3 Ruta crítica 2a. etapa .....	18
3.2.4 Ruta crítica 3a. etapa .....	19
3.2.5 Ruta crítica 4a. etapa .....	20
3.2.6 Ruta crítica 5a. etapa .....	21
3.2.7 Ruta crítica 6a. etapa .....	22
3.2.8 Ruta crítica 7a. etapa .....	23
3.2.9 Ruta crítica 8a. etapa .....	24
3.2.10 Ruta crítica 9a. etapa .....	25
3.2.11 Ruta crítica 10a. etapa .....	26
3.2.12 Ruta crítica 11a. etapa .....	27
3.2.13 Ruta crítica 12a. etapa .....	28
3.2.14 Ruta crítica 13a. etapa .....	29
3.2.15 Ruta crítica general de la canalización .....	30
3.2.16 Programa de avance financiero .....	32

## CAPITULO IV

<b>Procedimientos constructivos</b> .....	33
4.1 Cadenamiento 0 + 080 al 0 + 125 .....	33
4.2 Procedimiento de colado .....	36
4.3 Primer desvío .....	37
4.4 Cadenamiento 0 + 000 al 0 + 080 .....	39
4.5 Obra especial cadenamiento 0 + 000 .....	40
4.6 Segundo desvío .....	41
<b>PLANO No. 2</b>	

4.7 Cadenamiento 0 + 125 al 0 + 140 .....	42
<b>PLANO No. 3 PRIMERA CAIDA</b>	
4.8 Cadenamiento 0 + 140 al 0 + 161.20 .....	43
4.9 Cadenamiento 0 + 161.20 al 0 + 180 .....	45
4.10 Cadenamiento 0 + 245 al 0 + 293 .....	46
<b>PLANO No. 4 SEGUNDA CAIDA</b>	
4.11 Cadenamiento 0 + 220 al 0 + 245 .....	48
4.12 Tercer desvlo .....	50
4.13 Cadenamiento 0 + 180 al 0 + 220 .....	51
4.14 Cimentación del puente de cruce con el Boulevard Bellavista .....	52
4.15 Cadenamiento 0 + 333.50 al 0 + 345 .....	53
<b>PLANO 243/75.</b>	
4.16 Cadenamiento 0 + 345 al 0 + 370 .....	54
4.17 Cadenamiento 0 + 322 al 0 + 333.50 .....	55
4.18 Cadenamiento 0 + 293 al 0 + 322 primera mitad .....	55
4.19 Cadenamiento 0 + 293 al 0 + 322 segunda mitad .....	56
4.20 Principales volúmenes de obra ejecutados .....	58
4.21 Relación de maquinaria y equipo .....	59
4.22 Fotografías representativas de la obra .....	62

## **CAPITULO V**

<b>Conclusiones</b> .....	<b>76</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>78</b>

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES

El constante crecimiento en la población del Distrito Federal ha obligado a los habitantes a extenderse a las zonas aledañas a la capital, como es el caso del Estado de México, en el que en los últimos años se ha incrementado la construcción de casas habitación en diferentes municipios, siendo los principales, Naucalpan, Atizapán de Zaragoza y Tlalnepantla.

En estos tres municipios se han desarrollado diferentes fraccionamientos residenciales e industriales para satisfacer las necesidades de la población tanto del Estado de México como de la capital.

Hace aproximadamente 30 años se inició la construcción del fraccionamiento Lomas de Bellavista en el municipio de Atizapán de Zaragoza. Fraccionamiento de tipo residencial en el que se encuentran construidas a la fecha 1600 casas estilo provanzal francés, la urbanización es de primera ya que todas las calles están adoquinadas, excepto la avenida principal que es el Boulevard Bellavista que tiene pavimento de concreto, las redes de energía eléctrica y teléfono son subterráneas.

Habiendo aprovechado el 30 % del área del fraccionamiento para urbanización y construcción de casas, en el año de 1975 nos encontramos con que 630 metros del Río Tlalnepantla atraviesan una parte del fraccionamiento, ocupando 27,000 m<sup>2</sup>, es decir un 6 % del área total.

Se pensó que cambiando el curso del río, acortando su longitud y haciendo tramos más rectos se aprovecharía una superficie considerable de terreno (12,000 m<sup>2</sup>), consultar pla-

no de planta general.

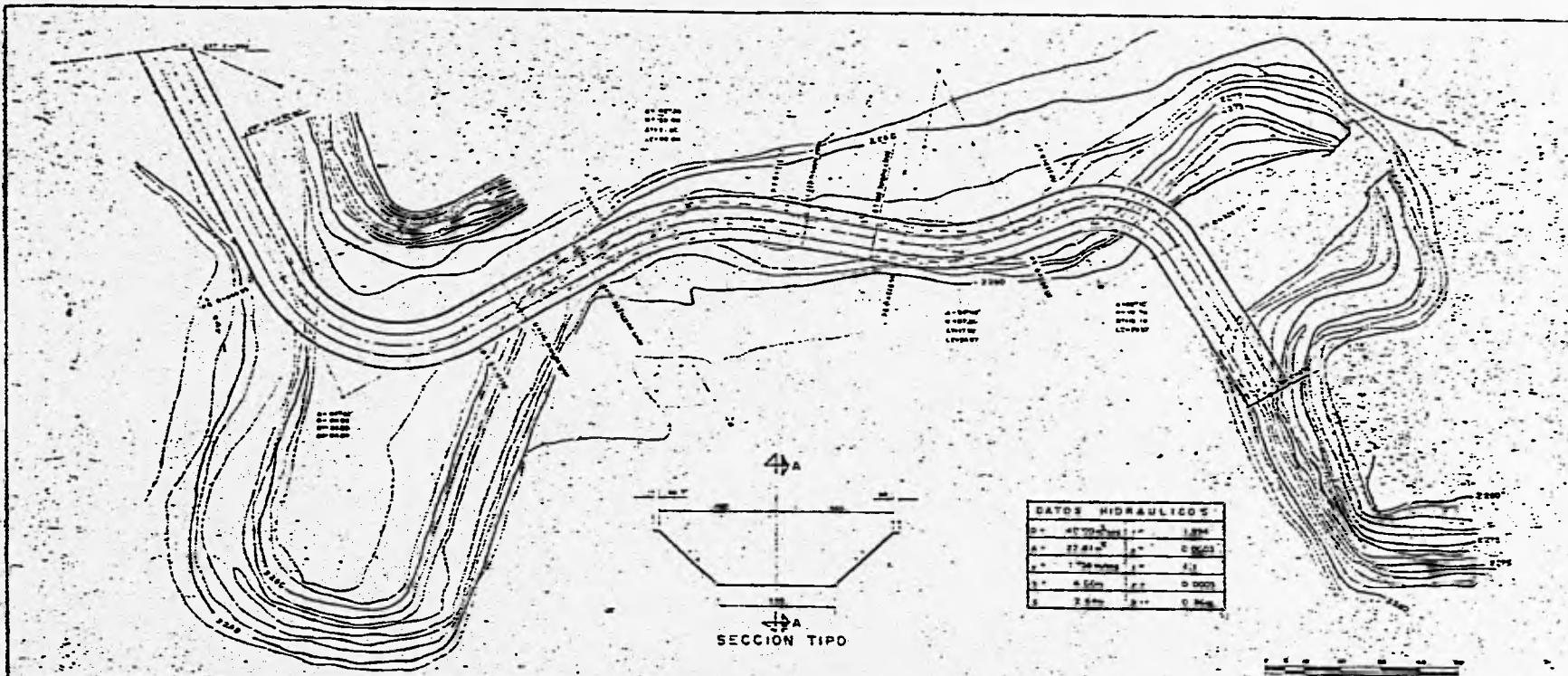
### JUSTIFICACION DE LA OBRA.

La decisión que originó la ejecución de la obra de modificación del cauce del río se vio determinada, entre otras cosas por las siguientes consideraciones:

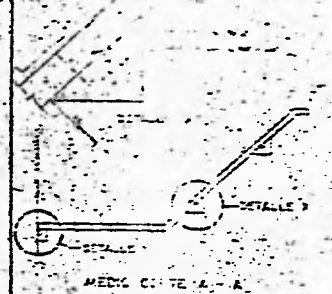
- a) Un aumento notable del área vendible del fraccionamiento.
- b) Una mejora importante en la urbanización de la zona.
- c) Existen dos descargas de aguas negras que corren a cielo abierto antes de hacer contacto con las aguas del río, dichas descargas son las del Fraccionamiento Lomas Verdes combinada en la misma tubería con la del Fraccionamiento Fuentes de Satélite y -- por otro lado la descarga del Fraccionamiento Lomas de Bellavista.

La solución que se planteó al respecto es la construcción de dos colectores independientes, uno para cada descarga, el primero con una tubería de 1.83 m. de diámetro -- para el caso Lomas Verdes - Fuentes de Satélite y el segundo con una tubería de 0.91 m. de diámetro para la descarga del Fraccionamiento Lomas de Bellavista. De esta manera quedan encauzadas las aguas negras directamente al canal.

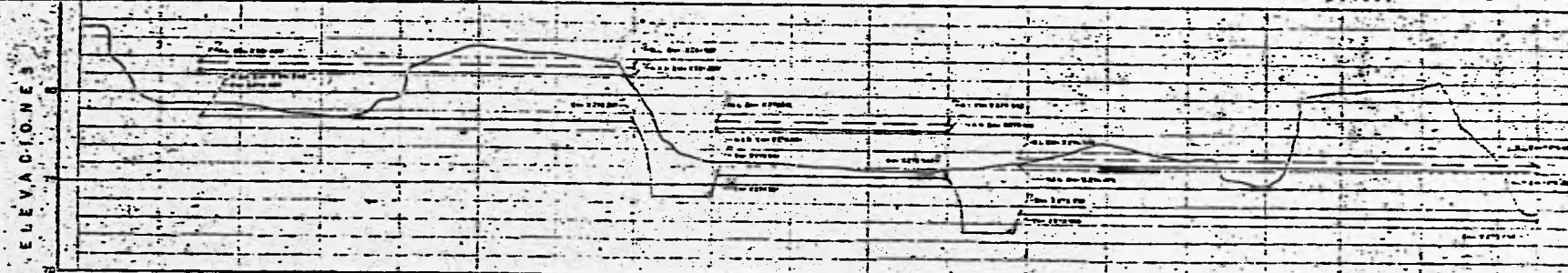
- d) Continuar con la construcción del carril izquierdo del Boulevard Bellavista, ya que éste termina 80 m. antes de llegar al río. Siendo la principal avenida de acceso que cruza -- todo el fraccionamiento es necesario tener la suficiente área vial para poder satisfacer las necesidades de los habitantes de la zona y hasta esta época solo se cuenta con el carril derecho de la avenida en la zona del río. (ver plano general).
- e) Se cuenta con un puente de cruce, únicamente para el carril derecho que da acceso a -- los vehículos al pueblo de Calacoaya. Proyectando construir el carril izquierdo, se puede diseñar un puente para ambos carriles y así proporcionar un tránsito más cómodo y



DATOS HIDRAULICOS	
D = 4.00m	1.20m
W = 27.00m	0.000
S = 1.70m/m	4.0
V = 4.50m	0.000
Q = 2.50m	0.000



CANTIDAD	ESTIMACION
...	...
...	...
...	...
...	...



ESTACION	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA
0+00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
0+10	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
0+20	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
0+30	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
0+40	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
0+50	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
0+60	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
0+70	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
0+80	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
0+90	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
1+00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00

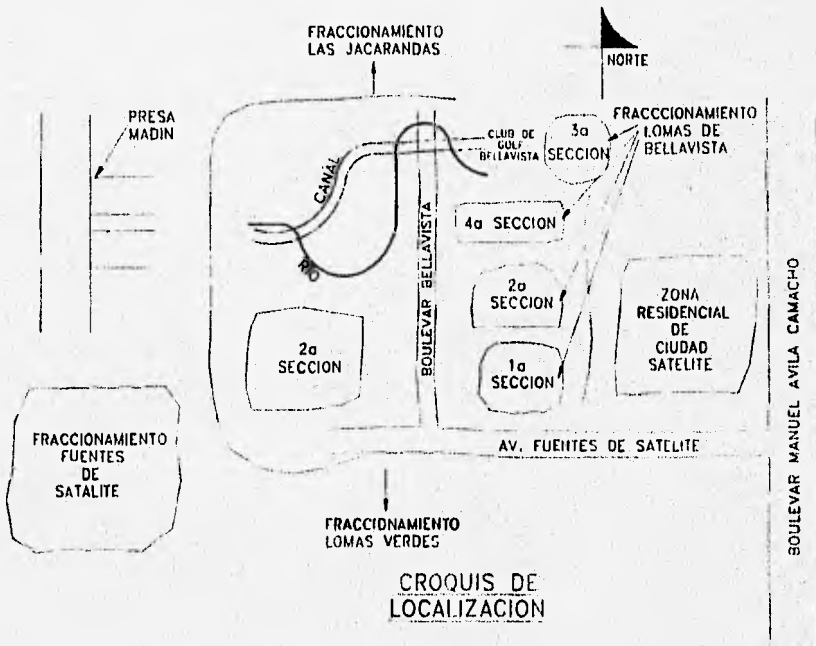
**FRACCIONAMIENTO "LOMAS DE BELLAVISTA"**  
**PROYECTO DE CANALIZACION DEL RIO TLALNEPANTLA**  
**PLANO DE PLANTA GENERAL Y PERFIL DEL RIO Y EL CANAL.**  
**PLANO No. "1"**

desahogado.

### LOCALIZACION DE LA OBRA.

Como ya se mencionó anteriormente, el Fraccionamiento Lomas de Bellavista se encuentra dentro del Municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México. Sus vías de acceso son el Boulevard Manuel Avila Camacho, La Avenida Fuentes de Satélite y el Boulevard Bellavista. Se encuentra en la zona poniente de Ciudad Satélite y limita al norte con el Fraccionamiento Jacarandas de Atizapán de Zaragoza, al sur con el Fraccionamiento Lomas Verdes de Naucalpan, al este con la zona residencial de Ciudad Satélite y al oeste con la Presa Medín y el Fraccionamiento Fuentes de Satélite.

La obra de la canalización del Río Tlalnepantla se encuentra aproximadamente en el kilómetro 2.8 del Boulevard Bellavista.



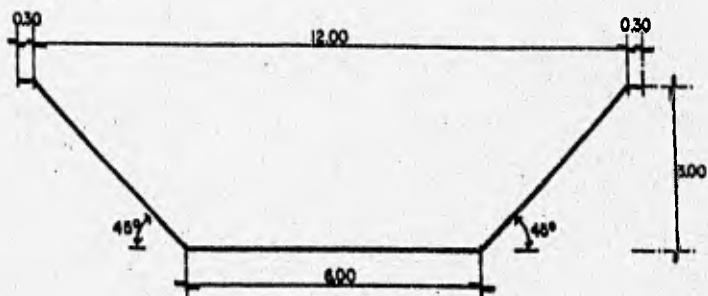
## CAPITULO II

### DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto de la canalización del Río Tlalnepantla fue íntegramente elaborado por la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Los datos de proyecto proporcionados por dicha Secretaría, en cuanto a sección, longitud y material de revestimiento para la construcción del canal fueron los siguientes:

La sección tipo fue diseñada en forma trapezoidal, con un ancho de plantilla de 6.00 m., los taludes con una pendiente de  $45^\circ$  rematados con una corona de 30 cms. y con un ancho real de canal en su parte superior de 12.00 m. para una altura de diseño de 3.00 m como se observa en la figura.



**SECCION TIPO**

Los datos de tipo hidráulico utilizados en el cálculo del canal se describen a continuación:

El área total de la sección es de 22.81 m<sup>2</sup> calculada para tener un gasto  $Q = 40\text{m}^3/\text{seg.}$  con una velocidad del agua  $V = 1.758\text{ m}/\text{seg.}$  y un tirante máximo de 2.64m.

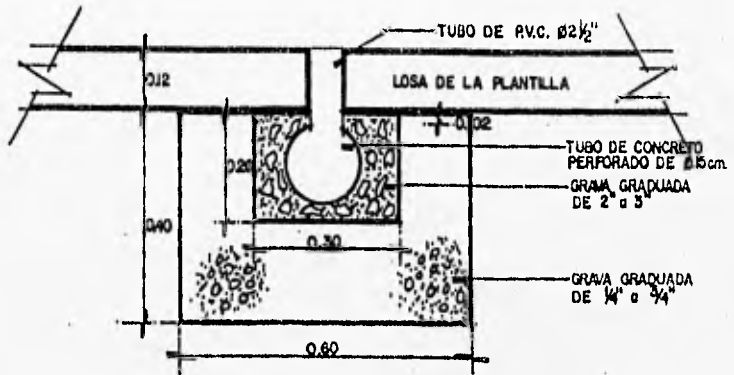
La longitud total del canal de acuerdo al trazo requerido es de 370.00 m, se tomó como inicio el cadenamamiento 0 + 000 en el límite del Fraccionamiento Lomas de Bellavista con el Fraccionamiento Fuentes de Satélite y como punto final el cadenamamiento 0 + 370 en el límite del Fraccionamiento con el Club de Golf Bellavista.

La pendiente que determinó la Secretaría de Recursos Hidráulicos para la plantilla del canal fue de 0.003.

Para evitar que el agua tomara en determinado momento una gran velocidad, La Secretaría de Recursos Hidráulicos incluyó en el proyecto la construcción de dos caídas (cajas), que funcionarían además como areneros. Esta solución reduce la energía que pudiera adquirir el agua del canal, la primera esta ubicada del cadenamamiento 0 + 140 al 0 + 161.2 y la segunda del cadenamamiento 0 + 220 al 0 + 238.

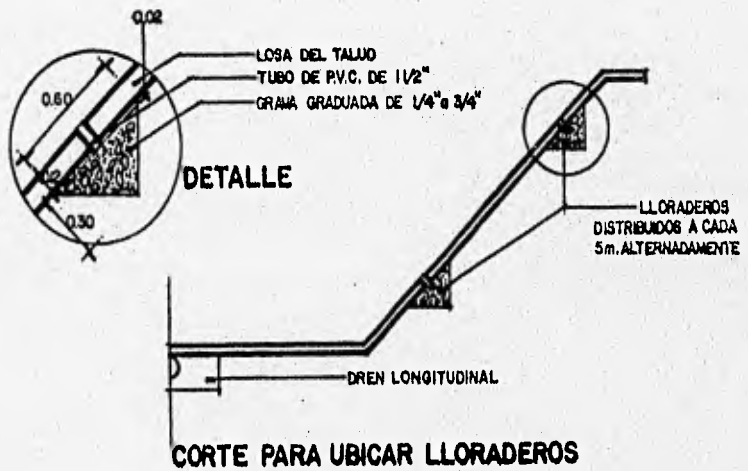
Previendo al problema que se presentaría en la ejecución de la obra motivado por el nivel freático, se proyectó la construcción de un dren longitudinal al centro de la plantilla del canal, dicho dren tiene una sección de 40 X 60 cms. con un tubo de concreto perforado de 15 cms.  $\varnothing$ , separado 2 cms. del lecho inferior de la losa de la plantilla y rodeado de grava graduada de 2" a 3" separada ésta del resto del relleno que es con grava graduada de 1/4" a 3/4". Conectado al tubo de concreto va un tubo de P.V.C. de 2 1/2"  $\varnothing$  a cada 5.00 m. en toda la longitud del canal que sale al ras del lecho superior de la losa de la - -  
plantilla.





**DETALLE DEL DREN LONGITUDINAL**

Previendo el empuje que pudiera ocasionar el terreno sobre los taludes se proyectaron unos lloraderos a cada 5.00 m. distribuidos alternadamente.

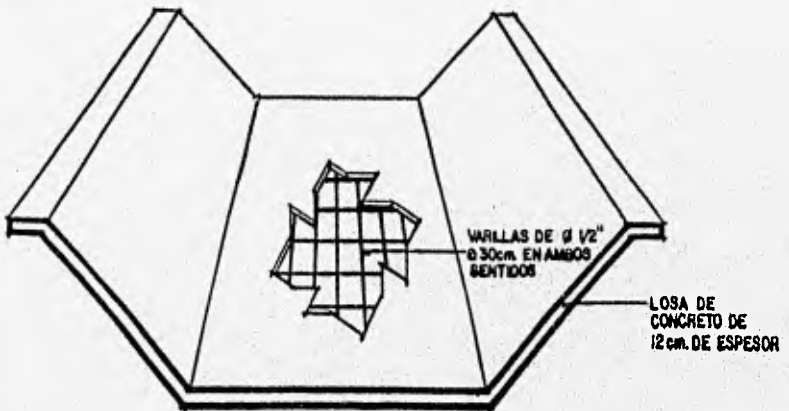


El material de revestimiento para la construcción del canal es de concreto reforzado con

una resistencia de  $F'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ . El espesor de las losas en la sección tipo canal es de 12 cms, tanto en las losas de talud como la de la plantilla, para las losas y taludes de las caídas se especificó un espesor de 30 cms.

En cuanto al acero de refuerzo se especificó redondo, corrugado y de grado estructural -  $F_s = 1400 \text{ Kg/cm}^2$  de  $1/2'' \text{ } \emptyset$ .

El armado para la sección tipo del canal consiste en una parrilla con separación de 30 cms. en ambas direcciones tanto en plantilla como en taludes y con traslapes de 30 diámetros situados alternadamente. Para el armado de las caídas se especificó doble parrilla con una separación de 30 cms. en ambas direcciones en plantilla y taludes y con 8 cms. de separación entre parrillas.

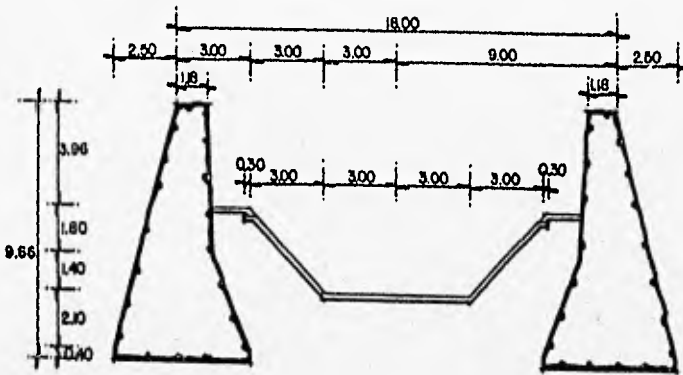


### ARMADO DE LA SECCION TIPO DEL CANAL.

Se habló en el capítulo I de la necesidad de proyectar un puente en el cruce de la canalización del río y el Boulevard Bellavista, dicho puente se proyectó para los dos carriles de

la avenida con un ancho de 23.00 m. y librando un claro de 18.00 m. de longitud.

