

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

263  
103



PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL PASO A DESNIVEL

"DISTRIBUIDOR LOS HONGOS"

T E S I S  
Que para obtener el título de:  
I N G E N I E R O C I V I L  
P r e s e n t a:

CARLOS JIMENEZ DE LA CUESTA OTERO



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.

PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL PASO A DESNIVEL  
"DISTRIBUIDOR LOS HONGOS"

INDICE

	<u>Página</u>
CAPITULO I .- INTRODUCCION	1
CAPITULO II .- DESCRIPCION DEL CIRCUITO INTERIOR, VIAS RADIALES Y MEJORAMIENTO DE OTRAS VIAS	3
CAPITULO III.- DESCRIPCION DEL PASO A DESNIVEL DISTRIBUIDOR LOS HONGOS	8
1°- LOCALIZACION	8
2°- FINALIDAD	8
3°- DESCRIPCION FISICA	9
4°- DESCRIPCION ESTRUCTURAL	10
CAPITULO IV .- ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCION DE LA CIMENTACION DEL PASO A DESNIVEL DISTRIBUIDOR LOS HONGOS	33
1°- SONDEOS	33
2°- ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA LA CIMENTACION	33
3°- DESCRIPCION DETALLADA DE LA CONSTRUCCION DE LA ALTERNATIVA DE CIMEN	

TACION QUE SE ELIGIO	34
PRIMERO. DEMOLICION	34
SEGUNDO. OBRAS DE DESVIO DEL TRANSITO DE VEHICULOS	35
TERCERO. PILAS DE CONCRE TO	35
CUARTO. ZAPATAS	39
QUINTO. CIMENTACION ZO- NAS HUECAS	53

CAPITULO V .- ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCION  
DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PA  
SO A DESNIVEL DISTRIBUIDOR

LOS HONGOS	55
PRIMERO.- MUROS	55
SEGUNDO.- COLUMNAS, TRABES, LO SAS Y DIAFRAGMAS	58
TERCERO.- TRAMOS PREESFORZA- DOS	73

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

La Ciudad de México, al desarrollarse desde hace muchos años, ha considerado la necesidad de garantizar la vialidad, lo cual se ha pretendido construyendo obras tales como el Viaducto Miguel Alemán, el Anillo Periférico, el Viaducto Tlalpan y otras muchas vías rápidas.

Este problema se ha ido acrecentando por el aumento de la población y por la falta de transportación masiva como autobuses o sistemas tales como el metro.

Lo anterior ha provocado que aumente el número de automóviles casi al mismo ritmo que la población; porque cada persona, si no es automovilista, desea serlo.

El resultado de esto es que las calles y las carreteras van siendo insuficientes al no tomarse medidas adecuadas para garantizar la fluidez de tránsito o para tener un adecuado sistema de transportación masiva.

13,000 vehículos por hora han ocasionado que el Viaducto y el Periférico sean insuficientes. La situación es tal que los automovilistas que diariamente circulan por ellos aseguran que pronto estas "vías rápidas" servirán como estacionamientos.

Si se considera que los automóviles en circulación aumentan en el Distrito Federal un 10% cada año y que en la actualidad hay regristados más de un millón [a los que deben agregarse los de la zona suburbana y los que constantemente afluyen de otras entidades del país], se comprenderá que la vialidad tiene que aumentar en la misma proporción y al mismo ritmo.

Además existe la tendencia a una concentración sobre las vías rápidas, principalmente en el tramo poniente del Anillo Periférico, el Viaducto Alemán y la Calzada de Tlalpan, así como la Calzada Ignacio Zaragoza y las avenidas Fray Servando Teresa de Mier e Insurgentes.

Por eso, las autopistas, los viaductos, los pasos a desnivel y el Metro, son parte imprescindible del mundo moderno. cada día se construyen más y deben seguirse construyendo.

Por eso, como Ingenieros nos debe preocupar el buscar soluciones para resolver los diversos problemas de tránsito, de estacionamiento y de transportación masiva para el día de hoy y para el futuro.

En la Ciudad de México se tiene planeado, por esto, seguir construyendo el Metro y se tiene en ejecución un programa de obras viales.

Este programa comprende obras como pasos a desnivel de gran longitud y amplias calzadas que forman parte de un circuito interior, dos vías radiales, ejes viales y algunas otras obras para mejorar vías ya existentes tales como Calzada de Tlalpan.

## C A P I T U L O   I I

### DESCRIPCION DEL CIRCUITO INTERIOR, VIAS RADIALES Y MEJORAMIENTO DE OTRAS VIAS.

Se tiene en funcionamiento el paso a desnivel del cruce de Calzada de Tlalpan y Avenida Miguel Angel de Quevedo o Taxqueña. Este paso beneficia no sólo a los automovilistas, sino también a los pasajeros de autobuses, taxis, colectivos, tranvías y del metro, en la estación Taxqueña. También sirve a los pasajeros de la Terminal Sur de autobuses foráneos.

Este paso forma parte del sistema de obras viales cuyos elementos son: un circuito interior en el área central de la Ciudad y numerosas vías radiales que conectan el Anillo Periférico con el Circuito Interior y éste con la zona central.

Esto alivia la circulación de vehículos en la zona central así como el generado por conectar esta zona con el área suburbana.

Los problemas más agudos de tránsito urbano en el Distrito Federal son provocados en ciento quince intersecciones. Por medio del Circuito Interior y las Vías Radiales se resolverán treinta y tres de las intersecciones de mayor problema.

Diez se aliviarán por su proximidad al Circuito Interior y a las Vías Radiales y otros treinta, por último, se aliviarán por la reducción del tránsito en la zona central, producido por el sistema vial.

Los conflictos de las intersecciones en la zona central tenderán a resolverse:

- 1.- Por la reducción del tránsito.
- 2.- Por el cambio de circulación a un solo sentido en varias calles.
- 3.- Por la ampliación y uso intensivo del Metro.

En la zona intermedia entre el Periférico y el Circuito Interior habrá vías radiales que asegurarán la fluidez, tanto hacia el Circuito Interior, como desde él. Este Circuito bordea la zona central y a lo largo de él se ubicarán las insta-

laciones de intercambio de sistema de transporte.

Esto significa que quienes se dirijan en automóvil de la zona suburbana al primer cuadro, al llegar al punto de intersección de la vía radial que utilicen, con el Circuito Interior, encontrarán estacionamientos para dejar su vehículo para abordar luego el Transporte Colectivo, como el Metro, que lo llevará al punto deseado.

Esto aliviará el congestionamiento, hará disminuir la contaminación del aire y la contaminación por ruido en la zona central.

Esta vía rápida denominada Circuito Interior se compondrá de 43 pasos a desnivel, tendrá una extensión de 39 kilómetros, y tendrá capacidad para 14,000 vehículos por hora que podrán repartirse en los diez carriles con que contará, seis de los cuales serán de alta velocidad. Integrará también más de 40 avenidas radiales, aparte de Río San Joaquín y Parque Vía.

Este Circuito Interior se puede considerar constituido por cuatro tramos, que resolverán necesidades específicas al combinarse con las vías radiales.

El primero de dichos tramos es de diez kilómetros entre la avenida Río Mixcoac y la Calzada de Nonoalco. Funciona como vía alterna del Anillo Periférico Poniente, distribuyendo en forma eficiente el gran tránsito de la zona norte y noroeste del Distrito Federal y del Estado de México, se articula con las vías radiales Avenida Río San Joaquín y Parque Vía y descongestiona el tránsito del sector poniente del Anillo Periférico.

El tramo del Circuito Interior entre las Calzadas de Nonoalco e Ignacio Zaragoza tendrá una extensión de 12.4 kilómetros y funcionará como viaducto transversal del norte del Distrito Federal, canalizando el tránsito entre el oriente del Distrito Federal y la zona norte y noroeste del mismo y del Estado de México.

El tercer tramo entre Aculco y la Calzada Ignacio Zaragoza tendrá una extensión de 5.6 kilómetros, permitirá integrar, en el oriente de la ciudad una vía rápida que la atrave



sará totalmente en dirección norte-sur y canalizará las futuras demandas de tránsito en la zonas de intenso desarrollo habitacional del sureste del Distrito Federal.

El Circuito se cerrará con el tramo formado por el Viaducto Río Churubusco, de diez kilómetros de longitud, localizado entre la avenida Río Mixcoac y el antiguo Pueblo de Aculco. Funcionará como vía alterna al Viaducto Miguel Alemán, contribuyendo a aliviar el congestionamiento que actualmente padece dicho viaducto.

De las radiales, la de Río San Joaquín es una vía rápida que capta gran parte del tránsito que ingresa a la Ciudad de México en Cuatro Caminos, y lo conduce al Circuito Interior, en el cruce de Gutenberg y Melchor Ocampo. La otra vía rápida es la radial de Parque Vía, que con sus ramales de Camarones, Tacuba y Marina Nacional, contribuye a disminuir el tránsito de la Autopista México-Querétaro en su tramo más congestionado, que es entre Ciudad Satélite y Cuatro Caminos.

Cada una de las radiales cuenta con cuatro carriles de alta velocidad y están diseñadas para dar capacidad a 7,000 vehículos por hora.

Con estas dos vías rápidas y con el Circuito Interior se da fluidez a un total de 21,000 vehículos por hora, en promedio.

El Circuito Interior y las vías radiales tendrán los siguientes pasos a desnivel:

#### CIRCUITO INTERIOR

- 1.- La Raza- Abundio Martínez
- 2.- Misterios-Guadalupe-Ferrocarril Hidalgo
- 3.- Inguarán
- 4.- Eduardo Molina
- 5.- Gran Canal
- 6.- Tlacos
- 7.- Oceanía
- 8.- Peñón
- 9.- Acceso a Aeropuerto
- 10.- Hangares Aviación

- 11.- Fray Servando Teresa de Mier
- 12.- Viaducto Oriente
- 13.- Añil
- 14.- Plutarco Ellas Calles
- 15.- Tezontle
- 16.- Apatlaco
- 17.- Aculco [Río Churubusco]
- 18.- Avenida Cinco
- 19.- La Viga
- 20.- Sur 8 [Miramontes]-Ermita Iztapalapa
- 21.- Tlalpan
- 22.- División del Norte
- 23.- Centenario
- 24.- Universidad- Coyoacán
- 25.- Barranca del Muerto
- 26.- Insurgentes Sur
- 27.- Molinos-Cellini
- 28.- Holbein
- 29.- San Antonio
- 30.- Calle 4 - Calle 10
- 31.- Viaducto Poniente
- 32.- Progreso
- 33.- Benjamín Franklin
- 34.- Juanacatlán
- 35.- Juan Escutia
- 36.- Ródano-Paseo de la Reforma- Chapultepec
- 37.- Thiers
- 38.- Gutenberg-Ejército Nacional
- 39.- Marina Nacional
- 40.- San Cosme
- 41.- Alzate- Díaz Mirón
- 42.- Nonoalco-Nardo
- 43.- Pino

**RADIAL AVENIDA RIO SAN JOAQUIN**

- 44.- Casa de Moneda
- 45.- Legaria
- 46.- Molière
- 47.- Lago Alberto
- 48.- Los Hongos

**RADIAL AVENIDA PARQUE VIA**

- 49.- Castilla
- 50.- Manuel Acuña
- 51.- Invierno
- 52.- Tacuba

**RADIAL CALZADA DE TLALPAN**

- 53.- Tlalpan- Taxqueña

*Este Circuito Interior formará un cinturón de 39 kilómetros, con tres distribuidores: Los Hongos, Tacuba y Chapultepec, y estará conectado con dos vías radiales: Avenida Río San Joaquín y Avenida Parque Vía, con longitudes de 8.8 y 14.5 kilómetros respectivamente, unidas al Anillo Periférico.*

*Para la construcción de todas estas obras se han tenido una serie de obstáculos, estos obstáculos son: obras hidráulicas, tránsito, cables de luz, teléfono, etc. Se tenían que coordinar 21 dependencias cada semana para evitar el menor problema.*

*Un ejemplo de ello es el distribuidor Los Hongos, donde primero fue necesario construir una nueva escuela, lo mismo que desviar las tuberías del colector de Mariano Escobedo y de Río San Joaquín, que convergen en la glorieta.*

*Otro problema fue la escasez de acero pues afectó el ritmo de construcción de algunos puentes.*



## C A P I T U L O   I I I

### DESCRIPCION DEL PASO A DESNIVEL DISTRIBUIDOR LOS HONGOS

#### 1°- LOCALIZACION:

El paso a desnivel distribuidor Los Hongos se encuentra situado en la confluencia de las avenidas Ejército Nacional Mexicano, Río San Joaquín, Mariano Escobedo, Thiers, Newton y la calle de Suderman.

#### 2°- FINALIDAD:

La principal finalidad del paso a desnivel distribuidor Los Hongos es conectar la radial Avenida Río San Joaquín con el Circuito Interior. Esto se puede hacer de dos maneras: la primera, conectar Avenida Río San Joaquín con Ejército Nacional Mexicano para llegar al Circuito Interior por medio del paso a desnivel Gutenberg-Ejército Nacional Mexicano; la segunda, conectar la Avenida Río San Joaquín con la Avenida Thiers para conectar al Circuito Interior por medio del paso a desnivel de dicha avenida.

Las demás avenidas conectan de la siguiente manera: la avenida Ejército Nacional Mexicano conecta del Periférico al Circuito Interior de dos maneras: la primera, continuando por Avenida Ejército Nacional Mexicano; la segunda, por la Avenida Thiers; además puede conectar con la Avenida Newton, con la Avenida Mariano Escobedo hacia el norte de la Ciudad, con la Avenida Río San Joaquín hacia el Periférico y por la misma Avenida Ejército Nacional Mexicano pero de regreso hacia el Periférico.

Circulando por la Avenida Mariano Escobedo hacia el norte de la ciudad, desde el Paseo de la Reforma, puede uno continuar hacia el norte por la misma avenida o entrar al distribuidor Los Hongos para dirigirse, por la Avenida Río San Joaquín, hacia el Periférico, por la Avenida Ejército Nacional Mexicano, también hacia el Periférico, o dar vuelta hacia la Avenida Thiers rumbo al Circuito Interior.

La Avenida Thiers hacia el noroeste, viniendo desde

el Circuito Interior puede conectar con la Avenida Ejército Nacional Mexicano hacia el Circuito Interior, con la Avenida Mariano Escobedo hacia el norte de la ciudad, con la Avenida Rlo San Joaquín hacia el Periférico, o con la Avenida Ejército Nacional Mexicano también hacia el Periférico.

Circulando por la Avenida Ejército Nacional Mexicano hacia el noroeste de la ciudad, desde el Circuito Interior, puede conectar: con la Avenida Mariano Escobedo, hacia el norte de la ciudad, con la Avenida Rlo San Joaquín hacia el Anillo Periférico, con la Avenida Ejército Nacional Mexicano también hacia el Anillo Periférico.

Circulando por la Avenida Mariano Escobedo, hacia el Paseo de la Reforma, puede conectar con: La Avenida Mariano Escobedo hacia el sur de la ciudad, la Avenida Rlo San Joaquín hacia el Periférico, la Avenida Ejército Nacional Mexicano también hacia el Periférico, la Avenida Newton hacia Polanco, la Avenida Ejército Nacional Mexicano hacia el Circuito Interior, la Avenida Mariano Escobedo en sentido contrario, hacia el norte de la ciudad.

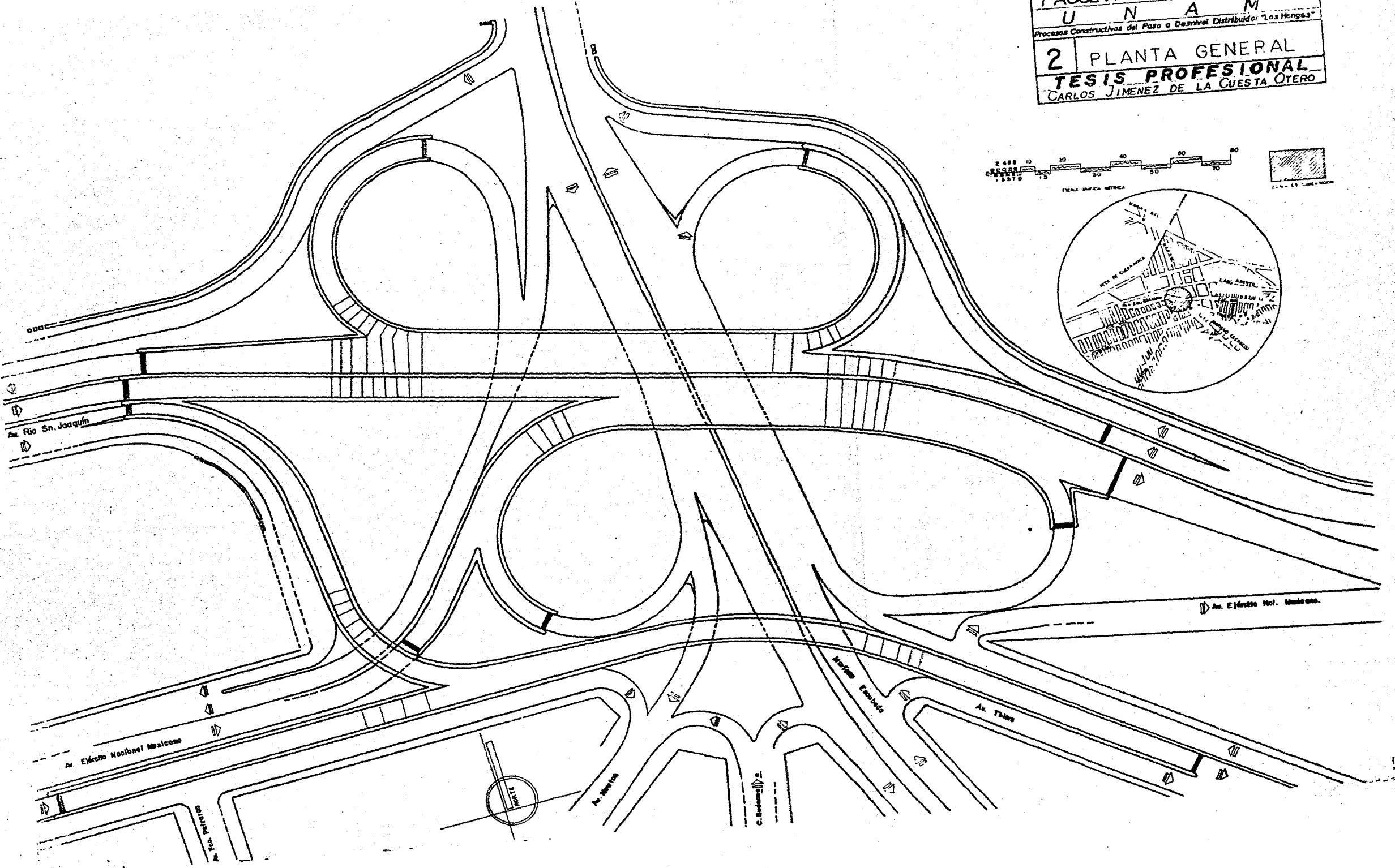
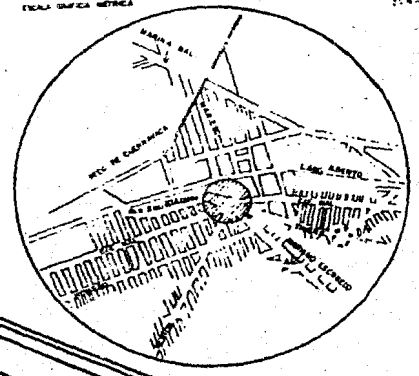
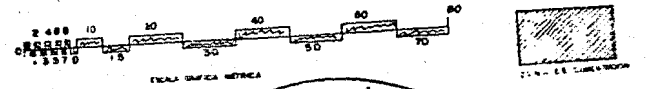
Circulando por la Avenida Rlo San Joaquín puede conectar con: la Avenida Ejército Nacional Mexicano por la Calle de Lago Como, hacia el Periférico, la Avenida Thiers rumbo al Circuito Interior, la Avenida Mariano Escobedo rumbo al norte de la ciudad, la Avenida Rlo San Joaquín de regreso al Periférico, la Avenida Ejército Nacional Mexicano no rumbo al Circuito Interior.

La Calle de Suderman puede conectar con la Avenida Newton y con la Avenida Mariano Escobedo, hacia el Paseo de la Reforma.

### 3°- DESCRIPCION FISICA:

El paso a desnivel distribuidor Los Hongos está formado por dos puentes elevados, y doce rampas, de las cuales, cinco forman un trébol, tres forman parte del puente que va a la Avenida Thiers, las otras cuatro forman parte del puente que une Rlo San Joaquín con Ejército Nacional Mexicano.

