

43 2aj



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE BOMBEO
DE AGUAS NEGRAS EN EL
VALLE DE CHALCO”

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A N D O

JOSE LUIS HERRERA ZAVALA
GILDARDO SÁNCHEZ HIDALGO

MÉXICO, D.F.

1998.

TESIS CON
FALLA DE CUBIERTA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-086/95

43
24

Señores
JOSE LUIS HERRERA ZAVALA
GILDARDO SANCHEZ HIDALGO
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. MIGUEL MORAYTA MARTINEZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"CONSTRUCCION DE PLANTA DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS EN EL VALLE DE CHALCO"

- I. DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO
- II. DESCRIPCION DE ELEMENTOS CIVILES QUE COMPONEN LA PLANTA DE BOMBEO
- III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS CIVILES QUE COMPONEN LA PLANTA DE BOMBEO
- IV. DESCRIPCION Y MONTAJE DEL EQUIPO ELECTROMECANICO EN LA PLANTA DE BOMBEO
- V. PROBLEMATICA PRESENTADA EN LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE BOMBEO
- VI. CONCLUSIONES

Ruego a ustedes 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 les recuerdo que la Ley de Profesiones establece que deberán 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 14 de febrero de 1996.
EL DIRECTOR.

V= B
[Handwritten signature]

[Handwritten signature]
ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS
JMCS/GMP

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
CAPITULO I.....	8
DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO.	
CAPITULO II.....	22
DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS CIVILES QUE COMPONEN LA PLANTA DE BOMBEO.	
CAPITULO III.....	38
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS CIVILES QUE COMPONEN LA PLANTA DE BOMBEO.	
CAPITULO IV.....	110
DESCRIPCIÓN Y MONTAJE DEL EQUIPO ELECTROMECAÁNICO EN LA PLANTA DE BOMBEO.	
CAPITULO V.....	140
PROBLEMÁTICA PRESENTADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE BOMBEO.	
CAPITULO VI.....	150
CONCLUSIONES.	
BIBLIOGRAFÍA.....	153

INTRODUCCIÓN

El servicio de abastecimiento de agua potable para una población, es esencial para satisfacer sus necesidades primarias, pero una vez que estas aguas son utilizadas, surge la problemática ¿que hacer con ellas?, lo cual se convierte en un gran reto para la ingeniería civil, surgiendo así la necesidad apremiante del drenaje sanitario. Siendo tan extenso nuestro territorio mexicano y el aumento de nuestra población cada vez más creciente, se van formando nuevas comunidades urbanas en nuestra República a las orillas de cerros, valles, etc., que en un inicio carecen de los dos servicios mencionados; tal es el caso del pueblo de Xico perteneciente a Chalco, el cual carecía hasta el año de 1993, del drenaje sanitario, por lo cual la gente descargaba sus aguas negras hacia las calles y defecaba en letrinas; dichas aguas al combinarse con desperdicios orgánicos, polvo y basura, se convertían en grandes focos de infección, proliferando las enfermedades y las farmacias locales constituían un gran negocio, por tal motivo el presidente de la República se comprometió a construir el drenaje sanitario de la población de Xico en el período de 1993 a 1994, antes de concluir su administración. Para tal efecto se le asignó el proyecto a la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento (C.E.A.S.), organismo del Estado de México, que a su vez contrató a varias empresas para la ejecución de la obra como son: ICA, TRIBASA, BETANZOS, PEAJE, LYTSA, GRUPO MEXICANO, GEOPRESA, GISOL, etc., y varias empresas supervisoras como cabe mencionar a DISEÑO RACIONAL (DIRAC), en la cual tuvimos el gusto de participar como supervisores de la planta de bombeo 6A ubicada entre Av. Acapul y Sur 20 a cargo de la contratista GEOPRESA. El proyecto general estuvo constituido por una amplia red de atarjeas y colectores desde 0.36 m a 2.44 m de diámetro respectivamente, que transportarían las aguas negras hacia 16 plantas de bombeo, donde cada una tendría la función de recolectar las aguas, darles un tratamiento primario eliminando los sólidos de tamaño considerable y posteriormente bombearlas hacia un canal que atraviesa todo Xico y que funcionaría como emisor sacando las aguas de la población.

Con esta tesis pretendemos describir el procedimiento constructivo de la planta de bombeo 6A y la problemática a la que se enfrentó la ingeniería civil debido a las características del subsuelo de Xico. La tesis consta de cinco capítulos básicamente, en el capítulo I se pretende analizar el tipo

de terreno que contendrá a la planta, en el capítulo II se describe cada uno de los elementos que constituyen la planta de bombeo en cuanto a obra civil se refiere, en el capítulo III se detalla el procedimiento constructivo de cada uno de los elementos civiles que constituyen la planta de bombeo, en el capítulo IV se realiza una descripción del equipo electromecánico que constituye la planta de bombeo y su montaje respectivo y en el capítulo V se presenta la problemática acontecida en el transcurso de la construcción de la planta, para finalizar con algunas conclusiones sobre el proyecto y la ejecución de la obra.

Gracias a este ambicioso proyecto hoy el pueblo de Xico cuenta con su drenaje sanitario y se dedica a construir sus pavimentos mejorando su aspecto urbano y elevando el nivel de vida de sus habitantes.



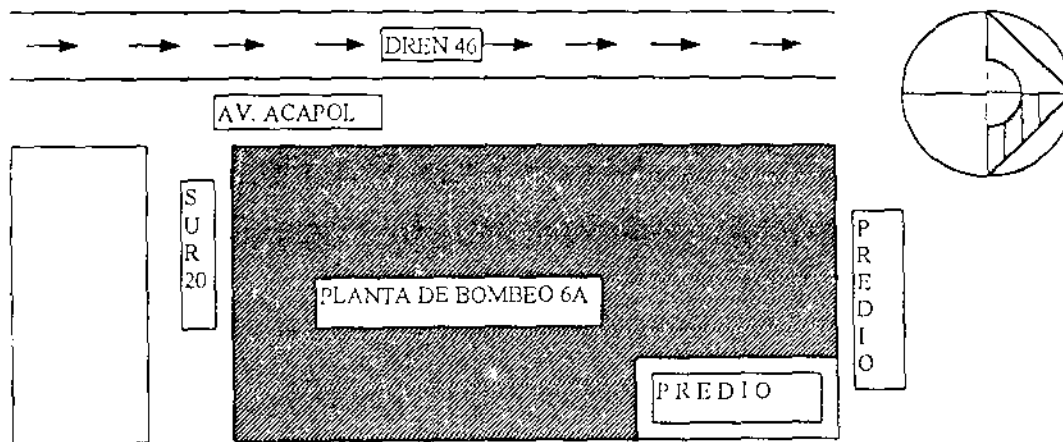
VISTA DE CALLES DE XICO ANTES DEL
PROYECTO DE DRENAJE

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO.

1.1 UBICACIÓN DE LA PLANTA DE BOMBEO 6A.

La planta de bombeo 6A forma parte de las 16 plantas de bombeo que conforman el proyecto general de drenaje sanitario en el pueblo de Xico. Esta planta de bombeo se encuentra clasificada dentro de la Zona 1 junto con las plantas de bombeo 6, 7 y 14, las cuales descargan al canal general o Dren 46 que sacará las aguas negras fuera del poblado y que corre paralelo al alineamiento de las mencionadas plantas de bombeo. La planta de bombeo 6A colinda al norte y al este con predios vecinos, al sur con la calle Sur 20 y al oeste con la Av. Acapol que corre paralela al Dren 46; cabe hacer mención que el perímetro de la planta hace una escuadra en el lado este debido a que los propietarios de ese predio se negaron a vender.



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

1.2 SONDEO GEOTÉCNICO REALIZADO EN PLANTA DE BOMBEO 6A.

Dentro de los tipos principales de sondeos que se efectúan en mecánica de suelos para fines de muestreo y conocimiento del subsuelo en general, para exploración preliminar, se encuentra el método de penetración estándar, el cual se realizó en la planta de bombeo 6A.

MÉTODO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR.

Este procedimiento es, de todos los exploratorios preliminares, el que rinde mejores resultados en la práctica y proporciona información más útil en torno al subsuelo y no solo en lo referente a descripción.

En suelos puramente friccionantes la prueba permite conocer la compacidad de los mantos, donde la compacidad es la característica fundamental respecto a su comportamiento mecánico. En suelos plásticos (como lo es el de la planta de bombeo 6A) la prueba permite adquirir una idea, si bien tosca de la resistencia a la compresión simple.

El equipo necesario para aplicar el procedimiento consta de un muestreador especial (muestreador o penetrómetro estándar) de dimensiones establecidas que aparece en la figura 1:

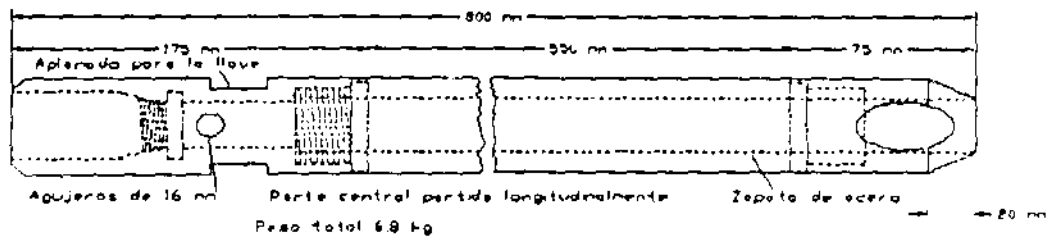


FIGURA No. 1 Penetrómetro Estándar

Normalmente el penetrómetro es de media caña para facilitar la extracción de la muestra que haya penetrado en su interior. El penetrómetro se enrosca al extremo de la tubería de

penetración y la prueba consiste en hacerlo penetrar a golpes dados por un martinete de 63.5 kg (140 lb) que cae desde 76 cm (30"), contando el número de golpes para lograr una penetración de 30 cm (1 ft). El martinete, hueco y guiado por la misma tubería de perforación es elevado por un cable que pasa por la polea del trípode y dejado caer desde la altura requerida contra un ensanchamiento de la misma tubería hecho al efecto, en cada avance de 60 cm debe retirarse el penetrómetro, removiéndolo al suelo de su interior, el cual constituye la muestra.