La cimentación se proyectó con dos estribos de mampostería los cuales se detallan en la siguiente figura.

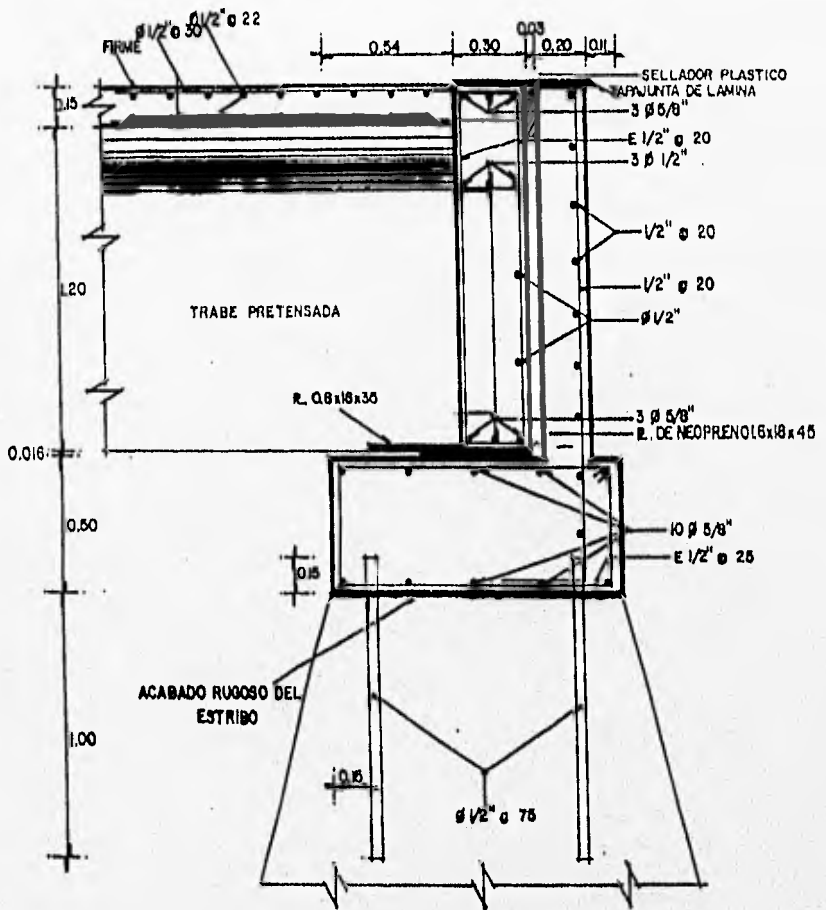


### DETALLE DE LA CIMENTACION DEL PUENTE

Los cuerpos de los estribos son de mampostería como ya se mencionó y junteados con mortero cemento - arena proporción 1:5 conforme a lo indicado en el capítulo XX de las especificaciones de la Secretaría de Obras Públicas.

Sobre la corona del estribo va colocado un cabezal de concreto armado, el cuál funciona de apoyo a las traves pretensadas que cubren un claro de 18.00 m.

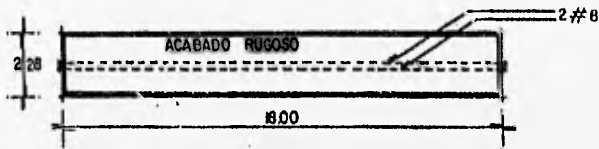
En la siguiente figura se muestran los detalles del cabezal y las traves.



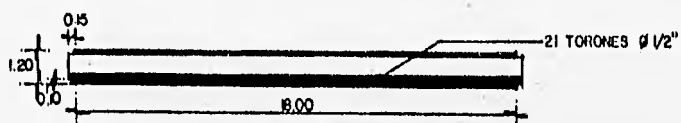
## DETALLE DEL CABEZAL Y TRABES

El largo total de las trabes como ya se mencionó anteriormente es de 18.00 m, la sección propuesta tipo " T " y con un peralte de 1.20 m.

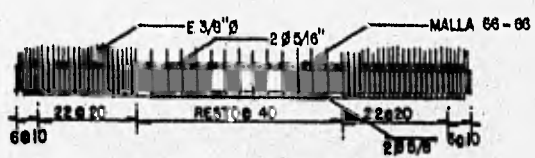
El armado de las trabes se muestra a continuación:



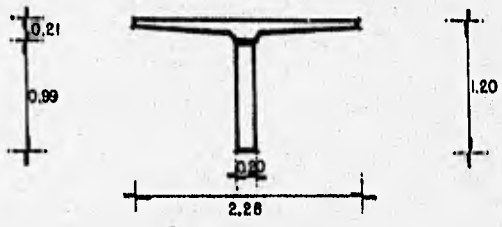
PLANTA



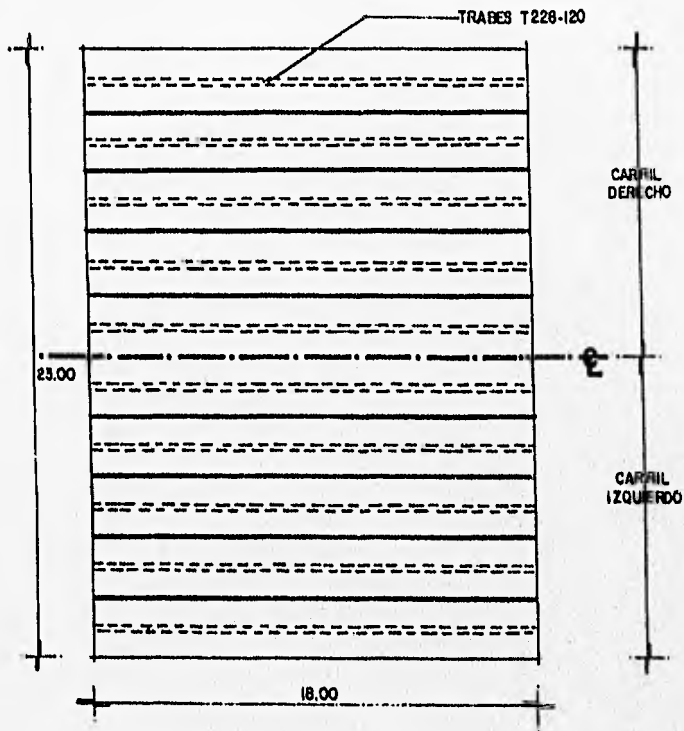
ELEVACION DEL PRESFUERZO



ELEVACION DEL REFUERZO



SECCION TIPO TRABE 228-120



### PLANTA GENERAL DEL PUENTE

Una vez colocadas las traves son coladas las losas de 15 cms. de espesor del Boulevard Bellavista tanto en el carril derecho como en el izquierdo.

## CAPITULO III

### PROGRAMACION DE LA OBRA

Existen dos factores importantes que se deben de cuidar en cualquier obra dentro del campo de la ingeniería, ellos son el económico y el tiempo de ejecución, de la manera como se manejen y de la optimización de estos depende el éxito que se pueda alcanzar.

El objetivo fundamental esta en realizar la obra en el menor tiempo posible y con el menor costo, dependiendo del volumen de obra que se va a ejecutar y de los recursos técnicos y económicos que se tengan.

En el caso específico de esta obra interviene otro factor que es determinante, "el clima", ya que estamos hablando de la programación de una obra para canalizar un río es obvio que en tiempo de lluvias no se puede trabajar con la eficiencia debida y es mas, el hecho de trabajar bajo estas condiciones nos impone riesgos que nos pueden afectar seriamente en la ejecución.

Al plantearnos el problema de hacer el programa de obra para la canalización del Río Tlalnapantla analizamos detenidamente todos estos aspectos.

### PROGRAMA DE BARRAS

Tomando en cuenta los factores mencionados y conociendo los recursos de que dispone-

mos hemos dividido el programa de obras en trece etapas, asignándole a cada una un - - tiempo determinado de ejecución de acuerdo al volumen de obra. La valuación del tiempo de cada etapa la hemos fijado en base a los conceptos que intervienen en la misma y obteniendo los rendimientos de cada partida.

Aunque la mayoría de los conceptos son repetitivos en cada etapa, cada uno nos presenta problemas diferentes que resolver, las barras continuas indican el tiempo de duración de cada concepto y las punteadas indican la holgura.

A continuación presentamos el programa de barras de las trece etapas de la canalización del Río Tlalnepantla.





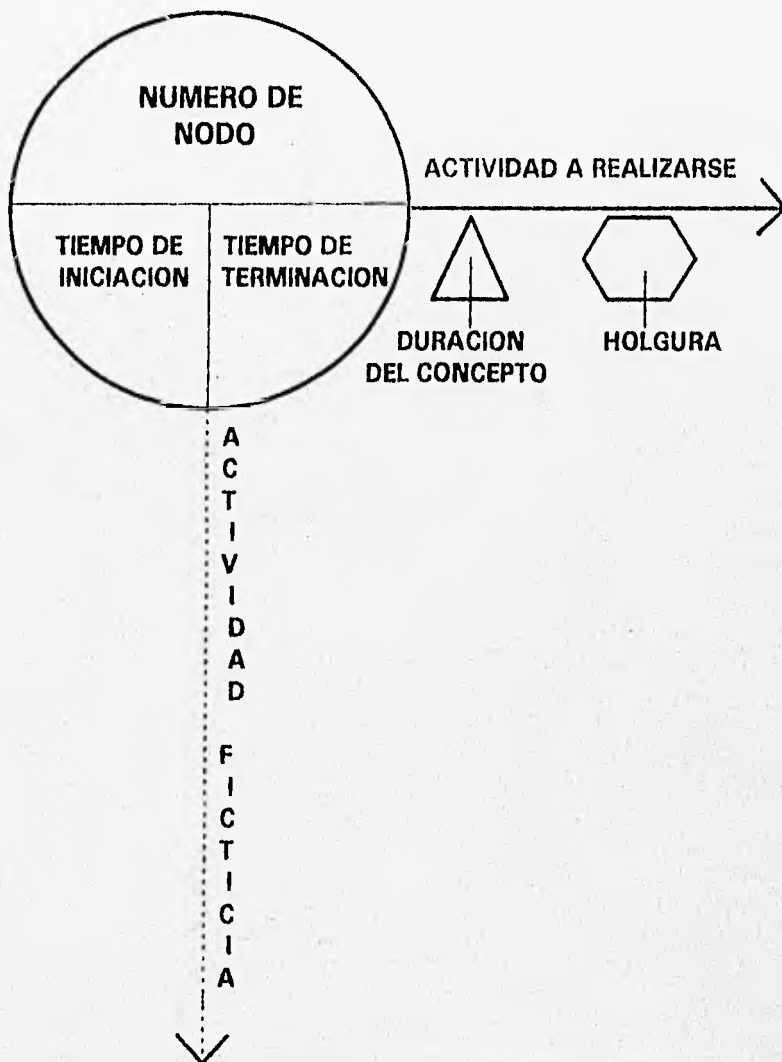
## PROGRAMA DE RUTA CRITICA

El método de ruta crítica es básicamente una técnica para la dirección y ejecución de proyectos encaminada hacia la realización de las actividades que la componen. Un beneficio primordial que nos brinda el método de la ruta crítica es que resume en un solo documento la imagen general de todo el proyecto, además permite la planeación y programación efectivas de los recursos disponibles, así como la simulación de caminos alternativos de acción.

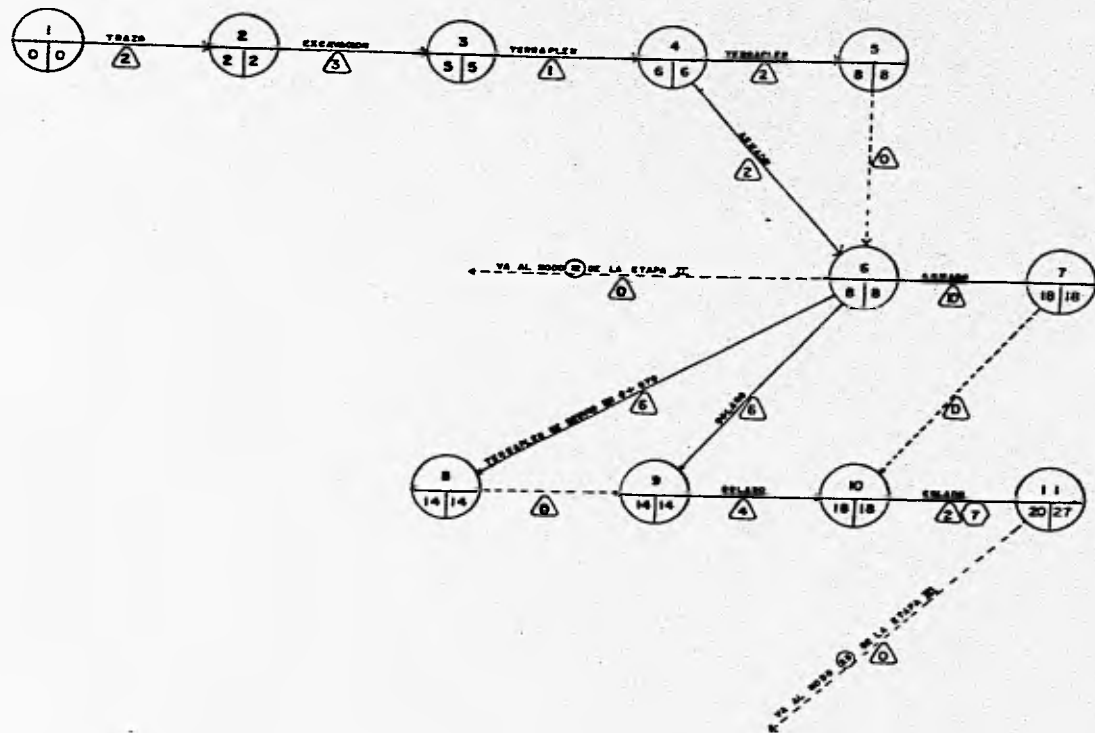
Para la elaboración del programa de ruta crítica hemos trabajado también por etapas, haciendo un programa para cada etapa y uniendo cada uno en un programa general que se presenta al final del capítulo.

Debido a la dependencia que existe entre los conceptos de cada etapa, todas nos resultan críticas pero en el programa general hemos incluido las holguras del programa de barras dando como resultado la ruta crítica.