FACULTAD DE INGENIERIA  
U N A M  
Procesos Constructivos del Paso a Desnivel Distribuido "Los Hengas"  
**2 PLANTA GENERAL**  
**TESIS PROFESIONAL**  
CARLOS JIMENEZ DE LA CUESTA OTERO



4°- DESCRIPCION ESTRUCTURAL:

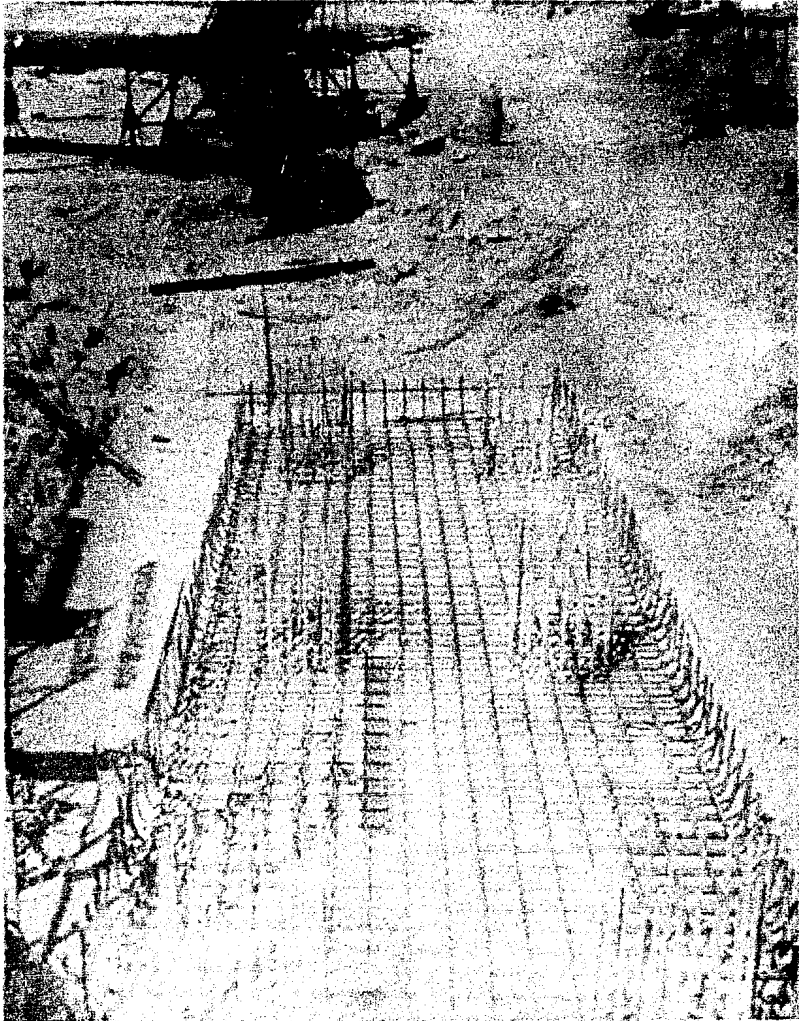
El paso a desnivel distribuidor Los Hongos está estructurado de la siguiente manera:

1° Se apoya sobre pilas de 60,75,90 y 100 centímetros de diámetro apoyadas en el manto resistente.

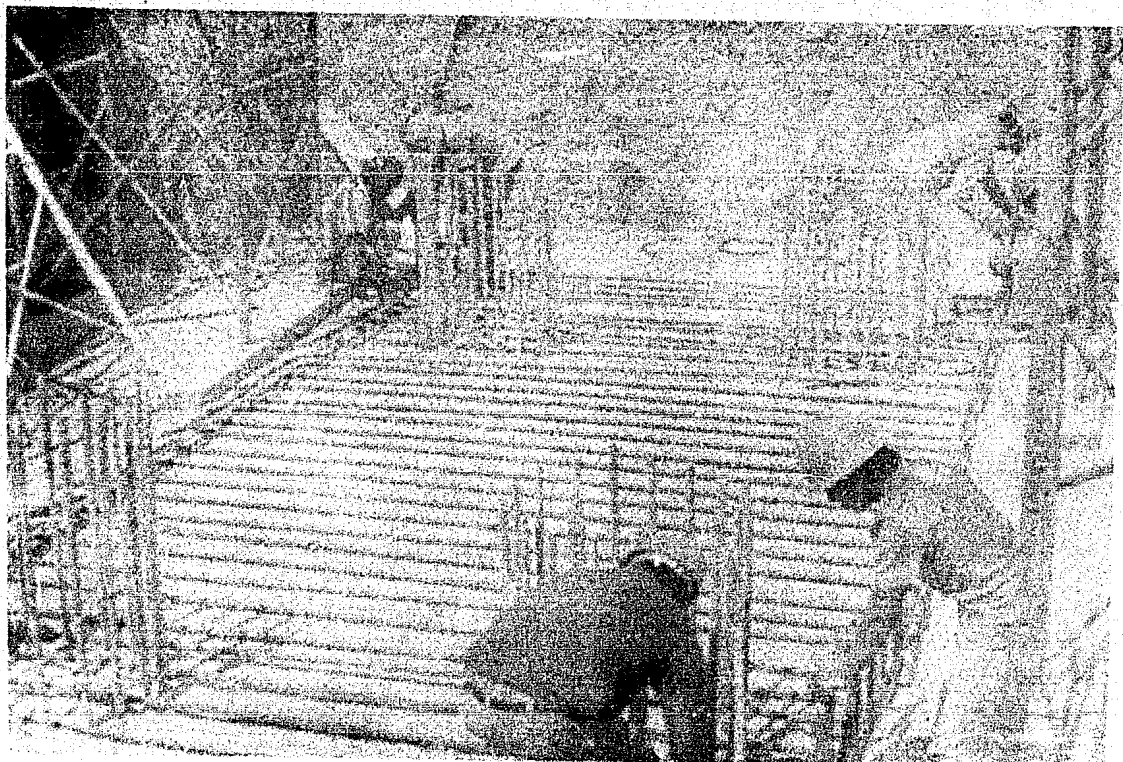


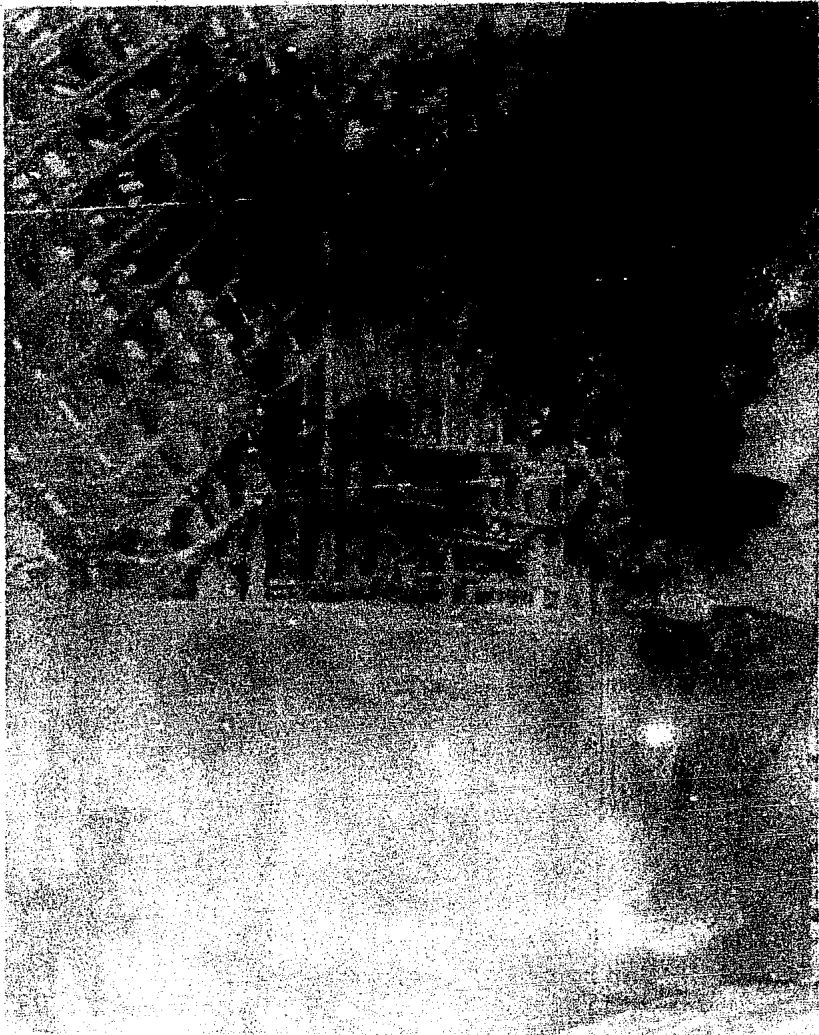


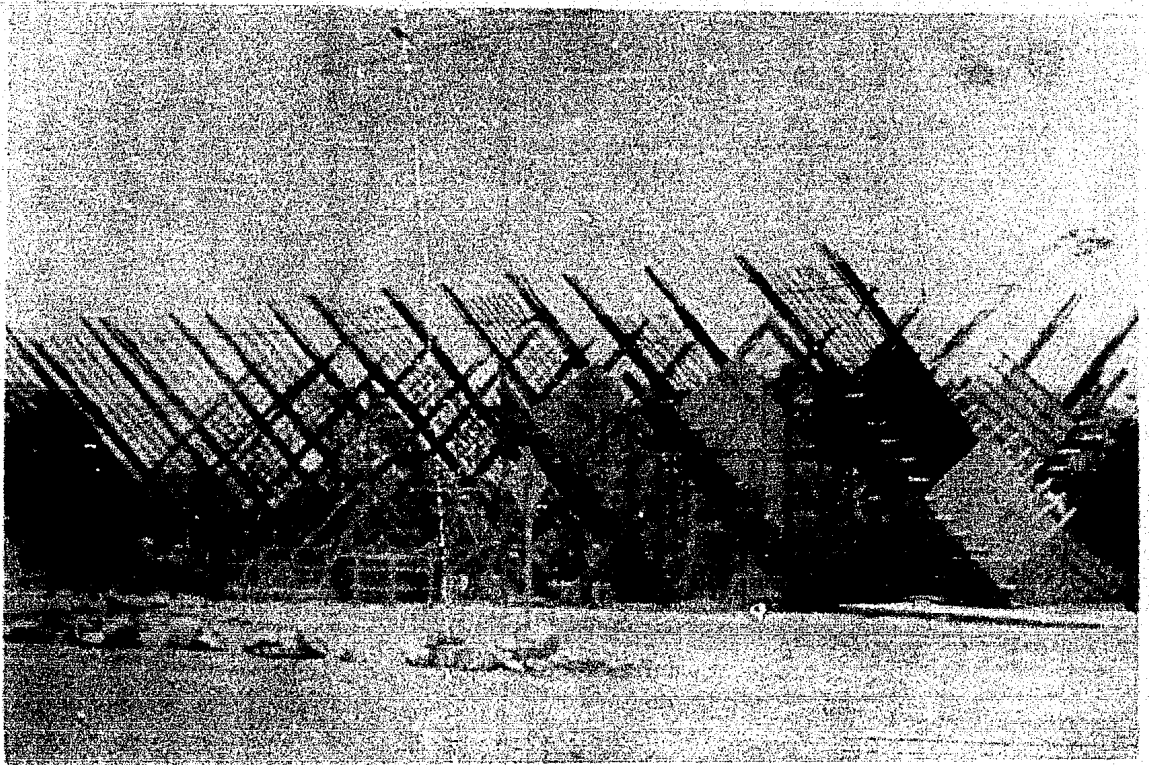
2<sup>o</sup> Encima de estas pilas de concreto va construída:  
a) una zapata, sobre la que van varios pares de co-  
lumnas inclinadas.