El fondo del pozo debe ser previamente limpiado de manera cuidadosa, usando posteadora o cuchara del tipo de las mostradas en la figura 2:

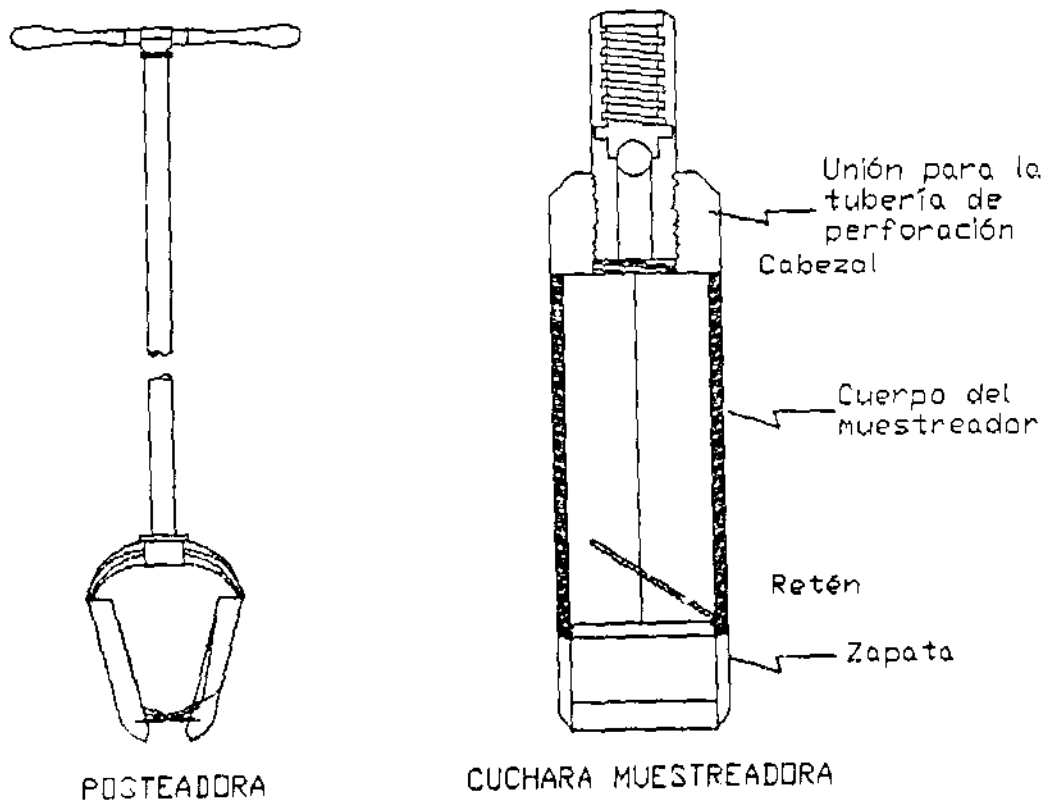


FIGURA No. 2 POSTEADORA Y CUCHARA MUESTREADORA

Una vez limpio el pozo, el muestreador se desciende hasta tocar el fondo y mediante golpes se hace que el penetrómetro entre 15 cm dentro del suelo. Desde este momento deben contarse los golpes necesarios para lograr la penetración de los siguientes 30 cm. A continuación se hace

penetrar el muestreador en toda su longitud. Al retirar el penetrómetro, el suelo que haya entrado en su interior constituye la muestra que puede obtenerse con este procedimiento.

La mayor importancia y utilidad de la prueba de penetración estándar radican en las correlaciones realizadas en el campo y en el laboratorio en diversos suelos, sobre todo en arenas, que permiten relacionar aproximadamente la compactidad, el ángulo de fricción interna ϕ , en arenas y el valor de la resistencia a la compresión simple, q_u , en arcillas, con el número de golpes necesarios en el suelo para que el penetrómetro estándar logre entrar 30 cm especificados. Para obtener estas relaciones basta realizar la prueba estándar en estratos accesibles o de los que se puedan obtener muestras inalteradas confiables y a los que se les pueda determinar los valores de los conceptos señalados por los métodos usuales de laboratorio; haciendo suficiente número de comparaciones pueden obtenerse correlaciones estadísticas dignas de confianza. En la práctica esto se ha logrado en los suelos friccionantes, para los que existen tablas y gráficas dignas de crédito y aplicables al trabajo práctico.

En la figura 3 aparece una correlación que ha sido muy utilizada para arena y suelos predominantemente friccionantes.

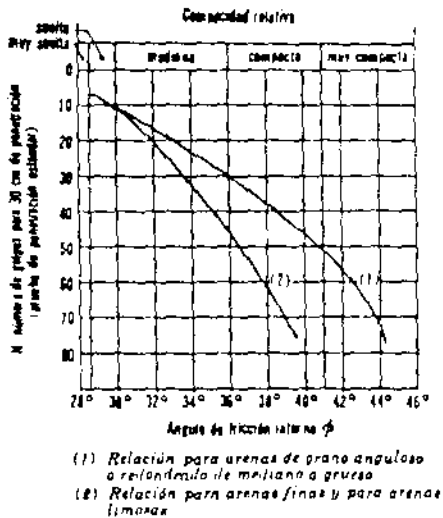


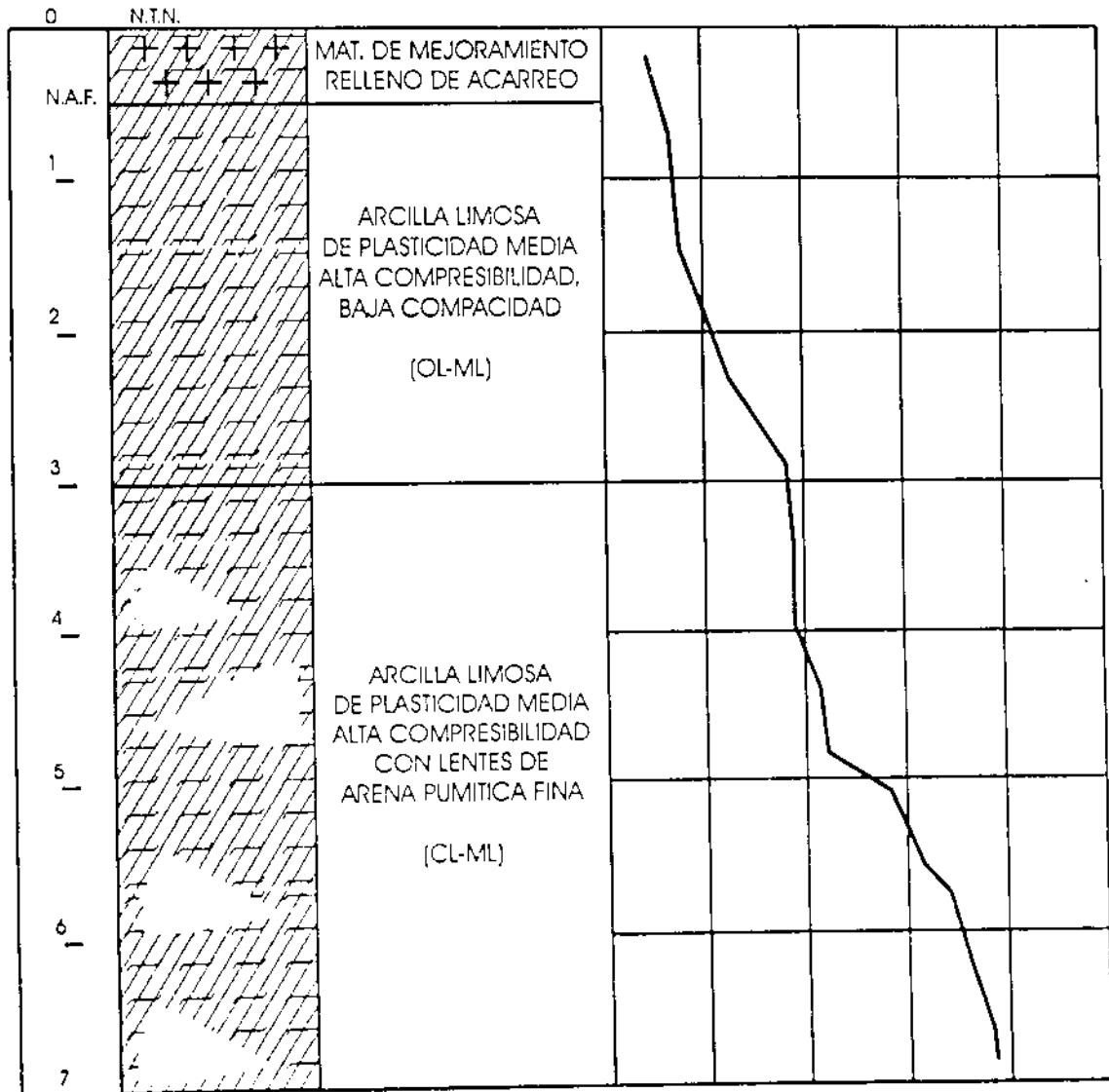
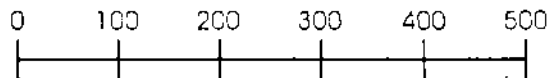
Figura No. 3

PERFIL ESTRATIGRAFICO

DRENAJE SANITARIO
 VALLE DE CHALCO, EDO. DE MEXICO
 LOCALIZACION, LERDO DE TEJADA "A"
 TIPO DE SONDEO: EXCAVACION A CIELO ABIERTO

N.S.F. = 0.40m

PROF. (m)	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	W=CONT. NAT. AGUA (%)
--------------	---------------	-----------------------	--------------------------



Para pruebas en arcillas Terzaghi y Peck dan la correlación que se presenta en la tabla 1:

Consistencia	No. de golpes, N	Resistencia a la compresión simple, q_u kg/cm ²
Muy blanda	< 2	< 0.25
Blanda	2 - 4	0.25 - 0.50
Media	4 - 8	0.50 - 1.0
Firme	8 - 15	1.0 - 2.0
Muy firme	15 - 30	2.0 - 4.0
Dura	> 30	> 4.0

TABLA No. 1

Puede observarse en la tabla que, prácticamente, el valor de q_u , en kg/cm² se obtiene dividiendo entre 8 el número de golpes.