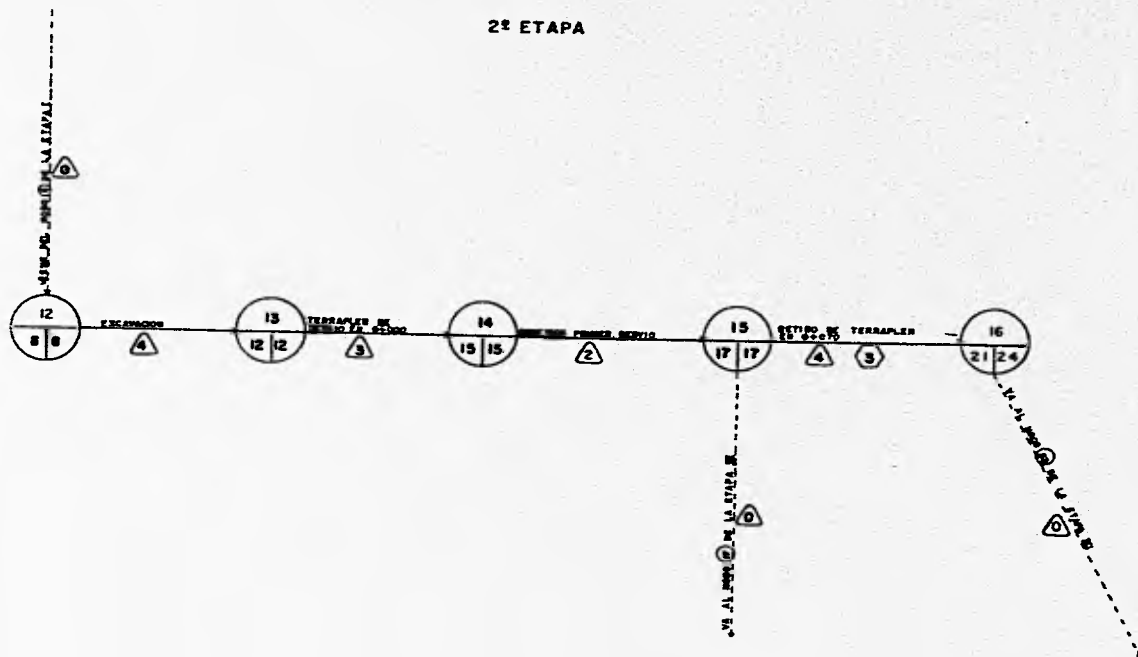
NOMENCLATURA PARA EL PROGRAMA DE RUTA CRITICA



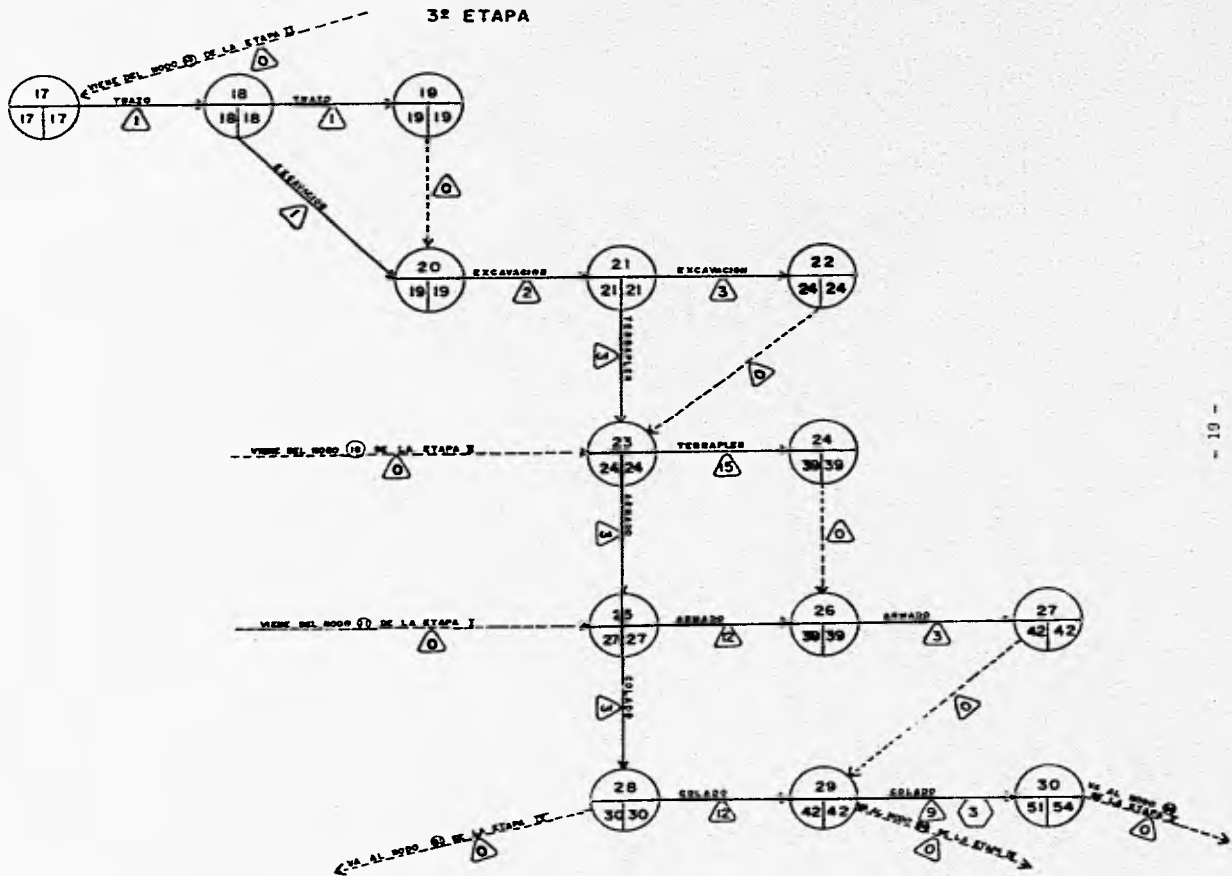
1ª ETAPA



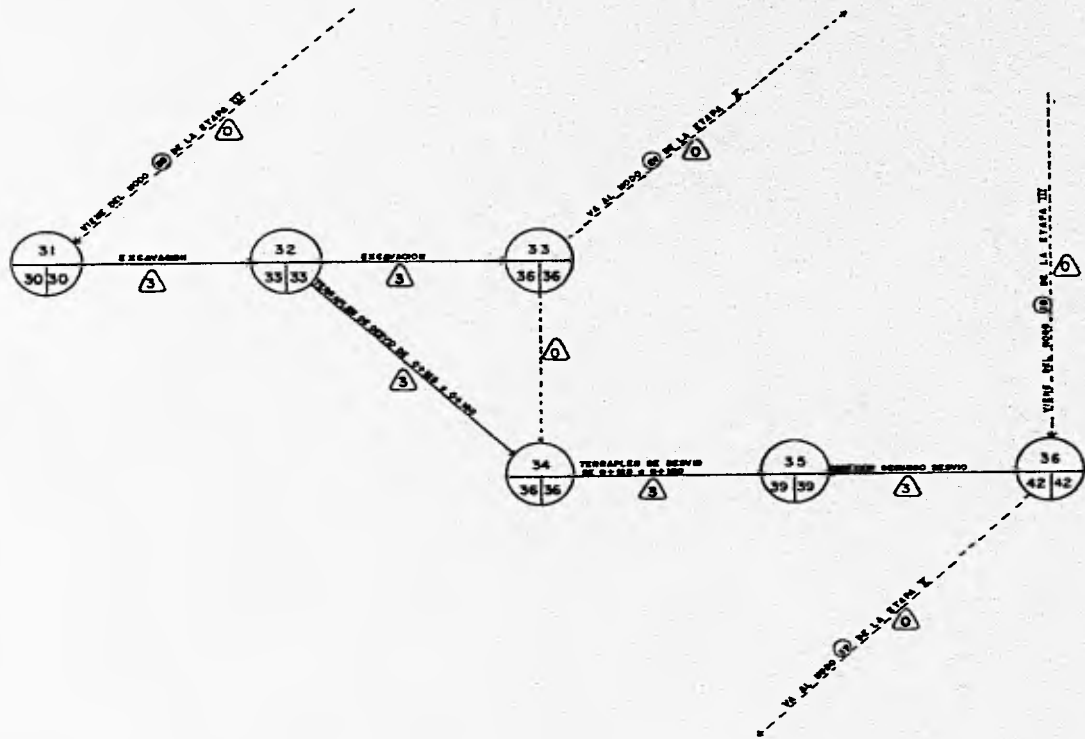
2<sup>a</sup> ETAPA



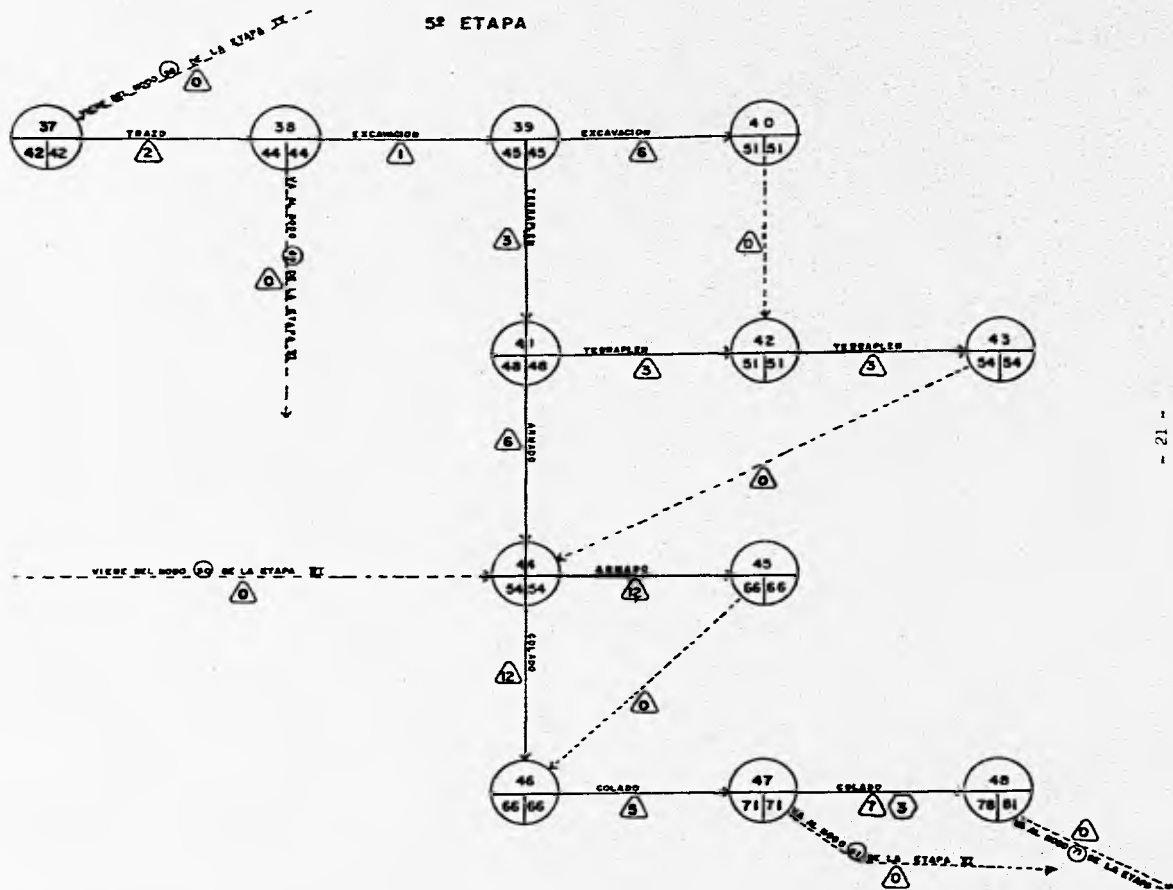
3ª ETAPA



42 ETAPA

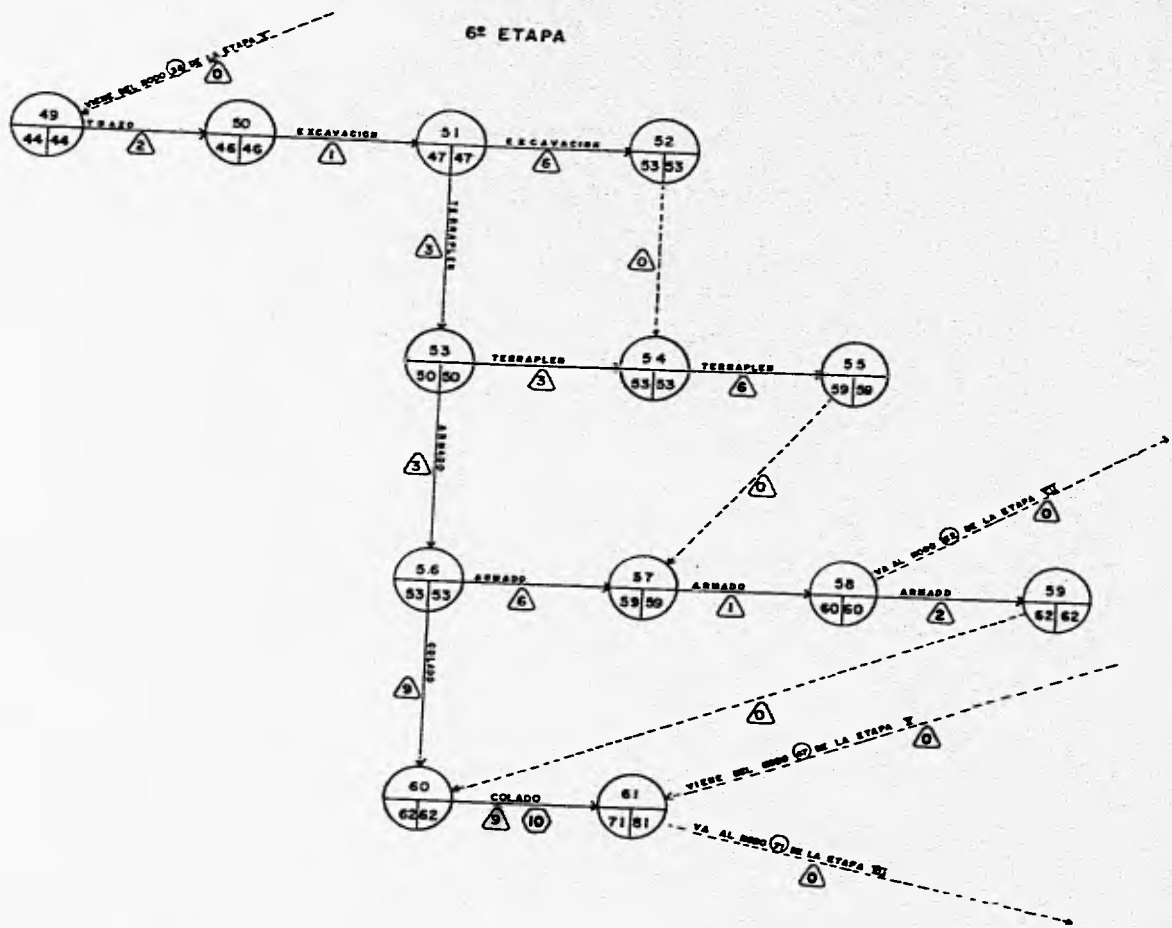


5ª ETAPA

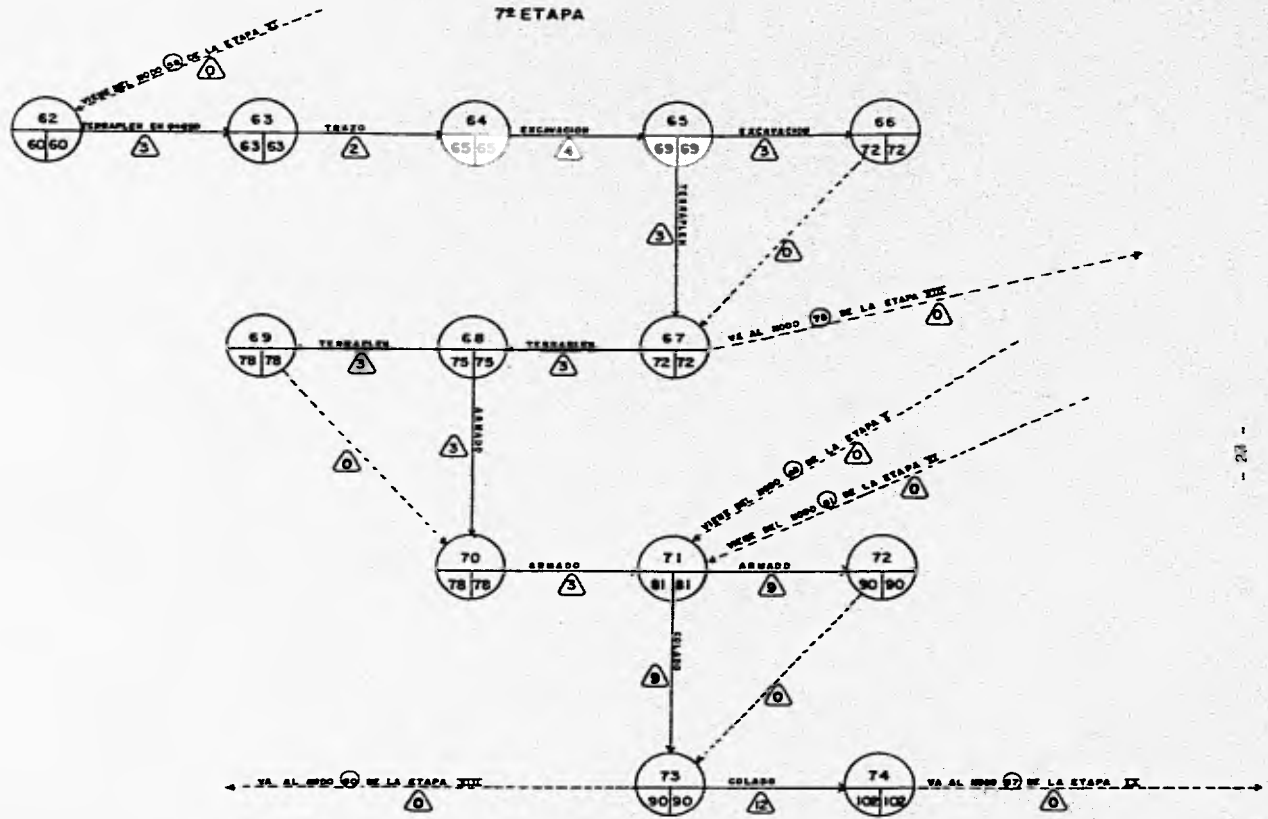




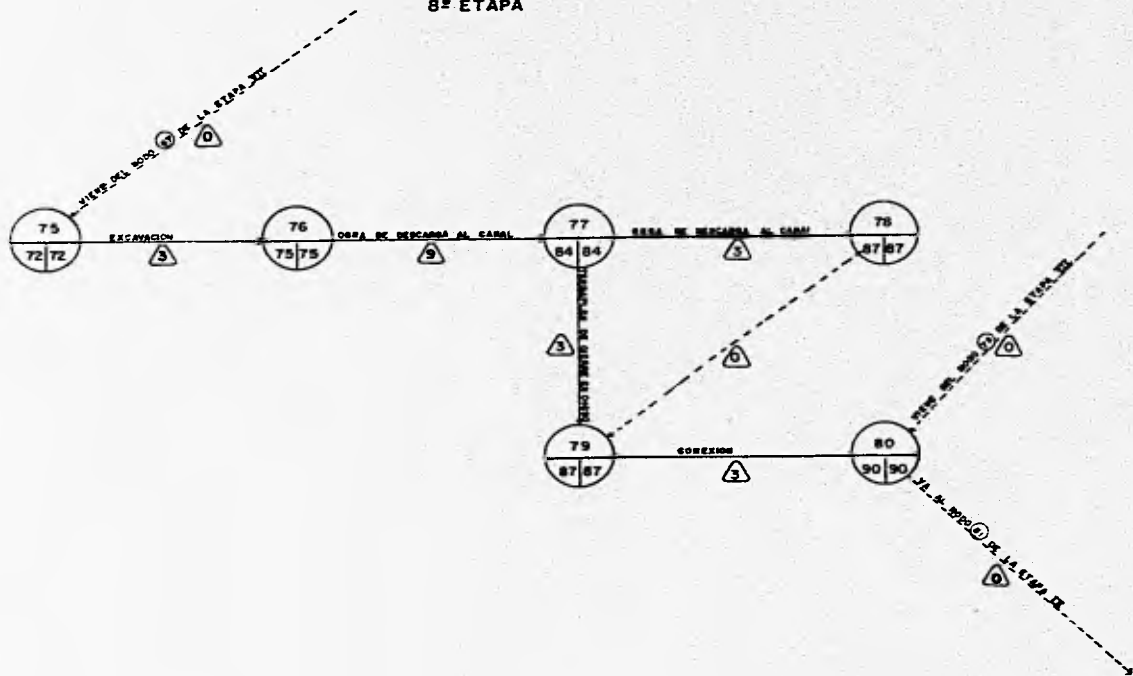
6ª ETAPA



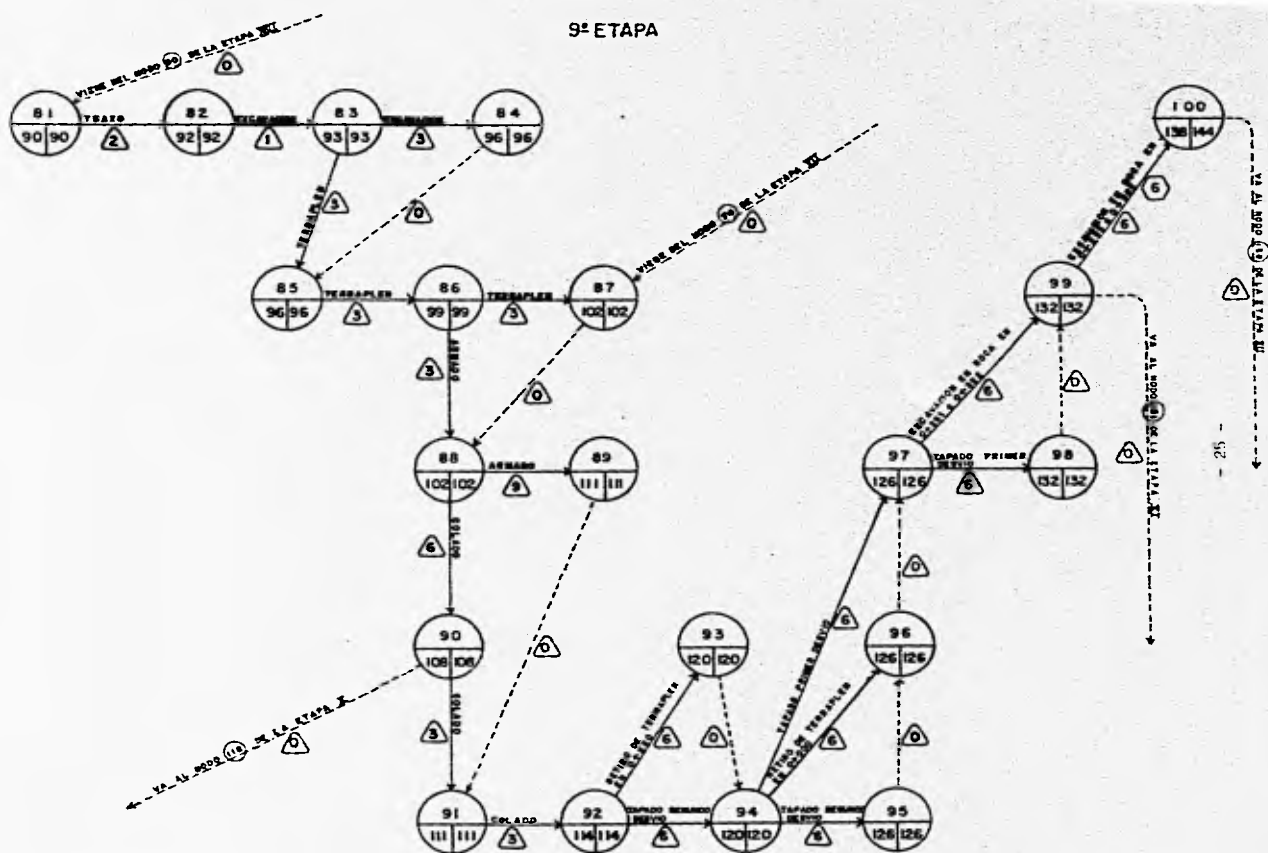
7ª ETAPA



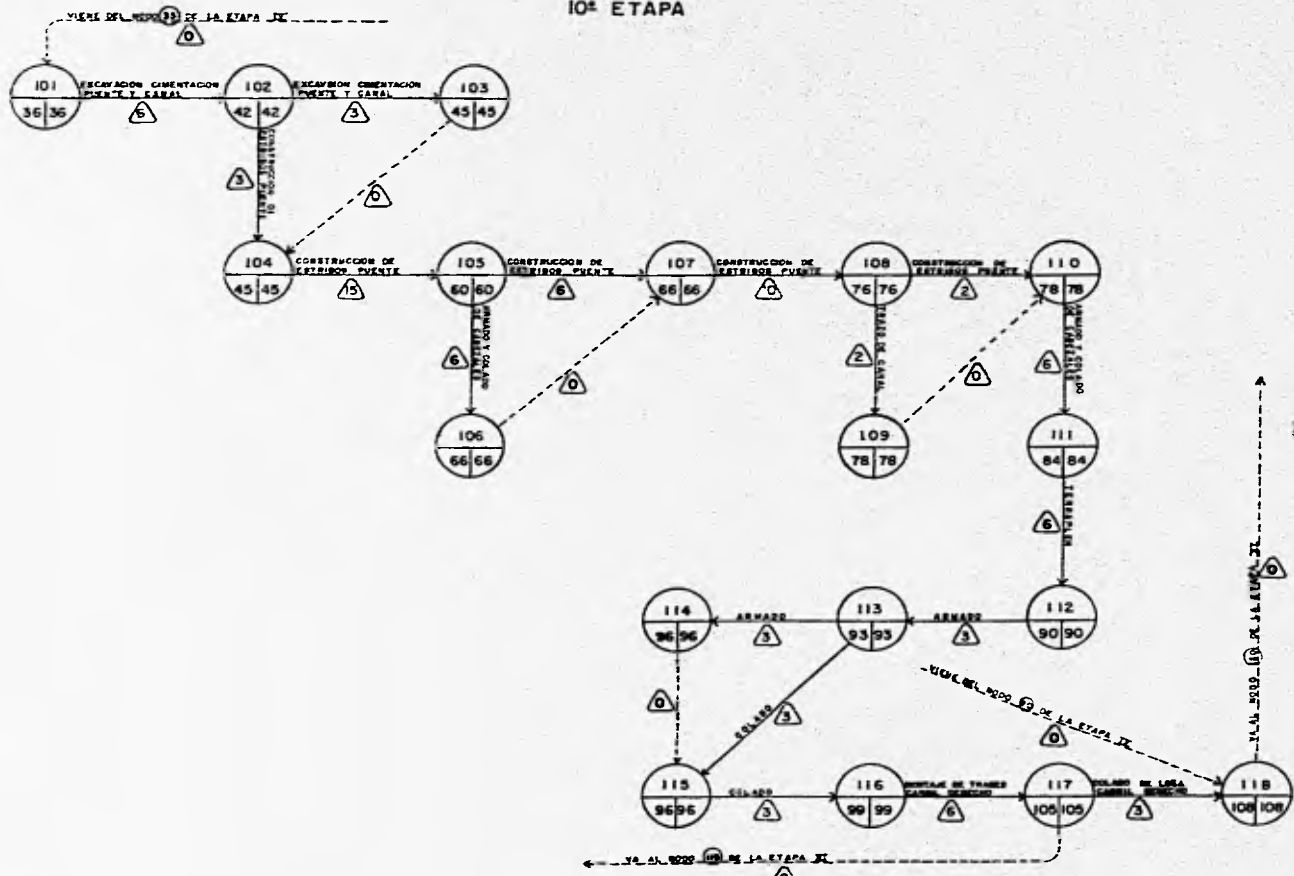
8ª ETAPA



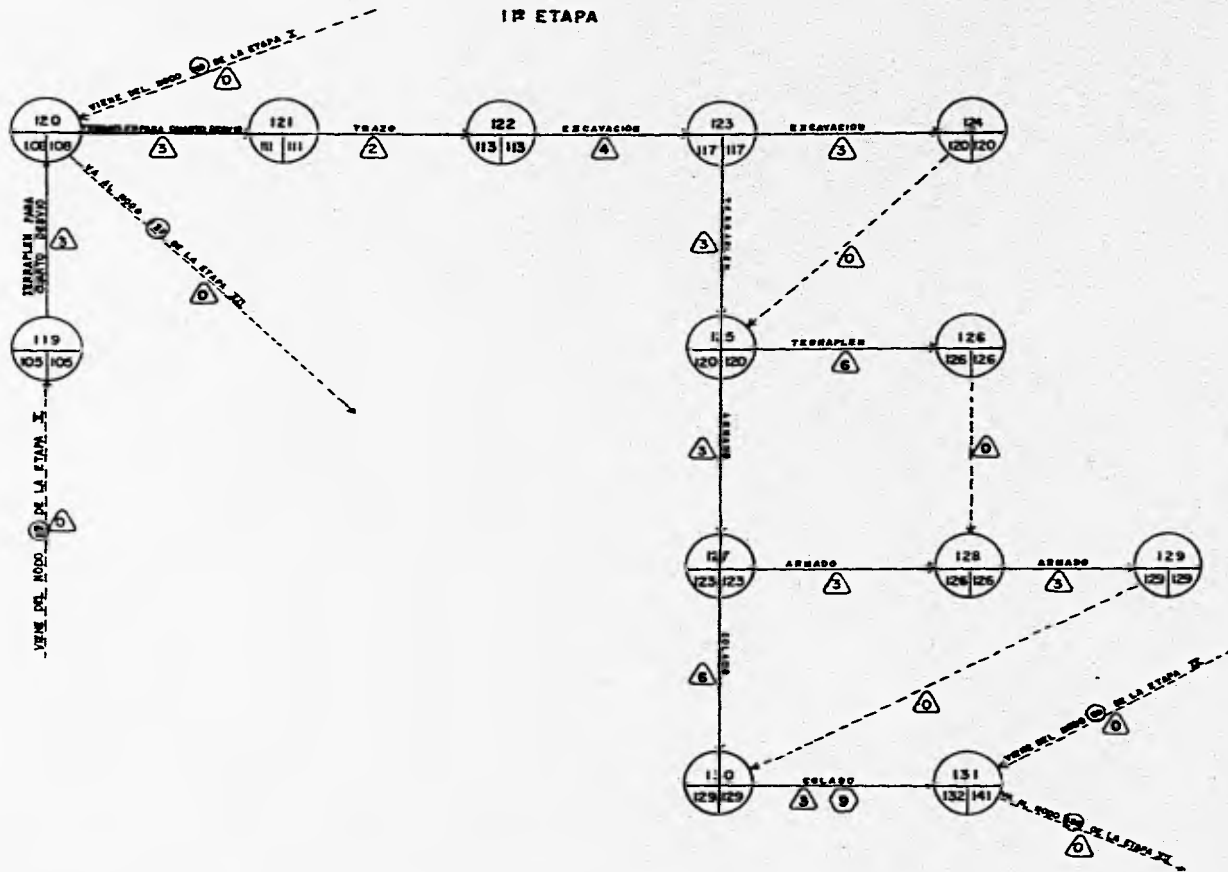
9ª ETAPA



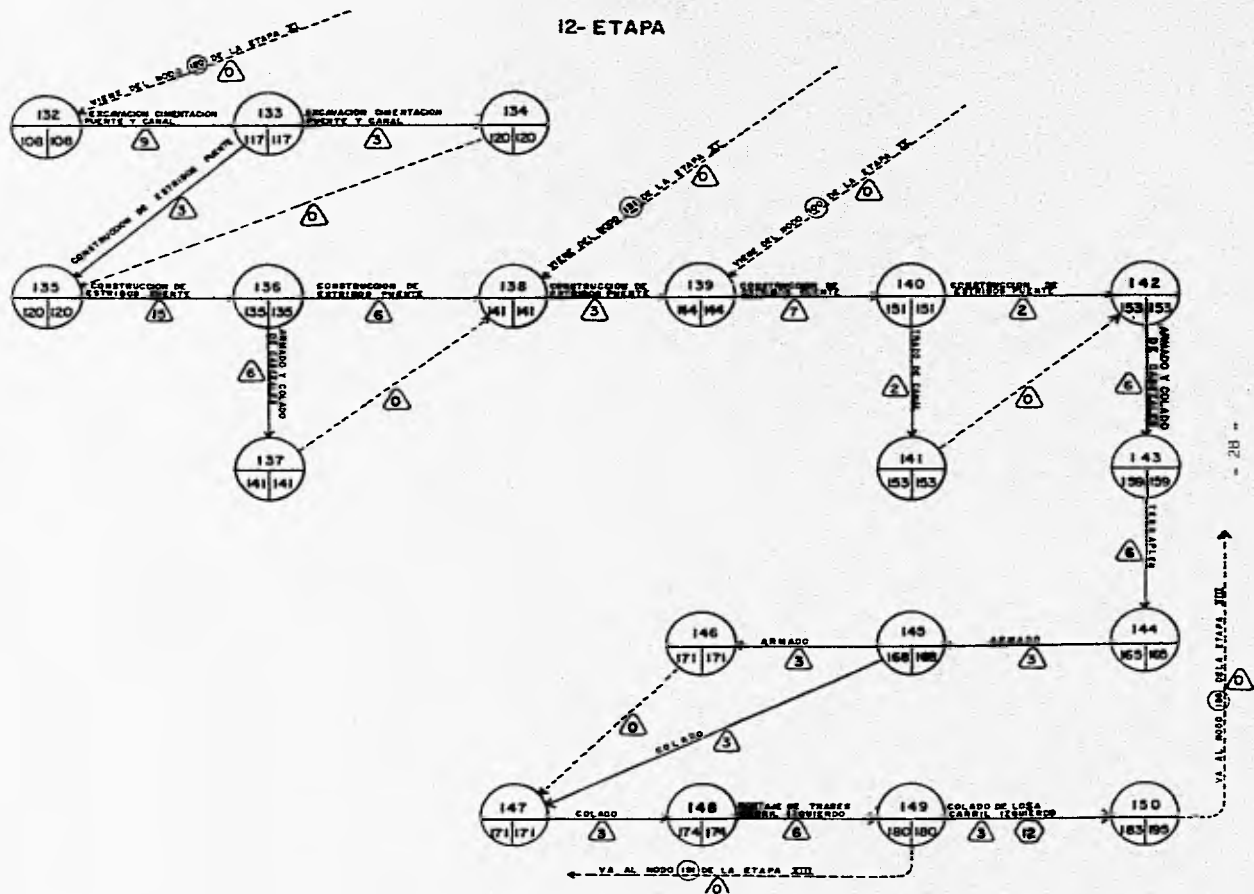
10ª ETAPA



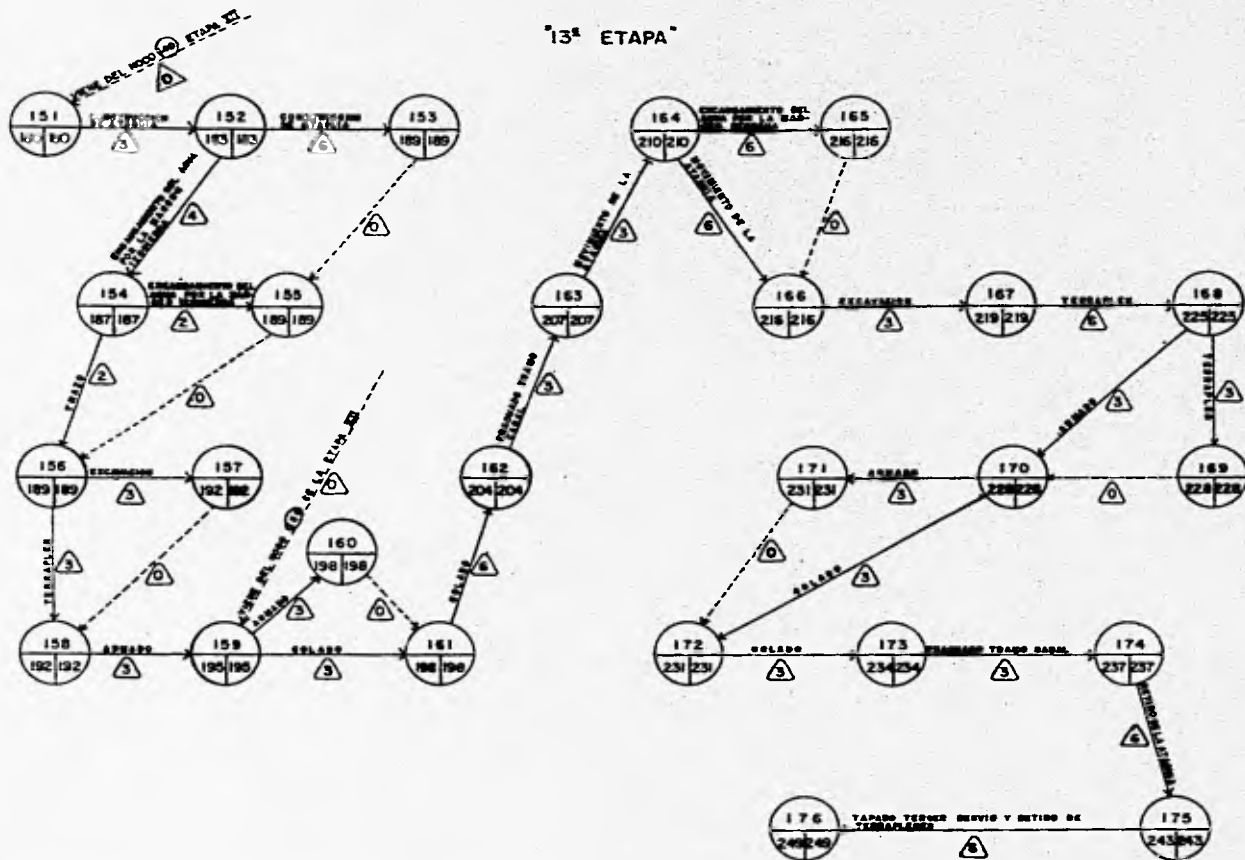
1ª ETAPA



## 12- ETAPA

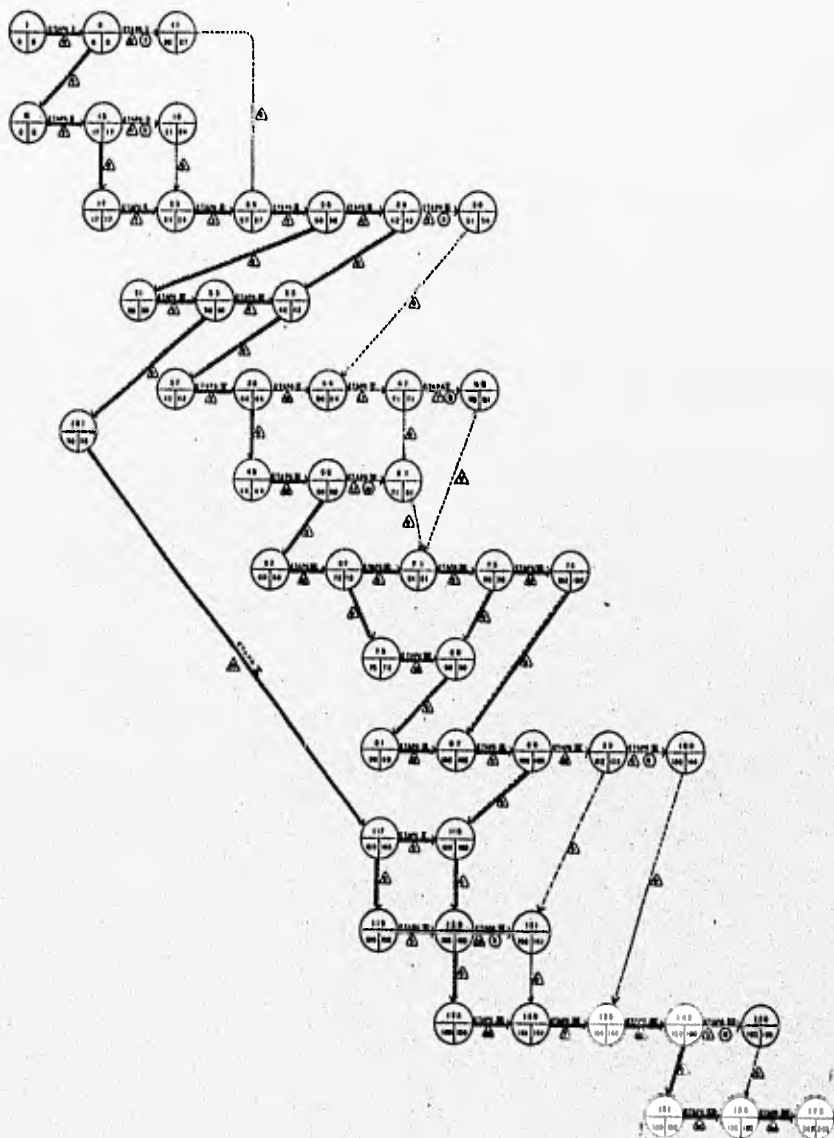


13ª ETAPA





RUTA CRITICA DE LA CANALIZACION DEL RIO TLALNEPANTLA



## PROGRAMA DE AVANCE FINANCIERO

Por último, para terminar con este capítulo incluimos el programa de avance financiero - - que no es otra cosa que el control de estimaciones de obra que el constructor elabora para poder manejar óptimamente la economía de la misma.

Se pueden observar importes en las tres primeras etapas en el mes de inicio de la obra, - estos corresponden a anticipos otorgados por la Fraccionadora para empezar la canalización y que en subsecuentes estimaciones se amortizan parcialmente hasta cubrir el total de los mismos.

Se lleva un control tanto mensual como por etapa de los ingresos que percibirá el constructor logrando de esta forma programar con eficiencia la adquisición de materiales, la renta del equipo necesario en ese período y el pago oportuno de la mano de obra.

La obra esta programada para concluirse en el mes de diciembre por lo que en enero se lleva a cabo la liquidación de ésta.

A continuación el programa financiero de la canalización del Río Tlalnapantla.

## PROGRAMA DE AVANCE FINANCIERO.

ETAPA	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	TOTAL	ACUMUL.
I	233,700.=	233,700.=											467,400.=	467,400.=
II	25,000.=	25,000.=											50,000.=	517,400.=
III	37,800.=	165,600.=	142,200.=	14,400.=									360,000.=	877,400.=
IV		75,000.=	76,000.=										169,000.=	1'027,400.=
V		52,630.=	256,470.=	256,470.=	52,630.=								618,600.=	1'646,000.=
VI		37,830.=	252,200.=	214,370.=									504,400.=	2'140,400.=
VII			62,068.=	154,370.=	127,446.=	25,130.=							369,000.=	2'509,400.=
VIII				50,000.=	50,000.=								100,000.=	2'609,400.=
IX				27,300.=	132,300.=	182,700.=	77,700.=						430,000.=	3'029,400.=
X		48,569.=	142,850.=	188,562.=	142,860.=	48,569.=							571,350.=	3'600,750.=
XI					79,572.=	141,290.=	62,128.=						282,990.=	3'883,740.=
XII					45,712.=	137,136.=	182,848.=	148,864.=	57,146.=				571,606.=	4'455,346.=
XIII							29,416.=	89,960.=	121,100.=	83,040.=	22,480.=		443,996.=	4'899,342.=
TOTAL	296,500.=	638,229.=	820,775.=	906,472.=	629,989.=	534,735.=	322,676.=	177,974.=	147,180.=	121,100.=	83,940.=	22,480.=	4'968,500.=	
ACUMUL	296,500.=	934,729.=	1'855,504.=	2'761,976.=	3'391,965.=	3'926,700.=	4'249,376.=	4'427,350.=	4'574,530.=	4'695,630.=	4,779,570.=	4'863,550.=		

CANALIZACION DEL RIO TLALNEPANTLA.

## CAPITULO IV

### PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Como se puede observar en el programa de barras del capítulo anterior, el procedimiento a seguir para efectuar la canalización del Río Tlalnepantla será a base de desvíos, ya que si analizamos el plano de trazo podemos ver que la mayor parte de la longitud del canal está ubicado sobre el lecho del río, es decir **217 m. de los 370 m.**

Las etapas que se han programado son 13, y están sujetas a los factores mencionados en el capítulo anterior.

El primer tramo que se ejecutará será en zona seca, abarcando del cadenamamiento **0 + 080 al 0 + 125.**

La cuadrilla de topografía encomendada al trazo marca en el campo con estacas y cal las líneas que delimitan el canal en su parte superior en el ancho que marca el proyecto es decir **12.00 m.**

Una vez terminado el trazo se procede a efectuar la excavación con una retroexcavadora de la cual mencionaremos todas sus características mas adelante igual que todo el equipo empleado en la canalización.

La retroexcavadora ataca este tramo con la rigurosa supervisión de la cuadrilla de topografía que le indica el nivel de la plantilla al que se debe llegar así como la inclinación de **45°** que debe de formar para los taludes del canal.

La mayor parte del material producto de la excavación esta siendo depositado en el cadenamamiento **0 + 070** ya que se trata de formar un terraplén en ese punto y evitar las

posibles filtraciones del agua del río a la hora de estar armando y colando en el cadenamiento 0 + 080.

Una vez terminada la excavación participa la cuadrilla de peones en la excavación del dren longitudinal de la plantilla así como los floraderos de los taludes.

A continuación sigue el tendido de la tubería de concreto de 15 cms Ø perforada, que es juntaada con mortero cemento - arena y la colocación de la grava siguiendo las normas de proyecto, se coloca también el tubo de P.V.C. en el dren y los floraderos dejando todo el tramo listo para dar paso al turno de los fierros.

Para efectuar el armado se especifica lo siguiente en cuanto a las varillas que van perpendiculares al aje del canal:

El desarrollo de la sección del canal mide 15.08 m, las varillas tienen una longitud máxima de 12.00 m, por lo que los traslapes solo son permitidos en el desarrollo del talud y alternadamente, por ningún motivo se permite traslape en la plantilla y mucho menos en la unión de plantilla y talud. La longitud de traslape ya mencionada en el capítulo I I es de 30 diámetros, es decir 38 cms.