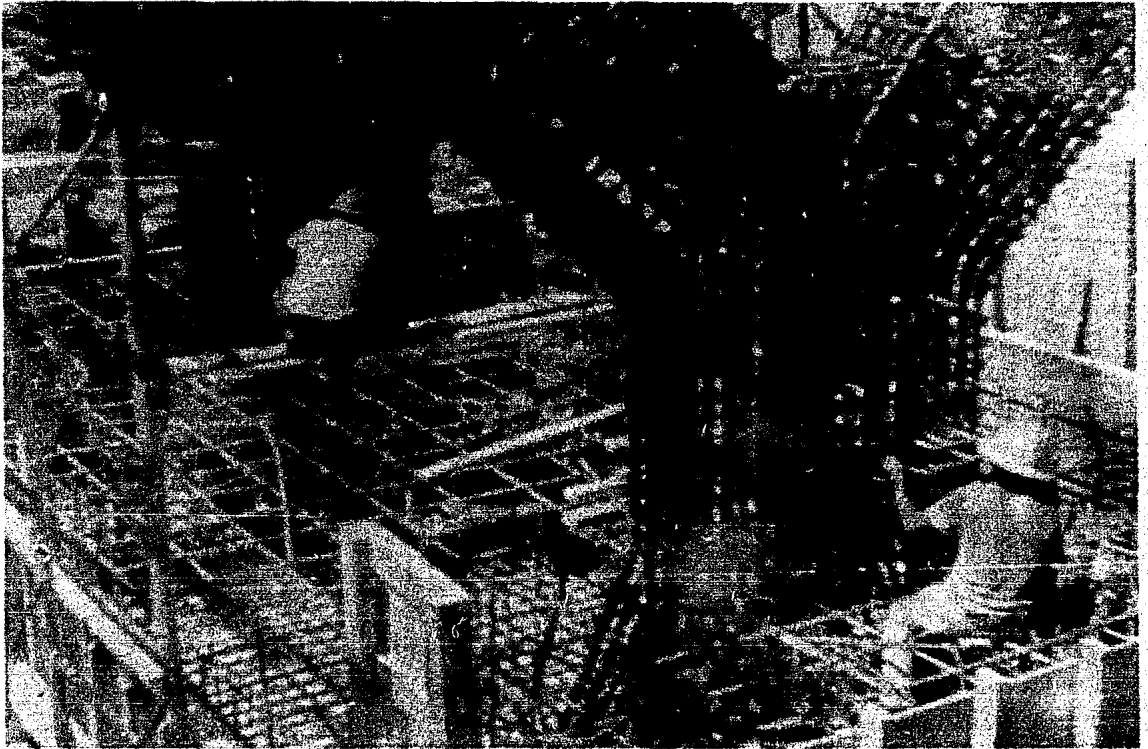


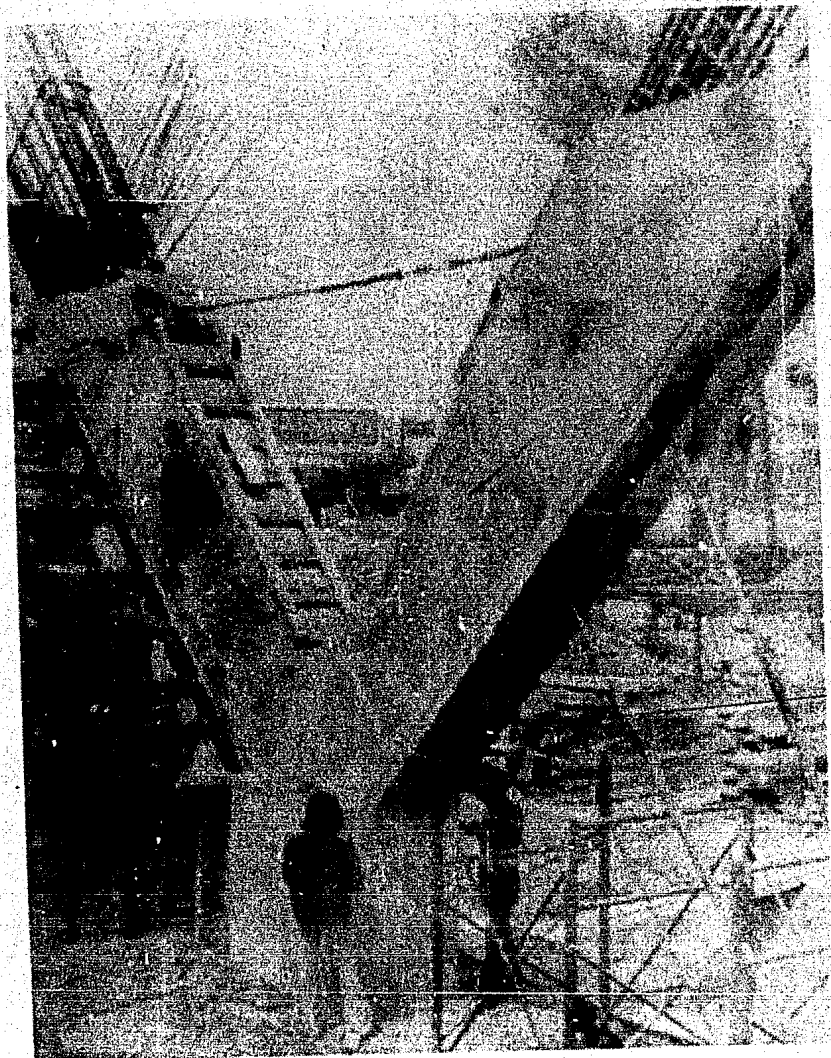




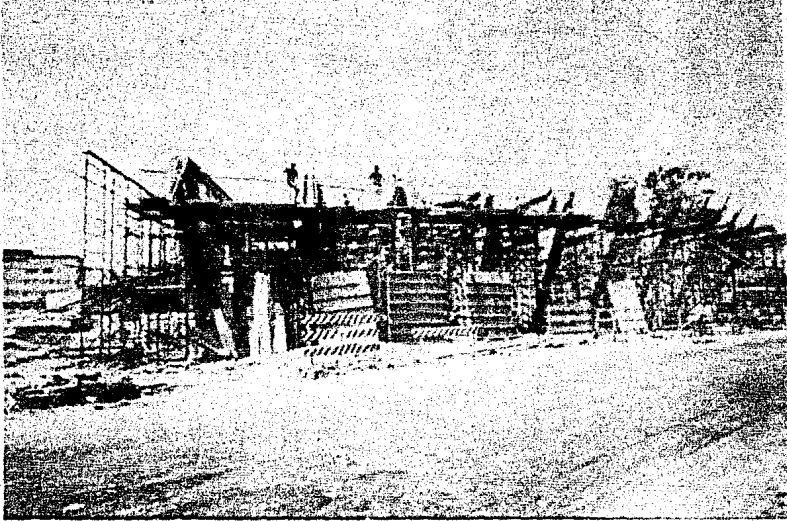






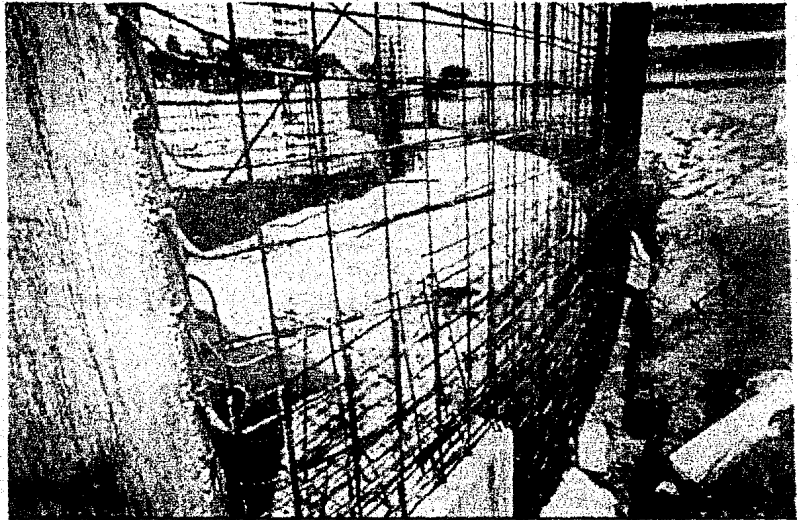


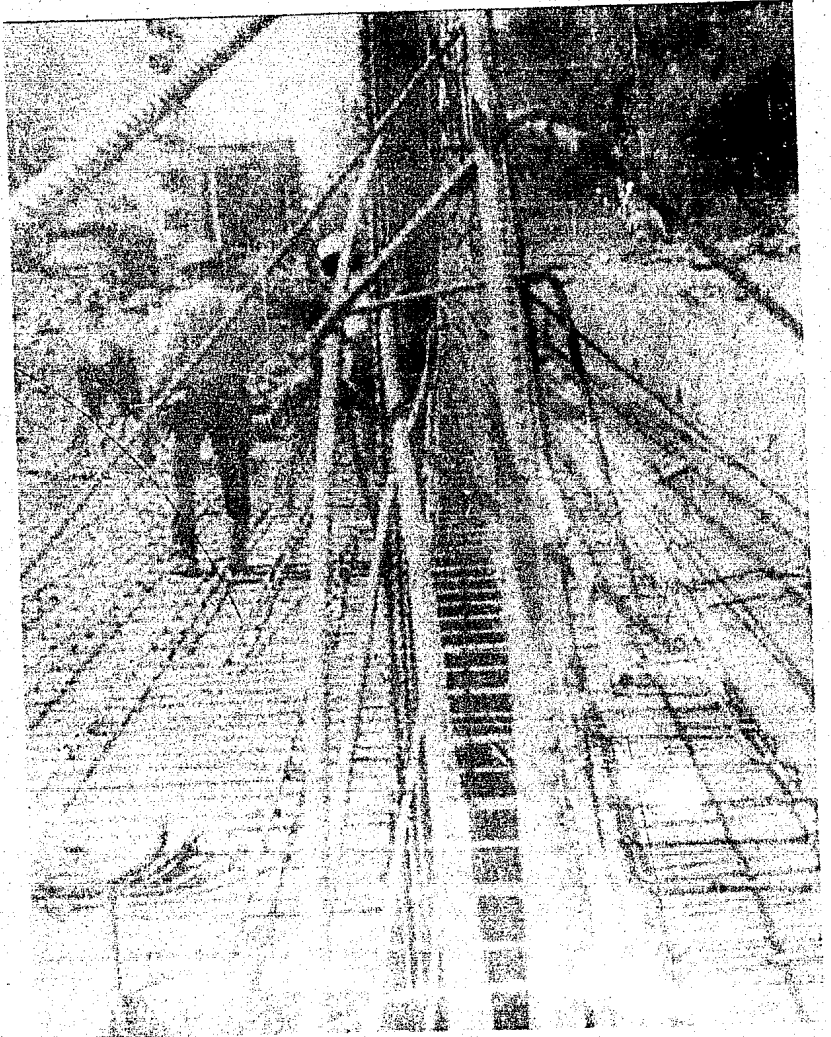


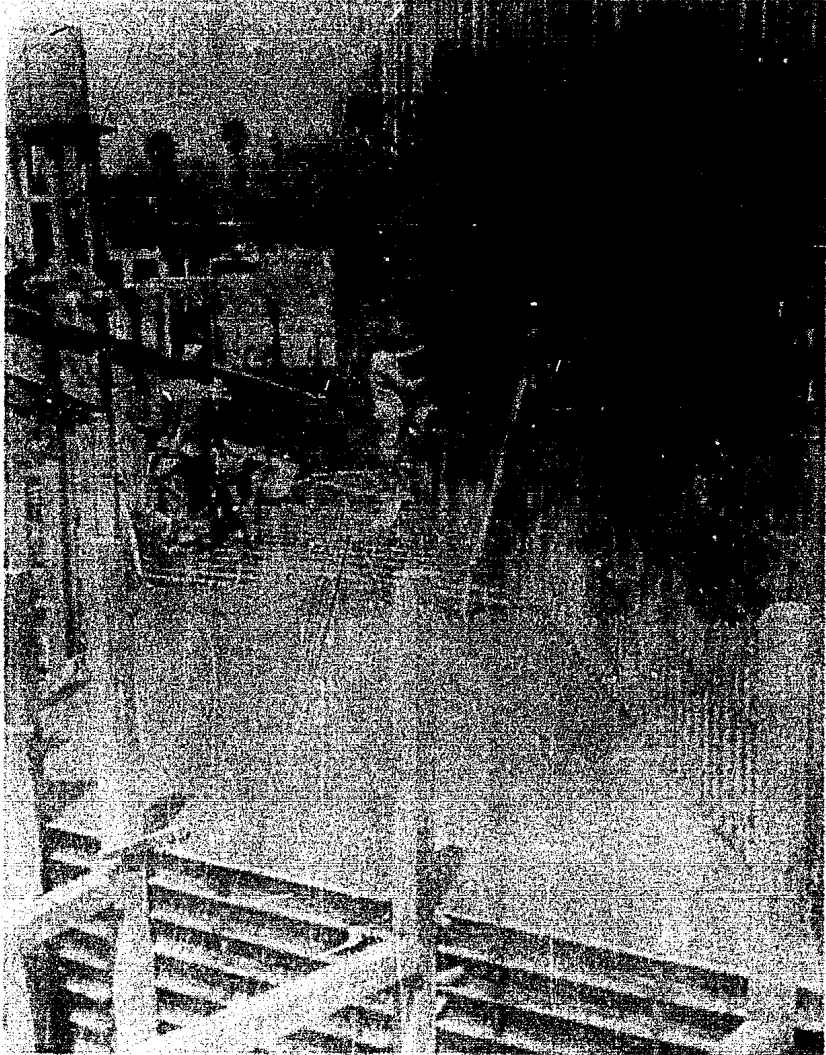




- b) *Un estribo de concreto armado.*
- c) *Muros.*



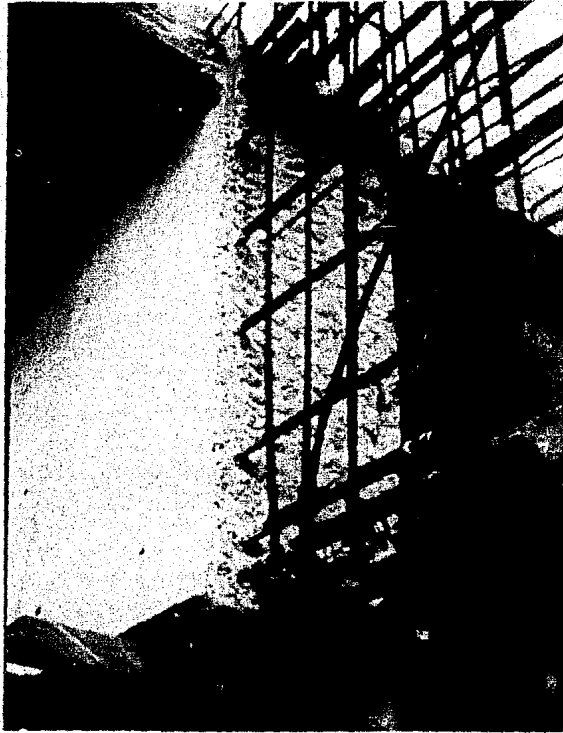


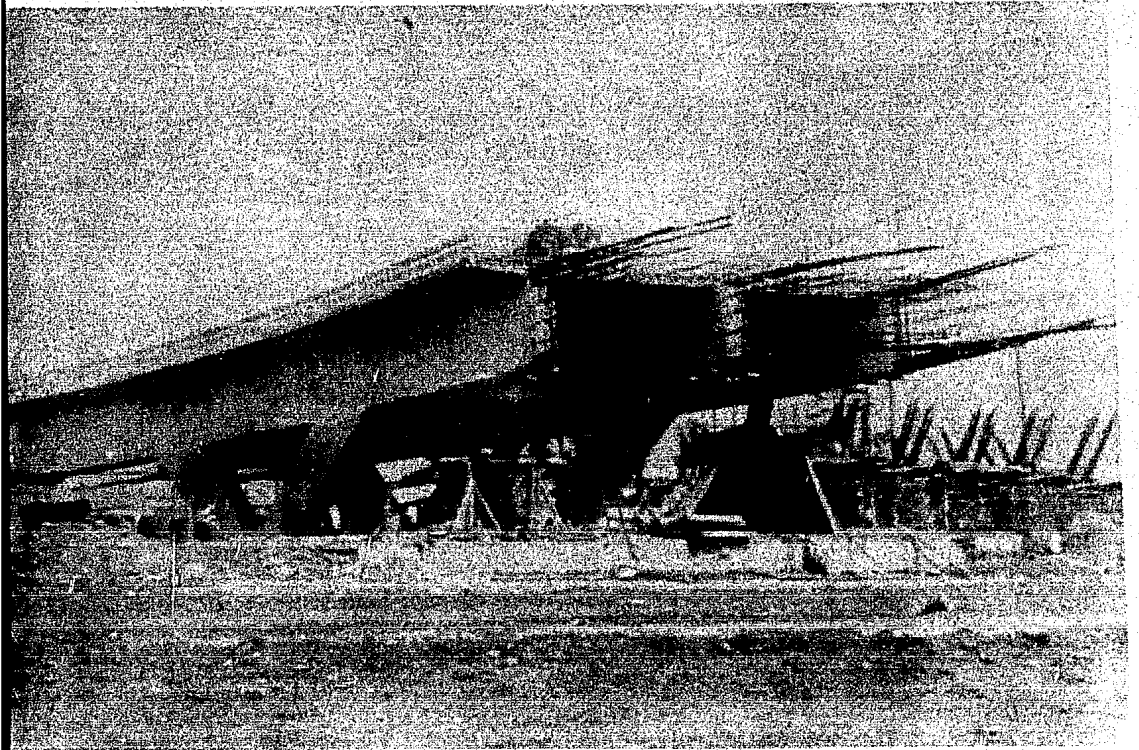


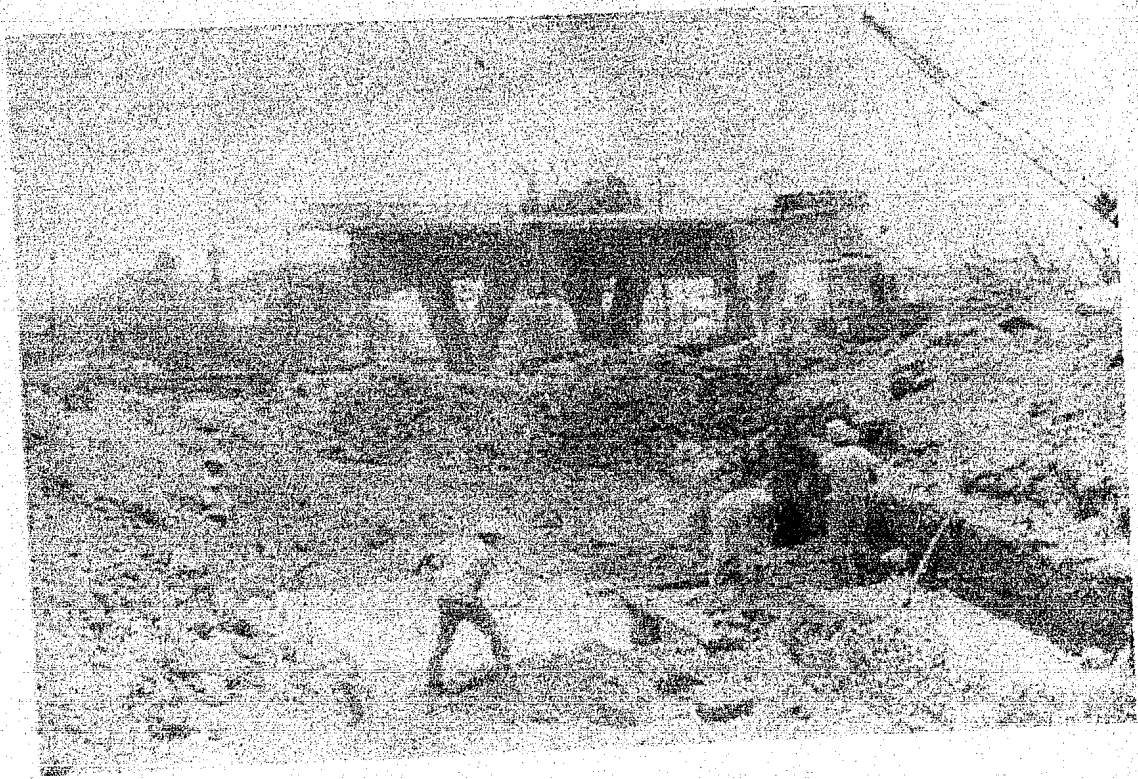




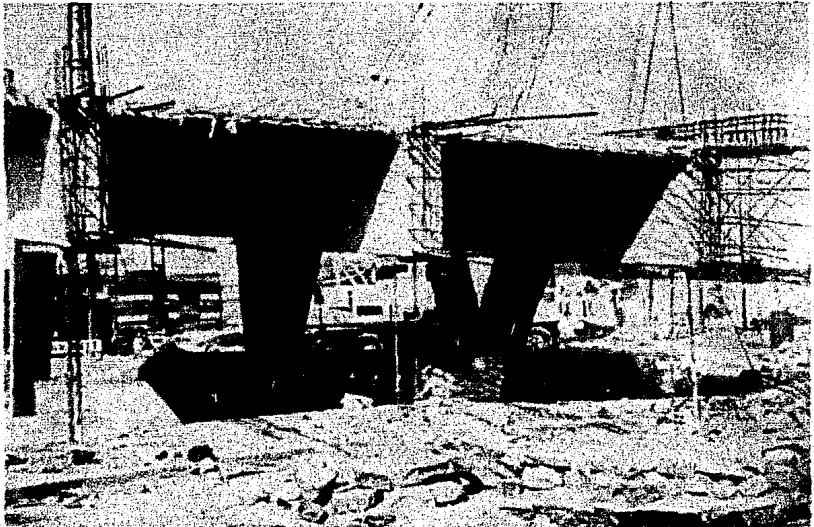
3<sup>o</sup> Sobre las columnas inclinadas y los estribos, lleva traveses de concreto, sobre los cuales lleva losas y diaframas.





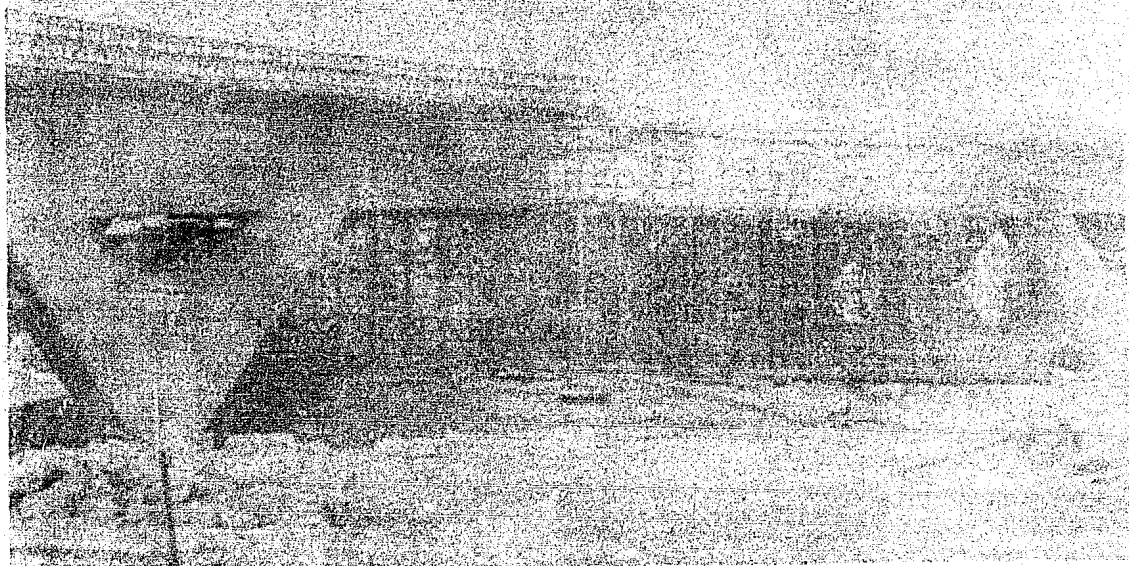




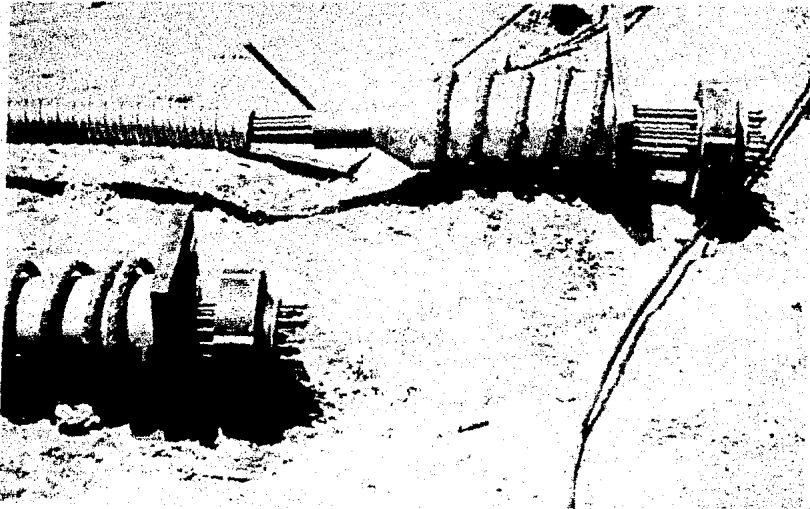
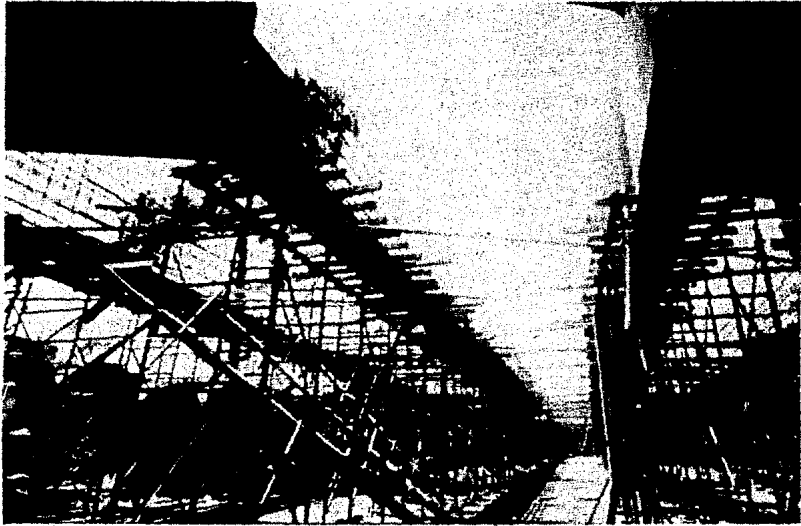


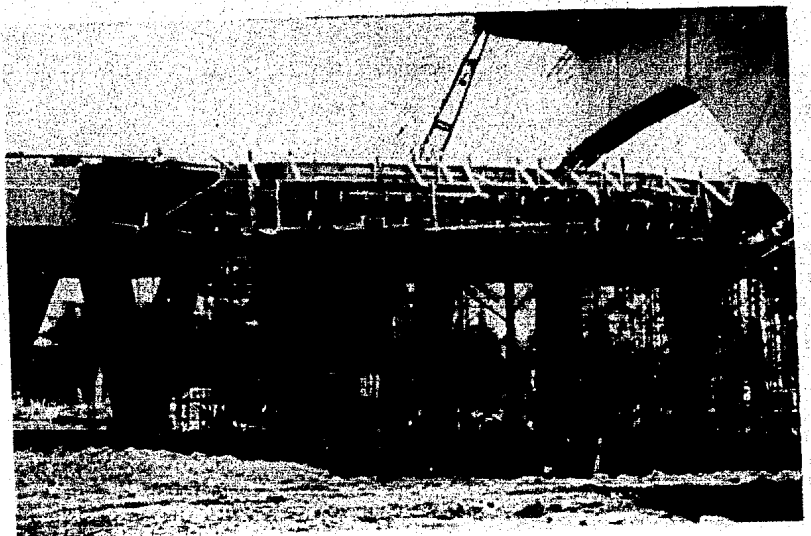
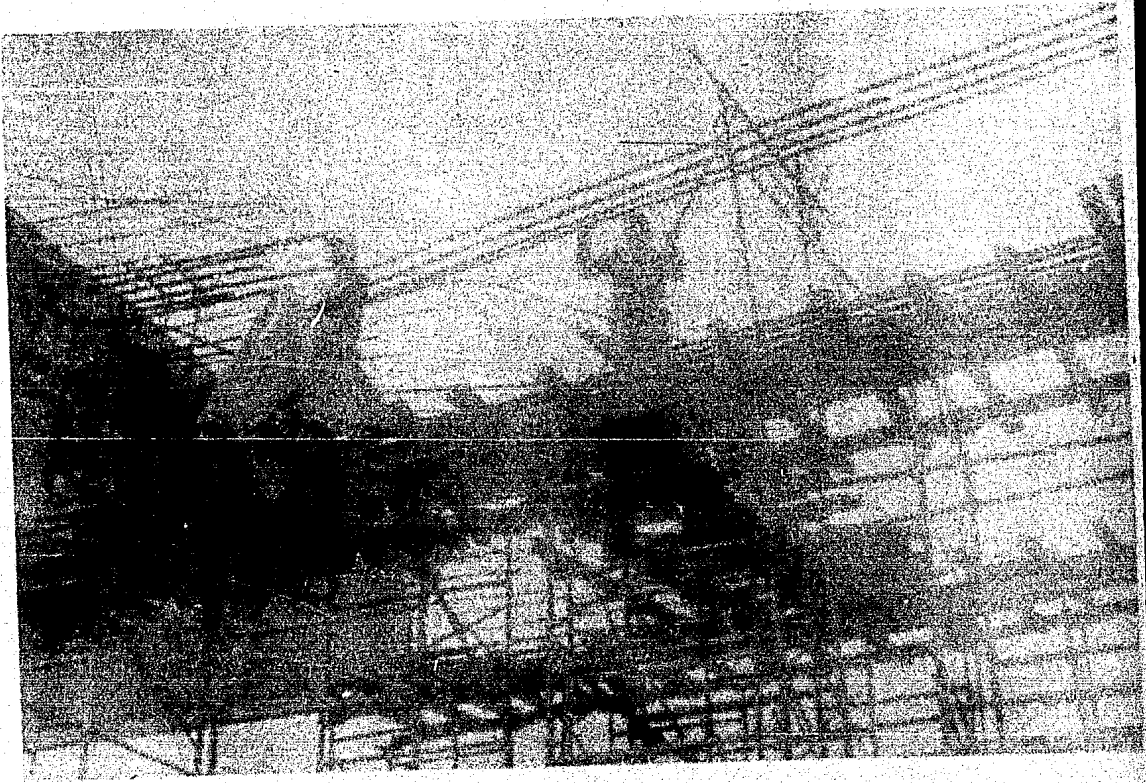
4° Las rampas de acceso están apoyadas sobre los estrados y sobre muros de concreto.

5° Los puentes están estructurados en varios tramos, de los cuales unos forman parte de los apoyos y otros están sobrepuestos entre los anteriores, estos últimos llevan trabes preesforzadas, losas y diafragmas.