REGISTRO DE SONDEOS

EMPRESA: ROLDAN, S.A. DE C.V.

OBRA: PLANTA DE BOMBEO 6A.

FECHA: 26-ENERO-1994

PROCEDIMIENTO: PENETRACIÓN ESTANDAR.

N.A.F.: 0.75 m

MUESTRA No.	PROF. (m)	GOLPES			MATERIAL
		15	30	15	
1	0.60	-	-	-	Arcilla café obscuro 20 y arcilla arenosa gris café
2	1.20			1	arcilla arenosa café gris
3	1.80			1	arcilla café obscuro
4	2.40			1	arcilla café obscuro
5	3.00	1	2	1	arcilla negra y veta de arena pómez
6	3.60			1	arcilla café obscuro
7	4.20			1	arcilla café obscuro
8	4.80	1	2	1	arcilla café obscuro y veta de arena pómez
9	5.40			1	arcilla café obscuro
10	6.00			1	arcilla café obscuro
11	6.60			1	arcilla café obscuro
12	7.20			1	arcilla café obscuro
13	7.80			1	jaboncillo gris verde café
14	8.40			1	jaboncillo gris verde café
15	9.00			1	jaboncillo verde olivo
16	9.60			1	jaboncillo verde olivo
17	10.20			1	jaboncillo verde olivo café

TABLA No. 2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE ESTOS SUELOS

El tipo de suelo en cuestión para desplantar la planta de bombeo 6A es una arcilla limosa altamente compresible de origen orgánico de baja resistencia por estar saturado cuyas propiedades de laboratorio son:

CLASIFICACIÓN = OH

IP=10, D=2.50, e=4.5, $q_u=2.8 \text{ TON/m}^2$, PVH=1127 kg/m³, PVS=455 kg/m³

Humedad=147.5%

Humedades a diferentes profundidades:

PROF. (m)	1	2	3	4	5	6	7	SONDEOS
0.0-3.0	123	102	135	99	103	177	75	% DE HUMEDAD
3.0-6.60	144	147	251	166	138	195	144	% DE HUMEDAD
6.60-10.20	231	220	303	254	256	264	312	% DE HUMEDAD

TABLA No. 3

1.3 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA ESTRATIGRAFÍA ENCONTRADA.

TIPOS DE SUELOS

Según cual sea el origen de sus elementos los suelos se dividen en dos amplios grupos:

- a) Suelos cuyo origen se debe esencialmente al resultado de la descomposición física y química de las rocas.
- b) Suelos cuyo origen es esencialmente orgánico.

Si los productos de la descomposición de las rocas se encuentran aún en el mismo lugar de origen, constituyen un suelo residual; en caso contrario, forman un suelo transportado cualquiera que sea el agente de transporte.

En climas semiáridos o templados los suelos residuales son normalmente firmes y estables y no se extienden hasta gran profundidad. En cambio, en climas calientes y húmedos, en particular donde el tiempo de exposición ha sido largo, estos tipos de suelos pueden extenderse hasta profundidades de varias decenas de metros, y ser firmes y estables; pero también pueden componerse de materiales altamente compresibles que rodean bloques de rocas menos alterados.

Los suelos de origen orgánico se han formado casi siempre "in situ", ya sea como consecuencia de la descomposición de vegetales, ya sea por la acumulación de fragmentos de esqueletos inorgánicos o de conchas de ciertos organismos. De allí que los suelos de origen orgánico pueden ser tanto orgánicos como inorgánicos.

Las arenas y las gravas son agregados sin cohesión de fragmentos granulares o redondeados, poco o no alterados, de rocas y minerales. Las partículas menores de 2 mm se clasifican como

arena, y aquellas de mayor tamaño hasta 15 o 20 cm como grava. Los fragmentos de rocas con diámetros mayores se conocen como piedras-bolas, piedras-bochas, rodados grandes, etc.

Los limos inorgánicos son suelos de grano fino con poca o ninguna plasticidad. Las variedades menos plásticas consisten generalmente en partículas más o menos equidimensionales de cuarzo y en algunos países, se les distingue con el nombre de polvo de roca. Los tipos más plásticos contienen un porcentaje apreciable de partículas en forma de escamas y se denominan **limos plásticos**.

A causa de su textura suave, los limos inorgánicos son comúnmente tomados por arcillas, pero pueden distinguirse fácilmente de éstos sin necesidad de ensayos de laboratorio. Si una pasta de limo inorgánico saturado se sacude en la palma de la mano, la pasta expele suficiente agua como para producir una superficie brillante que, si la pasta es posteriormente doblada entre los dedos se vuelve nuevamente opaca. Este simple procedimiento se conoce como ensayo de sacudimiento.

Después de secada, la pasta de limo inorgánico es frágil, siendo fácil despegar polvo de ella si se la frota con los dedos. Los limos son relativamente impermeables, pero cuando se encuentran en estado suelto pueden subir del fondo de una perforación o excavación como si fueran un espeso fluido viscoso. Los suelos más inestables de esta categoría se distinguen a veces como arenas fluidas muy finas.

Los limos orgánicos son suelos de granos finos más o menos plásticos con una mezcla de partículas de materia orgánica finamente dividida. A veces contienen también fragmentos visibles de materia vegetal parcialmente descompuesta de otros elementos orgánicos. Estos suelos tienen colores que varían de **gris a gris muy oscuro**, y pueden contener cantidades apreciables de H_2S , CO_2 y de otros productos gaseosos originados por la descomposición de la materia orgánica, lo que les da un olor característico. Los limos orgánicos tienen muy alta **compresibilidad**, y su **permeabilidad** es muy baja.

Las arcillas son agregados de partículas microscópicas y submicroscópicas derivadas de la descomposición química que sufren los constituyentes de las rocas. Son suelos plásticos dentro de límites extensos en **contenido de humedad** y cuando están secos son duros, sin que sea posible despegar polvo de una pasta frotada con los dedos. Tienen además, una permeabilidad extremadamente baja.

Las arcillas orgánicas son aquellos suelos de este tipo que derivan algunas de sus propiedades físicas más significativas de la presencia de materia orgánica finamente dividida. Cuando están **saturados** son generalmente muy **compresibles** y secos presentan una resistencia muy alta. Tienen colores que varían de **gris oscuro a negro**, y pueden poseer un olor característico.

Si un suelo está compuesto de una combinación de dos clases distintas de material, para identificarlo se utiliza el nombre del material predominante como sustantivo y el del que entra en menor proporción como adjetivo calificativo. Por ejemplo **arcilla limosa** indica un suelo en el que predomina la arcilla que contiene una apreciable cantidad de limo.

Las propiedades de los agregados de granos de arena y grava se describen cualitativamente por medio de los términos suelta, medianamente densa y densa. Los agregados de partículas de arcilla, por los términos dura, compacta, medianamente compacta y blanda. Estas características son generalmente estimadas en el terreno, mientras se efectúa la perforación basándose en varios factores que incluyen la facilidad o dificultad relativa para hacer avanzar las herramientas de sondeo o para sacar muestras y la consistencia de las muestras obtenidas. Sin embargo como estas propiedades quedan a la apreciación del ingeniero en campo, se puede incurrir en errores, para lo cual se deberán comparar dichas propiedades obtenidas en campo con ensayos de laboratorio.

ALGUNAS PROPIEDADES DE INTERÉS PARA NUESTRO ANÁLISIS

Contenido de humedad de un suelo (W).

Se define como la relación entre el peso del agua contenida en el suelo y el peso del suelo seco, y se expresa en %.

Relación de vacíos de un suelo (e).

Se define como la relación del volumen de vacíos del suelo entre el volumen de sólidos.

Permeabilidad.

Se dice que un suelo es permeable cuando contiene vacíos continuos.

Como tales vacíos existen en todos los suelos, incluyendo en las arcillas más compactas, y en todos los materiales de construcción no metálicos, comprendiendo al granito sano y a la pasta de cemento, dichos materiales son permeables.

Compacidad.

Se define como un rango de 0 a 100 de la relación de vacíos en un suelo; que determina si es más suelto o más compacto.

Plasticidad.

Es una característica de los suelos arcillosos llamados así por hombres dedicados a la cerámica. Propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas sin recuperar su estado inicial.

Compresibilidad.

Propiedad que poseen algunos suelos cuya relación de vacíos es demasiada, de tal forma que al recibir las cargas se genera una presión en cada una de las partículas que expulsa el aire existente en el vacío (presión de poro) ocurriendo una variación volumétrica.

Del análisis de las tablas 1, 2 y 3 se obtiene:

- Resistencia a la compresión muy baja, $q_u=0.125 \text{ kg/cm}^2$.
- El suelo es de consistencia muy blanda.
- Con un índice de plasticidad de 10 y el límite líquido muy alto, lo que indica que es un suelo altamente compresible y muy permeable.