Se verifica la separación del armado y todos los amerres para luego colocar las calzas (piedras del tamaño requerido) que marcan el recubrimiento del concreto que debe ser 7.5 cms. al lecho superior de la losa.

Los taludes son tratados con una mezcla de cal y agua proporción 1:5 para evitar desmoronamientos de material y poco antes de llegar la olla de concreto, es rociado con agua todo el tramo que se va a colar.

Para llevar a cabo el colado se construyó una canaleta de madera por la cual circula el concreto hasta llegar a la plantilla en donde es extendido con palas y luego se le pasa la regleta para formar la losa de 12 cms. de espesor verificando éste con escantillones.

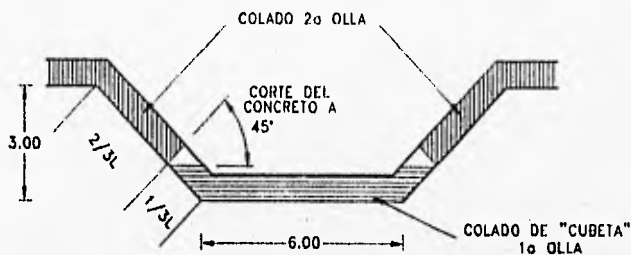
Es de suma importancia colar lo denominado en obra como "cubeta" que no es otra cosa que colar la plantilla en todo su ancho y por lo menos la tercera parte del ancho de los taludes con el producto de la olla que suministre en ese momento, ya que de esta manera se evitan fisuras que se pudieran provocar en la unión de la losa de plantilla y taludes.

Para la siguiente olla el concreto es vaciado en una "artesa" previamente fabricada y transportado con palas y carretillas para de ésta manera colar las 2/3 partes restantes del talud.

El procedimiento que hemos seguido en la obra es colar entre 5 y 10 m. de "cubeta" en un día, y el siguiente cuando ya endureció el concreto, se cuele la parte restante de los taludes colocando andamios sobre el colado, esto con el propósito de facilitar el trabajo de colar las partes altas de los taludes.

Otra recomendación importante es dejar preparado un corte en el concreto a 45° con respecto al pleno del terreno donde se esta colando, ya sea en plantilla o en taludes para recibir la siguiente olla de concreto y de esta manera lograr mayor adherencia en el mismo, evitando por otra parte posibles grietas que se pudieran presentar.

La figura que se presente en la siguiente página ilustra el procedimiento a seguir para llevar a cabo los colados.



## PROCEDIMIENTO DE COLADO

Las ollas que nos surten el concreto traen 5.00 m<sup>3</sup>, considerando un rendimiento del 100 % calculemos los metros de canal que podemos colar con una olla.

$$\frac{\text{Volumen por olla}}{\text{Espesor de la losa}} = \frac{5.00}{0.12} = 41.66 \text{ m}^2$$

$$\frac{\text{Rendimiento en m}^2}{\text{Desarrollo de la sección}} = \frac{41.66}{15.08} = 2.76 \text{ m.}$$

Es difícil conservar un rendimiento del 100 % en una obra de este tipo, ya que muchas veces hay desperdicio debido al transporte en carretilla y al traspaleo. En esta obra se lleva un estricto control del rendimiento del concreto en los colados y la realidad es que andamos en un promedio de 2.50 m. de canal colados por olla, es decir un rendimiento del 91 %.

Como ya se mencionó en el capítulo II, la resistencia del concreto es  $F'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$  fraguado medio, con un revenimiento de 10 y un agregado de 1/2 " a 3/4 ".

El Volumen suministrado es verificado esporádicamente en las artesas y se cuenta con

los servicios de un laboratorio que prueba la resistencia y el revenimiento.

Poco antes de empezar la obra nos visitó el supervisor de la Secretaría de Recursos Hidráulicos para indicarnos que tendríamos que hacer unas juntas de dilatación de 2 cms. de espesor transversales, rellenas con asfalto en caliente a cada 20.00 m. en toda la longitud del canal a la hora de efectuar los colados, esta nota quedó asentada en la bitácora de la obra.

Estas juntas se hacen colocando una duela de 2 cms. de espesor a todo lo largo del desarrollo de la sección del canal mientras se efectúa el colado y una vez que el concreto ha endurecido se retiran para llevar a cabo el relleno con asfalto, aplicando éste con un inyector.

El terraplén proyectado en el cadenamamiento 0 + 070 se ha tenido que reforzar ya que las filtraciones del agua se están presentando en el colado del cadenamamiento 0 + 080, así que la retroexcavadora empieza a trabajar en el primer desvío, atacando éste en sentido contrario a la circulación que tendrá el agua ya que de ésta manera esta mas cerca el depósito del material producto de la excavación en el terraplén que se esta reforzando.

Al mismo tiempo que avanza la excavación del primer desvío, éste se va reforzando en sus vértices con un chapeo de piedra laja con el propósito de que a la hora que circule el agua, ésta no se vaya comiendo las paredes de la sección que tiene 1.50 m. de profundidad por 2.50 m. de ancho y una longitud de 70.00 m.

Esta sección se calculó en base el dato proporcionado en la Presa Madín en donde es regulado el gasto y así mismo se nos informó que mientras estuviera funcionando el

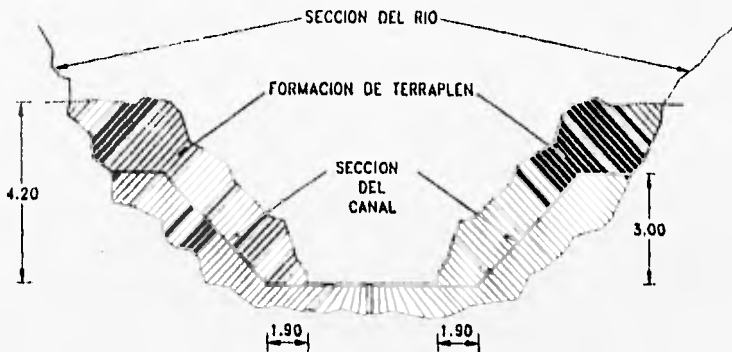


primer desvío, nos mandarían un gasto  $Q = 5.00 \text{ m}^3/\text{seg.}$  como máximo, por lo cual estamos cubiertos con la sección propuesta para el primer desvío, ya que podemos aceptar hasta  $6.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$

A medida que la maquina avanza hacia el cadenamamiento  $0 + 000$ , se aproxima el momento de poner a funcionar el primer desvío, es importante mencionar que el terraplén que se va a colocar en dicho cadenamamiento debe de ser un tapón totalmente impermeable, ya que va a estar en funcionamiento varios meses (4 1/2 según el programa de avance).