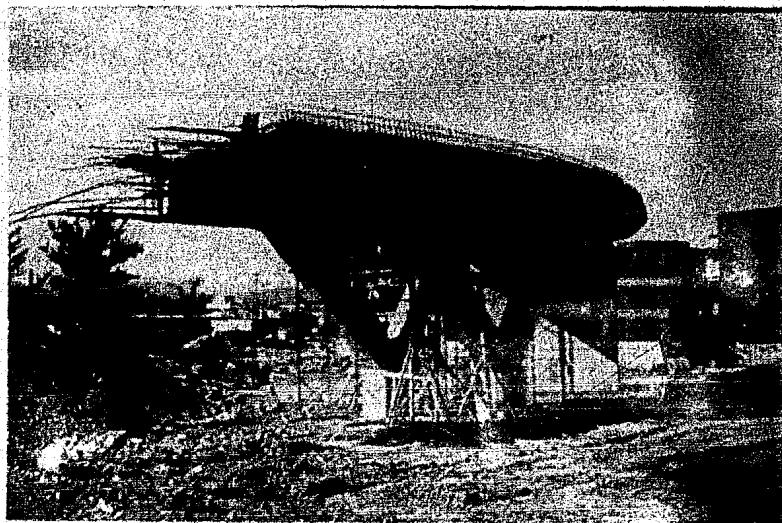


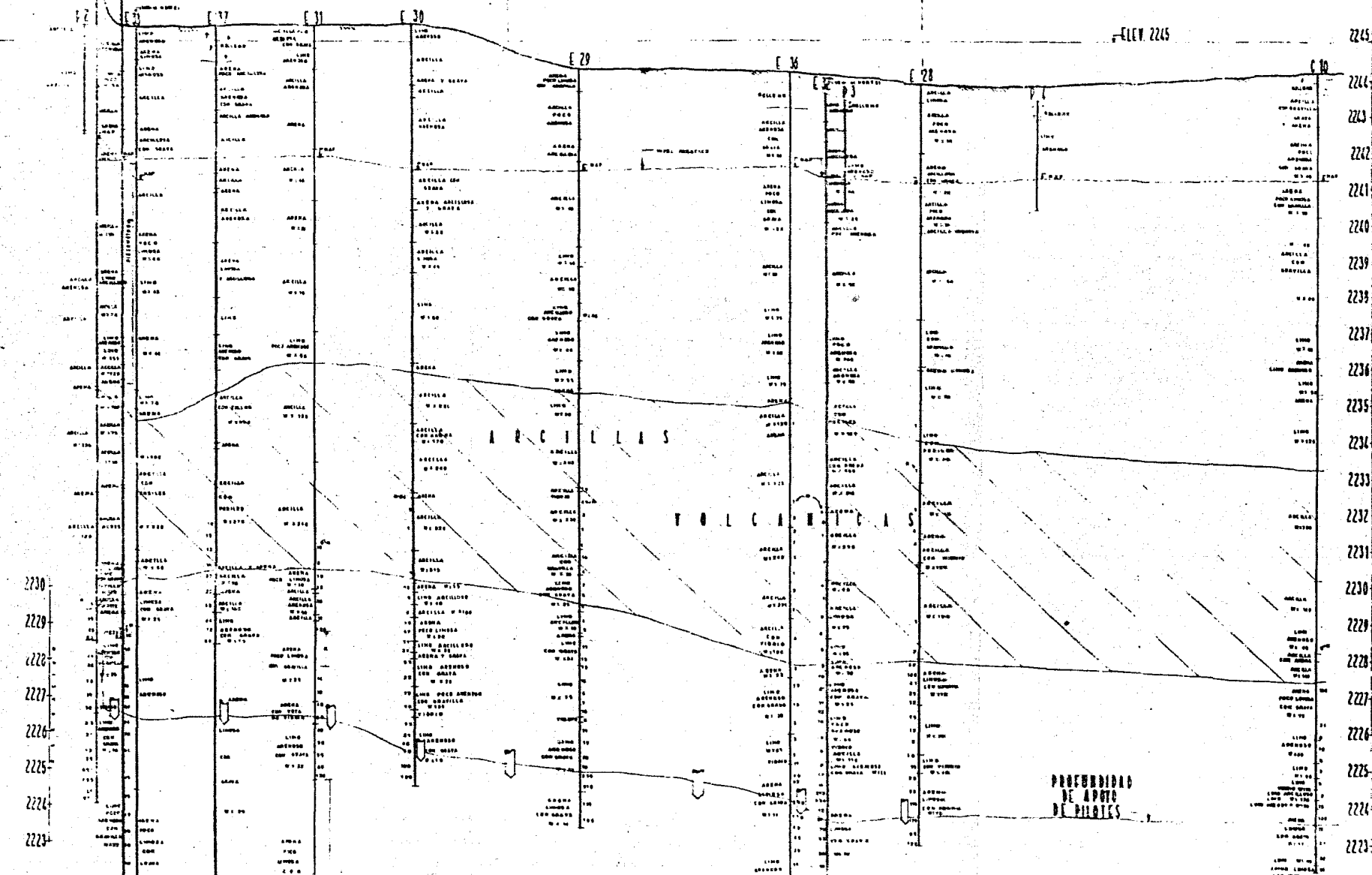




6º Las juntas de estos tramos son de neopreno, algunas son fijas y otras móviles. Las fijas son de 50 X 70 centímetros y las móviles de 50 X 70 y de 60 X 25 centímetros. Las fijas llevan tres placas de neopreno separadas por dos placas de acero estructural galvanizado, las móviles llevan dos placas de neopreno separadas por una placa de acero estructural galvanizado.

7º Los apoyos de los puentes llevan de dos a seis pares de columnas inclinadas, siendo un total de 55 pares de columnas, repartidas en 17 apoyos. Además lleva un total de 8 estribos y dos zonas huecas a base de muros. Tanto estribos como columnas van apoyados sobre zapatas y estas a su vez sobre pilas, siendo en total 25 zapatas y 192 pilas de concreto coladas en el lugar.





FACULTAD DE INGENIERIA  
 U N A M  
 Proceso Constructivo un Paso a De nivel Distribuidor "Las Hongas"

3 PERFIL ESTRATIGRAFICO  
 TESIS PROFESIONAL  
 CARLOS JIMENEZ DE LA CUESTA OTERO

## C A P I T U L O IV

### ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCION DE LA CIMENTACION DEL PASO A DESNIVEL DISTRIBUIDOR LOS HONGOS

#### 1º SONDEOS:

Se hicieron una serie de sondeos para poder determinar el perfil estratigráfico. Los sondeos fueron de tres tipos: sondeo de muestreo, sondeo de penetración y pozo a cielo abierto. De estos tres tipos de sondeo, los que nos interesaron fueron: 4 sondeos de muestreo, que son del C 8 al C 11; 16 sondeos de penetración, del E 23 al E 38; y 6 de pozo a cielo abierto, del P 1 al P 6.

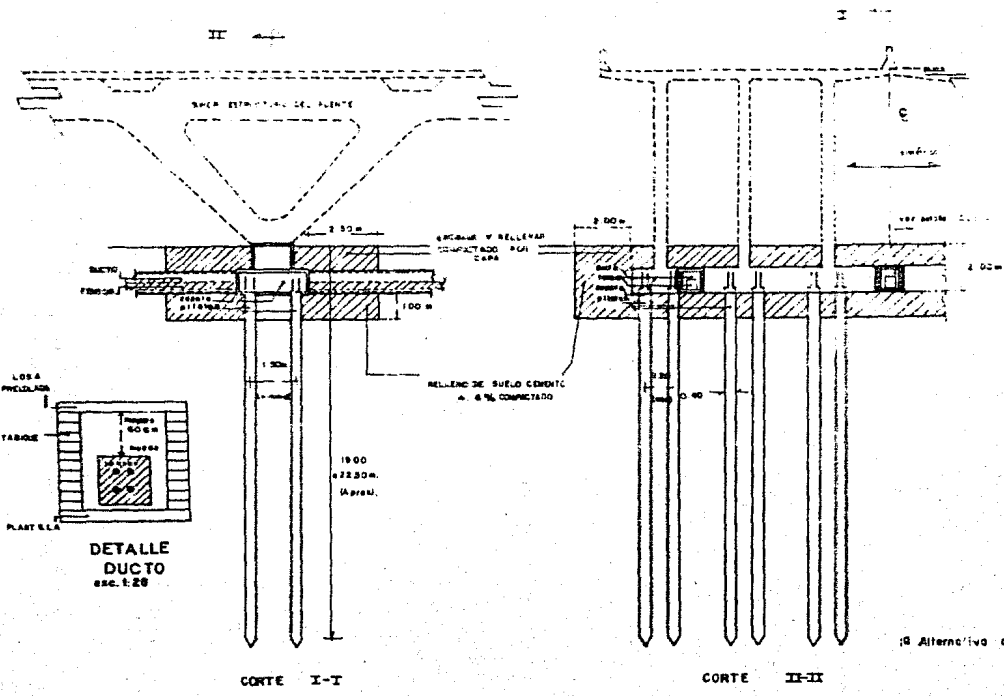
Las profundidades de los sondeos fueron: el pozo a cielo abierto alrededor de 3 metros, el de muestreo y el de penetración alrededor de 25 metros.

Con estos muestreos se obtuvo el contenido de humedad natural, la resistencia a la compresión, el peso volumétrico y la clasificación de los materiales; se obtuvo también el nivel de aguas freáticas a una profundidad aproximada de tres metros.

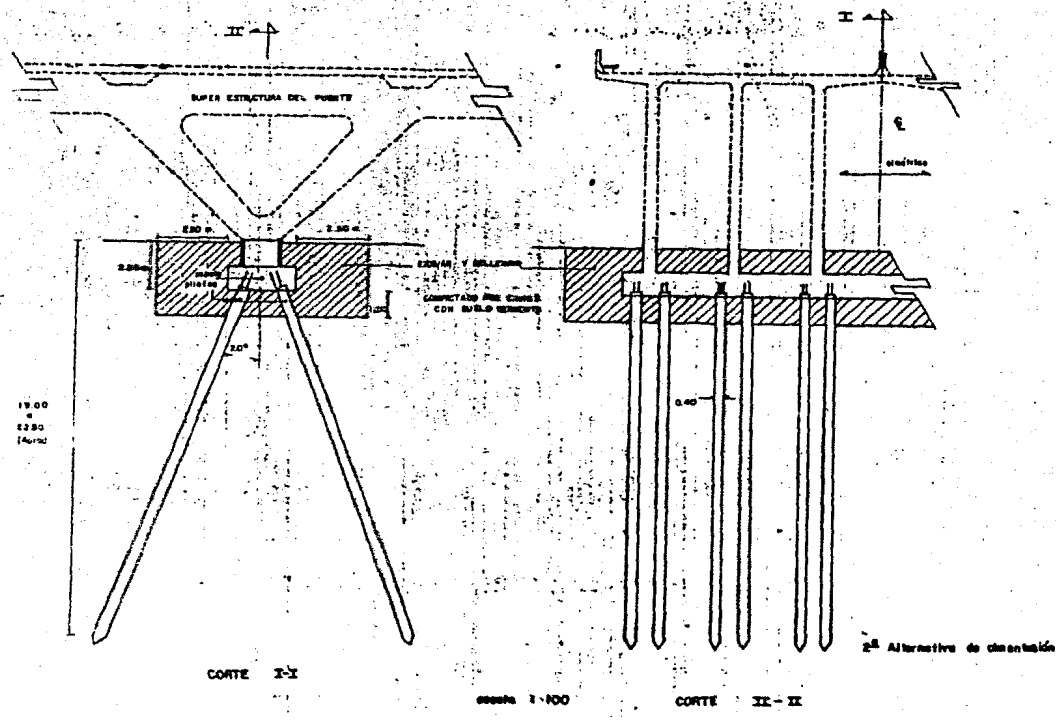
#### 2º ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA LA CIMENTACION:

Se propusieron tres tipos de cimentación: la primera hincar pilotes de 40 centímetros de diámetro, a una profundidad aproximada de entre 19 y 22.50 metros, con una separación, a ejes, entre los pilotes, de 1.20 metros, en un sentido, y 1.50 metros en el otro sentido. Sobre estos pilotes una zapata y un relleno de suelo cemento al 6% de compactación, hecha la compactación por capas; la zapata con un ducto para 4 tensores, el ducto hecho con una plantilla de cemento, paredes de tabique y una losa precolada, con una holgura de 60 centímetros; la zapata a una profundidad de 2 metros y el relleno a un metro más de profundidad que la zapata y con dimensiones de 2.50 metros más en un sentido que la zapata, y 2 metros más en el otro sentido.





escala 1:100



escala 1:100

La segunda alternativa fue el uso de pilotes inclinados de 40 centímetros de diámetro y con una inclinación, en el sentido del eje del puente, respecto a la vertical de 20°. La zapata y el relleno serían iguales a la alternativa primera, solo que sin tensor y por lo tanto sin ducto.

La tercera alternativa fue colar pilas de 60, 75, 90 y 100 centímetros de diámetro a una profundidad promedio de 22 metros, dejando un metro de armado, sobre el nivel de desplante de la zapata, para después armar la zapata junto con el armado de la pila y colarlas juntas. La separación entre los ejes de las pilas sería: para los estribos 3.40 metros en un sentido y variable en el otro, para las columnas variaría según el caso y para las zonas huecas 6.81 metros en el sentido del puente y 6.55 metros en el otro sentido.

Las zapatas serían similares a las de las otras dos alternativas, sin tensor y por lo tanto sin ducto; y con un relleno de sustitución de tepetate compactado al cual se le agregaría íntimamente un 6% de cemento para formar un suelo cemento con una resistencia mínima a la compresión, no compactado, de 10 kg/cm<sup>2</sup>, en probeta a los 28 días. Estos rellenos se compactarían del lado seco de óptimo a como mínimo 92% proctor estándar y el relleno se haría en capas de 30 centímetros de espesor. Los rellenos serían con un talud de 0.5:1 y a una profundidad mayor que la del nivel de desplante de la zapata. Siendo ésta de un metro, el desplante del relleno sería mayor en un metro; las zapatas serían similares para los estribos y para las columnas.

### 3º DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN QUE SE ELIGIÓ:

La alternativa que se eligió fue la de pilas coladas en el lugar, o sea la tercera alternativa.

#### PRIMERO.- DEMOLICIÓN:

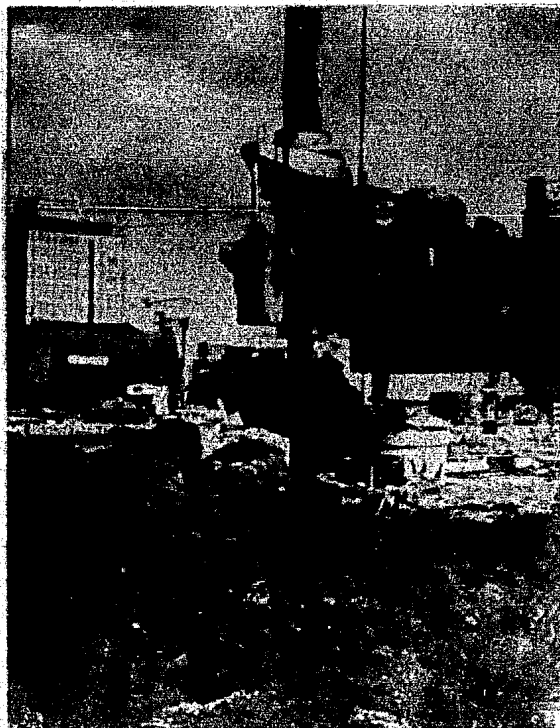
Lo primero que se hizo fue: la demolición de las construcciones que existían en la zona donde se levantaría el paso a desnivel distribuidor Los Hongos; la demolición de la fuente de Los Hongos, y la demolición de los pavimen

tos en las zonas de la cimentación.

SEGUNDO.- OBRAS DE DESVIO DEL TRANSITO DE VEHICULOS:

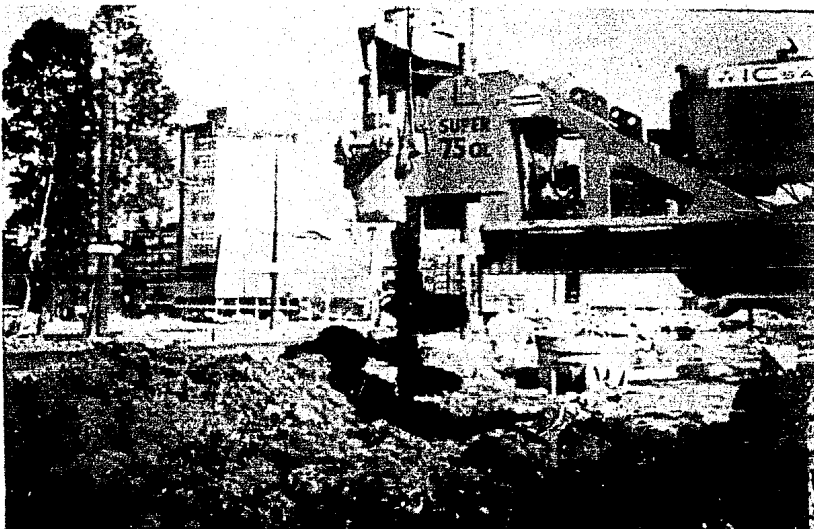
Se construyeron diversas obras para desviar el tránsito de vehículos mientras ejecutaban las obras de construcción de la cimentación y la superestructura del paso a desnivel.

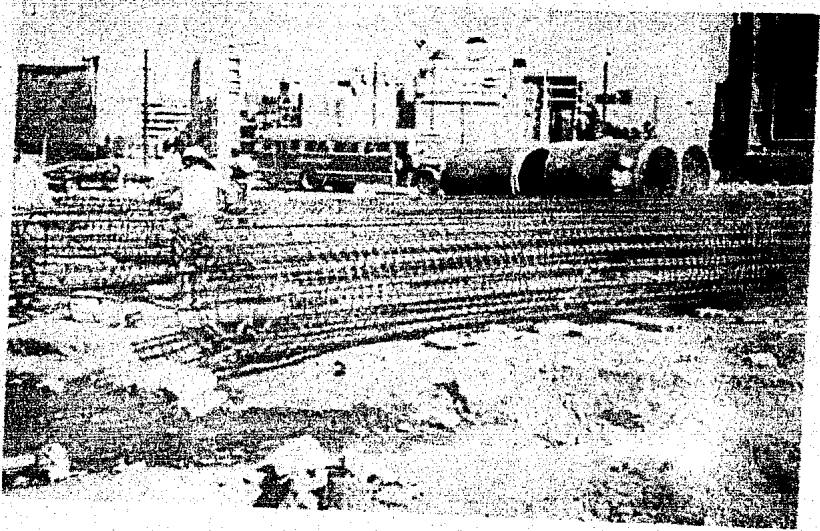
TERCERO.- PILAS DE CONCRETO:



Para las pilas de concreto se hizo una perforación con diámetro igual al de la pila y con una inclinación dada para cada caso, el procedimiento de la perforación fue impidiendo el derrumbamiento de las paredes de la misma; se colocó después el refuerzo, que se había armado antes, centra

do con respecto al eje de la perforación, quedando dicho refuerzo sobresaliendo un metro, como mínimo, a partir del nivel de desplante de las zapatas. El acero de refuerzo fue con un límite elástico  $LE = 4000 \text{ kg/cm}^2$ . Después se hizo el colado del concreto con un procedimiento tal que impidió la disgregación de los materiales inertes. El concreto usado para colar las pilas fue de una resistencia  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con un agregado máximo de 19 mm (3/4") y un revenimiento de 7 a 11 centímetros. El recubrimiento libre en las pilas máximo de 10 centímetros y como mínimo de 5 centímetros. Teniendo una capacidad útil de 180 toneladas El armado fue a base de varillas del número 8 y un zuncho del número 3 con paso de 10 centímetros; el número de varillas por pila varía según el diámetro de la misma, de la siguiente manera: pilas de 100 centímetros de diámetro 24  $\emptyset$  # 8 a una separación aproximada de 10.5 centímetros; pilas de 90 centímetros de diámetro 16  $\emptyset$  # 8 a una separación aproximada de 13.7 centímetros; las pilas de 75 centímetros de diámetro 14  $\emptyset$  # 8 a una separación aproximada de 12.5 centímetros y por último las pilas de 60 centímetros de diámetro 11  $\emptyset$  # 8 a una separación aproximada de 11.4 centímetros.