Por lo que se concluye que el tipo de suelo donde se construirá la planta de bombeo 6-A es una arcilla limosa altamente compresible de origen orgánico de muy baja resistencia por encontrarse saturada.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS CIVILES QUE COMPONEN LA PLANTA DE BOMBEO.

La planta de bombeo 6A cuenta con elementos principales y secundarios en cuanto a su obra civil se refiere, los cuales es conveniente diferenciar adecuadamente, ya que aunque todos en su conjunto constituyen la planta de bombeo, unos son elementos rutinarios en la práctica de la construcción, mientras que los otros son elementos específicos de la planta de bombeo, debido a su funcionalidad y complejidad para su construcción donde verdaderamente el constructor aplica los procedimientos de la ingeniería, para resolver los varios problemas que se le presentan en obra, los cuales no fueron previstos en la etapa de proyecto por alguna razón, haciéndose verdadera la frase "en la ingeniería unos son los que plancan, otros son los que proyectan, pero el ingeniero constructor es el que decide".

Los elementos principales que componen la planta de bombeo 6A, se definen como aquellos que tendrán la función de conducir y tratar las aguas negras que llegan a la planta, dichos elementos constituyen los medios para que el flujo de agua se pueda transportar de algún lugar a otro y en ocasiones estos elementos sirven de fronteras para la acumulación del volumen de agua. Los elementos principales son: caja de distribución, cárcamo de rejillas, cárcamo de bombeo, estructura de interconexión y estructura de descarga.

Los elementos secundarios son aquellos que forman parte de la planta de bombeo pero que no tienen contacto directo con las aguas negras, tienen como función delimitar áreas o alojar y cubrir equipo y gente, dichos elementos son rutinarios y simples en la práctica de la construcción, sin embargo es conveniente describirlos, para tener una idea completa de los elementos que integran una planta de bombeo.

ELEMENTOS PRINCIPALES

Caja de distribución.

Es básicamente una estructura que tiene la función de almacenar momentáneamente el agua que a ella le envían los diferentes colectores, para posteriormente por diferencia de niveles en la entrada y la salida de la caja de distribución se envíe el agua hacia un cárcamo de rejillas mediante una tubería denominada de interconexión, por conectar a la caja de distribución con el cárcamo de rejillas. En el caso de la planta de bombeo 6A, la caja de distribución recibe solo un

colector proveniente de la calle Sur 20 donde se localiza una caja deflectora que recibe las aguas de Sur 20 y Av. Acapol (parte norte), pero cabe mencionar que el proyecto original fue planeado para que la caja de distribución recibiera dos colectores, uno de Sur 20 y otro de Av. Acapol, el colector de Av. Acapol atravesaba el centro de la planta de bombeo para llegar a la caja de distribución, por necesidades prácticas de construcción se eliminó la ruta del colector que atravesaba la planta y se construyó sobre Sur 20 hasta llegar a la caja deflectora. Sin embargo, cuando llegó este cambio de proyecto autorizado la caja de distribución ya había sido construida en sus componentes losa de fondo y muros, por lo cual la caja conserva su geometría original con forma poligonal de 5 lados, razón por la cual no tiene una geometría rectangular.

El lado que recibe a la tubería que llega de Sur 20 mide 3.05 m de longitud a paños exteriores, y el lado de donde parte la tubería de salida hacia el cárcamo de rejillas mide 3.45 m de longitud, seguidos de tres lados que miden 3.05 m, 5.02 m y 3.45 m respectivamente, medidos a paños exteriores de muros; la profundidad de la caja tomada del nivel de piso terminado de la losa superior al nivel de desplante de la losa de fondo es de 3.45 m. Los elementos de la caja de distribución son: losa de fondo de 0.25 m de espesor, losa tapa de 0.25 m de espesor y muros de 0.25 m de espesor, así mismo la caja de distribución cuenta con un respiradero de 1x1 m por donde cabe un hombre, para darle mantenimiento a la caja y a los colectores si fuese necesario. Toda la caja está hecha a base de concreto reforzado cuyas características se describirán en el capítulo de procedimiento constructivo.

Cárcamo de rejillas.

Es una estructura de concreto reforzado que recibe las aguas negras que le son enviadas mediante una tubería de interconexión proveniente de la caja de distribución. La función de este cárcamo es dar un tratamiento primario a las aguas negras reteniendo los sólidos de tamaño considerable, como son rocas, basura, etc., mediante una rejilla metálica que va colocada verticalmente y otra segunda rejilla metálica colocada en forma horizontal a manera de losa tapa. Una vez que son retenidos los sólidos, las aguas son mandadas al cárcamo de bombeo mediante una tubería de interconexión por gravedad. El cárcamo de rejillas tiene una geometría circular de 3.50 m de diámetro a paños interiores de muros y una profundidad de 5 m medidos desde el nivel superior de la rejilla horizontal al nivel de desplante de la losa de fondo. Los elementos del

cárcamo de rejillas son: rejilla metálica horizontal R-5 REJIMEX de 2 ½ x 3/16", rejilla vertical R-5 REJIMEX de 2 ½ x 3/16", losa de fondo de 0.40 m de espesor, muros con una geometría circular de 0.30 m de espesor y un alerón que rodea la boca del cárcamo de 0.30 m de espesor por un ancho de 1 m, dicho alerón tiene la función de dar más estabilidad al cárcamo ante posibles asentamientos del terreno.

Cárcamo de bombeo, fallado.

Una parte de la problemática presentada en la construcción de la planta de bombeo 6A y que se tratará a detalle en capítulos posteriores, es la construcción de un cárcamo de bombeo que debido a asentamientos del terreno sufrió grandes desplomes de tal forma que quedó inservible. Haciendo un estudio de factibilidad económica se plantearon dos alternativas:

- A) Enderezar el cárcamo de bombeo, fallado.
- B) Construir un nuevo cárcamo de bombeo utilizando un procedimiento constructivo más eficaz.

Llegando finalmente a la conclusión de que casi se equiparaban los costos, pero con la segunda alternativa se garantizaba la estabilidad del elemento estructural, por lo que se procedió a anular el cárcamo de bombeo existente.

El cárcamo de bombeo, fallado tiene un diámetro de 6.50 m a paños interiores de muros y una profundidad a partir del nivel superior de la boca del cárcamo al nivel de desplante de la losa de fondo de 7.66 m, los muros del cárcamo son de 0.40 m de espesor. Cuando se clausuró este cárcamo se llevaban construidos los muros hasta el nivel de desplante requerido, estaban totalmente terminados.

Esta estructura esta hecha a base de concreto reforzado, cuyas características y anulación se tratarán posteriormente en el capítulo de procedimiento constructivo.

Nuevo cárcamo de bombeo con muro colado "in situ".

El cárcamo de bombeo tiene la función de coleccionar las aguas negras que le manda el cárcamo de rejillas mediante una tubería de interconexión, para que posteriormente mediante un equipo de bombeo las aguas sean descargadas hacia un canal general que atraviesa todo el poblado de Xico llamado Dren 46. La geometría del cárcamo de bombeo es circular de 5.90 m de diámetro a

pañes interiores de muros y 6.50 m a paños exteriores, esta estructura tiene una altura de 8.06 m a partir del nivel de la boca del cárcamo a nivel de desplante de la losa de fondo, todo a base de concreto reforzado más un parapeto metálico de 1 m de altura que rodea en todo su perímetro a la boca del cárcamo, los elementos del cárcamo de bombeo son: losa de fondo de 0.40 m de espesor, muros de 0.30 m de espesor, una estructura metálica que sustenta el equipo de bombeo y se apoya sobre la boca del cárcamo y un alerón de 0.30 m de espesor por 3.30 m de ancho que rodea al muro del cárcamo. Para la construcción del cárcamo se utilizó un procedimiento constructivo muy diferente al de la lumbrera fallada, el cual era pozo indio, este nuevo procedimiento consiste en la construcción de un muro colado "in situ" (mismo que se utiliza en la construcción de la obra Metro; solamente que aquí el muro es poligonal), como elemento de contención del terreno que tiene una altura de 12.00 ml.

Estructura de interconexión.

Está formada por tuberías de concreto estructural de diámetro interior de 1.83 m, dicha tubería comunica a la caja deflectora ubicada en Sur 20 con la caja de distribución en una longitud de 8 ml, posteriormente esta tubería comunica a la caja de distribución con el cárcamo de rejillas en una longitud de 4.43 ml y finalmente comunica al cárcamo de rejillas con el cárcamo de bombeo con una longitud de 7.91 ml.

Estructura de descarga

Consiste en una serie de elementos estructurales de concreto reforzado y acero cuya función es la conducción de las aguas negras que son descargadas al canal general y que salen de la planta de bombeo 6A a partir del cárcamo de bombeo. Los elementos de acero estructural son básicamente 3 tuberías que parten de la salida del equipo de bombeo colocado en la parte superior del cárcamo, siendo dos tuberías de 0.76 m de diámetro que parten a la salida de dos bombas verticales de flujo mixto y una tubería de 0.20 m de diámetro que parte de la salida de una bomba vertical tipo sumergible inatascable.