Se fabrica un enrocamiento para ir encauzando el agua poco a poco hacia el desvío y luego el material producto de la excavación de la última parte se va depositando sobre dicho enrocamiento hasta que se logra desviar totalmente el agua. Inmediatamente que se termina de trabajar en el tapón, la maquinaria retira el terraplén del cadenamamiento  $0 + 070$  además de que todo el material excavado en el primer desvío se aprovecha para formar el terraplén del tramo  $0 + 000$  a  $0 + 080$ , ya que éste, está dentro de la zona del río y aquí se requiere mas formación de terraplén que excavación. El traxcavo va extendiendo el material depositado por la retroexcavadora a lo largo de todo el tramo y éste va adquiriendo la compactación requerida (90 % P.P.S.) con la circulación de la maquinaria.

En la siguiente figura mostramos la manera como se estableció formar el terraplén del cadenamamiento  $0 + 000$  al  $0 + 080$  según las secciones que se tienen del río y del canal en ese tramo.



Una vez puesto en funcionamiento el primer desvío, se procede a atacar el tramo del cadonamiento 0 + 000 al 0 + 080 siguiendo la secuela del tramo ya terminado. Una novedad con la que nos encontramos en este tramo es la presencia de agua, ya que por aquí estaba corriendo la del río y además el nivel freático está casi al nivel de la plantilla del canal, por lo que hemos tenido la necesidad de hacer uso de 2 bombas para extraer el agua y mandarla al primer desvío.

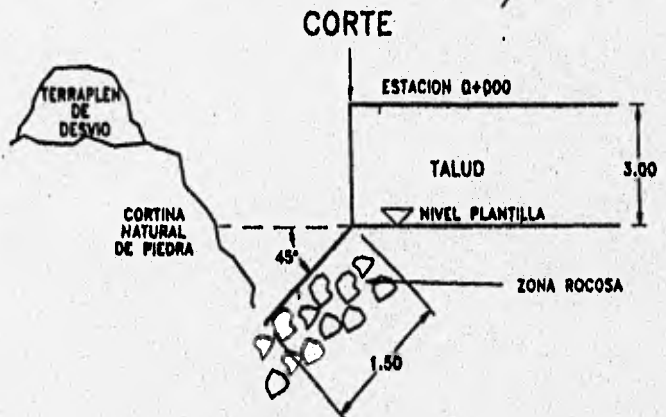
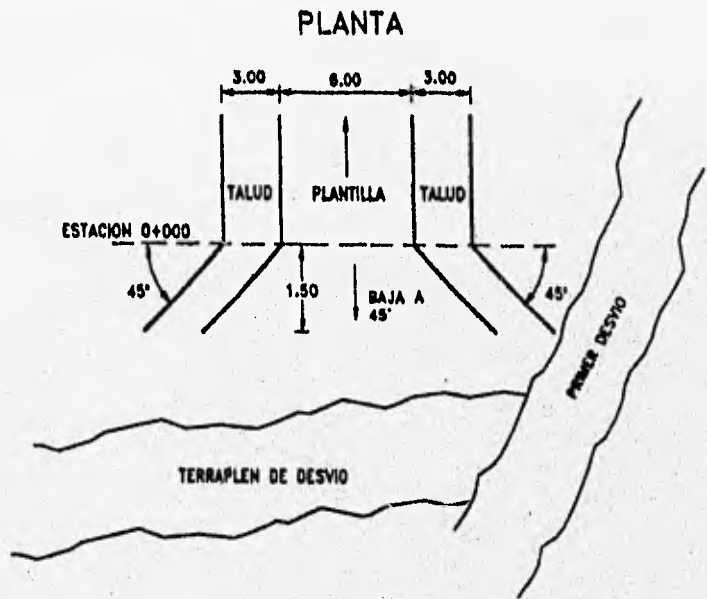
Después de efectuar una limpieza muy minuciosa de la zona, se deposita el material que sirve para formar el terraplén con la retroexcavadora y el traxcavo lo va extendiendo.

Una vez alcanzado el grado de compactación requerido y obtenido el visto bueno del laboratorio, se procede a excavar el material sobrante formando la sección del canal para luego armar y colar.

Es importante mencionar que a medida que hemos avanzado en este tramo hacia el cadonamiento 0 + 000, nos damos cuenta de que hay que hacer una obra especial en ese punto para recibir en el canal las aguas del río.

Todo esto con el fin de evitar filtraciones abajo de la losa de la plantilla porque de hecho las hemos tenido durante la construcción del tramo, pero el dren longitudinal ya esta funcionando en todo lo largo del canal que ya esta colado, dándonos magníficos resultados.

A continuación presentamos al croquis de la obra que acordamos hacer en el cadenamiento 0 + 000 para recibir las aguas del río directamente en el canal.



Básicamente lo que se trata de lograr es prolongar el canal hasta la cortina de piedra - - por donde circulaba el agua del río y adherir la plantilla y los taludes a la zona rocosa - haciendo una especie de "delantal". De esta manera, a la hora de poner a funcionar el canal el agua cae directamente sobre éste.

Ya terminado el tramo **0 + 000 al 0 + 080**, estamos preparados para atacar el si - - guiente que va del cadenamiento **0 + 125 al 0 + 180**.

El trazo del canal entre estos cadenamientos cae en su totalidad dentro de la zona del río, por lo que es necesario un segundo desvío, el cual se proyecta cruzando diagonalmente el trazo del canal a la altura del cadenamiento **0 + 195**. De esta manera, estamos en la posibilidad de atacar dos tramos simultáneamente, el del cadenamiento **0 + 125 al 0 + 180** y el otro que va del **0 + 245 al 0 + 293** (ver plano de trazo # 2).

Como se puede observar, el desvío esta dividido por el cruce del río en dos partes. Lo que se hace es empezar a excavar en su primera parte y el material se va depositando en la margen derecha del trazo del canal para mas adelante aprovecharlo en el terraplenado de esa zona, cuando la excavación llega a los límites del cruce, el traxcavo utiliza material de excavación en el inicio del desvío y lo extiende sobre el lecho del río para formar un terraplén que sirve de tapón y de esta forma encauzar las aguas por la primera parte.

Puesta en funcionamiento ésta, el traxcavo se encarga de terraplenar toda la zona del canal (**0 + 125 al 0 + 180**), mientras la retroexcavadora empieza a trabajar en la segunda parte, atacando ésta en sentido contrario a la circulación que tendrá el agua es decir, ampezando por la parte final y avanzando en sentido al río.

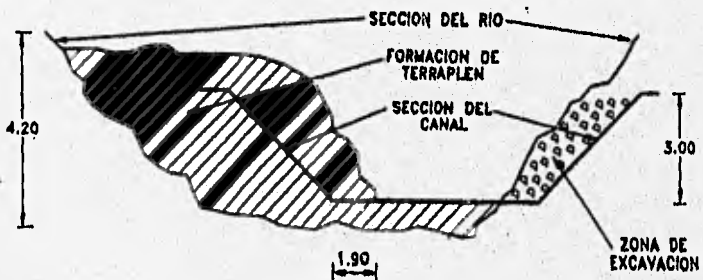


Cuando la máquina llega al cruce, empieza a depositar material sobre el lecho hasta lograr encauzar las aguas por la segunda parte.

Este desvío tiene una sección similar a la del primero, 1.70 m. de profundidad por 2.50 m. de ancho pero con una longitud de 190.00 m. También ha sido necesario reforzarlo en sus vértices con piedra laja y rocas.

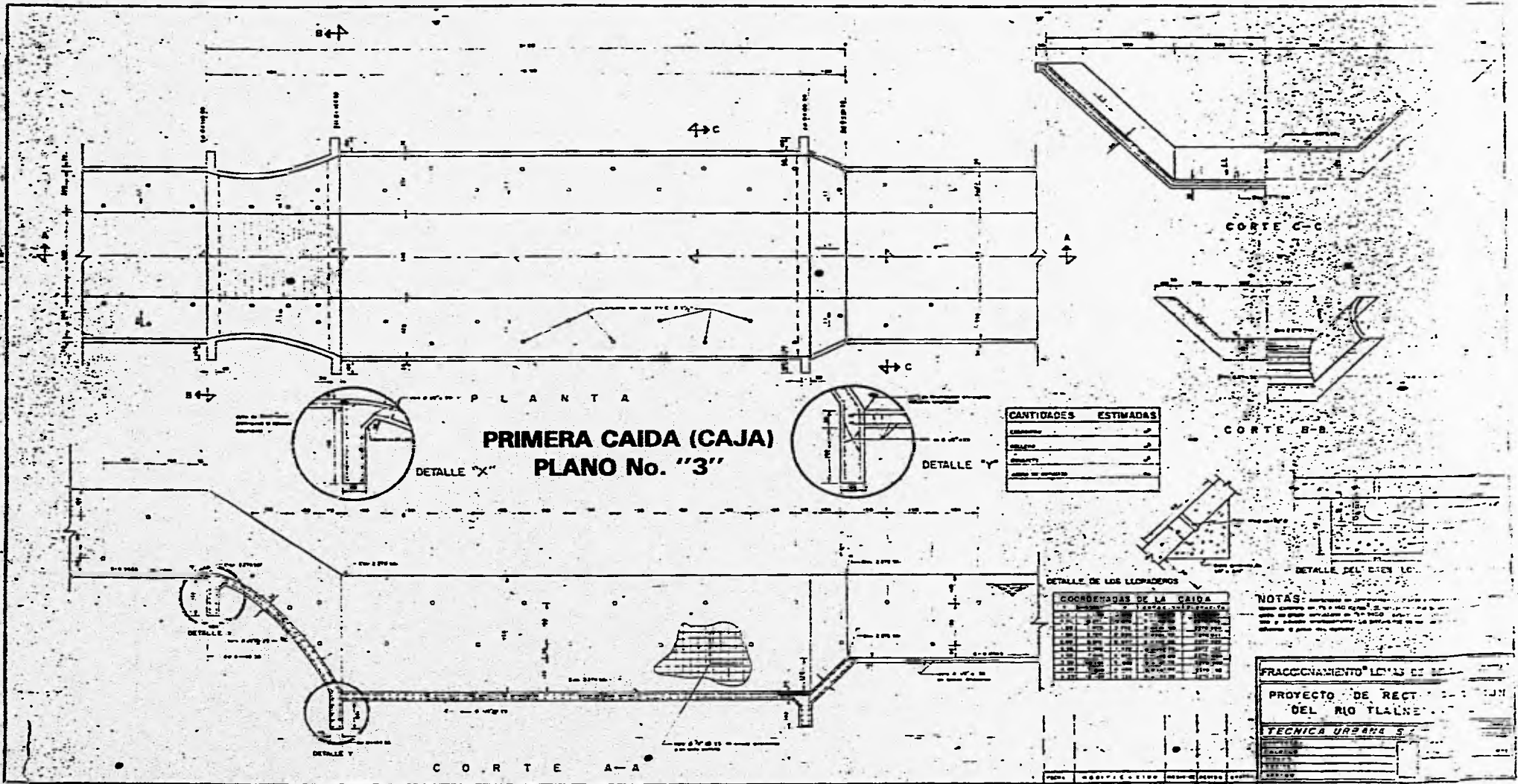
Ya funcionando el segundo desvío en su totalidad se empieza a atacar simultáneamente los dos tramos (0 + 125 al 0 + 180 y 0 + 245 al 0 + 293).

Se trabaja en la excavación y el terraplenado del tramo 0 + 125 al 0 + 140 bajo las condiciones que establecen las secciones del canal y del río en esos cadenamientos y que se muestran en la siguiente figura.



Terminado el terraplenado de la zona y obteniendo el visto bueno del laboratorio en cuanto al grado de compactación se procede a excavar, armar y colar el tramo aplicando los procedimientos ya mencionados.

En el cadenamiento 0 + 140 principia la primera caída (caja) y termina en el cadenamiento 0 + 161.20 (ver plano # 3).



**PRIMERA CAIDA (CAJA)**  
**PLANO No. "3"**

CANTIDADES	ESTIMADAS
CONCRETO	
ACERO	
GRANULOS	
TIPO DE GRANULOS	

COORDENADAS DE LA CAIDA	
ESTACION	ALTIMETRIA
1+00	100.00
1+20	100.00
1+40	100.00
1+60	100.00
1+80	100.00
2+00	100.00
2+20	100.00
2+40	100.00
2+60	100.00
2+80	100.00
3+00	100.00
3+20	100.00
3+40	100.00
3+60	100.00
3+80	100.00
4+00	100.00
4+20	100.00
4+40	100.00
4+60	100.00
4+80	100.00
5+00	100.00
5+20	100.00
5+40	100.00
5+60	100.00
5+80	100.00
6+00	100.00
6+20	100.00
6+40	100.00
6+60	100.00
6+80	100.00
7+00	100.00
7+20	100.00
7+40	100.00
7+60	100.00
7+80	100.00
8+00	100.00
8+20	100.00
8+40	100.00
8+60	100.00
8+80	100.00
9+00	100.00
9+20	100.00
9+40	100.00
9+60	100.00
9+80	100.00
10+00	100.00
10+20	100.00
10+40	100.00
10+60	100.00
10+80	100.00
11+00	100.00
11+20	100.00
11+40	100.00
11+60	100.00
11+80	100.00
12+00	100.00
12+20	100.00
12+40	100.00
12+60	100.00
12+80	100.00
13+00	100.00
13+20	100.00
13+40	100.00
13+60	100.00
13+80	100.00
14+00	100.00
14+20	100.00
14+40	100.00
14+60	100.00
14+80	100.00
15+00	100.00
15+20	100.00
15+40	100.00
15+60	100.00
15+80	100.00
16+00	100.00
16+20	100.00
16+40	100.00
16+60	100.00
16+80	100.00
17+00	100.00
17+20	100.00
17+40	100.00
17+60	100.00
17+80	100.00
18+00	100.00
18+20	100.00
18+40	100.00
18+60	100.00
18+80	100.00
19+00	100.00
19+20	100.00
19+40	100.00
19+60	100.00
19+80	100.00
20+00	100.00
20+20	100.00
20+40	100.00
20+60	100.00
20+80	100.00
21+00	100.00
21+20	100.00
21+40	100.00
21+60	100.00
21+80	100.00
22+00	100.00
22+20	100.00
22+40	100.00
22+60	100.00
22+80	100.00
23+00	100.00
23+20	100.00
23+40	100.00
23+60	100.00
23+80	100.00
24+00	100.00
24+20	100.00
24+40	100.00
24+60	100.00
24+80	100.00
25+00	100.00
25+20	100.00
25+40	100.00
25+60	100.00
25+80	100.00
26+00	100.00
26+20	100.00
26+40	100.00
26+60	100.00
26+80	100.00
27+00	100.00
27+20	100.00
27+40	100.00
27+60	100.00
27+80	100.00
28+00	100.00
28+20	100.00
28+40	100.00
28+60	100.00
28+80	100.00
29+00	100.00
29+20	100.00
29+40	100.00
29+60	100.00
29+80	100.00
30+00	100.00
30+20	100.00
30+40	100.00
30+60	100.00
30+80	100.00
31+00	100.00
31+20	100.00
31+40	100.00
31+60	100.00
31+80	100.00
32+00	100.00
32+20	100.00
32+40	100.00
32+60	100.00
32+80	100.00
33+00	100.00
33+20	100.00
33+40	100.00
33+60	100.00
33+80	100.00
34+00	100.00
34+20	100.00
34+40	100.00
34+60	100.00
34+80	100.00
35+00	100.00
35+20	100.00
35+40	100.00
35+60	100.00
35+80	100.00
36+00	100.00
36+20	100.00
36+40	100.00
36+60	100.00
36+80	100.00
37+00	100.00
37+20	100.00
37+40	100.00
37+60	100.00
37+80	100.00
38+00	100.00
38+20	100.00
38+40	100.00
38+60	100.00
38+80	100.00
39+00	100.00
39+20	100.00
39+40	100.00
39+60	100.00
39+80	100.00
40+00	100.00
40+20	100.00
40+40	100.00
40+60	100.00
40+80	100.00
41+00	100.00
41+20	100.00
41+40	100.00
41+60	100.00
41+80	100.00
42+00	100.00
42+20	100.00
42+40	100.00
42+60	100.00
42+80	100.00
43+00	100.00
43+20	100.00
43+40	100.00
43+60	100.00
43+80	100.00
44+00	100.00
44+20	100.00
44+40	100.00
44+60	100.00
44+80	100.00
45+00	100.00
45+20	100.00
45+40	100.00
45+60	100.00
45+80	100.00
46+00	100.00
46+20	100.00
46+40	100.00
46+60	100.00
46+80	100.00
47+00	100.00
47+20	100.00
47+40	100.00
47+60	100.00
47+80	100.00
48+00	100.00
48+20	100.00
48+40	100.00
48+60	100.00
48+80	100.00
49+00	100.00
49+20	100.00
49+40	100.00
49+60	100.00
49+80	100.00
50+00	100.00
50+20	100.00
50+40	100.00
50+60	100.00
50+80	100.00
51+00	100.00
51+20	100.00
51+40	100.00
51+60	100.00
51+80	100.00
52+00	100.00
52+20	100.00
52+40	100.00
52+60	100.00
52+80	100.00
53+00	100.00
53+20	100.00
53+40	100.00
53+60	100.00
53+80	100.00
54+00	100.00
54+20	100.00
54+40	100.00
54+60	100.00
54+80	100.00
55+00	100.00
55+20	100.00
55+40	100.00
55+60	100.00
55+80	100.00
56+00	100.00
56+20	100.00
56+40	100.00
56+60	100.00
56+80	100.00
57+00	100.00
57+20	100.00
57+40	100.00
57+60	100.00
57+80	100.00
58+00	100.00
58+20	100.00
58+40	100.00
58+60	100.00
58+80	100.00
59+00	100.00
59+20	100.00
59+40	100.00
59+60	100.00
59+80	100.00
60+00	100.00
60+20	100.00
60+40	100.00
60+60	100.00
60+80	100.00
61+00	100.00
61+20	100.00
61+40	100.00
61+60	100.00
61+80	100.00
62+00	100.00
62+20	100.00
62+40	100.00
62+60	100.00
62+80	100.00
63+00	100.00
63+20	100.00
63+40	100.00
63+60	100.00
63+80	100.00
64+00	100.00
64+20	100.00
64+40	100.00
64+60	100.00
64+80	100.00
65+00	100.00
65+20	100.00
65+40	100.00
65+60	100.00
65+80	100.00
66+00	100.00
66+20	100.00
66+40	100.00
66+60	100.00
66+80	100.00
67+00	100.00
67+20	100.00
67+40	100.00
67+60	100.00
67+80	100.00
68+00	100.00
68+20	100.00
68+40	100.00
68+60	100.00
68+80	100.00
69+00	100.00
69+20	100.00
69+40	100.00
69+60	100.00
69+80	100.00
70+00	100.00
70+20	100.00
70+40	100.00
70+60	100.00
70+80	100.00
71+00	100.00
71+20	100.00
71+40	100.00
71+60	100.00
71+80	100.00
72+00	100.00
72+20	100.00
72+40	100.00
72+60	100.00
72+80	100.00
73+00	100.00
73+20	100.00
73+40	100.00
73+60	100.00
73+80	100.00
74+00	100.00
74+20	100.00
74+40	100.00
74+60	100.00
74+80	100.00
75+00	100.00
75+20	100.00
75+40	100.00
75+60	100.00
75+80	100.00
76+00	100.00
76+20	100.00
76+40	100.00
76+60	100.00
76+80	100.00
77+00	100.00
77+20	100.00
77+40	100.00
77+60	100.00
77+80	100.00
78+00	100.00
78+20	100.00
78+40	100.00
78+60	100.00
78+80	100.00
79+00	100.00
79+20	100.00
79+40	100.00
79+60	100.00
79+80	100.00
80+00	100.00
80+20	100.00
80+40	100.00

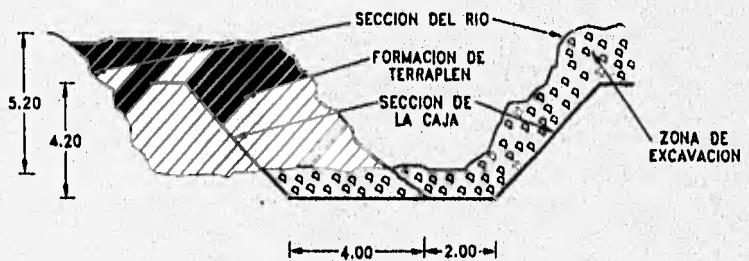
Como se puede apreciar, la plantilla conserva su ancho de **6.00 m.** en la caja, la inclinación de los taludes también es de **45°** pero la altura varía de **3.00 m.** a **4.20 m.** incrementándose por esta razón el desarrollo de los taludes de **4.24 m.** a **6.00 m.** y el ancho del canal en su parte superior de **12.00 m.** a **14.40 m.** La caída varía en su inicio del nivel **2,278.56 m.** a **2,274.32 m.** es decir, el desnivel entre la plantilla del canal en el cadenamiento **0 + 140** y la plantilla de la caja en el cadenamiento **0 + 144.50 m.** es de **4.24 m.** (ver plano de coordenadas de la caída en el plano # 3).

La longitud de la plantilla en la curva de caída (cimacio), es de **6.30 m.,** en la caja **15.50 m.** y **1.71 m.** en la unión del cadenamiento **0 + 160** con el **0 + 161.20,** teniendo aquí una inclinación de **45°.**

La variación de nivel en la parte final de la caja va de **2,274.36 m.** a **2,275.56 m.** es decir, **1.20 m.** por lo que podemos afirmar que ese será el tirante mínimo de agua que siempre tendrá la caja.