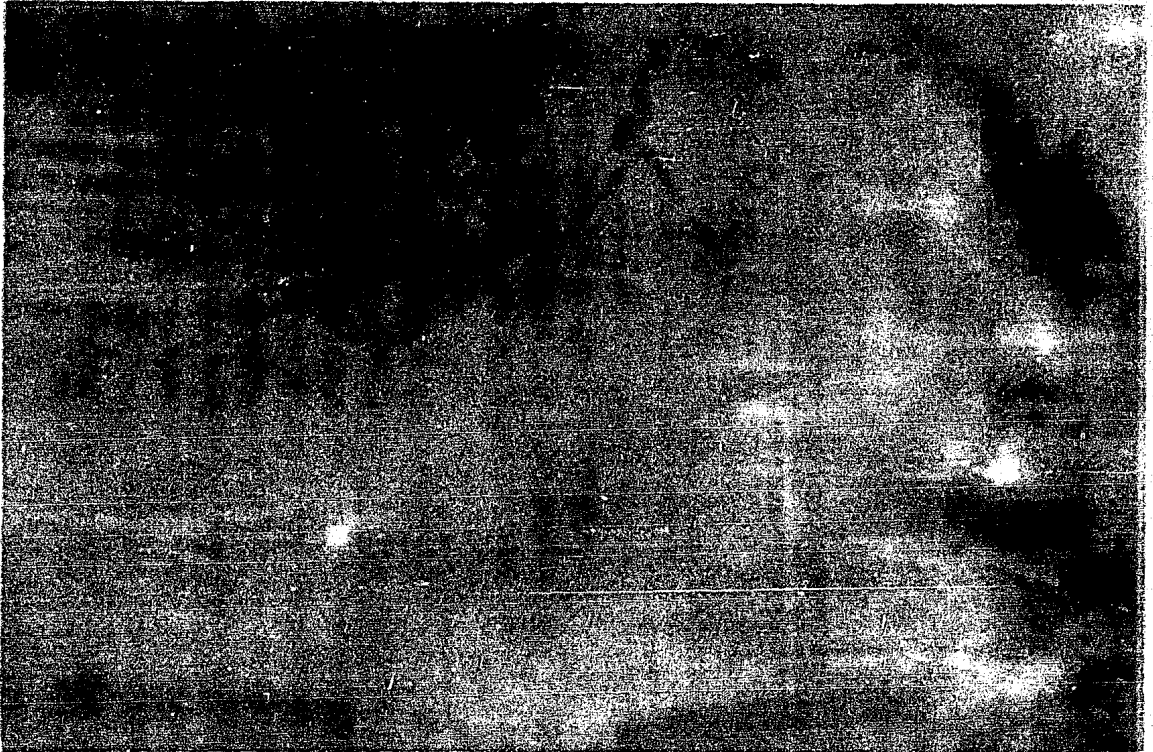


Para la localización de las pilas, diámetro, número y profundidad podemos observar la siguiente tabla:

P I L A S						
TRAZO	APOYO	ESTACION	ELEVACION DESPLANTE	DIAMETRO DE PILAS	H (m)	NUMERO DE PILAS
RIO DE SAN JOAQUIN EJERCITO NACIONAL	0	3+765.96	2226 m	0.90 m	17.00	12
	1	3+812.68	2226 m	0.90 m	17.25	16
	2	3+866.40	2226 m	1.00 m	16.50	18
	3	3+916.40	2225 m	1.00 m	17.50	18
	4	3+966.40	2224 m	0.90 m	19.00	14
RAMPA "2"	1A	0+232.41	2227 m	0.90 m	16.00	6
	2A	0+250.34	2227 m	0.90 m	16.00	6
RAMPA "3"	4B	0+140.60	2224 m	0.90 m	19.00	4
	5B	0+122.70	2226 m	0.90 m	17.00	4
RAMPA "1"	0B	0+043.25	2226 m	0.90 m	17.00	4
	1B	0+025.70	2226 m	0.90 m	17.25	4
ZONA HUECA ADYACENTE	4			0.60 m		
	5B		2223.4 m	0.60 m	17.85	10
EJERCITO NACIONAL	1	0+102.50	2226.35m	0.75 m	17.00	6
	2	0+128.50	2225.2 m	0.75 m	18.80	6
	3	0+162.30	2224.3 m	0.75 m	19.70	6
	4	0+203.50	2224.3 m	0.75 m	19.70	6
THIERS	5	0+240.00	2224.3 m	0.75 m	19.70	6
	6	0+276.50	2224.3 m	0.75 m	19.70	6
	7	0+324.00	2223.7 m	0.75 m	20.30	6
	8	0+352.00	2223.5 m	0.75 m	19.50	6
SAN JOAQUIN THIERS	9	0+102.08	2226.0 m	0.75 m	19.00	6
	10	0+124.08	2224.9 m	0.75 m	19.60	6
	11	0+150.38	2224.3 m	0.75 m	19.80	6

**CUARTO.- ZAPATAS:**

Para construir las zapatas se excavó en la zona de pilas un metro más del desplante de la zapata, tanto en profundidad como a cada lado con un talud de 0.5:1 en todo el perímetro de la excavación; luego se relleno, con un espesor de un metro, empleando tepetate compactado al cual se le agregó íntimamente un 6% de cemento para formar un suelo cemento con resistencia mínima a la compresión confinada de  $10 \text{ kg/cm}^2$  en probeta a los 28 días; estos rellenos se compactaron del lado seco de óptimo a como mínimo 92% proctor estándar, el relleno se hizo en capas de 30 centímetros de espesor, hasta llegar al nivel de desplante de la zapata.



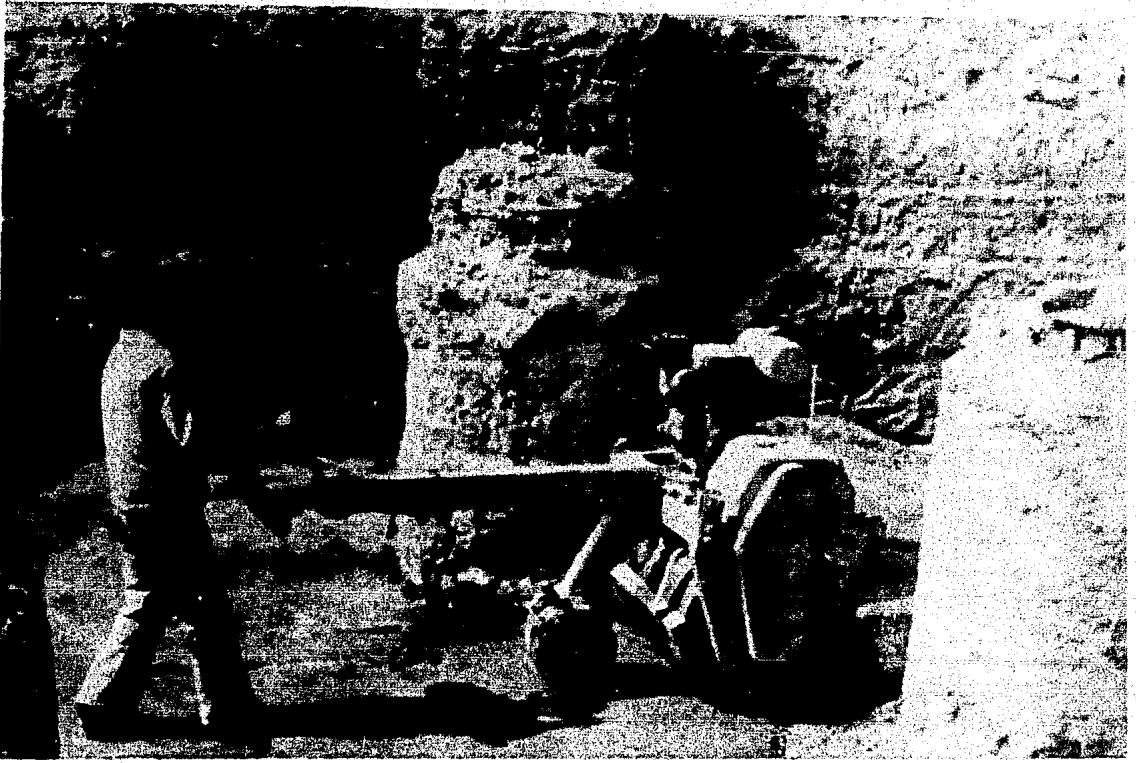




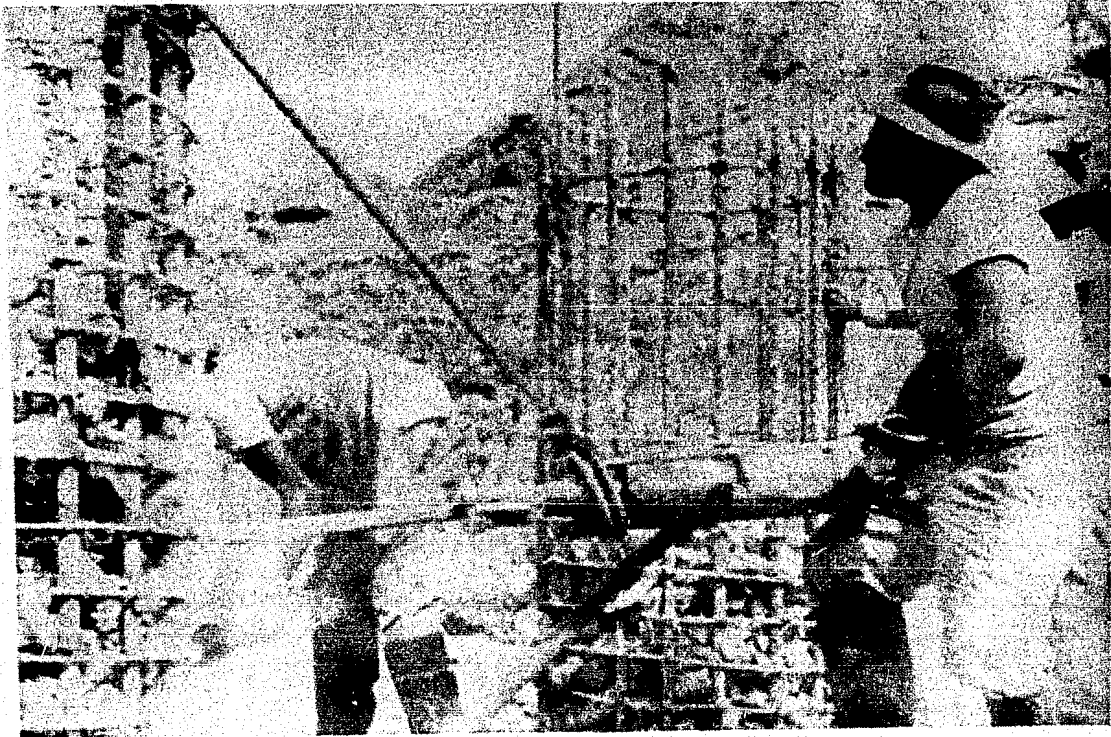


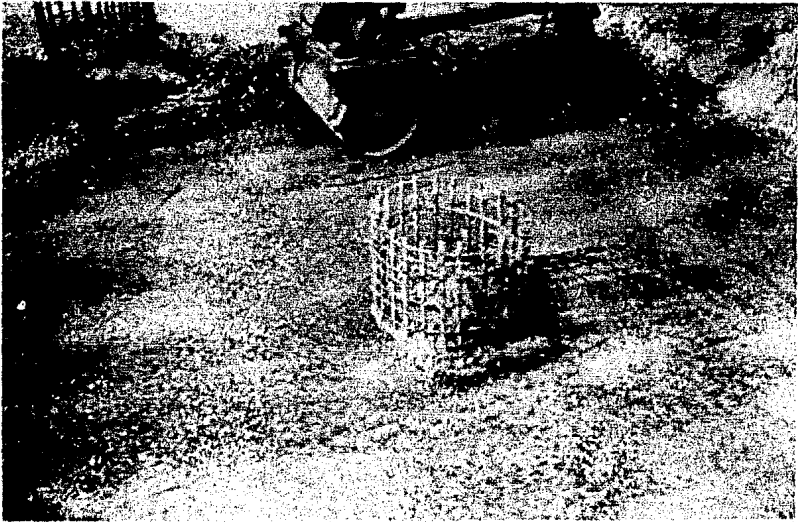


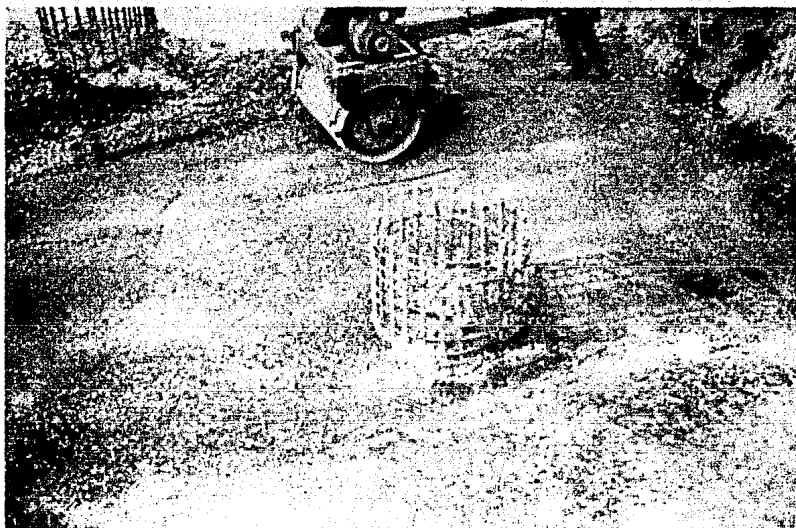


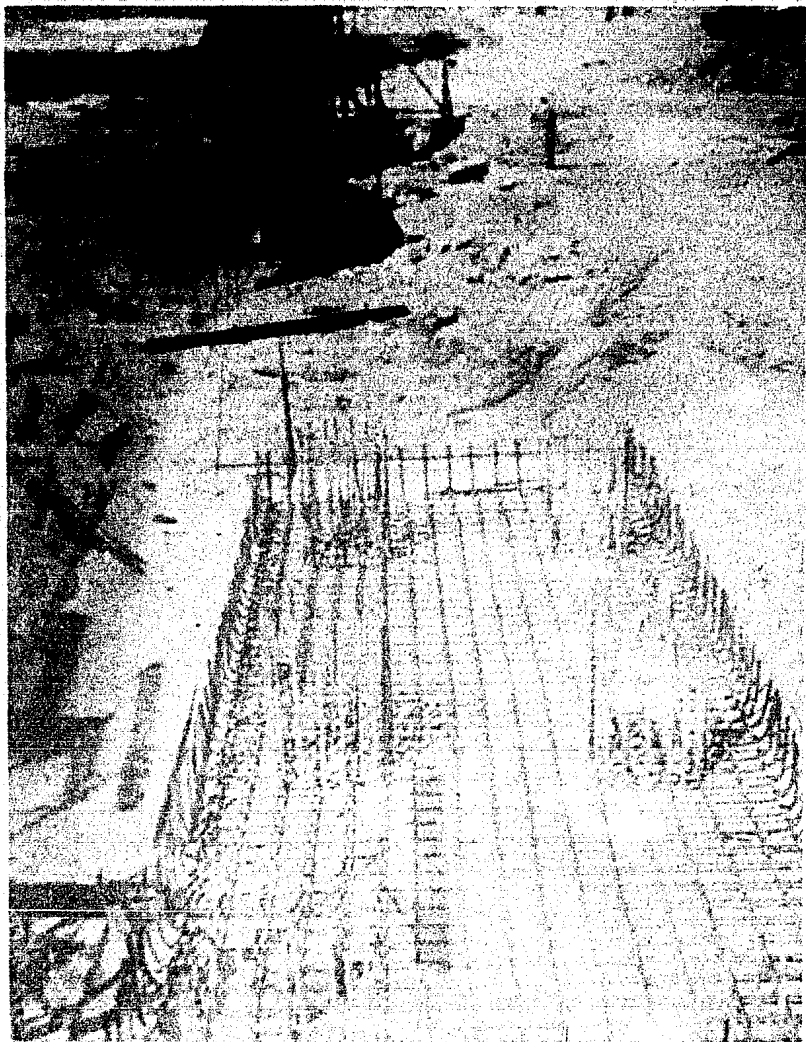


Después de esto se demolió la cabeza de la pila, el metro que sobresalla, dejando el armado al aire, para poder hacer el armado de la zapata junto con el armado de la pila. Una vez hecho el armado de la zapata según los planos de armado, se procedió a cimbrar y a colar las zapatas junto con las cabezas de las pilas, con un concreto de un  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  y un acero de refuerzo con un  $LE = 4000 \text{ kg/cm}^2$ . Para terminar se siguió la sustitución del relleno, de la misma manera que se habla hecho anteriormente, hasta llegar al nivel del terreno natural.





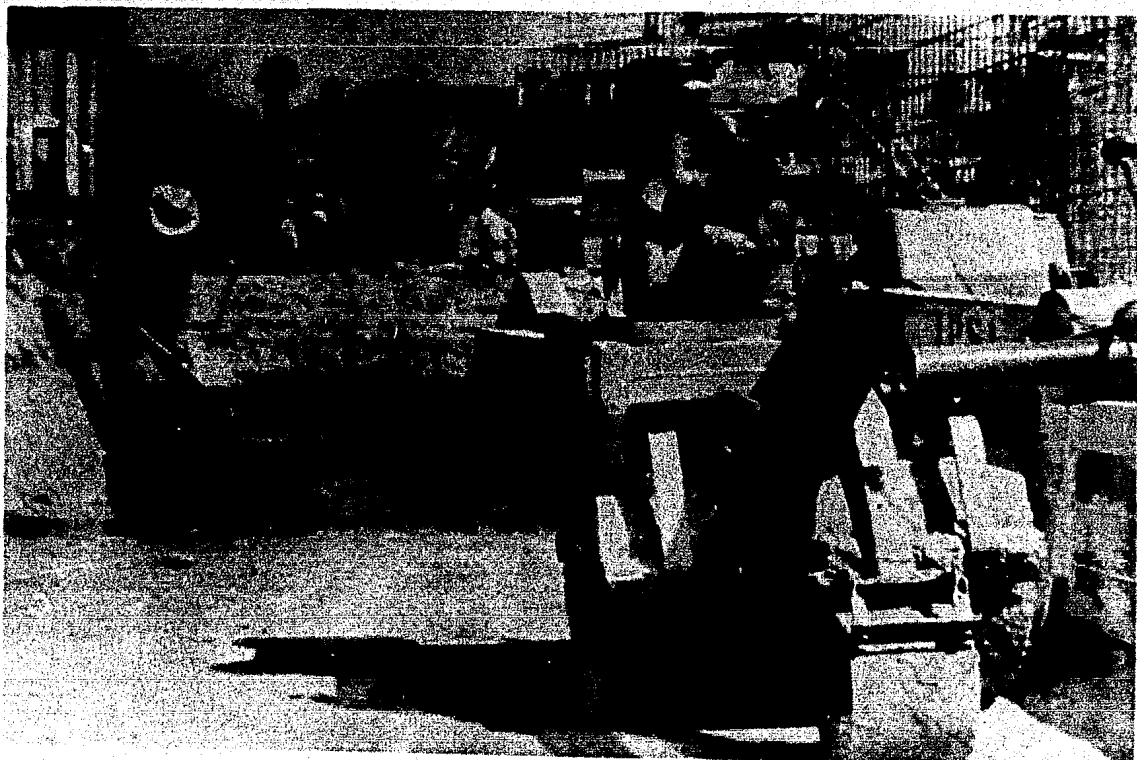












ZAPATAS DEL PUENTE RIO SAN JOAQUIN - EJERCITO NACIONAL

APOYO	ZAPATA	# PILAS ZAPATA	SEPARACION PILAS [cm]		FORMA	DIMENSION [cm] L x A x H	GRADOS	PARES DE COLUMNAS EN "V"	DADO [m] L x A x H	SEPARACION PARALELA LADOS LAR- GOS [cm]	TRABE #
			EJE x	EJE y							
1	A	11	213.5	194.5 [194]	ROMBO	1593x602x200	24°	4	2.5x1x1	550	6,7,8 y 9
	B	5	213.5	219.0	ROMBO	802x602x200	24°	2	2.5x1x1	550	4 y 5
2 y 3	A	10	427.0	389.0 388.5	ROMBO	2025x602x200	24°	5	2.5x1x1	550	1,2,3 4 y 5
	B	8	427.0	389.0 388.5	ROMBO	1599x602x200	24°	4	2.5x1x1	550	6,7,8 y 9
1B		4	300.0	447.0		783x460x150		2	1.5x1x1		
2A		6	190.0	449.5		1224x350x150		3	1.5x1x1		
4B		4	190.0	447.0		783x350x150		2	1.5x1x1		
		12	380.0	312.0							
0				453.0 479.0	ROMBO	2257x547x150	20°	ESTRIBO	1.2x5.8	500	LOSA
0B		4	340.0	447.0		735x500x150		ESTRIBO	1.15x4.62		LOSA
5B		4	340.0	447.0		735x500x150		ESTRIBO	1.15x7.75		LOSA
4		14	340.0	498.0 491.0 483.0 480.0 504.0 529.0	ROMBO	3335x624x150 3260	34° 31'		1.25x4.24		LOSA

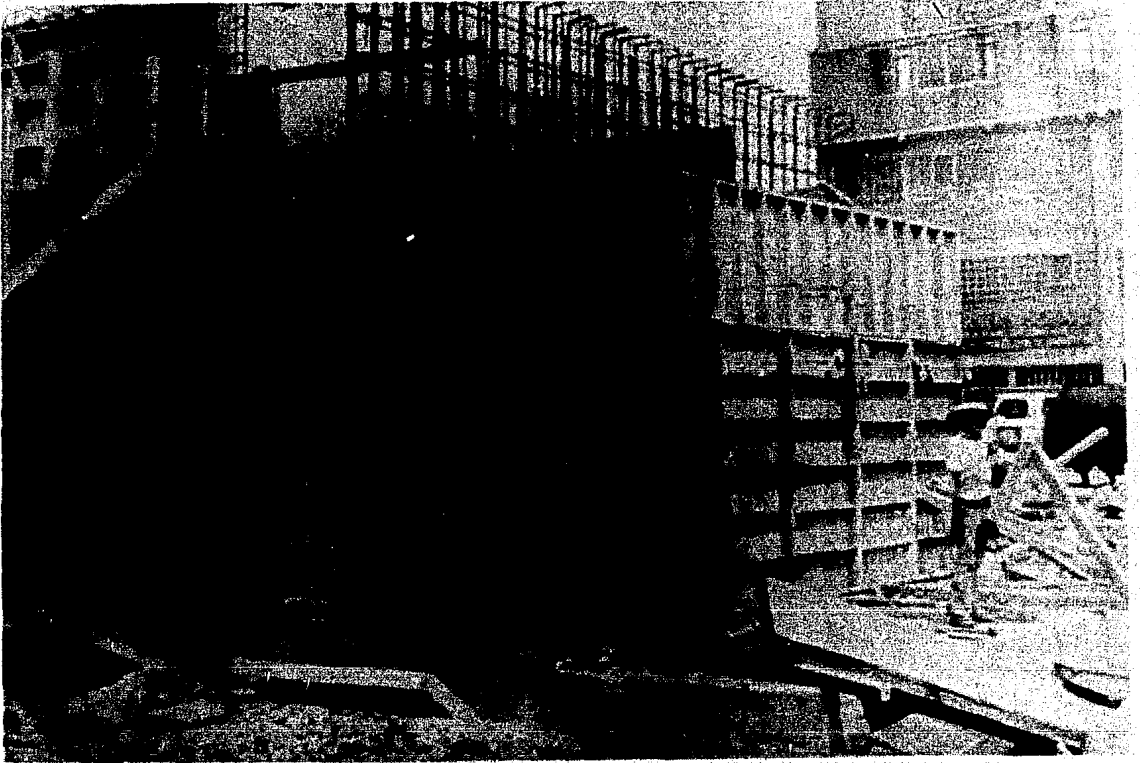
ZAPATAS DEL PUENTE RIO SAN JOAQUIN - THIERS

APOYO	ZAPATA	# PILAS ZAPATA	SEPARACION PILAS [cm]		FORMA	DIMENSION [cm] L x A x H	GRADOS	PARES DE COLUMNAS EN "V"	DADO [m] L x A x H	SEPARACION PARALELA LADOS LAR- GOS [cm]	TRABE #
			EJE x	EJE y							
2 y 3		6	160.0	290.0		740x300x150		3	1.5x1x.84		1,2 y 3
4		6	160.0	423.5		1007x300x150		3	1.5x1x.84		1,2,3
5		6	160.0	317.5		795x300x150		3	1.5x1x.84		1,2,3
6		6	160.0	297.5		755x300x150		3	1.5x1x.84		1,2,3
7		6	160.0	290.5		741x300x150		3	1.5x1x.84		1,2,3
10 y 11		6	160.0	290.0		740x300x150		3	1.5x1x.84		1,2,3
1 y 8		6	460.0	290.0		760x500x150		ESTRIBO	1.25x5.40		LOSA
		6	460.0	290.0		760x500x150		ESTRIBO	1.25x6.34		LOSA
9		6	360.0	290.0		760x500x150		ESTRIBO	1.25x4.98		LOSA

## QUINTO.- CIMENTACION ZONAS HUECAS:

Existen dos zonas huecas, una adyacente al estribo 4 y otra al estribo 5B, que se puede decir que son similares.