La estructura de concreto reforzado constituye básicamente la camisa protectora de las tuberías de descarga en todo su recorrido y esta formada por tres tramos que a continuación se describen:

- A) Tramo del cárcamo de bombeo al muro de colindancia, lado poniente.
Está formado por una silleta de concreto reforzado, que sostiene las tres tuberías casi inmediatamente al salir del cárcamo, dicha silleta esta formada a base de un murete de concreto reforzado de 1.93 m de altura y un ancho de 0.30 m, el cual esta anclado al alerón del cárcamo, asimismo se encuentran dos losas para apoyo de las tuberías de 0.76 m de diámetro con dimensiones de 3 m de largo por 1.30 de ancho y 0.68 m de altura, en forma de media caña, la longitud horizontal de las tuberías en este tramo es de 10.48 ml.
- B) Tramo del muro de colindancia, lado poniente, al pie del talud del bordo del canal general, donde se ubica un cajón de concreto reforzado que aloja a las tres tuberías de acero que descansan sobre una cama de arena de 0.15 m de espesor, los elementos que componen al cajón son: dos muros extremos de 0.20 m de espesor, un muro central de 0.15 m de espesor, una losa de piso de 0.15 m de espesor y una losa de techo formada a base de precolados realizados en obra con forma de tabletas de 1.25 m x 0.60 m sobre la que se apoya la losa de techo del cajón de 0.15 m de espesor. Las dimensiones en planta del cajón son de 3.40 m de ancho x 8.70 m de largo, asimismo lleva una subbase de tepetate de 0.30 m de espesor, seguida por una carpeta asfáltica de 0.05 m de espesor.
- C) Tramo del pie del talud a la descarga de las tuberías. Donde se encuentra un segundo cajón de concreto reforzado de 4.46 m de largo x 4 m de ancho visto en planta constituido por muros de 0.15 m de espesor y una losa de piso de 0.15 m de espesor y al igual que el primer cajón lleva los precolados a forma de sublosa seguidos por la losa tapa de 0.15 m, una subbase de tepetate de 0.30 m de espesor y una carpeta asfáltica de 0.05 m de espesor.
- D) Tramo de descarga.
En el punto de la descarga del flujo de agua hacia el canal, se encuentra un lavadero de concreto reforzado que se apoya sobre el talud del canal, y está anclado por su parte superior a la losa de fondo del segundo cajón y por su parte inferior se ancla a una zapata de concreto armado que descansa en el fondo del canal. Dicha zapata está debidamente lastrada a base de enrocamiento, disminuyendo así la probabilidad de flotamiento en caso de algún esfuerzo no previsto, como podría ser una fuerza de subpresión del terreno

ELEMENTOS SECUNDARIOS.

Muro perimetral

Es un elemento estructural que delimita el área de la planta de bombeo ubicado en todo el perímetro, este elemento estructural descansa sobre una zapata corrida de concreto reforzado que corre en toda su longitud. Este muro cuenta con una altura de 3.60 m y un espesor de 0.15 m, esta reforzado con castillos a cada 3 m, cuyo acabado final es de un repellado de cemento-arena.

Cuarto de control de máquinas.

Es un área cubierta que aloja el equipo eléctrico que controla al equipo de bombeo, ubicado en la parte superior del cárcamo de bombeo. Las dimensiones de este cuarto son de 5.20 m de largo por 3.84 m de ancho y 3.60 m de altura, cuyo acabado final es de repellado cemento-arena.

Cuarto de la planta de emergencia.

Como su nombre lo indica es un área cubierta que aloja la planta eléctrica de emergencia y sus dimensiones son de 5.75 m de largo x 5.20 m de ancho y 3.60 m de altura, con acabado final de repellado cemento-arena.

Plataforma de subestación.

Es un área sin techar de dimensiones en planta de 8.43 m de largo x 5.20 m de ancho y 0.50 m de espesor, realizada a base de concreto reforzado y cuya función es alojar la subestación eléctrica.

Cuarto de talleres.

Es el área cubierta donde se aloja el personal encargado de dar mantenimiento vehicular y a la planta en sí, y cuyas dimensiones son de 6 m de largo x 5.3 m de ancho y 3.60 de altura, con acabado final de repellado cemento-arena.

Bodega.

Es el área cubierta donde se guarda el equipo mecánico y herramientas requeridas para dar el mantenimiento respectivo a la planta de bombeo. Cuyas dimensiones son de 5.30 m de largo, x 3.36 m de ancho y 3.60 m de alto. Con acabado final de repellado cemento-arena.

Depósito de basura.

Es el área cubierta donde se alojarán los desperdicios generados por el personal operativo de la planta de bombeo y por el mantenimiento de los cárcamos constitutivos de la misma. De dimensiones 3.80 m de largo x 2.70 m de ancho y 2.50 m de alto. Cuyo acabado final es de repellado cemento-arena.

Caseta de vigilancia.

Es el área cubierta donde se alojará el personal encargado de la seguridad de la planta de bombeo, a la entrada y salida de la misma, cuyas dimensiones son de 4 m de largo x 2.35 m de ancho y 2.50 m de alto. Cuyo acabado final es de repellado cemento-arena.

Estructura para sustentación de tanques de diesel.

Es un elemento de concreto estructural formado por 4 muros de concreto reforzado de dimensiones 1.80 m de largo x 0.20 m de ancho y 2.25 m de altura, con un claro en el centro en forma de medio círculo de 1.50 m de diámetro, donde se colocarán los tanques de diesel, cada tanque en un par de muros, dichos muros se apoyan sobre una losa de cimentación que se describirá a detalle en el capítulo de procedimiento constructivo.

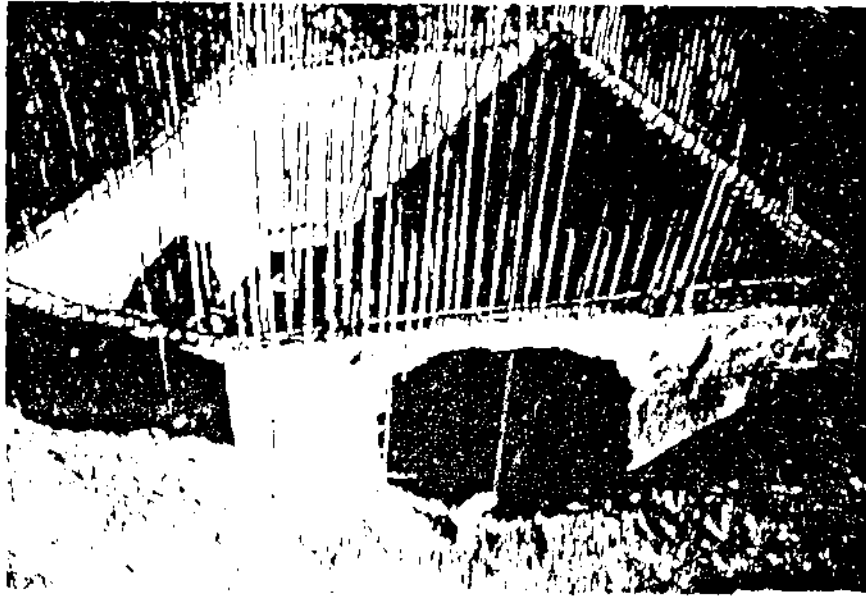
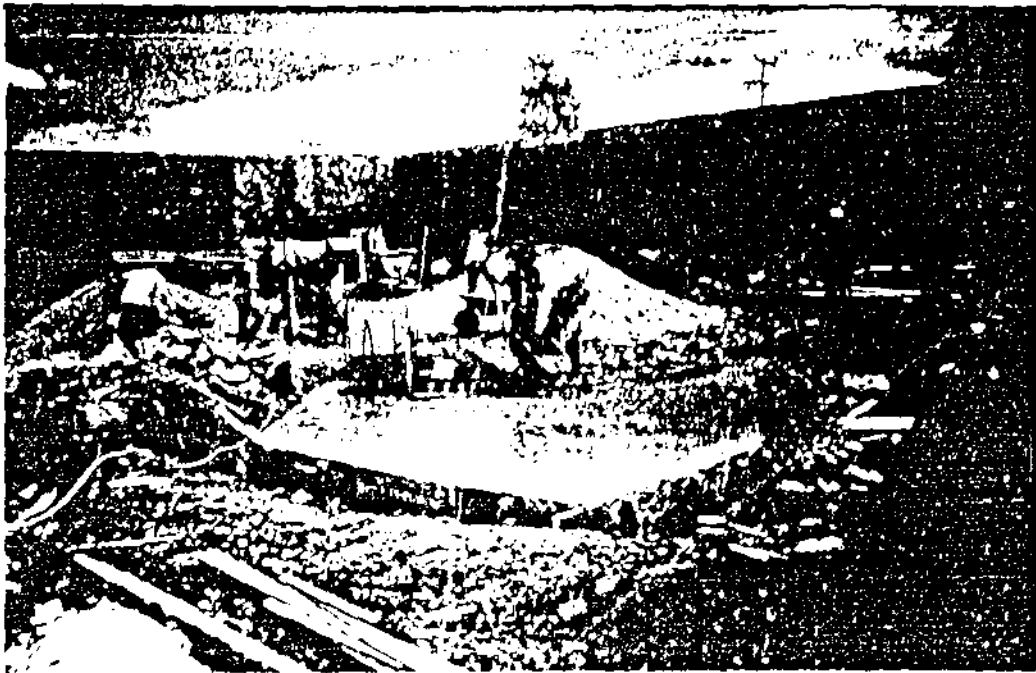