También podemos apreciar en el plano # 3, las tres trabes de refuerzo para la losa de la plantilla, ubicadas en los cadenamientos **0 + 140, 0 + 144.50** y **0 + 160,** es decir donde existe cambio de nivel.

De acuerdo a las secciones del río y el canal en esos cadenamientos, acordamos excavar y terraplenar como lo muestra la siguiente figura.





Para efectuar la excavación de la caja contamos con una retroexcavadora diferente, con un brazo extendido de mas alcance, ya que las maniobras son a mayor profundidad y el nivel del frente de trabajo es el mismo.

Se extiende material en toda la zona de la caja para efectuar el terraplenado y una vez alcanzado el grado de compactación, la máquina excava de acuerdo a las dimensiones requeridas.

En esta zona también ha sido necesario el uso de las bombas para extraer el agua, como ya esta funcionando el dren, en el cadenamiento 0 + 140 tenemos el escurrimiento continuo de agua que viene de todo el tramo ya colado, por lo que en ese punto conectamos la manguera de la bomba al tubo de albañal para extraer el agua y de esta forma poder trabajar en el terraplén del cimacio.

La otra bomba la tenemos extrayendo el agua de la plantilla de la caja, en esta zona el nivel freático esta a 10 cms. de profundidad.

Ya concluidos los trabajos de terraplenado y excavación, se procede a instalar el dren longitudinal y los lloraderos para posteriormente empezar el armado de las dos parrillas

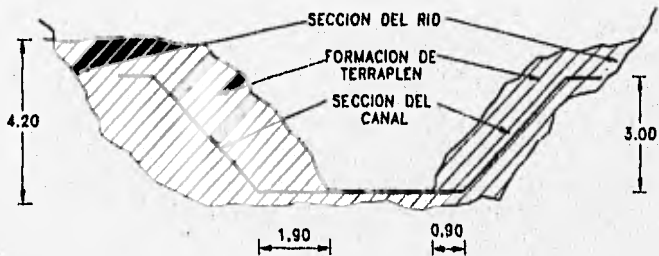
Se coloca la primera parrilla dejando un recubrimiento de 11 cms. para el lecho inferior de la losa, se verifican minuciosamente los traslapes y amarres para posteriormente colocar la segunda parrilla dejando una separación de 8 cms. entre éstas y por consiguiente queda un recubrimiento de 11 cms. para el lecho superior de la losa, formándose de esta manera los 30 cms. de espesor.

Una vez terminado el armado, se procede a efectuar el colado de la plantilla y taludes de la caja con el mismo sistema de colar "cubeta" para mas tarde colar el cimacio con

los mismos procedimientos ya explicados anteriormente.

Cabe mencionar que con todo y la colocación de la bomba en el cadenamiento  $0 + 140$ , hemos tenido desmoronamientos de material en el terraplén de la plantilla del ci - macio, motivado esto por la humedad excesiva de esta zona, por lo que ha sido nece - sario fabricar un "pedraplen" junteado con mortero cemento - arena para darle forma a la curva de calda.

Simultáneamente a los trabajos de la caja se ha estado trabajando del cadenamiento -  $0 + 161.20$  al  $0 + 180$  con las siguientes condiciones de terraplenado y excavación - que marcan las secciones en la siguiente figura.

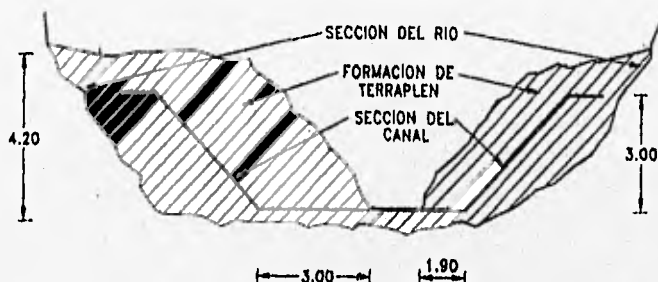


Todos los procedimientos de terraplenado, excavación, armado y colado que hemos - mencionado se han ejecutado en este tramo, el cual una vez concluido nos permite tra - bajar en la parte final de la caja ( $0 + 160$  al  $0 + 161.20$ ) quedando de esta manera - terminada la primera calda.

Para la ejecución del tramo  $0 + 245$  al  $0 + 293$ , el cual se ha estado atacando simul - táneamente al anterior, ha sido necesario traer tepetata extraída de banco para efec - tuar el terraplenado, ya que el trazo del canal cae en su totalidad dentro de la zona del

río y no tenemos material producto de excavación que podamos aprovechar.

En estos cadenamientos aumenta considerablemente el volumen de terraplén, según lo indican las secciones de la siguiente figura.



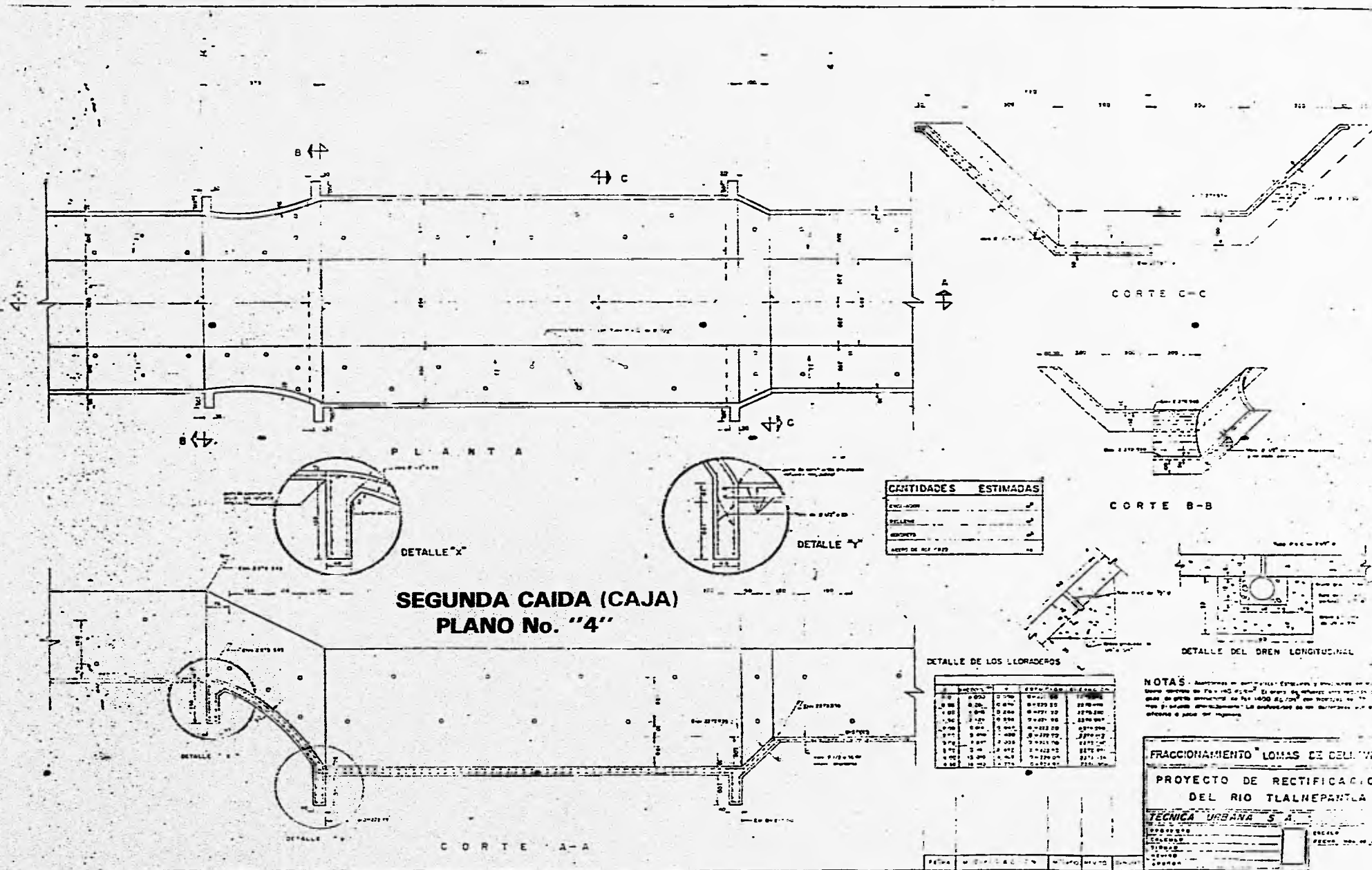
En este tramo también hemos tenido problemas motivados por el nivel freático, por lo que usamos dos bombas para extraer el agua y enviarla al segundo desvío.

Antes de efectuar el terraplén se limpia el lecho del río desalojando piedras, vegetales y gran cantidad de lodo para luego extender el tepetate en toda la zona.

El laboratorio verifica minuciosamente el terraplén sacando pruebas de compactación principalmente en los taludes y conforme se obtiene la autorización se va armando y colando.

Este tramo queda totalmente terminado, casi simultáneamente con el anterior (0 + 125 al 0 + 180) quedando todo listo para atacar el siguiente (0 + 220 al 0 + 245) en el cual está ubicada la segunda caída del cadenamiento 0 + 220 al 0 + 238. (ver plano # 4).

Como se puede apreciar, esta segunda caída es semejante a la anterior, no decimos -



**SEGUNDA CAIDA (CAJA)  
PLANO No. "4"**

CANTIDADES ESTIMADAS	
ENCUADRE	1
RELLENO	1
BOQUETA	1
ACERO DE REF. 1000	1

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
2.00	m <sup>3</sup>	1.00	200.00	200.00
3.00	m <sup>2</sup>	1.00	150.00	150.00
4.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
5.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
6.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
7.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
8.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
9.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
10.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
11.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
12.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
13.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
14.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
15.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
16.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
17.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
18.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
19.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00
20.00	m <sup>2</sup>	1.00	100.00	100.00

**NOTAS:** Asegurar el correcto funcionamiento y mantenimiento de esta obra. El costo de mano de obra y materiales no está incluido en este presupuesto. El costo de transporte de materiales no está incluido en este presupuesto. El costo de impuestos no está incluido en este presupuesto. El costo de otros servicios no está incluido en este presupuesto. El costo de otros servicios no está incluido en este presupuesto.

FRACCIONAMIENTO LOMAS DE BELLEVUE

PROYECTO DE RECTIFICACION DEL RIO TLALNEPANTLA

TECNICA URBANA S.A.

ESCALA: 1:50

FECHA: 10/10/70

PROYECTO: 1000/70

HOJA: 10

que es igual porque las medidas de ésta son menores a la primera. La plantilla conserva el ancho de **6.00 m.** en la caja, la inclinación de los taludes es también de **45°**, la altura varía de **3.00 m.** a **4.00 m.**, por lo que el desarrollo de los taludes varía de **4.24 m.** a **5.65 m.** y el ancho del canal en su parte superior de **12.00 m.** va a **14.00 m.**

La caída varía en su inicio (cadenamiento **0 + 220**) del nivel **2,275.54 m.** a **2,272.14 m.** (cadenamiento **0 + 223.75**), es decir, existe un desnivel de **3.40 m.** entre la plantilla del canal y la de la caja. (ver coordenadas de la caída en el plano # 4).

La longitud de la plantilla en la curva de caída (cimacio), es de **5.00 m.**, en la caja **13.25 m.** y **1.43 m.** en la unión del cadenamiento **0 + 237** con el **0 + 238**, teniendo aquí una inclinación de **45°**.

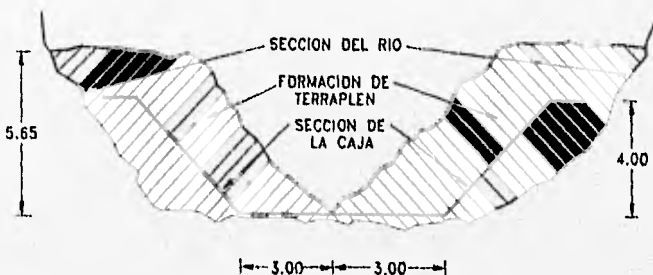
La variación del nivel en la parte final de la caja va de **2,272.53 m.** a **2,273.53 m.**, es decir, **1.00 m.** que viene siendo el tirante mínimo de agua que va a tener la caja.

Esta caída también tiene sus tres trabes de refuerzo para la losa de la plantilla ubicadas en los cadenamientos **0 + 220**, **0 + 223.75** y **0 + 237**, donde hay cambio de nivel.

Una vez que la maquinaria (traxcavo y retroexcavadora) terminan los trabajos en el tramo **0 + 245** al **0 + 293**, se van a atacar el siguiente y lo primero que se hace es fabricar un terraplén de refuerzo en el cadenamiento **0 + 220**, es decir en la orilla del segundo desvío.

Este terraplén cumple con dos funciones, la primera es formar el relleno de la segunda caída y la otra es evitar las posibles filtraciones de agua del segundo desvío hacia el trazo del canal.

La retroexcavadora efectúa la limpieza de la zona, desalojando lodo y vegetales para dejar listo el tramo y empezar el terraplonado de acuerdo a como lo indican las secciones de la siguiente figura.



Cuando se termina el terraplonado de la zona y se ha alcanzado el grado de compactación, se excava, se colocan los drenes y lloraderos, para posteriormente armar y colar en dirección del cadenamamiento 0 + 245 al 0 + 220.

En esta caja no hemos tenido problema para formar el terraplén del cimacio como lo tuvimos en la primera, ya que aquí no esta en funcionamiento el dren longitudinal en el cadenamamiento 0 + 220.

Los procedimientos de armado y colado son exactamente los mismos que en la primera caída.

Una vez que ha quedado totalmente terminada la segunda caída recorreremos el terraplén de refuerzo del cadenamamiento 0 + 220 hacia el 0 + 215 para poder armar y colar el tramo 0 + 217 al 0 + 220, ya que concluido éste, colocaremos material sobre el canal en estos tres metros y de esta manera prepararnos para la siguiente etapa de la obra.

Esta etapa es una de las mas interesantes de la obra ya que, si seguimos todo el proceso constructivo del canal, podemos observar que ya tenemos terminado el tramo que va del cadenamamiento 0 + 000 al 0 + 180 y el otro que va del cadenamamiento 0 + 220 al 0 + 293, teniendo un tramo intermedio de 40 m. (0 + 180 al 0 + 220), por donde cruza el segundo desvío, por lo que al programar la obra tomamos la decisión de hacer un tercer desvío, el cual viene siendo un ramal del segundo encauzado en dirección a la segunda caída, (ver plano # 2).

De esta forma podemos canalizar el tramo (0 + 180 al 0 + 220) y tener integrado todo el canal del tramo 0 + 000 al 0 + 293.

No es tan sencillo idear la forma de encauzar las aguas a la segunda caída porque hay que evitar que el agua socave la margen derecha del talud de la caja. La solución es que el agua caiga directamente en la caja sin tener contacto antes con el terraplén del talud.

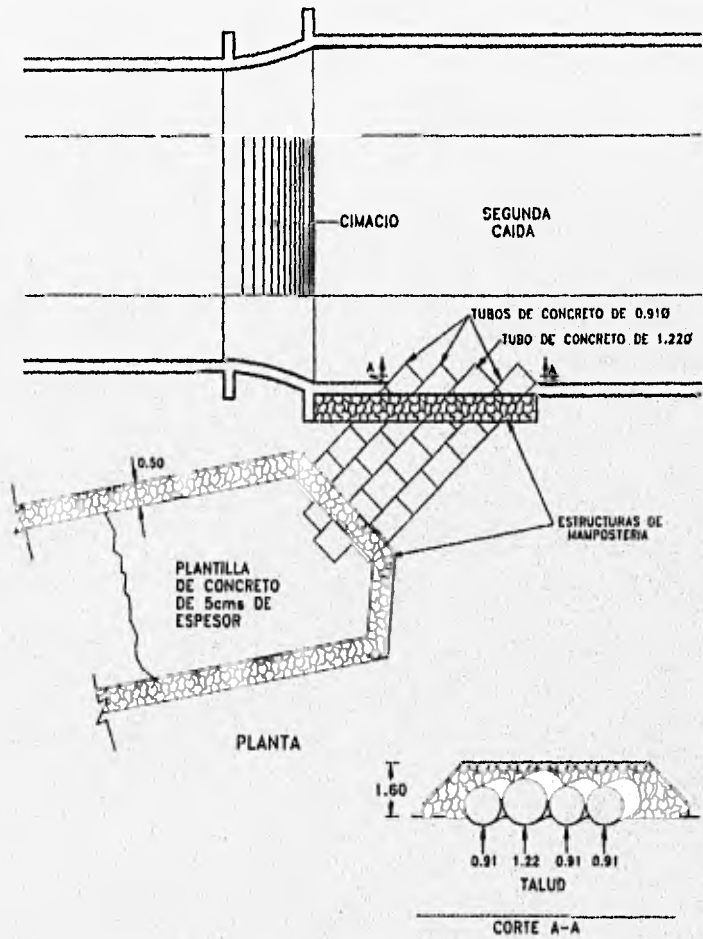
El tercer desvío tiene 32.00 m. de longitud desde el entronque con el segundo hasta la caja, el procedimiento que hemos decidido llevar a cabo es colocar una sección de tubos de concreto en los 5.00 m. finales situando los que llegan a la caja sobre la corona del talud y procurando que la boca del tubo rebase en 10 ó 15 cms. dicha corona. De esta forma queda protegido el terraplén del talud.

Hay que recordar que la Presa Madín esta regulando el gasto y que el que nos están mandando en el momento es de 5.00 m<sup>3</sup>/seg., por lo que hay que prever que los tubos que estamos colocando deben de cubrir dicho gasto.

La sección de tubos que llega a la caja es: uno de 1.22 Ø y tres de 0.91 Ø formando -

un área de **3.12 m<sup>2</sup>**, que multiplicada por la velocidad que tiene el agua y que es de **1,758 m/seg.** nos da un gasto permisible de **5.50 m<sup>3</sup>/seg.** por lo cual estamos cubiertos.

Esta obra de descarga al canal ha sido protegida por una estructura de mampostería, tanto en el principio y final de los tubos como en la longitud del desvío y la presentamos en la siguiente figura.





Como podemos apreciar, se coloca una plantilla de 5 cms. de espesor sobre la plantilla del desvío para evitar que el agua penetre por debajo de los tubos, además el espacio que queda entre las dos estructuras de mampostería que protegen los tubos al principio y final es rellenado con material producto de excavación para darle más protección a la obra de descarga.

Una vez terminada la excavación del tercer desvío y concluida la obra de descarga procedemos a colocar el terraplén de cierre en los cadenamientos 0 + 217 al 0 + 220 para evitar que el agua que caiga a la caja se nos regrese al tramo que vamos a trabajar.

Posteriormente la maquinaria empieza a colocar material sobre el cruce del segundo desvío con el canal hasta que el agua es encauzada totalmente por el tercer desvío. En este momento ya estamos en posibilidad de trabajar el tramo faltante (0 + 180 al 0 + 220). Toda la longitud del segundo desvío que cruzaba el canal es rellenada en su totalidad, compactando en capas de 50 cms. para enseguida empezar la excavación del canal y una vez que el laboratorio nos da el visto bueno a los terraplenes procedemos a colocar el acero de refuerzo y colar con los procedimientos ya mencionados con anterioridad.

Cuando se concluye el tramo retiramos el terraplén de cierre del cadenamiento 0 + 220 y tenemos como ya dijimos antes, integrado el canal del cadenamiento 0 + 000 al 0 + 293.

Al mismo tiempo que se retira el terraplén empezamos a rellenar el segundo desvío en su totalidad para enseguida quitar el terraplén del cadenamiento 0 + 000 y encauzar las aguas directamente al canal. Simultáneamente se empieza a tapar el primer desvío

ya que en este momento ha dejado de funcionar.

Del cadonamiento  $0 + 293$  al  $0 + 322$  existe un manto de roca sobre la margen derecha del canal el cual es necesario extraerlo con rompedoras neumáticas y compresor.

Simultaneamente a la terminación de la excavación del segundo desvío, la retroexcavadora empezó a trabajar en el tramo  $0 + 333.50$  al  $0 + 345$ , correspondiente al carril derecho del puente del Boulevard Bellavista.

Anteriormente, se desvío el tránsito por lo que será el carril izquierdo, para efectuar la demolición de la losa del carril derecho y una vez terminada ésta, empezar la excavación.

La máquina excava un cajón de **11.50 m.** de ancho, **23.00 m.** de largo y **12.00 m.** de profundidad de acuerdo a las dimensiones del puente mencionadas en el capítulo II.

Posteriormente cuando se terminó la excavación se le encargó al laboratorio de mecánica de suelos obtener muestras de suelo inalteradas para ser ensayadas en compresión simple y poder conocer la capacidad de carga a la falla de dicho material.

El resultado de la prueba fue de **73 ton/m<sup>2</sup>**, con lo cual estamos cubiertos ya que habiendo calculado las cargas en el puente obtuvimos un resultado de **9.6 ton/m<sup>2</sup>**.

Con los resultados ya mencionados, se empieza la construcción de los estribos del carril derecho del Boulevard Bellavista de acuerdo a las medidas y especificaciones que se describieron en el capítulo II en la figura del detalle de la cimentación del puente.