Los muros que forman estas zonas huecas, van apoyados sobre pilas de 60 centímetros de diámetro desplantadas a una elevación de 2223.40 metros, con una separación, sobre unos ejes circulares, a ejes de 655 centímetros en un sentido y sobre ejes radiales separados, en la parte interior de la curva, 681 centímetros y, en la parte exterior de la curva 827 centímetros; teniendo un ángulo total esta zona de  $67^{\circ} 39'$ , formada por dos muros y una losa, las dimensiones de estos muros son: el muro exterior de la curva 4434 centímetros y el muro interior 3566 centímetros, con un espesor de 25 centímetros, con un dado de 80 cm X 60 cm y 100 centímetros sobre el nivel de desplante, de 2241.25 metros, teniendo los muros una columna sobre estos dados de 40 cm X 80 cm; separados los muros por un tensor de concreto armado, con una sección de 40 cm X 40 cm; cerrada, en el principio y el fin de la curva por unos muros de concreto de 25 centímetros de espesor, apoyados sobre una trabe, que a su vez se apoya sobre las dos pilas del principio y del fin, con una sección de 80 cm X 40 cm. En la zona hueca adyacente al estribo 4, lleva además unos dados de 100 cm X 100 cm X 100 cm y una columna de 50 cm X 50 cm sobre ese dado.



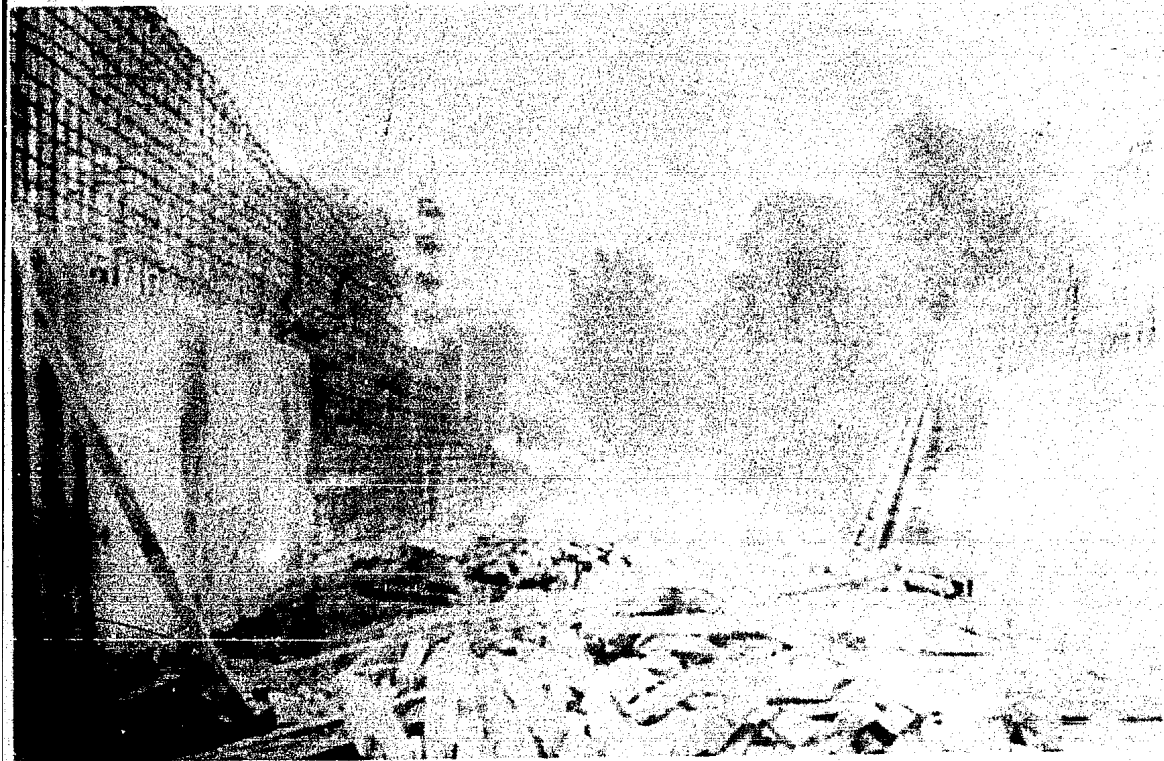
## CAPITULO V

### ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCION DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PASO A DESNIVEL DISTRIBUIDOR LOS HONGOS

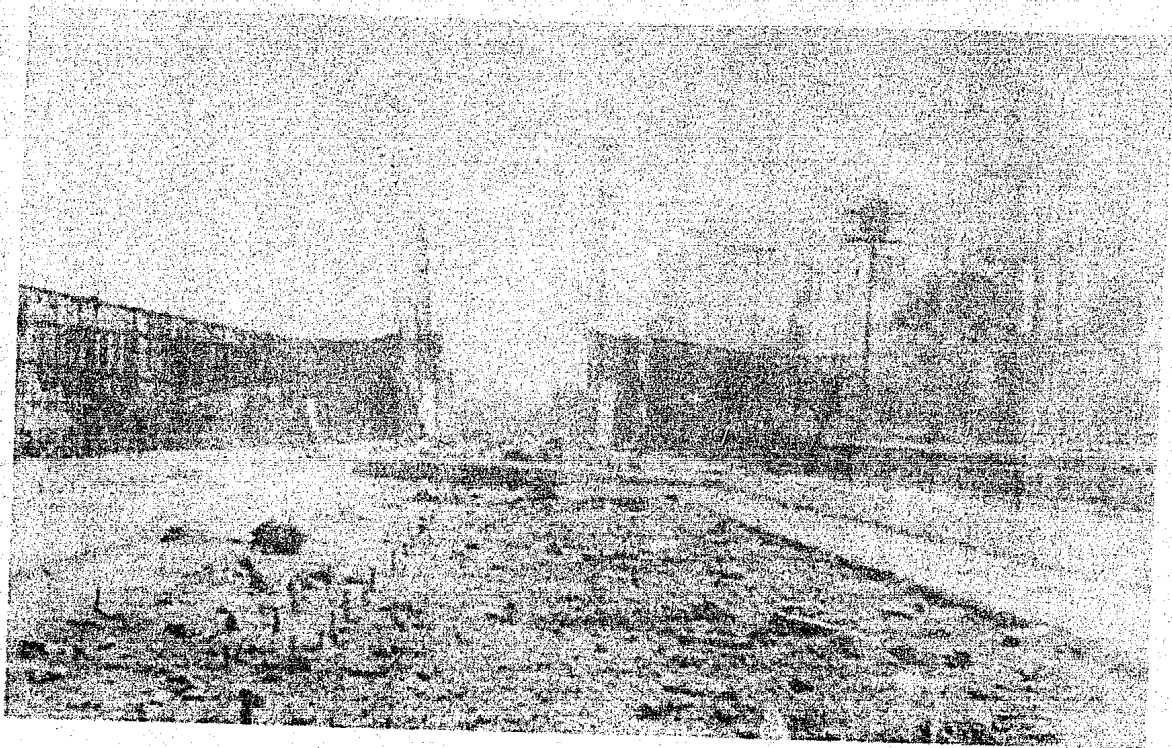
*La superestructura del paso a desnivel distribuidor Los Hongos está formada por cinco elementos:*

#### PRIMERO.- MUROS:

*Los muros de contención del paso a desnivel distribuidor Los Hongos están localizados en las rampas de dicho puente.*







En el puente de Ejército Nacional lleva un total de diez muros, dichos muros se van formando a base de distintas secciones y distintas longitudes, siendo un total de seis secciones distintas. Las secciones de estos muros tienen una sección en forma de "L" y en la parte superior una guarnición. Los muros de mayor longitud están localizados en la parte exterior de las curvas de las rampas, los muros cortos en las partes interiores de las curvas de las rampas y llegan hasta los estribos; estos muros llevan juntas de construcción a cada nueve metros y juntas de expansión a cada veintisiete metros. Las juntas de expansión van a base de SIKA IGAS.

En el puente de Thiers lleva un total de dos muros en cada rampa, o sea seis muros. Las secciones de dichos muros también son seis y son de una sola pieza, en forma de "U", las secciones IV, V y VI, y se encuentran localizadas en donde empieza, propiamente dicho, el puente. De la misma manera que en el puente de Ejército Nacional, llevan en la parte superior una guarnición, llevan también juntas de construcción a cada nueve metros y juntas de expansión a cada veintisiete metros.

Para todos los muros de todo el paso a desnivel lleva una sustitución de material de relleno con tepetate compactado, al cual se le agregó íntimamente un 6% de cemento para formar un suelo cemento con una resistencia mínima a la compresión, no compactado, de  $10 \text{ kg/cm}^2$ , en probeta a los 28 días, estos rellenos se compactaron del lado seco de óptimo a como mínimo 92% proctor estándar, y el relleno se hizo en capas de 30 centímetros de espesor.

Los materiales para estos muros fueron: concreto de  $250 \text{ kg/cm}^2$ , con un tamaño máximo de agregado grueso de diez y nueve milímetros, con un revenimiento comprendido entre 7 y 11 centímetros, usando cemento tipo I, o tipo III; el acero de refuerzo fue de  $LE \geq 4000 \text{ kg/cm}^2$ .

Todos los muros llevan una plantilla de 10 centímetros de concreto de  $f'c = 105 \text{ kg/cm}^2$ . Estos muros se desplantaron en suelos con resistencia mínima de  $2 \text{ ton/m}^2$  y se relleno con pesos volumétricos de  $1600 \text{ kg/m}^2$  máximo.

El procedimiento que se utilizó para la construcción de los muros de contención fue el siguiente:

1.- Hacer una excavación de 1.5 metros más profunda que el nivel de desplante del muro hasta encontrar el terreno natural.

2.- Rellenar en capas de 25 centímetros con una compactación de 92% de proctor estándar, utilizando equipo mecánico.

3.- Armar el muro, cimbrarlo y colarlo.

4.- Terminar de rellenar con relleno sin compactar a un nivel de 1.5 metros sobre el nivel de desplante del muro, hasta tener un terreno natural actual.

Este procedimiento se siguió para la construcción de todos los muros del paso a desnivel. Además a todos los muros se les puso un dren.

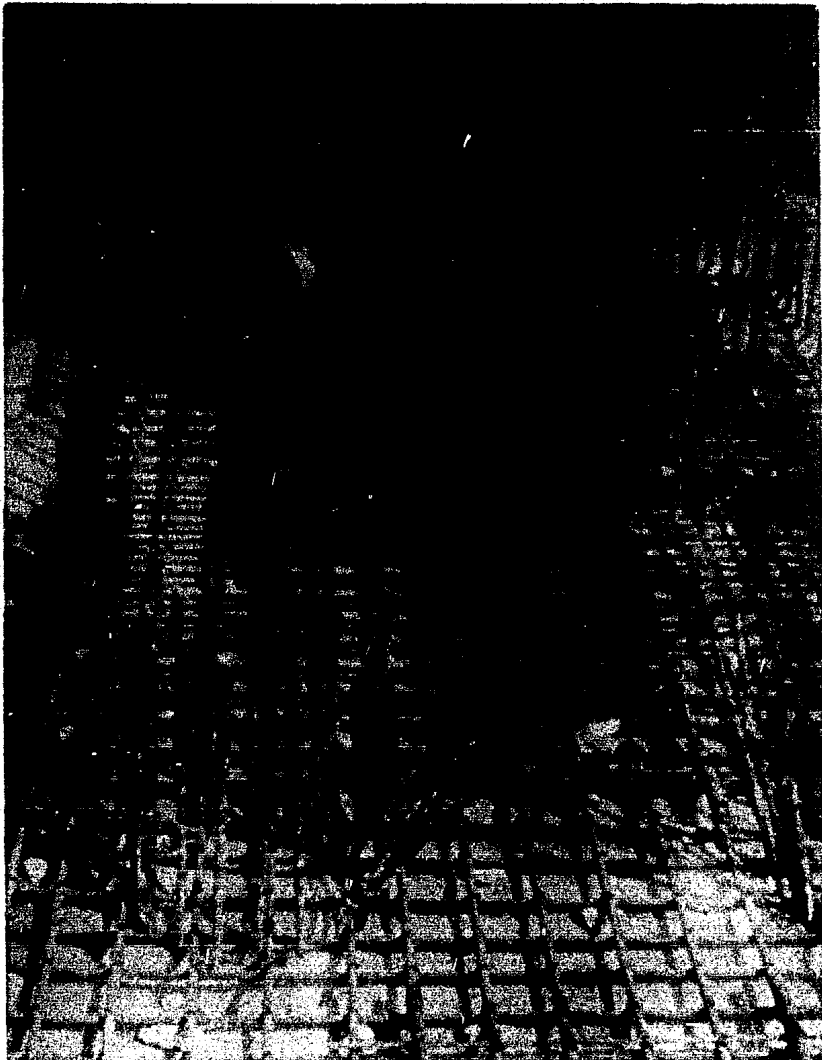
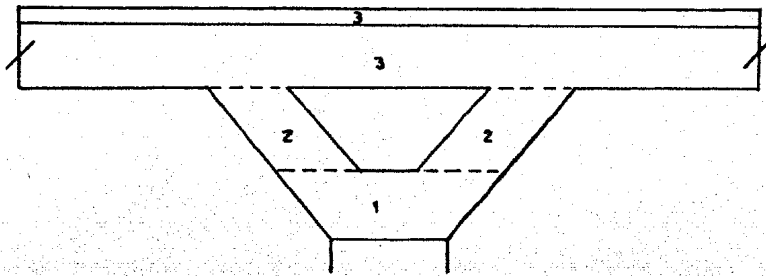
#### SEGUNDO.- COLUMNAS, TRABES, LOSAS Y DIAFRAGMAS:

La segunda parte de la superestructura está formada por columnas inclinadas, trabes, losas y diafragmas de concreto reforzado.

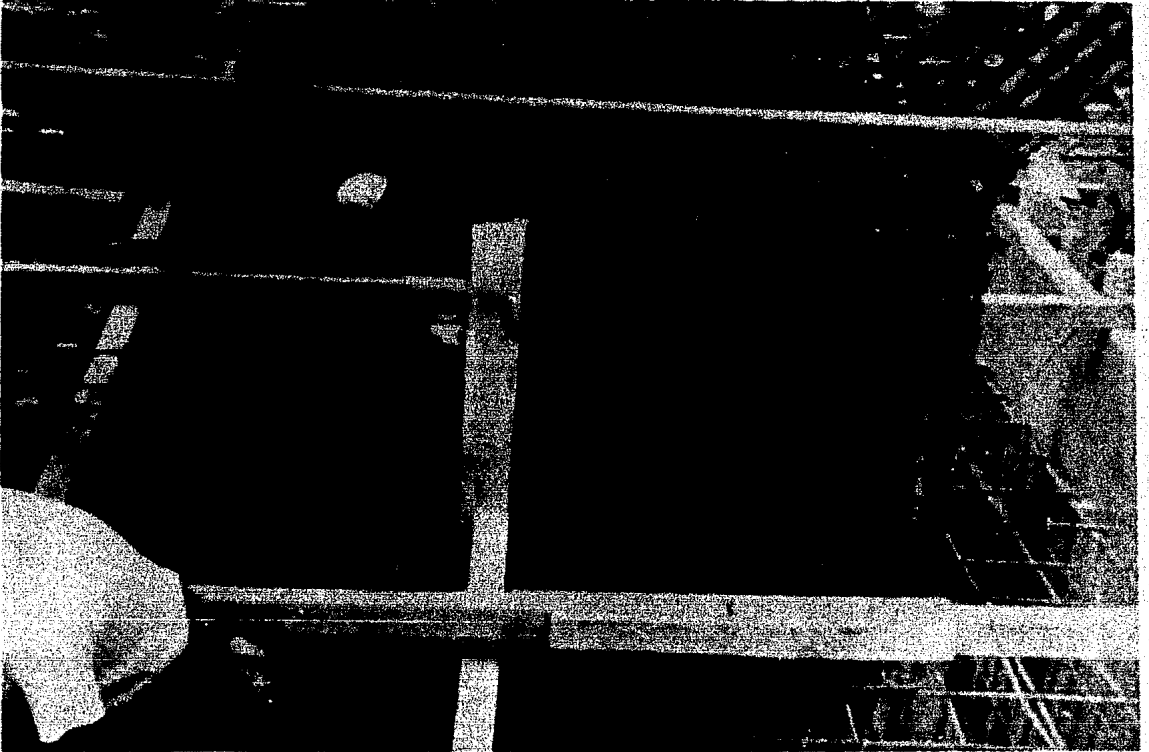
Los materiales con que se hicieron las columnas y trabes son los siguientes: concreto de un  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ , el tamaño máximo del agregado grueso fue de 19 milímetros, el revenimiento entre 7 y 11 centímetros, el cemento fue del tipo I ó III; acero de refuerzo de  $LE \geq 4000 \text{ kg/cm}^2$  y un límite de ruptura mayor o igual a  $6000 \text{ kg/cm}^2$ .

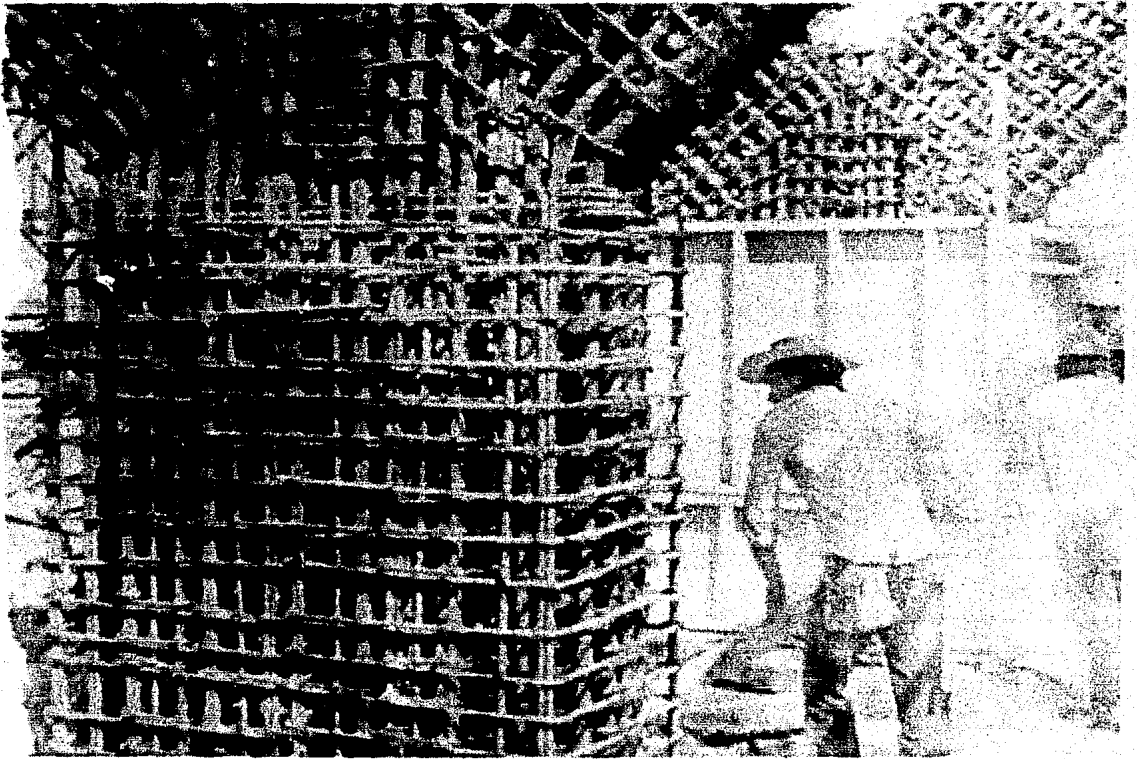
El puente de Ejército Nacional está constituido por diez tramos que se construyeron en el siguiente orden: tramo III, V, IX, II ó VII, IV, I ó VI. Los tramos II ó VII y I ó VI se hicieron simultáneamente.