FOTO NG. 1



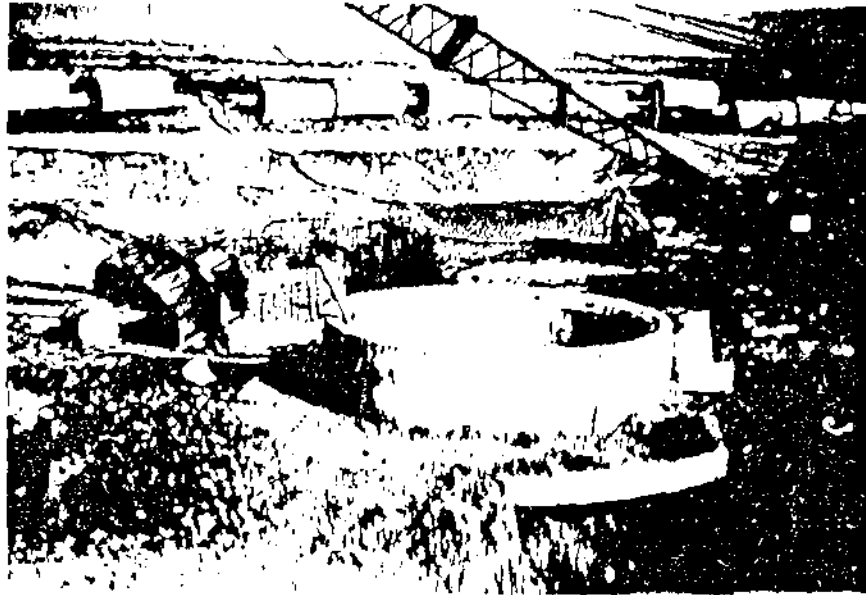


FIGURE NO. 3
REAR VIEW OF THE TANK

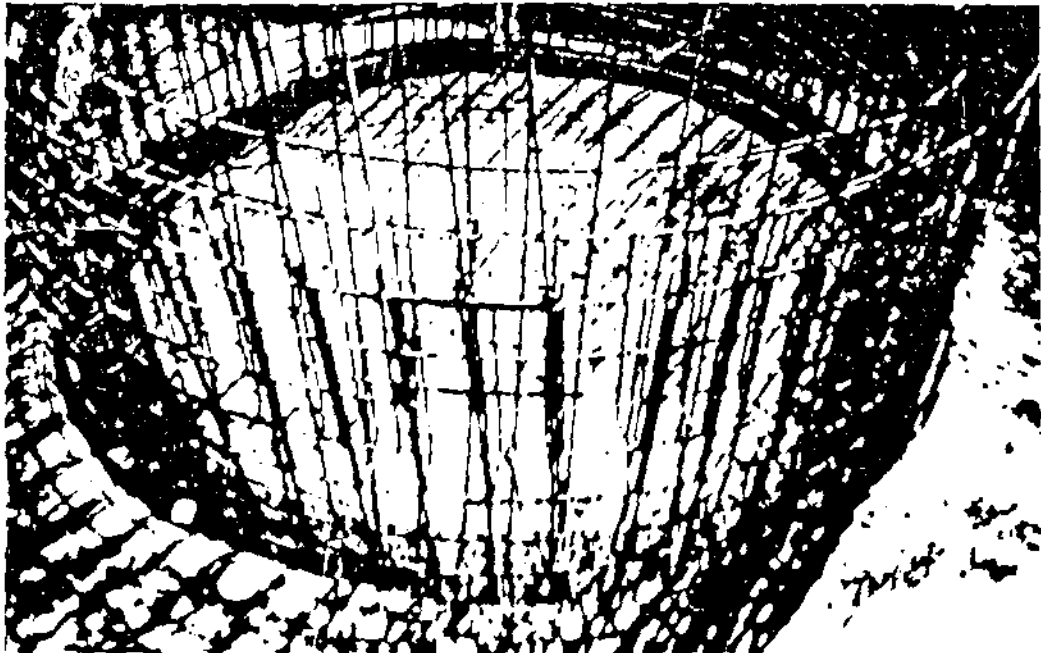


FIGURE NO. 4

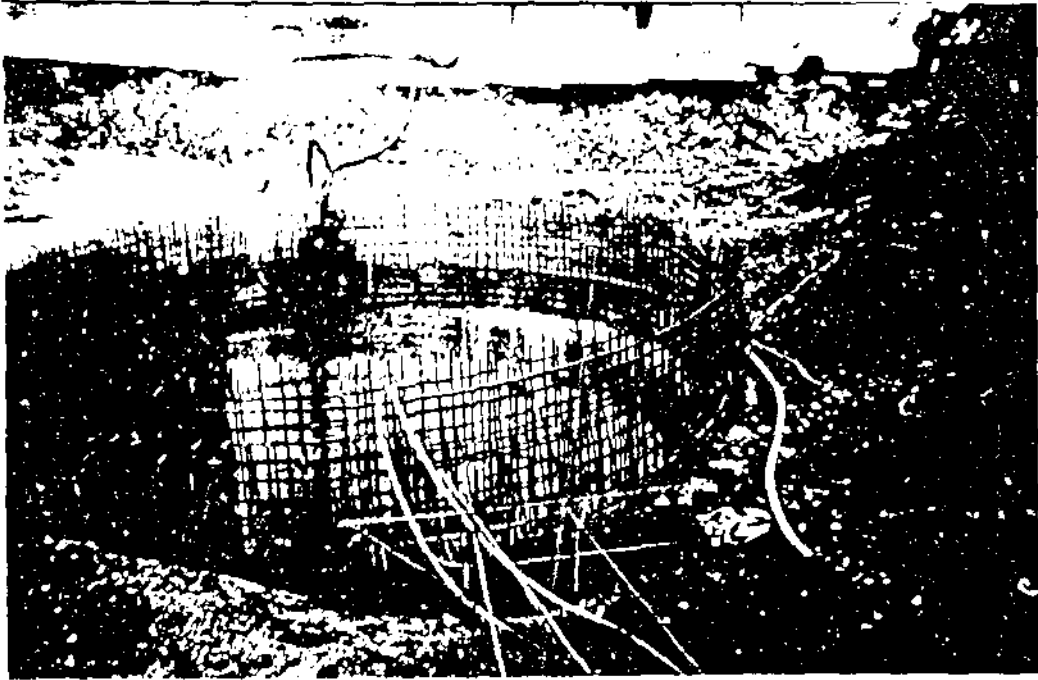


FOTO No. 5 - Vista de un cilindro de bambú en el sitio de excavación, SE. de Río, 1950.



FOTO No. 6 - Vista de un cilindro de bambú en el sitio de excavación, SE. de Río, 1950.