Concluida la construcción de los estribos, se procede a efectuar el armado de los cabezales, los cuales son anclados a la corona del estribo con 2 varillas de  $1/2'' \text{ } \varnothing$  a cada

**75 cms.** en toda su longitud como lo indica la figura del detalle del cabezal y traveses del capítulo II.

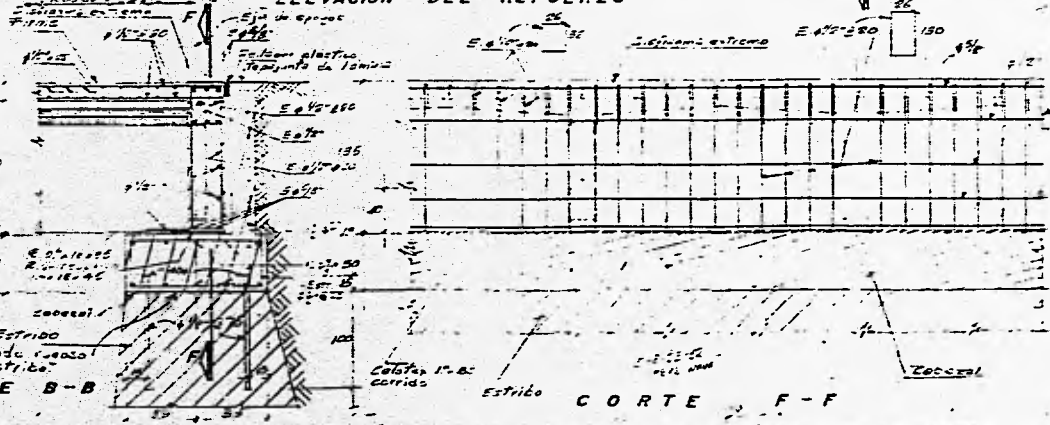
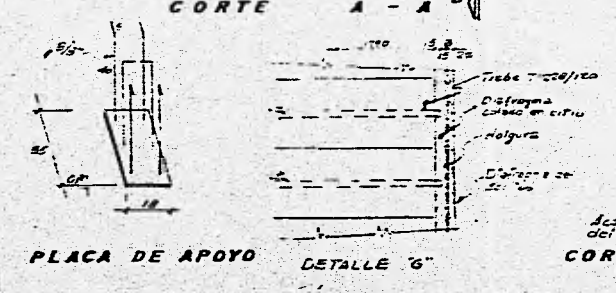
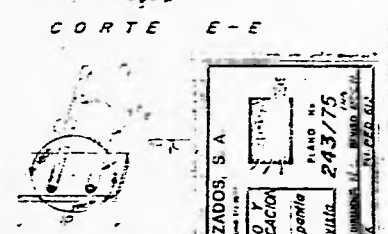
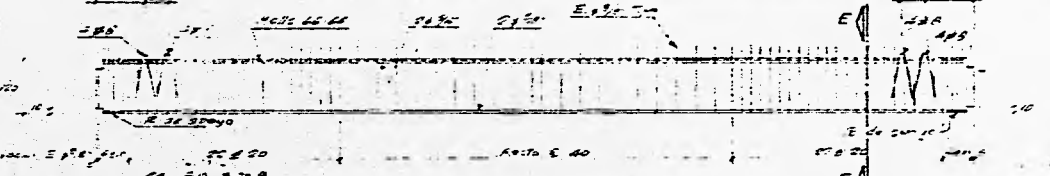
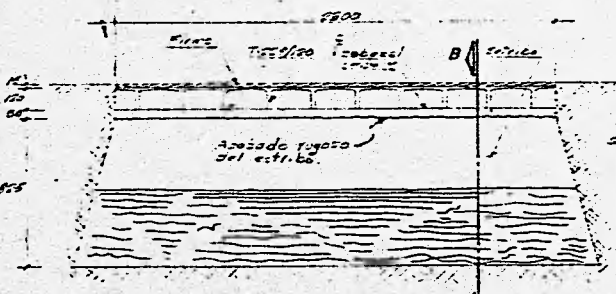
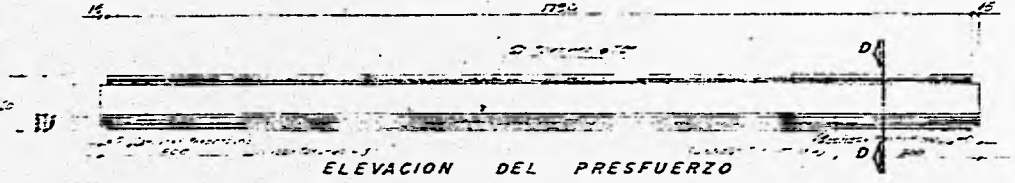
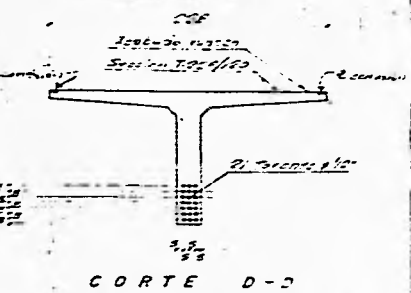
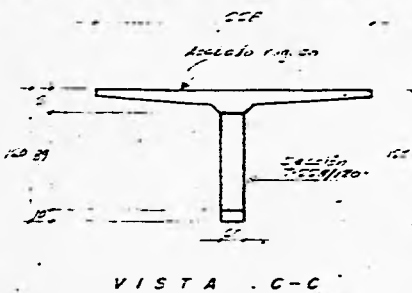
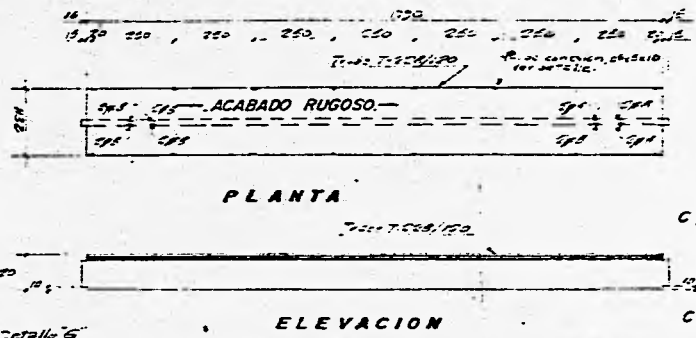
Posteriormente se coloca la cimbra y se lleva a cabo el colado de éstos para enseguida empezar el terraplén del canal de acuerdo a las condiciones que establece la figura del detalle de la cimentación del puente del capítulo II y que es toda la zona situada abajo del canal.

Simultáneamente al terraplenado, se efectúa el relleno de las zonas exteriores de los estribos, ya que como la excavación de todo el cajón fue a plomo, queda un espacio entre el escarpio exterior del estribo y la pared del cajón excavado. Es importante hacer un relleno adecuado en esta zona ya que de no ser así, pueden surgir hundimientos derivados del asentamiento del material en el momento de poner en funcionamiento el puente. Dicho relleno según recomendación del laboratorio deberá hacerse en capas de **20 a 30 cms.** debidamente compactados. Ya obtenido el grado de compactación en el terraplén del canal, se procede a excavar el material sobrante para posteriormente hacer el armado y colado de los **11.50 m.** de canal siguiendo los procedimientos practicados en toda la obra.

Concluidos los trabajos en el canal procedemos a realizar el montaje de las primeras **5** traveses del puente, las cuales van apoyadas libremente sobre los cabezales de los estribos, según la figura del detalle del cabezal y traveses del capítulo II.

Tanto las medidas como el armado de éstos, se pueden apreciar en las figuras de detalle del ya mencionado capítulo II.

Para llevar a cabo el montaje contamos con los servicios de una grúa accionada con



SISTEMAS PRESTROZADOS, S.A.

DETALLE PARA LA FABRICACION DE UNIDADES PRESTROZADAS Y REFUERZO PARA LA FABRICACION DE UNIDADES PRESTROZADAS EN COCIDA

PLANO N° 243/75

IMPRESION EN COPIA DE UNIDADES PRESTROZADAS Y REFUERZO PARA LA FABRICACION DE UNIDADES PRESTROZADAS EN COCIDA

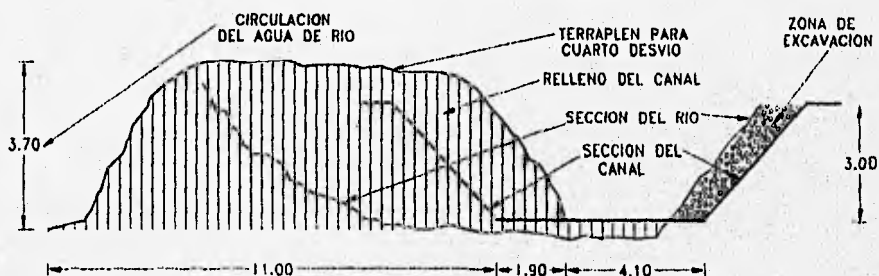
IMPRESION EN COPIA DE UNIDADES PRESTROZADAS Y REFUERZO PARA LA FABRICACION DE UNIDADES PRESTROZADAS EN COCIDA

cables y poleas, la cual tiene una capacidad de **45 toneladas**.

El peso de cada trabe es de **22.2 toneladas**, por lo que la labor de montaje se vuelve muy delicada ya que tiene que ser exacta debido a la placa de neopreno que va colocada entre el cabezal y la trabe. También los diafragmas provocan precaución a la hora del montaje, (ver plano # 243/75).

Ya colocadas las trabes, procedemos a colar el firme de **15 cms.** de espesor que forma la losa del puente en su carril derecho del Boulevard Bellavista.

Inmediatamente que la grúa terminó de colocar las trabes, la retroexcavadora y el tractor empezaron a trabajar en el terraplen del cuarto de desvío, el cual cumple con dos funciones, la primera es que el agua circule a una distancia suficiente que nos permita trabajar esa zona en seco y la segunda formar el relleno del canal en su margen izquierda como lo muestra la siguiente figura.



Terminados los trabajos del terraplen y desviadas las aguas procedemos a excavar la zona del canal para posteriormente llevar a cabo el armado y colado de los **25.00 m.** (0 + 345 al 0 + 370).

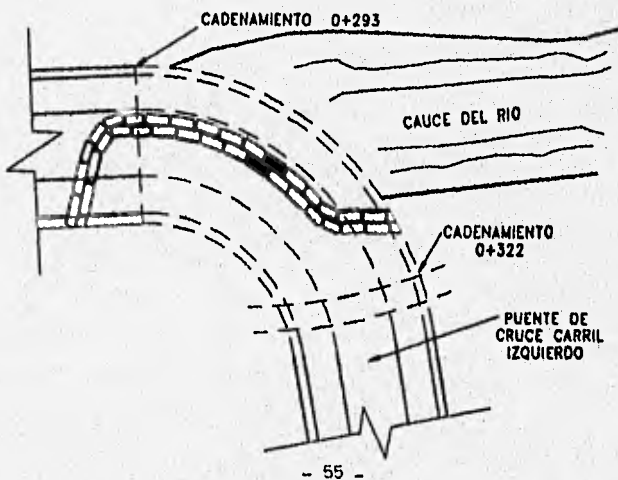
Habiendo esperado un tiempo de dos días para el fraguado de la losa del carril derecho del puente, se desvió el tránsito a dicho carril para efectuar la excavación del lado izquierdo y siguiendo los mismos procedimientos anteriormente descritos, concluimos con el tramo 0 + 322 al 0 + 333.50 del canal y el puente de cruce, quedando por ejecutar el tramo que va del cadenamamiento 0 + 293 al 0 + 322.

Esta última etapa de la obra es muy interesante porque el problema que se nos presenta es unir el cadenamamiento 0 + 293 con el 0 + 322 (29.00 m. del canal), si el trabajo fuera a realizarse en seco no nos representaría mayor dificultad, pero como se recordará, el canal ya está funcionando del cadenamamiento 0 + 000 al 0 + 293 siguiendo el agua de frente y circulando por la última parte del cauce del río.

Durante toda la obra hemos resuelto todos los problemas que se nos han presentado para trabajar el canal en seco y en este tramo no va a ser la excepción.

La solución que tomamos es la construcción de una ataguía, hecha a base de sacos de arena impermeable para trabajar el canal por mitades, es decir, primero la margen derecha y luego la izquierda.

Para dar una idea más clara del procedimiento presentamos la siguiente figura.

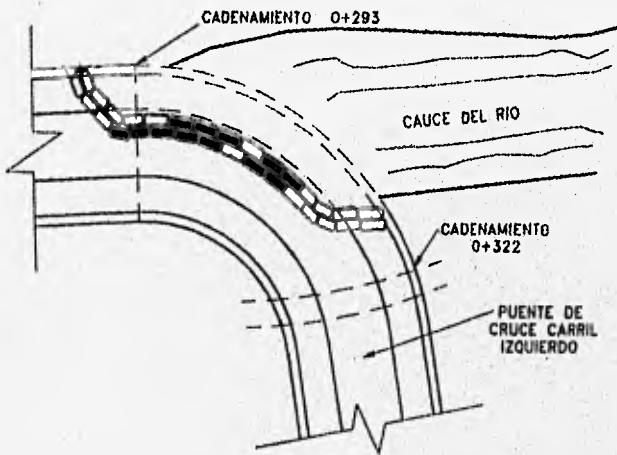


Ya colocada la atagüfa y encauzadas las aguas por el lado izquierdo procedemos a efectuar la excavación desalojando piedras y vegetales, para posteriormente rellenar la plantilla con tepetate y colocar el dren longitudinal, el cual funciona ya en toda su longitud.

Para la colocación del armado ha sido necesario pasar las varillas transversales por abajo de la atagüfa, motivando con esto cierta filtración de agua pero no ocasionando problemas, ya que es captada por el dren.

Una vez que se termina de armar llevamos a cabo el colado de toda la zona y a esperarnos tres días a partir del último tramo que se coló para dar tiempo a que el concreto fragüe y poder encauzar el agua por la margen derecha.

Ya alcanzado el punto de fraguado movemos la atagüfa como lo indica la siguiente figura.



De esta manera encauzamos las aguas por la margen derecha del canal ya colado y podemos trabajar la zona que aparece punteada en la figura, la cual es rellenada con tepetate junto con el cauce del río.

Ejecutado el relleno y alcanzado el grado de compactación en el terraplén del talud procedemos a excavar el material sobrante y a limpiar el tramo para inmediatamente colocar el acero de refuerzo, anclando las varillas a las puntas que habíamos dejado anteriormente.

Terminando el armado, ejecutamos el colado de toda la zona y esperamos también tres días para retirar la atagüa.

Cuando el concreto ha alcanzado su punto de fraguado, retiramos la atagüa y procedemos a tapar el tercer desvío retirando la obra de descarga al canal, para posteriormente rellenar todas las zonas del cauce del río y dar por concluida la obra.



## **PRINCIPALES VOLUMENES DE OBRA EJECUTADOS.**

A continuación presentamos un resumen de los principales volúmenes de obra ejecutados durante la realización de ésta y que son los más representativos en el costo de la misma.

**Excavación : 13,265.00 m3**

Esta cantidad incluye la excavación dentro de la zona del canal, los tres desvíos y el retiro de los terraplenes, así como la zona del puente y los caminos de acceso.

**Formación de terraplén : 6,908.00 m3**

Este volumen comprende los tapones de desvío, el terraplén formado dentro de la zona del canal según las secciones del río presentadas en las figuras de este capítulo y el relleno efectuado dentro de la zona del puente.

**Acero de refuerzo : 49,988 Kg.**

El resumen de este total es como sigue: la primera caída se llevó **8,377 Kg.**, la segunda caída **7,494 kg.**, y el canal **33,117 Kg.**, llevándose éste **100.11 Kg/m.**

**Concreto F'c = 150 Kg/cm<sup>2</sup> : 975 m3.**

La primera caída con un espesor de losa de **30 cms.** se llevó **175.42 m3**, la segunda con el mismo espesor **146.53 m3** y el canal con un espesor de **12 cms.**, **653.05 m3** - es decir, el total de ollas que llegaron a la obra fueron **195**. Todo esto considerando el rendimiento que tuvimos en la obra y del cual ya hablamos al principio de este capítulo que fue del **91%**, ya que la cantidad que teníamos de proyecto fue de **895 m3**.

## RELACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO UTILIZADOS EN LA CANALIZACION

Retroexcavadora marca "Poclain" modelo "LC80" usada para las excavaciones del canal en su sección tipo, excavaciones de los desvíos, formación de terraplén en el canal en su sección tipo, formación de tapones de desvío y rellenos de todas las zonas requeridas en la obra. Tiene un motor diesel marca "Perkins" de 95 H.P. y opera a 2,050 R.P.M. tiene circuito hidráulico total de 240 litros y tanque de aceite hidráulico de 135 litros, el tren de orugas es de 44 zapatas de triple arista, su peso total es de 16.2 ton. Rampa franqueable del 60 %, capacidad de la cuchara 0.56 m<sup>3</sup>, y un alcance a 45° con respecto a la horizontal de 5.15 m.

Habiendo medido su ciclo promedio que es de 30 seg. tenemos:

$$0.56 \text{ m}^3 \times 0.80 = 0.448 \times 2 = 0.896 \text{ m}^3/\text{min.} \quad - - \quad 0.896 \times 60 = 53.76 \text{ m}^3/\text{hora.}$$

$$53.76 \text{ m}^3 \times 8 \text{ horas} = 430.08 \text{ m}^3/\text{día} \text{ - excavación de } 1.00 \text{ m. de canal } 27\text{m}^3/30\text{min}$$

430.08

$$\frac{\quad}{27} = 15.92 \text{ metros lineales de canal en un día.}$$

27

Retroexcavadora marca "Poclain" modelo "RC 200" usada únicamente para las excavaciones y formación de terraplenes de la primera y segunda caldas (cajas) y la excavación del cajón para la cimentación del puente de cruce con el Boulevard Bellavista ya - - dichas excavaciones fueron a mayor profundidad que la sección tipo del canal y la otra retroexcavadora no tenía el alcance suficiente. Tiene un motor diesel marca "Deutz" de 145 H.P. y opera a 2,150 R.P.M. tiene circuito hidráulico total de 320 litros y tanque de aceite hidráulico de 180 litros, el tren de orugas es de 52 zapatas de triple arista, su peso total es de 30.5 ton. Rampa franqueable del 80 %, capacidad de la cuchara 1.15 m<sup>3</sup>, y un alcance a 45° con respecto a la horizontal de 7.40 m.

Traxcavo marca "Caterpillar" modelo "955L" usado para auxiliar a las retroexcavadoras en el movimiento de material producto de las excavaciones, ideal para la formación de terraplenes, taponos de desvío y la excavación del cajón para la cimentación del puente de cruce con el Boulevard Bellavista. Tiene una capacidad nominal de 1.34 a 1.72 m<sup>3</sup> con motor de 130 H.P. y un peso total en operación de 15.9 ton, su velocidad promedio arrastrando material es de 3.4 Km/Hr, con el "bote" lleno de material 5.8 Km/Hr. y libre de carga y arrastre 9.7 Km/Hr. en reversa las velocidades van de 4, 6.9 y 11.6 respectivamente. la capacidad de levantamiento es de 9.955 ton, y en carga estática 10.187 ton. Posee un incremento en carga estática con contrapeso de 0.685 ton. y con el "riper" de 2.039 ton, su área de contacto en tierra es de 2.01 m<sup>2</sup>.

Bombas para extracción de agua de 3" (pulgadas) de Ø (diámetro) modelo 8 M. CMC con capacidad de succión de 8 galones/mlnuto y una potencia de 8 H.P. manguera de succión de 6.10 m. de largo y 3" de Ø y manguera de descarga de longitud variable de acuerdo a la necesidad en el punto de operación. Utilizadas en los sitios ya mencionados en el Capítulo IV.

Pisón vibratorio (comúnmente conocido en la obra como "bailarina") marca CIPSA modelo CP-65 con motor de 2 tiempos de gasolina y aceite con 4 H.P. de potencia, con un peso operativo total de 64 Kgs. una fuerza de impacto de 2,045 Kgs, una frecuencia de impacto de 600 - 650 / mlnuto, y un rendimiento de área de compactación de 307 m<sup>2</sup>/Hr. a 61 cms. de profundidad. Usado en áreas pequeñas donde la maquinaria (retroexcavadora y traxcavo) no tienen acceso como ejemplo el relleno del escarpio exterior de las zapatas del puente de cruce con el Boulevard Bellavista y el terraplén del canal en esa misma zona.

Vibrador para concreto marca **CIPSA** tipo **AA** modelo **MV-B5** con motor de gasolina con una potencia de **5 H.P** , **3,600 R.P.M.** con piola como tipo de arranque y base tubular - lija con cabezal de **1 5/8"** y **14 ples** de largo, usado únicamente al colar la losa de la - plantilla ya que no es recomendable en la losa de los taludes puesto que la vibración - provoca escurrimiento por gravedad. Tampoco fue usado en el cimacio de la primera y - segunda caídas por la misma razón.

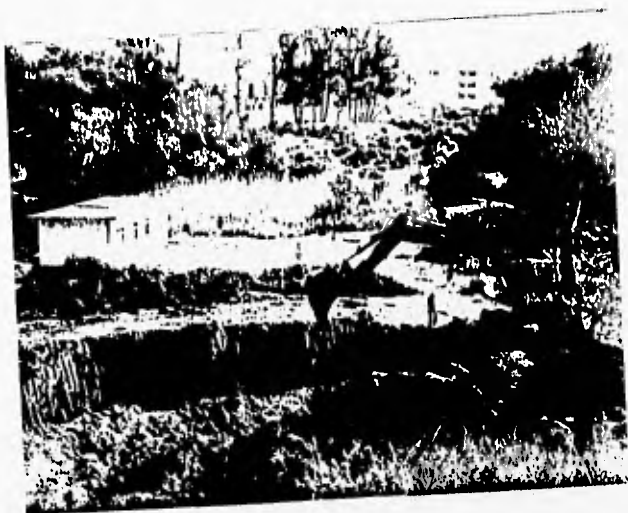
Rompedoras neumáticas para extracción de roca en un manto ubicado en la margen do- recha (lado corto) del canal a la altura del cadenamamiento **0 + 300** al **0 + 322**. Este tra- bajo fue realizado con un compresor portátil marca **Chicago Pneumatic CPS-185** con ca- pacidad de **250 P.C.M.** nivel sonoro de **75 dBA**, entrega efectiva de aire **250 P.C.M.** - - presión normal de trabajo **102 PSI**, presión máxima de trabajo **116 PSI**, velocidad a ple- na carga de **2,300 R.P.M.** velocidad sin carga de **1,600 R.P.M.** modelo de motor **JOHN DEERE 4039 D**, con potencia de **80 H.P.** consumo de combustible **4.2 Gal/Hr.** y un pe- so neto con lubricantes y combustible de **1,495 Kgs.**

Equipado dicho compresor con tres rompedoras **CP-1240, LUB.** de línea con conexiones manguera **3/4" X 3 mts.** armada, manguera **3/4" X 15 mts.** armada y dos pulsetas de **1 1/4" Ø** cincel.