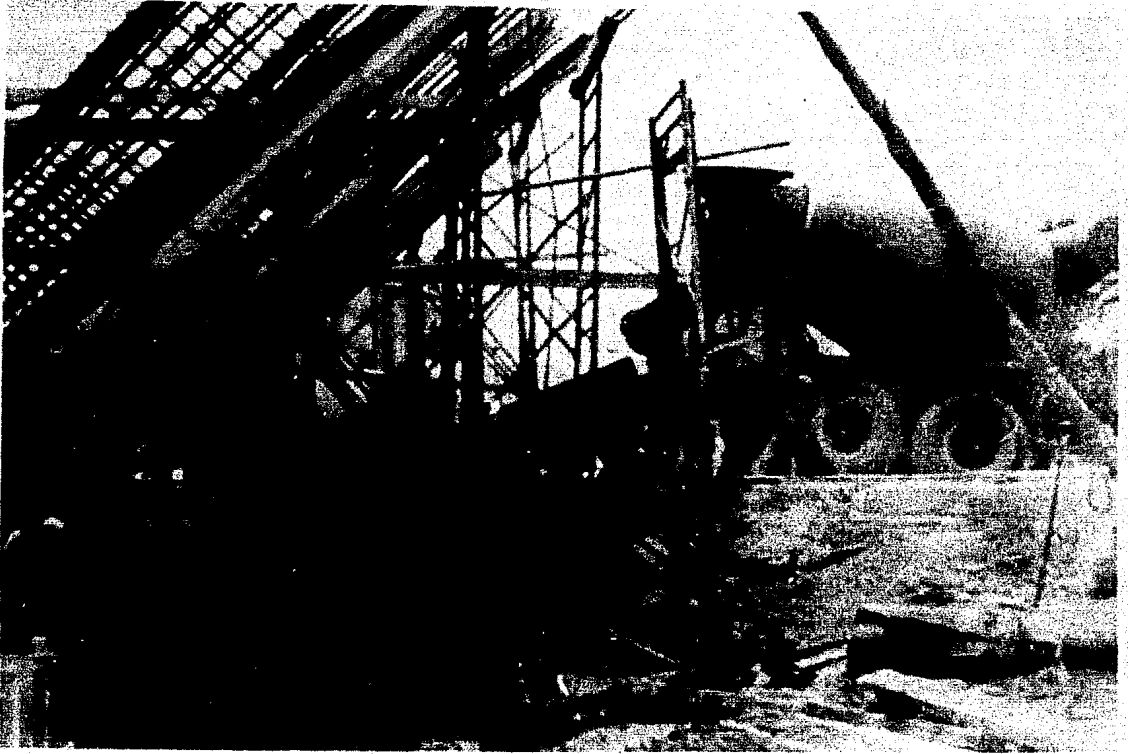
Al colar las zapatas, los dados y las cabezas de las pilas se tuvo cuidado de dejar anclado el refuerzo correspondiente a las columnas, para que al colar las columnas, se colara junto con ese anclaje. El colado de la base se hizo sin que la cimbra de las etapas 2 y 3 (según la figura) se haya colocado, con objeto de permitir una mejor ejecución del colado, vibrado y compactado de la zona 1.









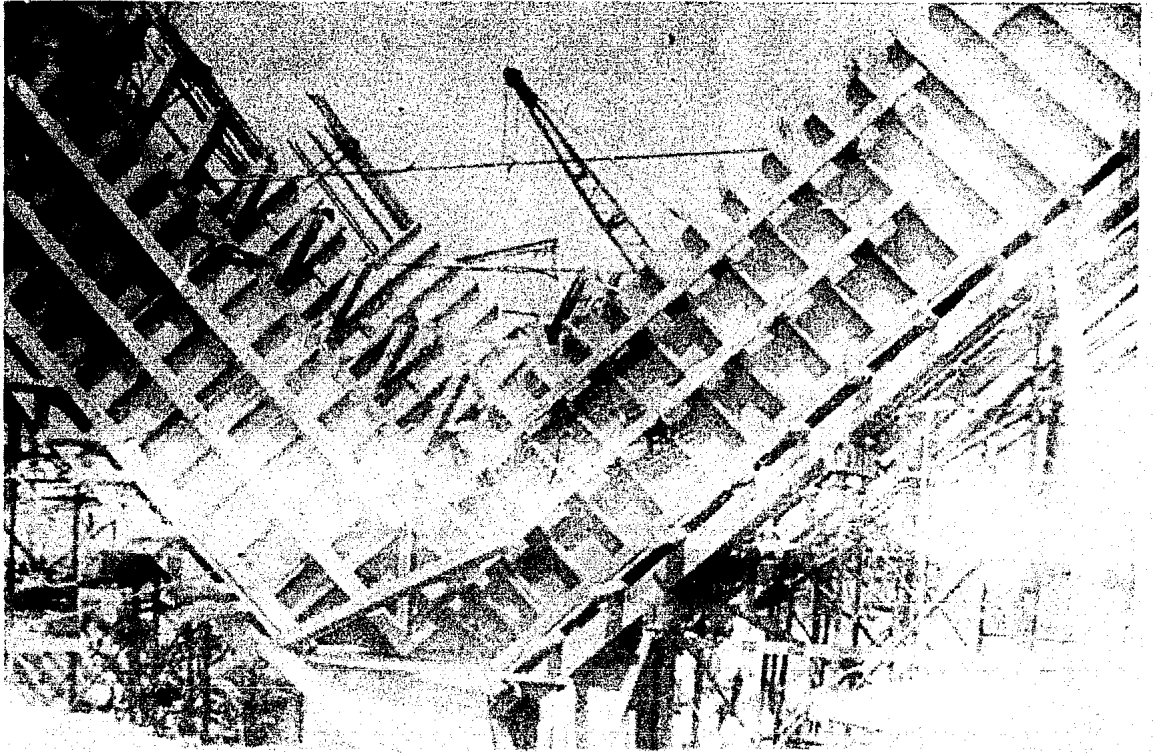


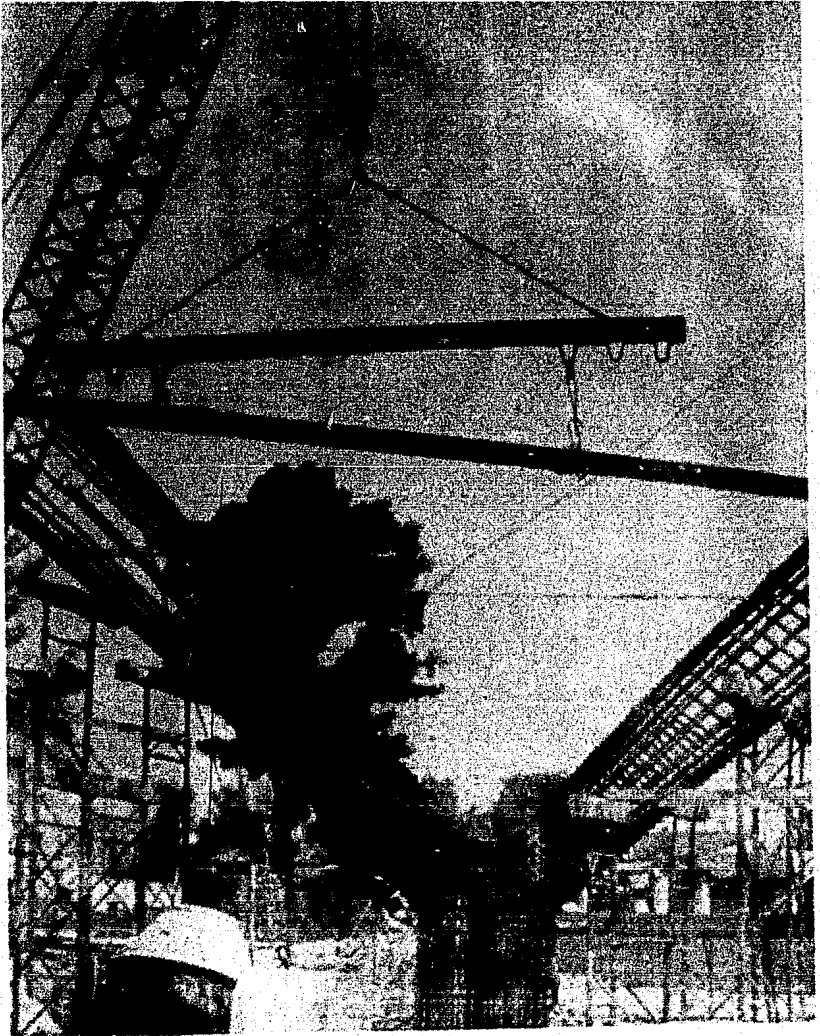


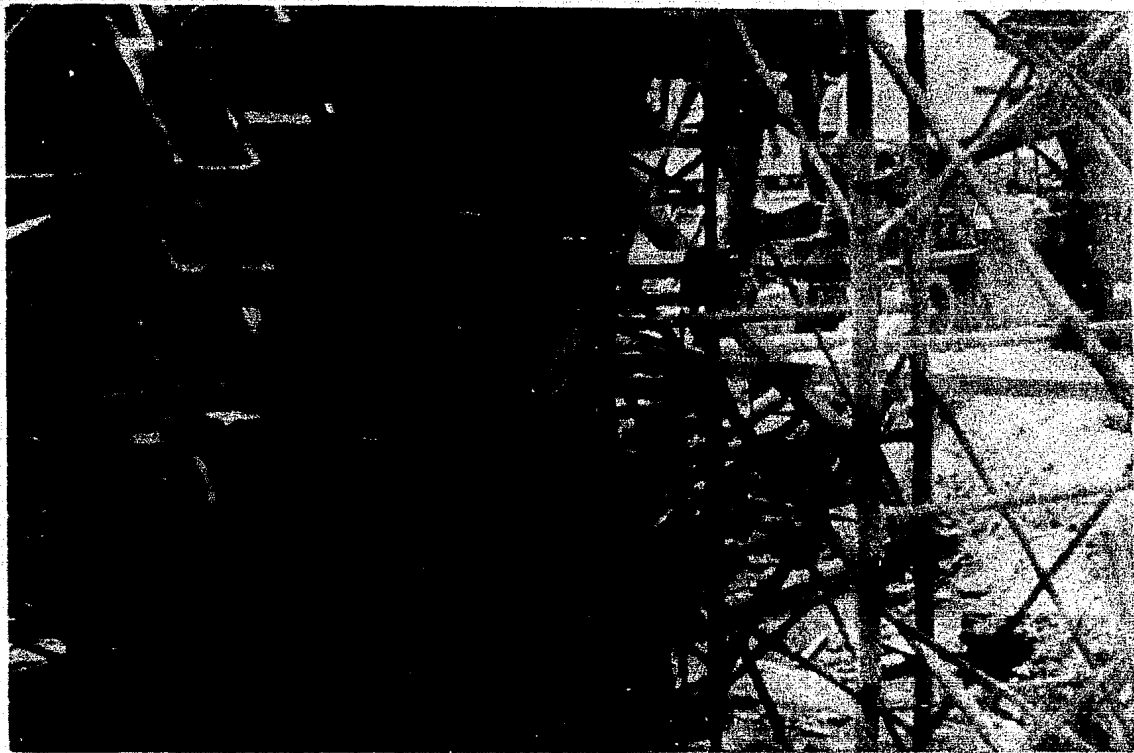
Terminado el colado de la primera zona se procedió al colado de la segunda zona, se colocó la cimbra para las columnas colocando unos tirantes como fijación, para reducir al mínimo el desplazamiento causado por el peso del concreto en estado semi-fluido, se pusieron también puntales como sostén lateral, los cuales estuvieron debidamente contraventeados y cimentados, a fin de que al recibir el peso del concreto sobre la cimbra sirvieran de apoyo y la cimbra conservara su posición original.

La zona 3 queda constituida por las traveses, las losas y los diafragmas.

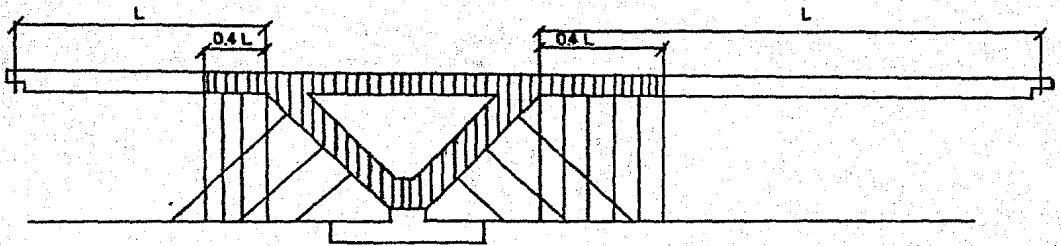


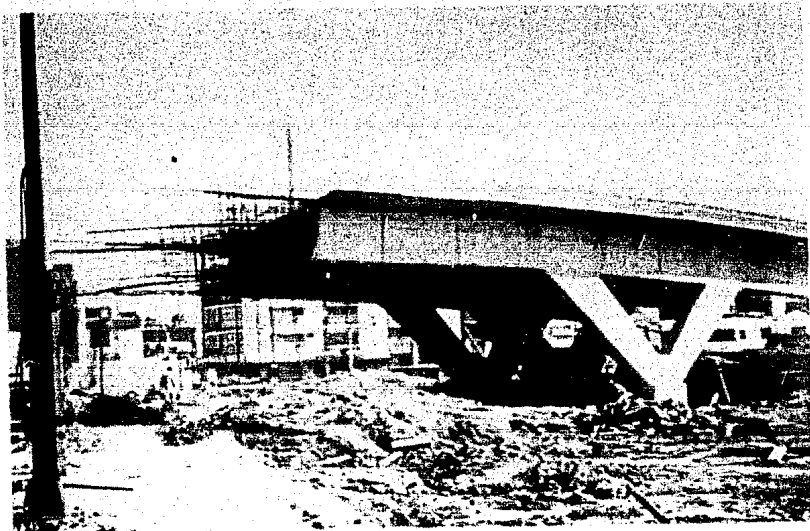


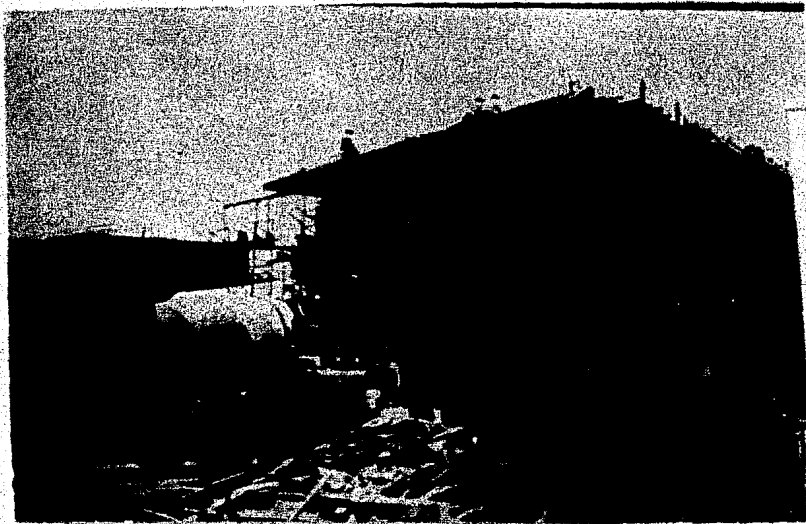




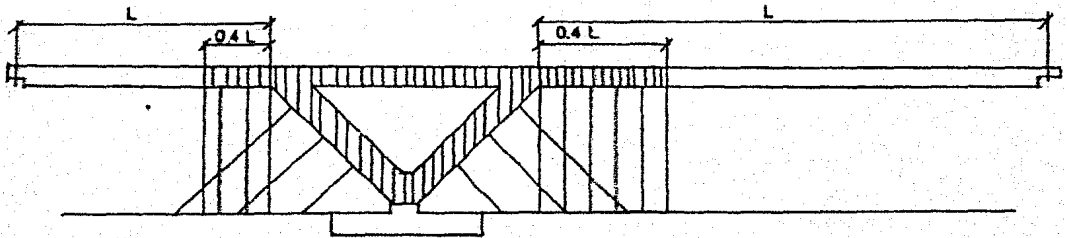
En las pilas 2A y 4B de los tramos II y VII se coló primero una distancia equivalente a  $0.4$  de la longitud " $L$ " del claro adyacente y la obra falsa del apoyo en " $V$ " se conservó hasta después de colar los tramos adyacentes. Para este colado la cimbra se colocó con las contraflechas necesarias. La losa se coló simultáneamente con las trabes, como por lo general tenía una pendiente transversal, el colado se inició por la parte más baja continuando hacia la parte más elevada, una vez terminado el colado de la zona en " $V$ ", se dejó reposar el concreto hasta que alcanzó el  $90\%$  de la resistencia de proyecto, pudiendo entonces iniciarse el colado de los claros adyacentes. La colocación del concreto en trabes y diafragmas; así como en la losa se llevó a cabo con vagonetas elevadas con grúa o malacate desde el suelo, evitando el uso de camiones mezcladores arriba de la obra falsa.







Cualquier elmento estructural se pudo descimbrar hasta que el concreto que lo formaba alcanzó el 70% de la resistencia de proyecto. Sin embargo, los puntales que sostenían las columnas no se quitaron hasta que se terminó el puente. Cuando se tuvo colado sólo una parte de los tramos adyacentes a la pila en "V" se apuntaló como lo muestra la figura siguiente. Estos puntales estaban debidamente cimentados y contraventeados para soportar el tramo apoyado sobre ellos.



El puente de Thiers está constituido por seis tramos que se construyeron en el siguiente orden: tramo I, III, V, VI, II y IV.

Para los apoyos de este puente se tomó en cuenta que llevaban una articulación.

El colado de la zona 3 se hizo con una longitud de 0.2 el claro de la zona adyacente, similar al puente de Ejercito Nacional. En todos los casos la losa se coló simultáneamente con las trabes. Cualquier elemento estructural pudo descimbrarse cuando alcanzó el 70% de la resistencia de proyecto, sin embargo los puntales que sostenían a las columnas y los dispositivos que impedían los movimientos de los apoyos sólo pudieron retirarse hasta que se descimbró el tramo central III preesforzado.

Columnas, trabes, losas y diafragmas:



La sección del dado de apoyo de las columnas es de 150 X 100 centímetros por una altura de 100 centímetros. La sección de la parte 1 de las columnas inclinadas es de 60 cm X 100 cm con una longitud en la parte superior de 350 centímetros y en la parte inferior de 150 centímetros. La sección de las partes 2 de las columnas inclinadas es 60 cm por un peralte variable de 110 cm a 150 cm y con una longitud de 500 centímetros. La sección de la parte 3 de la superestructura, que son las trabes, es de 60 cm X 200 cm y con una losa de 25 centímetros de espesor. Lleva además diafragmas en los extremos de las trabes con una altura de 200 centímetros y un espesor de 40 centímetros, en las columnas lleva diafragmas de 60 centímetros de espesor con un peralte de 155 centímetros y en las partes intermedias lleva diafragmas de 40 centímetros de espesor por 155 centímetros de peralte. La única variación en estos diafragmas es en la articulación donde el espesor en la parte baja del diafragma es de 26 centímetros y en la parte superior es de 140 centímetros con un peralte en la parte inferior de 107 centímetros y la superior de 93 centímetros. Todo lo anterior es aplicable a los tramos II, VII y VIII del puente de Ejército Nacional.

Las dimensiones de los tramos III, V y IX son las siguientes: un dado para el apoyo de la columna de 100 centímetros de espesor con una sección de 250 cm X 100 cm. Teniendo la parte 1 de la superestructura un ángulo de inclinación de 50° con una sección de 153 cm X 60 cm y longitudes de 250 centímetros en la parte inferior y 500 centímetros en la parte superior. La sección de la parte 2 es de 60 cm X 175 cm y una longitud total de 650 centímetros. La sección en la parte 3 es de 60 cm X 200 cm con un espesor de losa de 25 centímetros y una longitud de 1400 centímetros, teniendo en sus extremos dos ménsulas que tienen una sección de 102 cm X 60 cm y una longitud de 114 centímetros.

Las longitudes de los tramos son las siguientes:

El tramo 0 y 1 de 3972 centímetros, el IV 3600, el VI 4300, el II una longitud promedio de 4352, el VII una

longitud promedio de 4310 y el VIII una longitud promedio de 3559.

En el puente de Thiers las dimensiones de los apoyos son similares a las de los tramos II, VII y VIII del puente de Ejército Nacional con una diferencia que en este caso el peralte de las trabes es de 160 centímetros y la losa tiene un espesor de 20 centímetros.