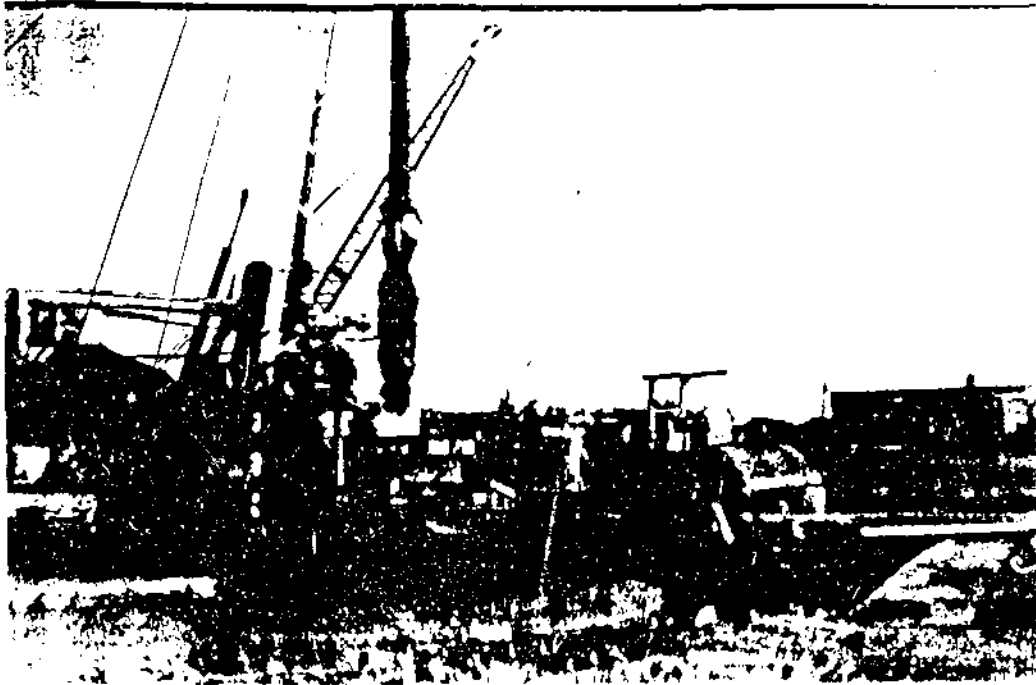


FOTO No. 7

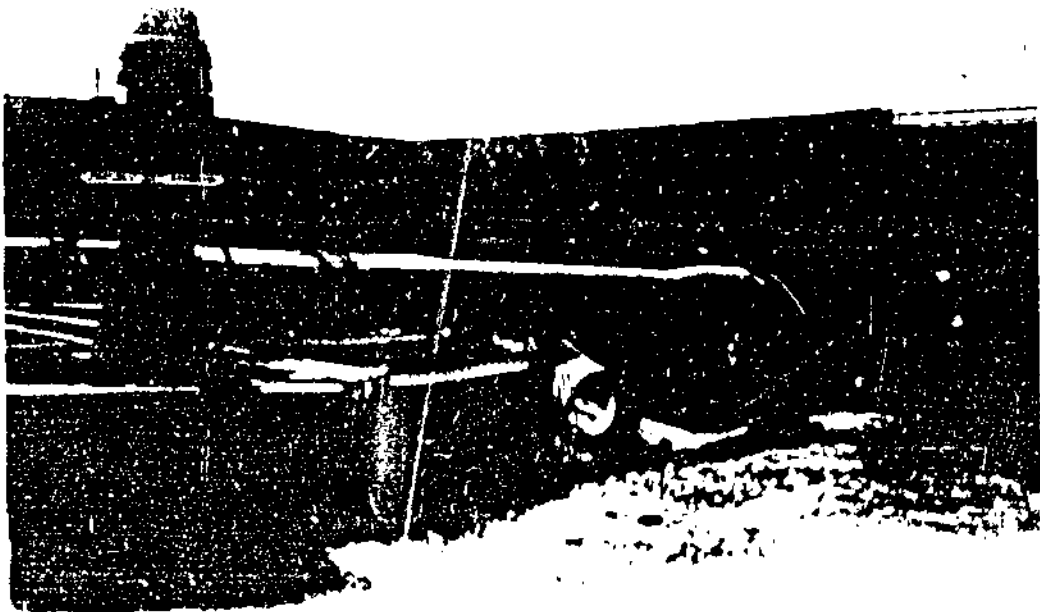


FOTO No. 8

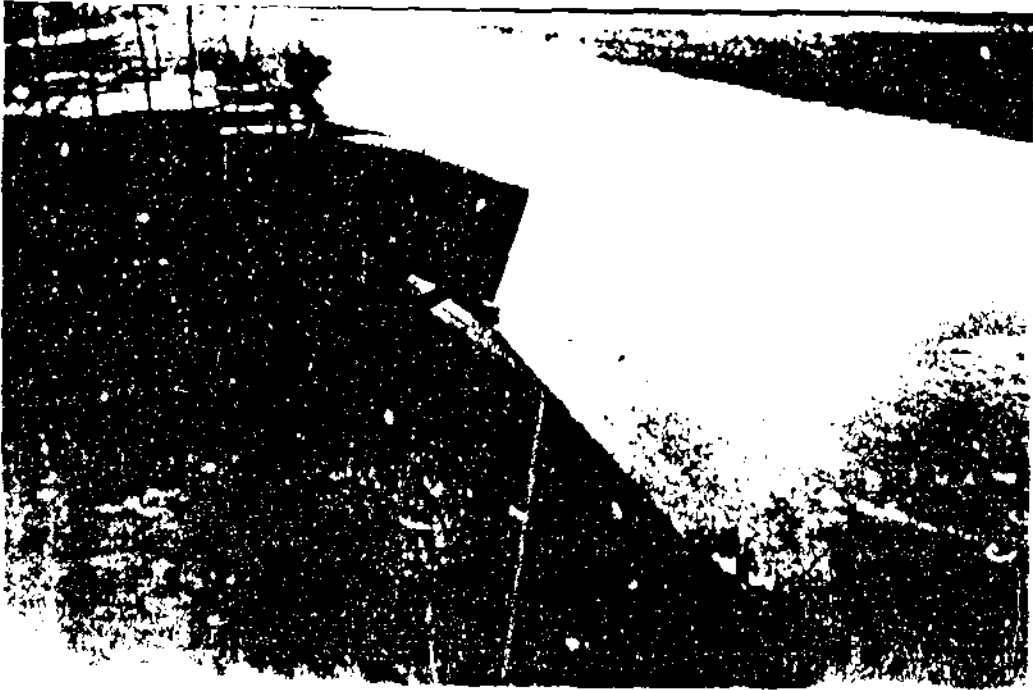


FOTO No. 5

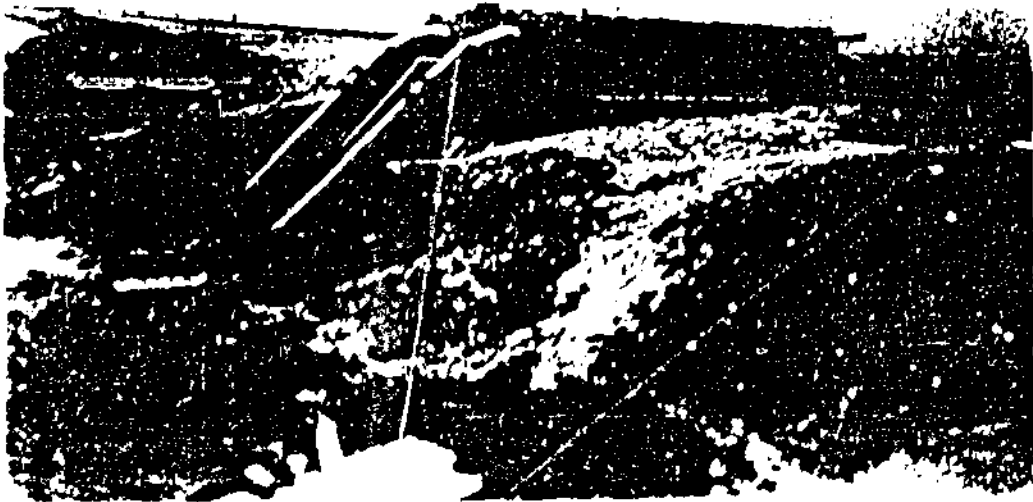


FOTO No. 6



FOTO No. 11 - Vista de la zona de estudio

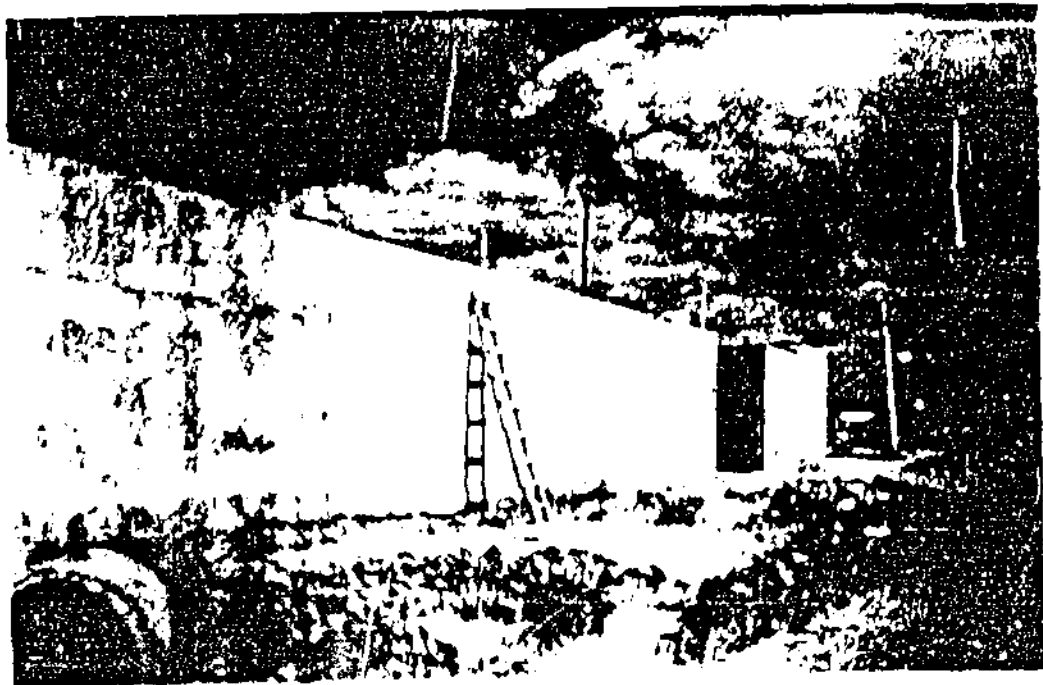




FOTO No. 10

Edificio de la casa de la familia de la víctima
en la zona de la casa de la víctima



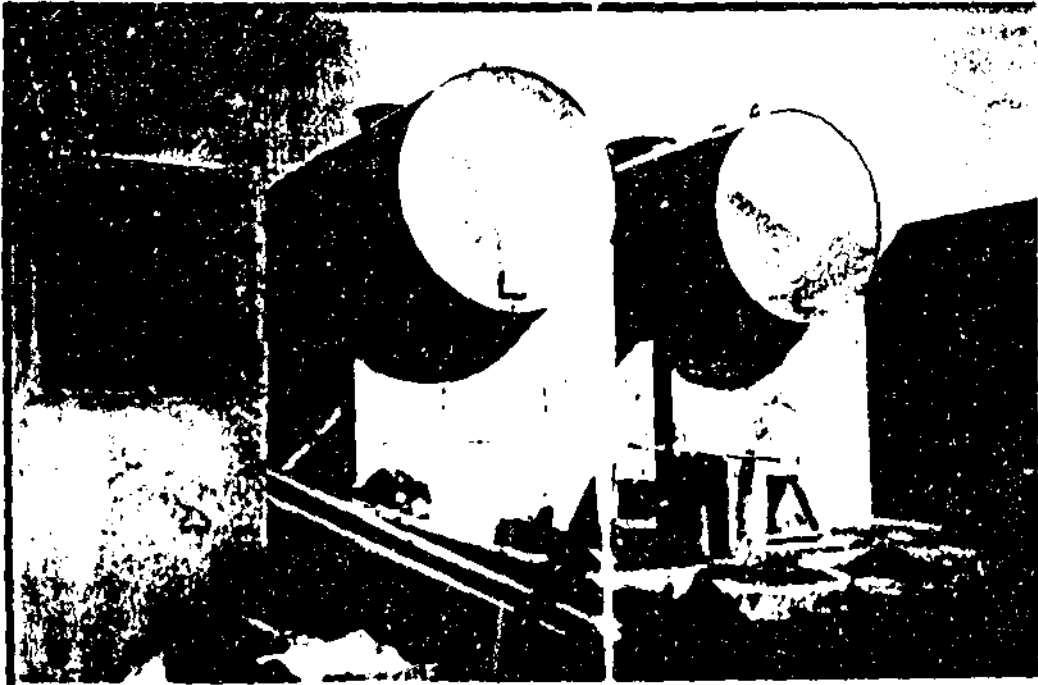


FOTO No. 15 ESTRUCTURA DE SOSTENIMIENTO
DE TANQUES DE DIESEL

CAPITULO III

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS CIVILES QUE COMPONEN LA PLANTA DE BOMBEO.

PROGRAMA DE OBRA.