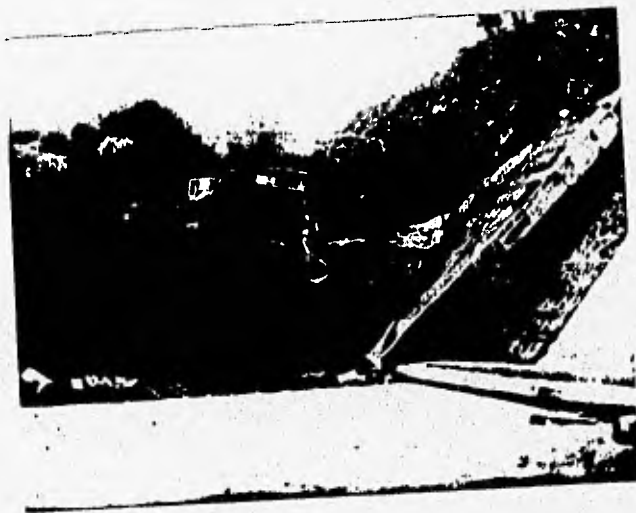
La grúa que montó las **10** trabes para el puente de cruce con el Boulevard Bellavista tie- en una capacidad de carga de **45 toneladas**, es accionada con cables de acero y poleas, su capacidad fue bastante sobrada para el uso que se le dio ya que cada trabe tiene un peso aproximado de **22 ton.**

## FOTOS REPRESENTATIVAS DE LA OBRA

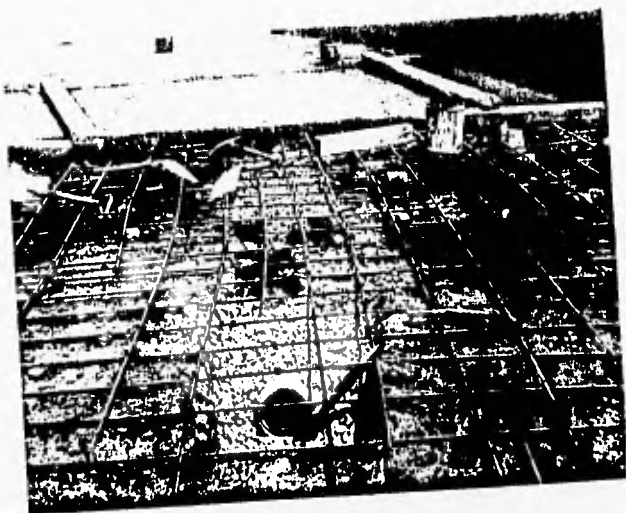
A continuación y para concluir con este capítulo IV presentamos una serie de fotografías que consideramos como las mas ilustrativas en el transcurso de la obra, tratamos de mostrar las partidas importantes como son excavación, formación de terraplén, proceso del armado y el colado de las losas de la plantilla y los taludes, también presentamos los mismos detalles pero en la primera caída y una vista bastante representativa de lo que fueron el primero y segundo desvíos.



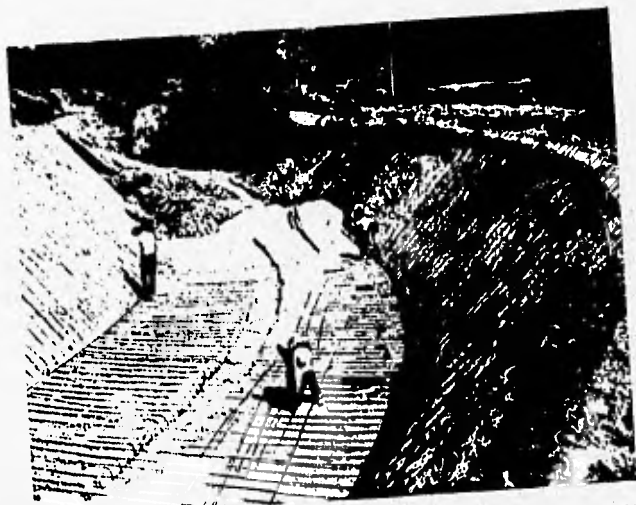
Aquí podemos apreciar el inicio de la obra, la retroexcavadora ataca el tramo del cadenamiento 0 + 080 al 0 + 125.



Otro aspecto de la excavación en el cadenamiento 0 + 060, ya concluido el anterior.



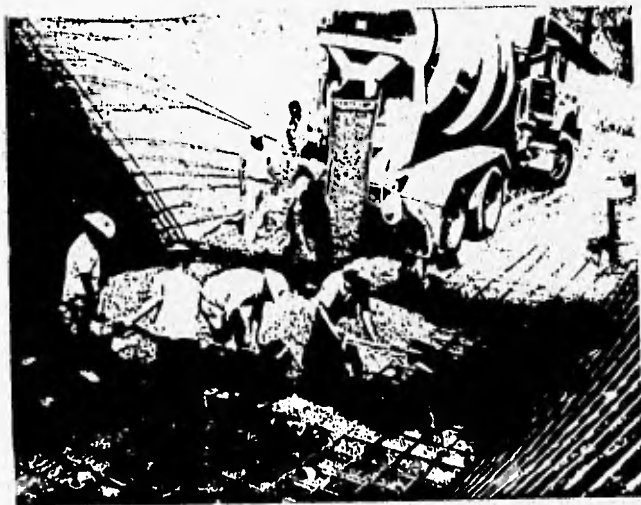
Detalle del dren longitudinal proyectado al centro de la plantilla



Vista del armado y el dren longitudinal en el gradiente D = 1.00 al D = 125.

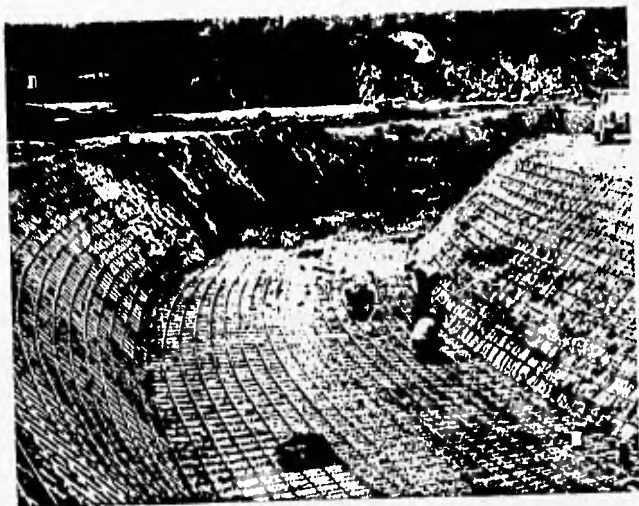


Detalle del armado en los taludes en el cadenamiento 0 + 130.



Aspecto del colado en el cadenamiento 0 + 125.

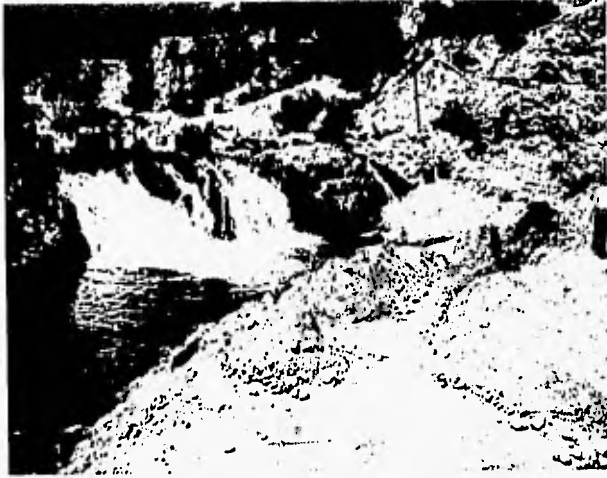




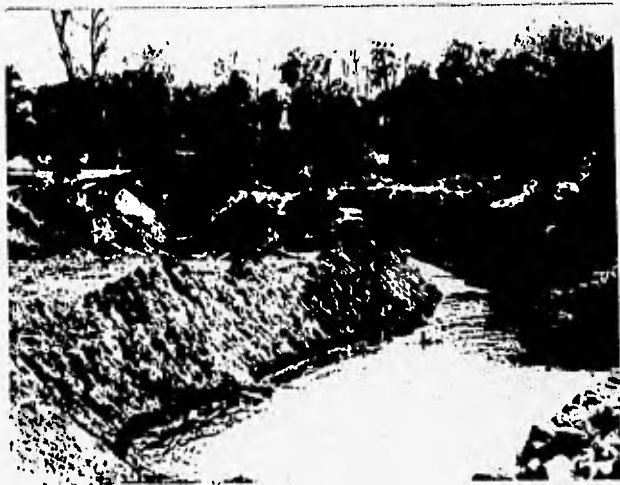
Vista del terraplén y el armado en el cadenamiento 0 + 060 al 0 + 090.



Misma vista de la foto de arriba pero el tramo ya esta parcialmente colado.



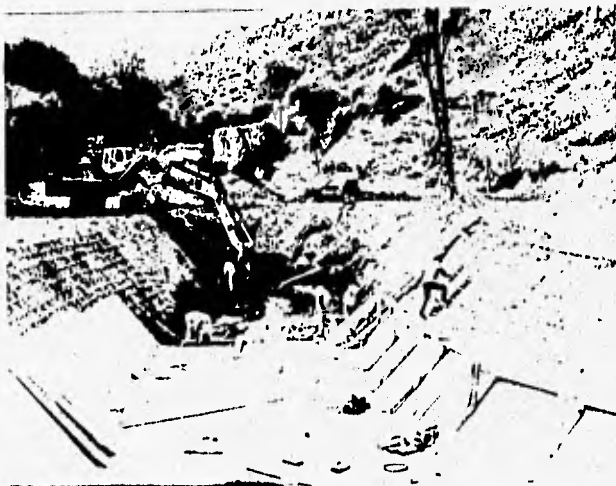
Vista del terraplén para tapón en el cadenamamiento 0 + 010.



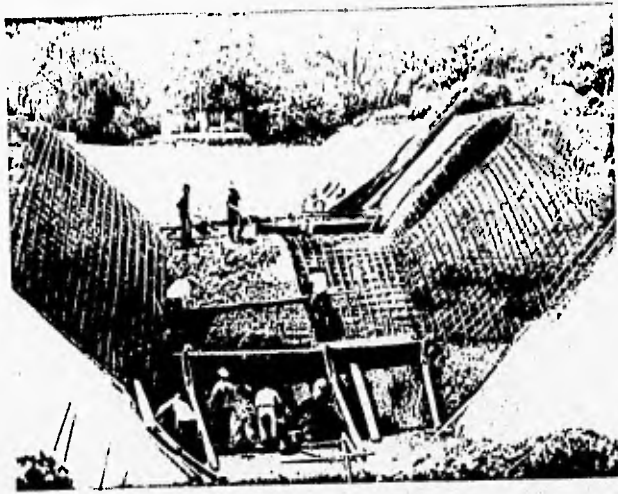
Vista del primer desvío en el inicio de la canalización.



Vista de la formación de terraplén en el cadenamiento 0 + 020 al 0 + 075.

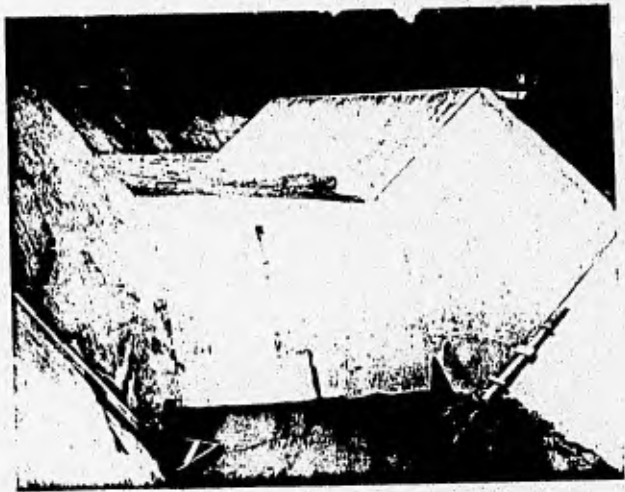


Misma vista de la foto superior pero con el tramo parcialmente colado.

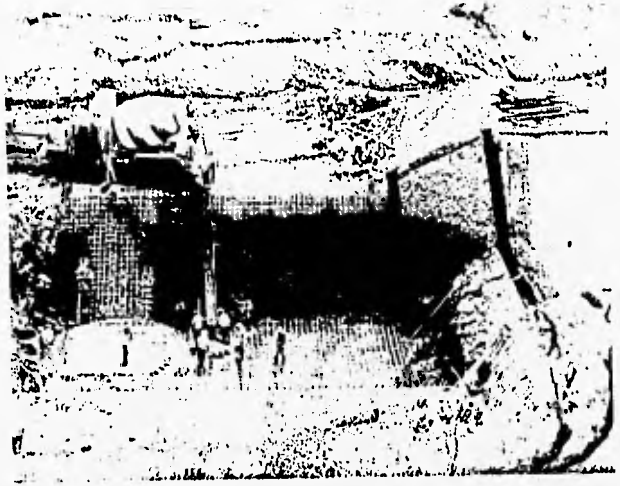


Vista del armado y colado del "cimacio" de la primera caída en el cadenamamiento

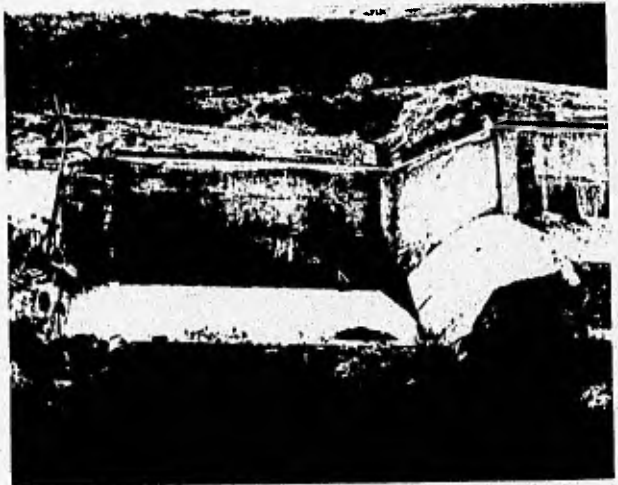
0 + 140 al 0 + 144.



Misma vista de la foto superior pero con el tramo ya concluido.



Vista panorámica de la primera caída del cadenamiento 0 + 140 al 0 + 161.20 apreciando formación de terraplén, armado y el inicio del colado de la plantilla.



Misma vista de la foto superior pero con el tramo parcialmente concluido.



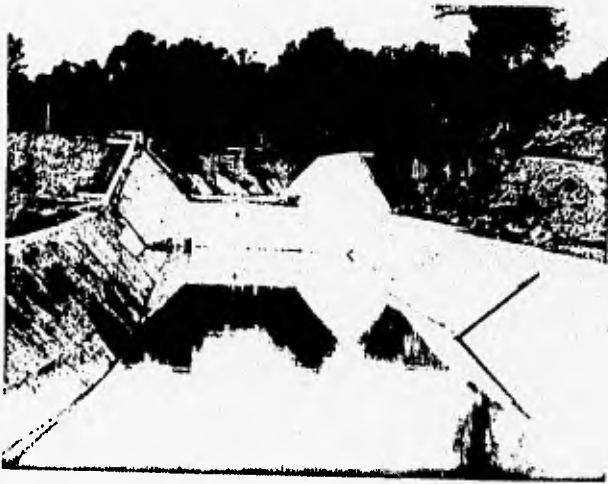
Se puede apreciar en el lado izquierdo, el canal concluido del cadenamiento 0 + 030  
al 0 + 125 y en el lado derecho el primer desvío aún funcionando



Vista del primer tramo del segundo desvío en su cruce con el trazo del canal.



Vista de la formación de terraplón, tapón para desvío en el cadenamiento 0 + 180 al 0 + 200 y el inicio del segundo desvío.



Vista del canal ya concluido del cadenamiento 0 + 120 al 0 + 175.



Foto tomada parado en el cadenamiento 0 + 030 y en dirección al cadenamiento 0 + 090 apreciando terraplén, armado y colado.

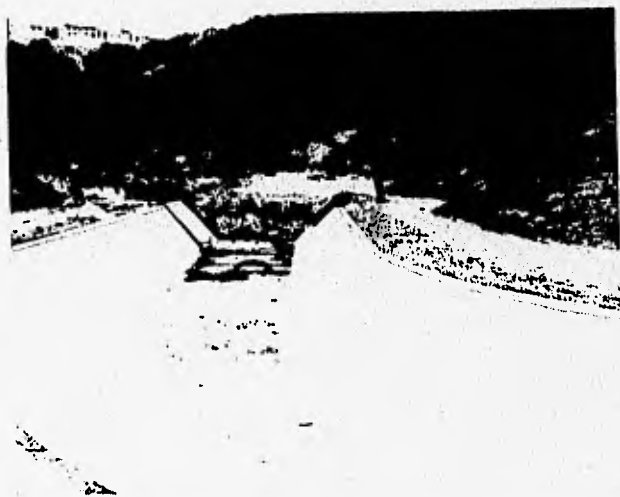
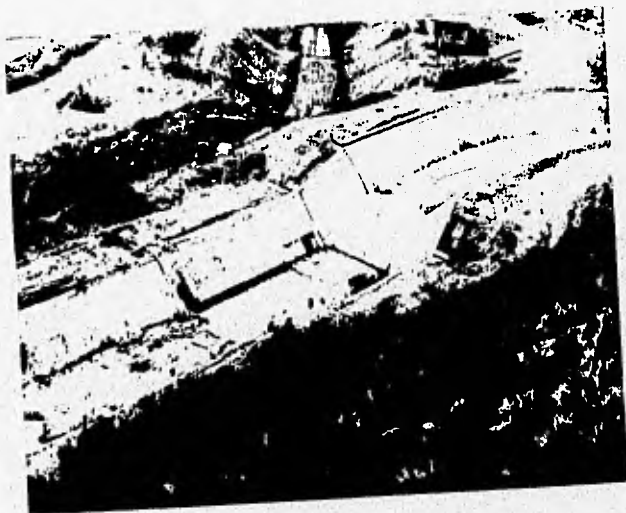


Foto tomade parado en el cadenamiento 0 + 090 en dirección al 0 + 030





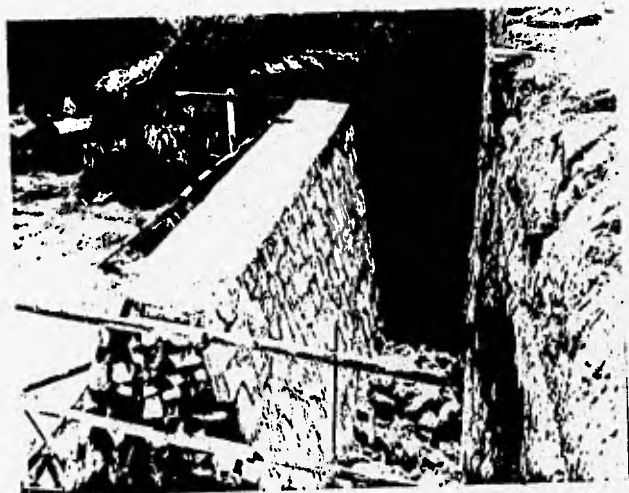
Vista del tramo del cadenamiento 0 + 080 al 0 + 125 parcialmente concluido



Vista panoramica de la primera calda totalmente concluida.



Vista lateral de la construcción de los estribos del puente de cruce con el Boulevard Bellavista.



Vista de frente del mismo estribo pero apreciando el corte a plomo de la excavación.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

Podemos decir que todas las razones y problemas que expusimos en el capítulo I de esta tesis, debido a los cuales tomamos la decisión de canalizar el Río Tlalnepantla, fueron resueltos en forma planeada y estudiando detenidamente la mejor solución para cada uno de ellos, no así los que se nos presentaron en el transcurso de la obra los cuales requirieron de una solución inmediata no siendo ésta en algunas ocasiones la mejor.

Esta obra de infraestructura ha beneficiado notablemente la imagen del fraccionamiento, ya que en el aspecto urbanización fueron entubadas y debidamente encauzadas las descargas de aguas negras ya mencionadas con anterioridad y la continuación del carril izquierdo del Boulevard Bellevista esta por empezarse a construir.

En cuanto al aspecto económico, la obra resultó un éxito para la compañía fraccionadora, ya que el costo total de la canalización y el puente de cruce fue de \$ 4'800,000.= como lo pudimos observar en el programa de avance financiero del capítulo III, por otra parte, la superficie de terreno que se aprovechó por la obra es de 12,000 m<sup>2</sup>, que han adquirido una plusvalía que permite valorar el metro cuadrado a \$ 900.=, lo que representa un valor de \$ 10'800,000.= que restándole la inversión que se hizo en la canalización, le da una ganancia a la compañía fraccionadora de \$ 6'000,000.= en los once meses que duró la obra.

El funcionamiento del canal ha sido excelente, en cuanto dimos por terminada la obra, la Presa Madín lo puso a prueba enviando un gasto  $Q=30.00 \text{ m}^3/\text{sag.}$  para observar básicamente el comportamiento de las caídas, cumpliendo éstas con su función primordial de

disminuir substancialmente la velocidad del agua en todo su recorrido por el canal.

Un detalle que habíamos previsto antes de empezar la obra y corroboramos ahora que esta en funcionamiento el canal, es el hecho que se le tendrá que dar un mantenimiento de limpieza periódicamente (por lo menos cada dos o tres meses), ya que el agua va arrastrando piedras, vegetales y lodo en su recorrido hacia el canal y por lo regular estos residuos van a parar en las cajas, provocando con esto el esolve de las mismas

En cuanto al programa de obra, creemos que estuvo bien planteado ya que si observamos las partidas críticas, como son excavación, formación de terraplén, armado y colado procuramos realizarlas en época de secas, dejando para el tiempo de lluvias que es generalmente en los meses de julio, agosto y septiembre partidas que no nos afecta ejecutarlas con lluvia como son la construcción de la cimentación del puente.

Respecto al procedimiento constructivo que seguimos en la obra, no as intención establecerlo como norma general para ejecutar todas las canalizaciones porque cada río presenta problemas diferentes que resolver, pero en el caso específico del Río Tlalnepantla en su cruce con el Fraccionamiento Lomas de Bellavista pansamos que fue lo mas indicado en realizar debido a su curso y la topografía de la zona tanto por el aspecto procedimiento como en el económico.

## BIBLIOGRAFIA

Catalytic Construction Company  
**METODO DEL CAMINO CRITICO**  
Editorial DIANA  
México 1974

A. Gabay, J. Zemp.  
**MAQUINAS PARA OBRAS**  
Editorial Blume                      Editorial Labor S.A.  
Barcelona España 1974              Barcelona España 1974

Oscar M. Gonzalez Cuevas - Francisco Robles F.V.  
Juan Casillas G. de L. - Roger Díaz de Cossío.  
**ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL CONCRETO REFORZADO**  
Editorial Limusa  
México 1974.