Las longitudes de los tramos son las siguientes:

El tramo I de 6870 centímetros, el II una longitud promedio de 2447, el tramo III una longitud promedio de 8895, el tramo IV que es preesforzado tiene una longitud promedio de 2984, el V una longitud promedio de 3604 y finalmente el tramo VI tiene una longitud promedio de 5844.

Las losas de acceso en los estribos son de un espesor de 25 centímetros con una carpeta asfáltica de 8 centímetros en el puente de Ejército Nacional, lo mismo que en las zonas huecas adyacentes a los estribos número 4 y 5B; en el puente de Thiers las losas de acceso en los estribos son de 20 centímetros de espesor con una carpeta asfáltica de 8 centímetros.

### TERCERO.- TRAMOS PREESFORZADOS:

La superestructura del puente de Ejército Nacional lleva una serie de tramos preesforzados los cuales están indicados en los planos. En dichos planos se indica una distribución de cables y dispositivos de anclaje. Cada cable está formado por doce torones de 1.3 centímetros de diámetro, de acero para preesfuerzo, con límite de ruptura de  $175 \text{ kg/cm}^2$ , límite elástico convencional  $LE = 150 \text{ kg/cm}^2$ . Los tramos preesforzados se construyeron con las contraflechas respectivas. Durante el colado se tuvieron dispositivos para sellar los ductos e impedir que el concreto penetrara en los mismos, a fin de que el cable pudiera moverse libremente en toda la longitud.

Sólo pudo iniciarse el tensado de los cables cuando el concreto del tramo tuvo una resistencia igual a la de proyecto de  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ . Los cables se tensaron por ambos extremos, excepto alguno de ellos que quedó inac

cesible. En las pilas II y III se dajaron cajas en los voladizos, como se indicaba en el plano respectivo, a fin de poder tensar los cables del tramo suspendido.

Los diafragmas, losa de acceso y parte superior del terraplen de respaldo de los estribos no se construyeron hasta no tensar los cables de los tramos 0 y VI.

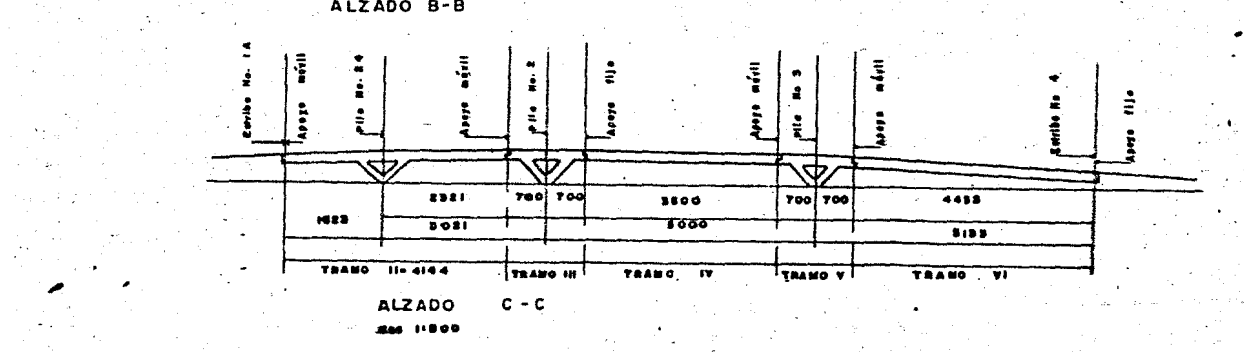
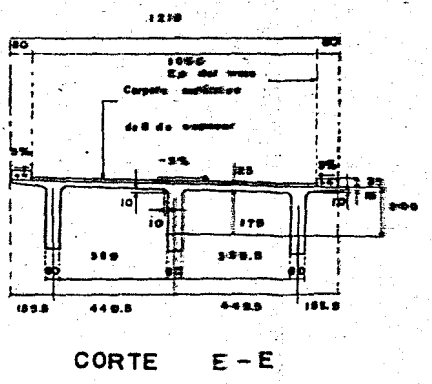
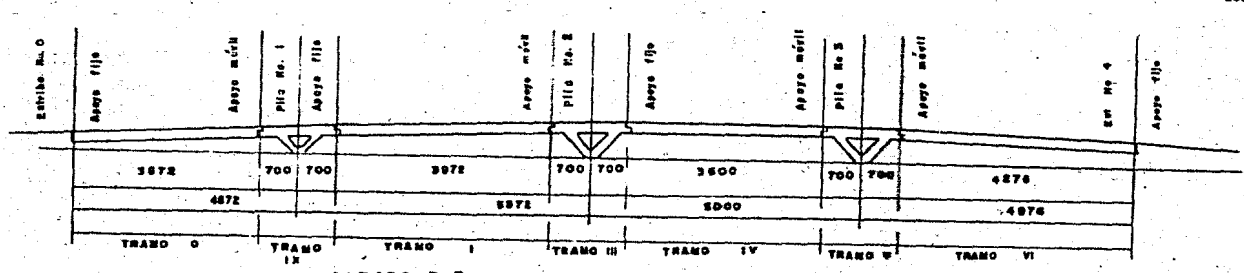
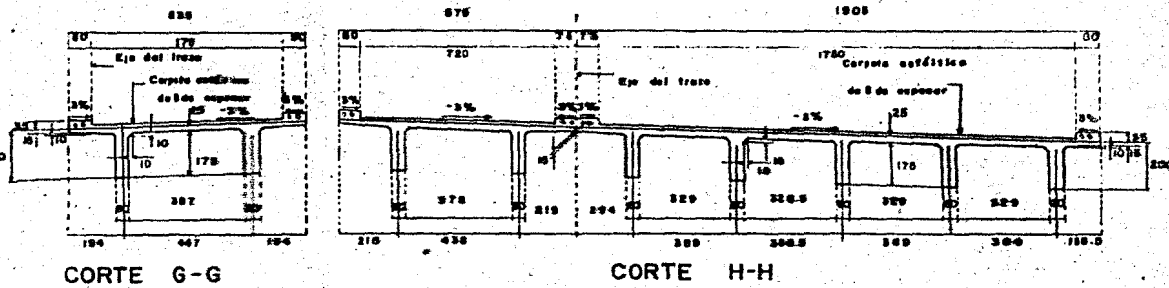
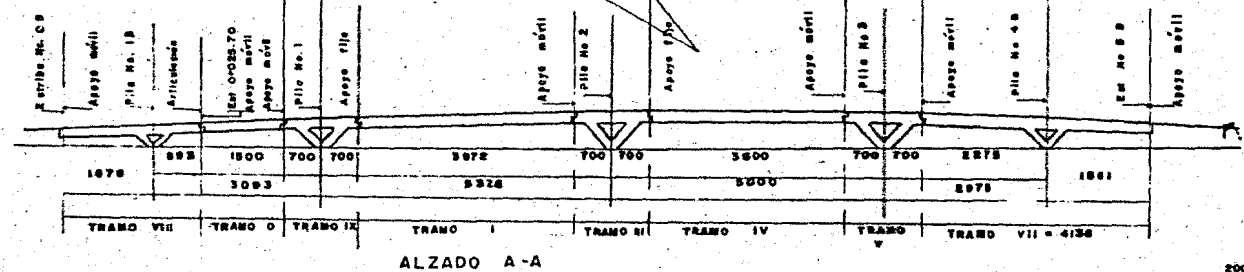
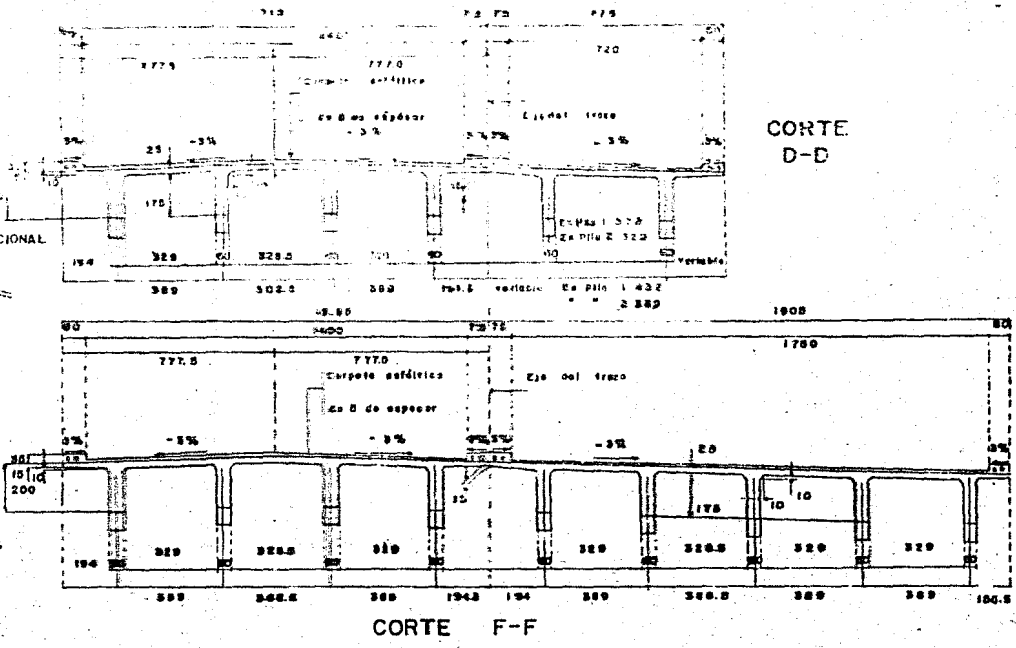
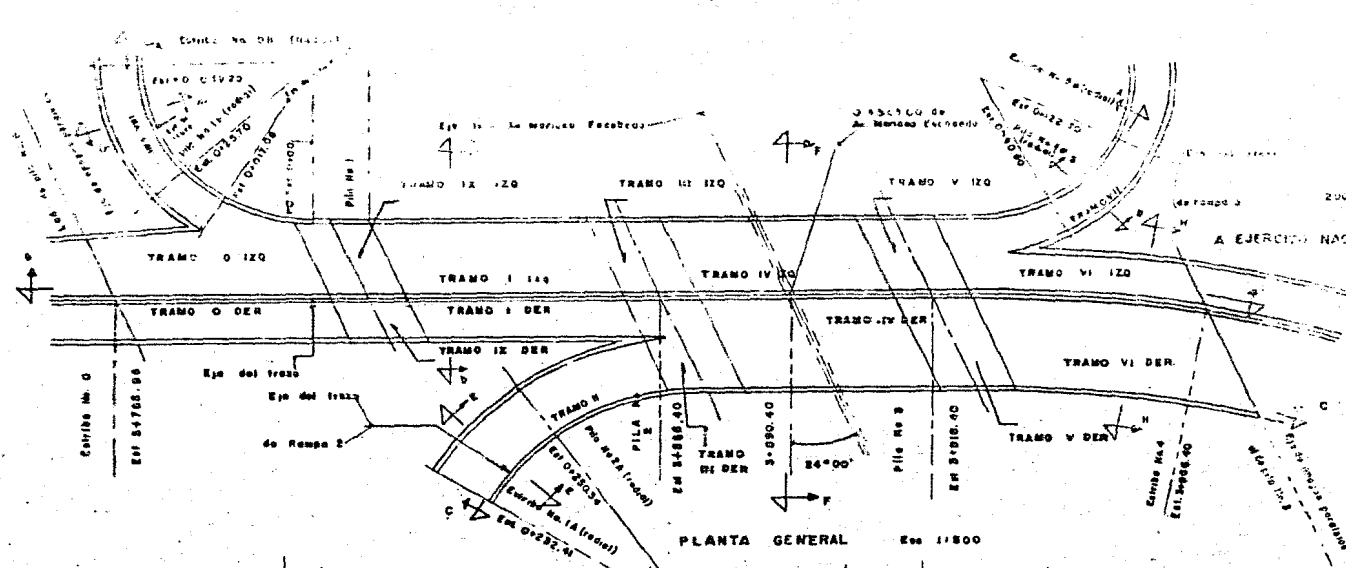
Los esfuerzos de los cables se estimaron por la medida de los alargamientos de sus extremos y se compararon a las lecturas de los manómetros calibrados, en caso de excesiva diferencia se investigó la causa de la misma.

Primeramente se tensó el cable 1 de la trabe 1, después el cable 1 de la trabe 2 y así sucesivamente hasta terminar con los cables 1 de todas las trabes, en seguida se tensó el cable 2 de la trabe 1, luego el de la trabe 2, etc., esta secuencia se siguió hasta terminar con todos los cables. Terminado el tensado se inyectaron los ductos con lechada de cemento a una presión comprendida entre 6 y 8  $\text{kg/cm}^2$ , finalmente se coló el concreto de sello el cual tuvo un tamaño máximo de agregado de 1.3 centímetros para proteger los anclajes, se usó también un mortero rico en cemento con el mismo fin, se taparon las cajas en los voladizos de las pilas 2 y 3 y se construyeron los diafragmas de los estribos 0 y 1.

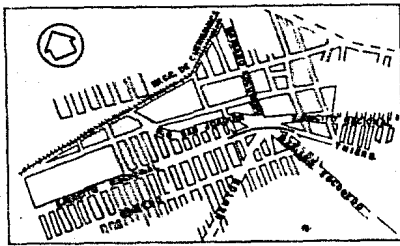
La superestructura del puente de Thiers lleva un tramo preesforzado, del cual existen planos con la distribución de cables y dispositivos de anclaje. Cada cable estaba formado por doce torones de 1.3 centímetros de diámetro de acero para preesfuerzo con límite de ruptura de 175  $\text{kg/cm}^2$  y  $LE = 150 \text{ kg/cm}^2$ , el tramo preesforzado se construyó con las contraflechas respectivas teniendo en cuenta que las flechas totales producidas por la carga muerta y el preesfuerzo son nulas. Al igual que en el puente de Ejército Nacional, se tuvieron dispositivos para sellar los ductos, y se inició el tensado de los cables cuando el concreto tuvo una resistencia de  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ . Los cables se tensaron por un sólo extremo conforme a los datos que se consignan en el plano correspondiente. Los esfuerzos de los

cables se estimaron de la misma manera que en el otro puente. Primeramente se tensó el cable 1 de la trabe 1, después el 1 de la 2, en seguida el 1 de la trabe 3 a continuación los cables 2, 3, 4, 5, 6 y 7 siguiendo la misma secuencia. Terminado el tensado se procedió en la misma forma que en el puente de Ejército Nacional.

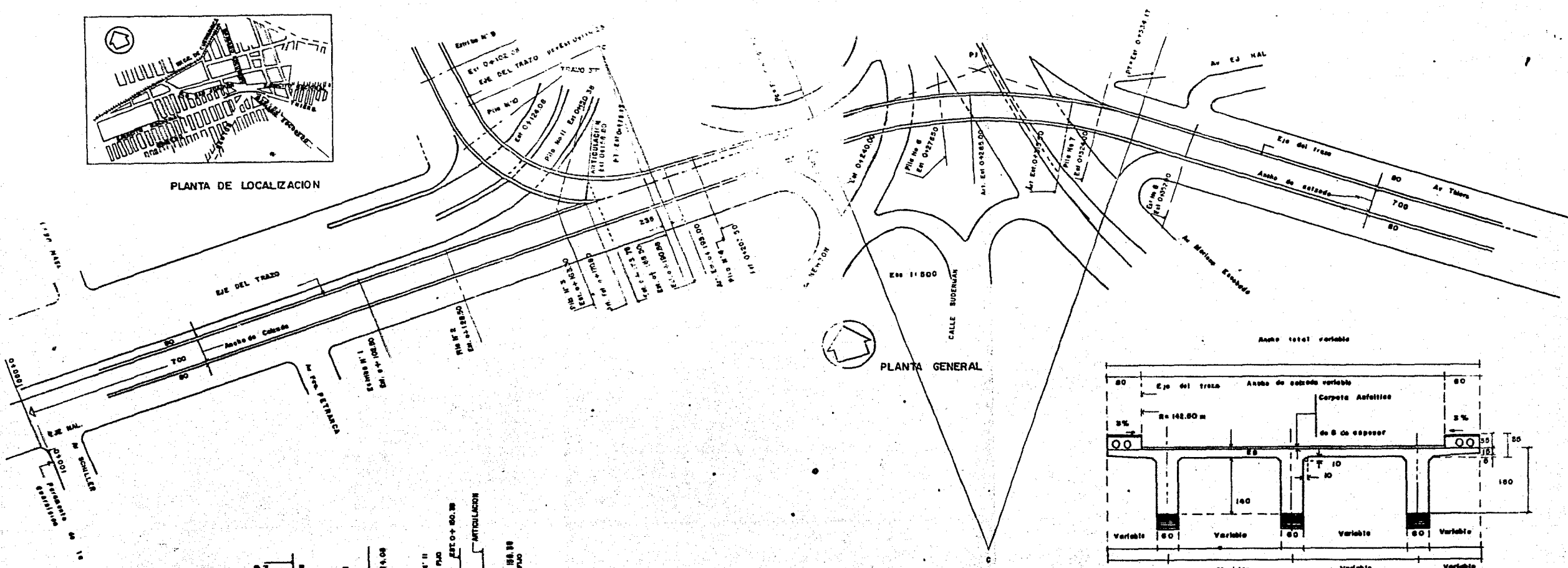
Las secciones de los tramos prefabricados son de 60 cm X 200 cm.



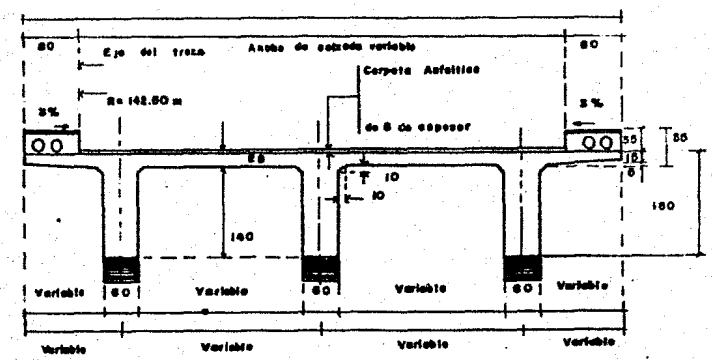
FACULTAD DE INGENIERIA	
U N A M	
Proceso Constructivo del Paso a Nivel Distribuidor "Los Hengas"	
5	CONFLUENCIA RIO SAN JOAQUIN EJERCITO NACIONAL MEXICANO
TESIS PROFESIONAL	
CARLOS JIMENEZ DE LA CUESTA OTERO	



PLANTA DE LOCALIZACION

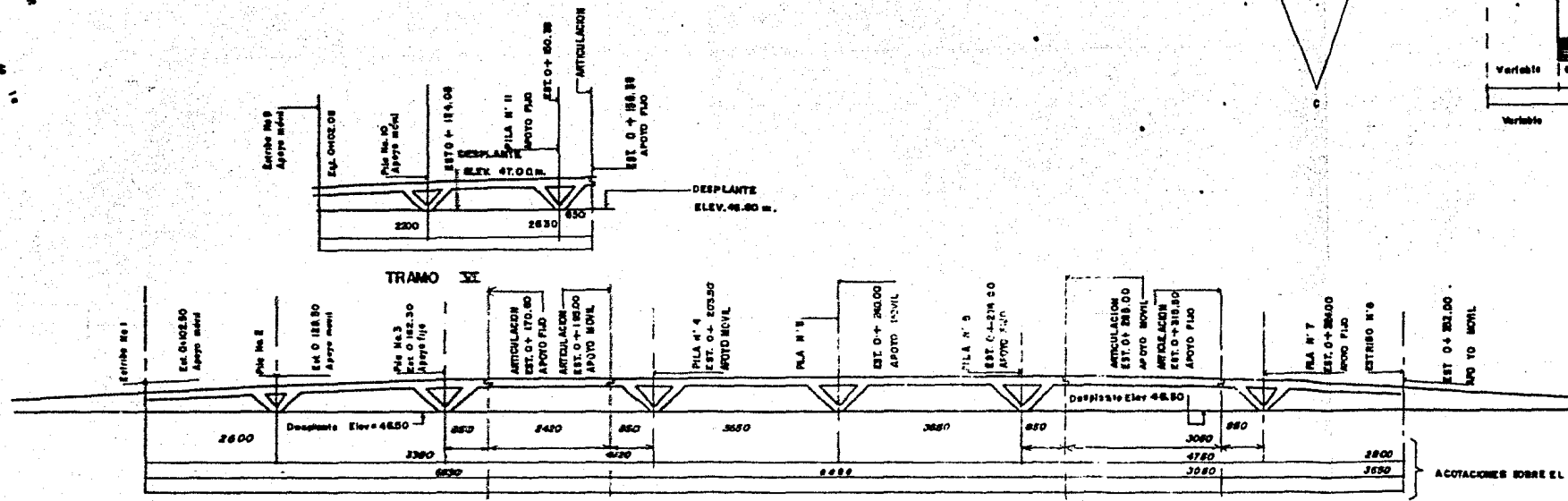


PLANTA GENERAL



SECCION TRANSVERSAL

ESC: 1/40  
 NOTAS:  
 DIMENSIONES EN CENTIMETROS  
 ELEVACIONES EN METROS



ALZADO

ESC: 1/500

**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**U N A M**  
 Proceso Constructivo del Paso a Dorsal Distribuidor "Los Hongos"

**6** CONFLUENCIA  
 EJERCITO NACIONAL MEXICANO  
 THIERS

**TESIS PROFESIONAL**  
 CARLOS JIMENEZ DE LA CUESTA OTERO

*Finalmente se procedió a dar los últimos toques a todo el paso a desnivel distribuidor Los Hongos, como lo muestran algunas fotografías.*