El programa de obra es un elemento fundamental para el ingeniero constructor, pues al realizarlo debe tomar en cuenta sus posibilidades económicas, financieras, recursos humanos y maquinaria, imprevistos posibles, temporadas óptimas y no óptimas para el desarrollo de la obra, además el programa de obra debe ser exigido a la contratista por la supervisión encargada de la obra pues por medio de este la contratista se compromete a realizar cada una de las etapas constructivas a un tiempo límite y finalmente entregar la obra, ya que si no se concluye la obra en el tiempo establecido en el programa se le aplicará un descuento porcentual del monto de su estimación por cada día que pase, esto a reserva de que la supervisión considere que requiere una ampliación de tiempo debido al desarrollo de la obra, entonces la supervisión realizará una propuesta de ampliación de tiempo a la dependencia de gobierno encargada de la obra, que en este caso es C.E.A.S., el programa de obra que se presenta para desarrollo de este tema es un programa ya ampliado que inicia el 10. de octubre de 1993 y termina el 31 de diciembre de 1994, conteniendo 11 actividades, de la cuales 8 son actividades civiles y 3 son actividades electromecánicas.

COMISION ESTATAL DE AGUAS Y SANEAMIENTO
 DIRECCION DE CONSTRUCCION
 PROGRAMA DE CONSTRUCCION DE OBRA

OBRA: OBRAS DE PLUVIAL EN CHALCO. CONSTRUCCION DE PB 6A
 MUNICIPIO CHALCO, EDO. DE MEXICO

CONTRATISTA: CONSTRUCTORA GEOLOGIA Y LABORATORIO DE PRESAS, S.A.
 MUNICIPIO CHALCO, EDO. DE MEXICO
 CONTRATO: DG-TEX-025-605-93

No	CONCEPTO	AVANCE DE OBRA	OCT 93	NOV 93	DIC 93	ENE 94	FEB 94	MAR 94	ABR 94	MAY 94	JUN 94	JUL 94	AGO 94	SEP 94	OCT 94	NOV 94	DIC 94
			31 DIAS	30 DIAS	31 DIAS	31 DIAS	28 DIAS	31 DIAS	30 DIAS	31 DIAS	30 DIAS	31 DIAS	30 DIAS	31 DIAS	30 DIAS	31 DIAS	30 DIAS
1	OBRA CIVIL SUBESTACION: CUARTO DE CONTROL, TALLER, TANQUES DE DIESEL, CASITA DE VIGILANCIA Y BARRA PERIMETRAL	P R	[Hatched bar from Oct 93 to Dec 94]														
2	CONSTRUCCION DE CARCAMO DE BOMBEO (METODO INCHO LUMBRERA CLAUSURADA)	P R	[Hatched bar from Oct 93 to May 94]														
3	CONSTRUCCION DEL CARCAMO DE REJILLA	P R	[Hatched bar from Nov 93 to Oct 94]														
4	ESTRUCTURA DE DISTRIBUCION	P R	[Hatched bar from Feb 94 to Jul 94]														
5	CONSTRUCCION DE NUEVO CARCAMO DE BOMBEO METODO MURO COLADO IN SITU Y CANCELACION DE LA LUMBRERA FALLADA	P R	[Hatched bar from Aug 94 to Nov 94]														
6	MEJORAMIENTO DEL TERRENO	P R	[Hatched bar from Oct 93 to Aug 94]														
7	SUMINISTRO, HABILITACION E IMPACADO DE PANTALLAS METALICAS	P R	[Hatched bar from Oct 93 to Oct 93]														
8	ESTRUCTURA DE DESCARGA	P R	[Hatched bar from Jul 94 to Oct 94]														
9	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBAS Y MOTORES	P R	[Hatched bar from Apr 94 to Sep 94]														
10	SUMINISTRO E INSTALACION DE SUBESTACION, TRANSFORMADOR Y MATERIAL ELECTRICO	P R	[Hatched bar from May 94 to Oct 94]														
11	SUMINISTRO E INSTALACION DE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES Y MATERIAL ELECTRICO	P R	[Hatched bar from May 94 to Oct 94]														

11

realizó con un rodillo vibratorio liso sobre llantas "plancha" DYNAPAC y un rodillo manual también liso; primero el material entró suelto hasta 0.70 m de espesor desde el nivel requerido y posteriormente se fue compactando en capas de 25 cm.

Cabe hacer mención que para realizar la excavación se utilizó una retroexcavadora PC-300 KOMATSU, y una "manita de chango" CATERPILLAR, el material producto de la excavación se sacó fuera de la obra con un cargador frontal CATERPILLAR 916, en camiones de 8 m³ hasta un tiro ubicado a un km de distancia. Dicha actividad tuvo una duración de 31 días en su primera etapa, porque posteriormente se hizo necesario otro relleno para elevar los niveles de la terracería que tomó otros quince días, debido a asentamientos locales.

Muro perimetral.

Como ya se mencionó anteriormente, es un elemento rutinario en la construcción, pero aunque sencillo, hay que saber proyectarlo y construirlo adecuadamente de acuerdo a las características del terreno. El muro tiene una altura de 3.60 m y un espesor de 14 cm sin repellado y 15 cm con repellado, la estructura del muro esta compuesta de tabique rojo recocido, reforzado con castillos de 15 cm x 20 cm, armado con 4 varillas del #3 y estribos del #2 @15, con un f_y de 4200 kg/cm² y concreto de un f_c de 250 kg/cm², estos ubicados a cada 3 m de separación, asimismo a cada 3 m se coloca una junta constructiva de cartón asfáltico celotex, debido a los asentamientos del terreno logrando así que el asentamiento ocurra por módulo en el muro y no en forma total como pudiera suceder si no tuviera estas juntas. El muro también va confinado horizontalmente por una dala colocada a 2.30 m de altura a partir de la corona de la zapata y otra al remate del muro, con dimensiones de 0.15 m de ancho x 0.30 m de peralte, reforzadas por 4 varillas del #3 y estribos del #2 @20 y un f_y de 4000 kg/cm² y un concreto de un $f_c=200$ kg/cm², el muro descansa sobre una zapata corrida de colindancia de 1.50 m de ancho de pata x 0.30 m de espesor de pata, armada longitudinalmente por varillas del #3 y transversalmente por varillas del #4 @20, asimismo la contratrabe de la zapata mide 0.70 m de peralte x 0.20 m de ancho, reforzada longitudinalmente por dos varillas del #5 en su parte superior y 2 varillas adicionales en la parte central del #3, con estribos del #3 @20 y un $f_y=4200$ kg/cm² utilizando un concreto $f_c=250$ kg/cm², finalmente se reviste el muro con un acabado interior y exterior de 1 cm de espesor de repellado cemento-arena. El muro perimetral.

en su primera etapa, se construyó en la parte norte-oriental al inicio de la obra y se concluyó hasta el término de la planta de bombeo, en su segunda etapa, para permitir las maniobras durante la construcción de la planta.

Cuartos de control de maquinaria, planta de emergencia, cuarto de talleres, bodega, depósito de basura, caseta de vigilancia y plataforma de subestación.

Estos elementos presentan las mismas características de construcción, van soportados por una losa de cimentación doblemente armada que a su vez se apoya sobre una serie de contratrabes. El armado de la losa de cimentación es de varillas del #3 @25 en su lecho superior e inferior y en el sentido longitudinal y transversal con un $f_y=4000 \text{ kg/cm}^2$ y un concreto $f_c=200 \text{ kg/cm}^2$, con un espesor de 0.20 m, la sección de las contratrabes es de 0.20 m de ancho x 1.20 m de peralte, armadas con varillas del #5, distribuidas 4 en su lecho superior, 4 en su lecho inferior y 4 centrales adicionales, con estribos del #2.5 distribuidos 10 @0.12 m en los extremos y a 0.20 m en la parte central y un $f_y=4000 \text{ kg/cm}^2$, el concreto con un $f_c=200 \text{ kg/cm}^2$. Sobre esta cimentación se apoyan los respectivos muros a base de tabique rojo recocido confinados por castillos de 15x15 cm con armado de 4 varillas del #4 y estribos del #2 separados 6 @10 cm en extremos y a @15 cm en la parte central, un $f_y=4000 \text{ kg/cm}^2$ y un concreto $f_c=200 \text{ kg/cm}^2$, asimismo los muros están confinados horizontalmente en su parte superior por dadas de 0.15 m de ancho por 0.30 m de peralte, armadas por 4 varillas del #3 y estribos del #2 @15 cm, el elemento que cubre dichas áreas es una losa de techo doblemente armada con varillas del #3 @15 cm en ambos sentidos, un $f_y=4000 \text{ kg/cm}^2$ y un concreto $f_c=200 \text{ kg/cm}^2$ y con un espesor de 0.10 m. La plataforma de la subestación es una cimentación similar a la que presentan las áreas cubiertas y descritas anteriormente, el acabado de dichos cuartos es de repellado cemento-arena.

Estructura para sustentación de tanques de diesel.

Está constituida por dos pares de muretes de concreto reforzado, con un claro en forma de semicírculo en su parte superior para recibir los tanques de diesel, el armado de los muros es de 4 varillas del #4 en forma vertical en los extremos y varillas del #3 @10 en el sentido horizontal y vertical del mismo en forma de anillos con un $f_y=4000 \text{ kg/cm}^2$ y un concreto de $f_c=200 \text{ kg/cm}^2$.



FOTO No. 16 REFORZAMIENTO PERIMETRAL CON VIGUETA Y FANTALLA METALICA EN ZONA PARA CONSTRUIR PLANTA DE BOMBEO SOBRE SURTI-
DOR



FOTO No. 17 REFORZAMIENTO PARA
RECONSTRUCCION DE LA PLANTA DE BOMBEO
DEBIDO A LA FALTA DE MATERIAL
DE CONSTRUCCION



FOTO No. 16 MUR PERIMETRAL LADO NORTE
Y CUARTO DE MAQUINAS

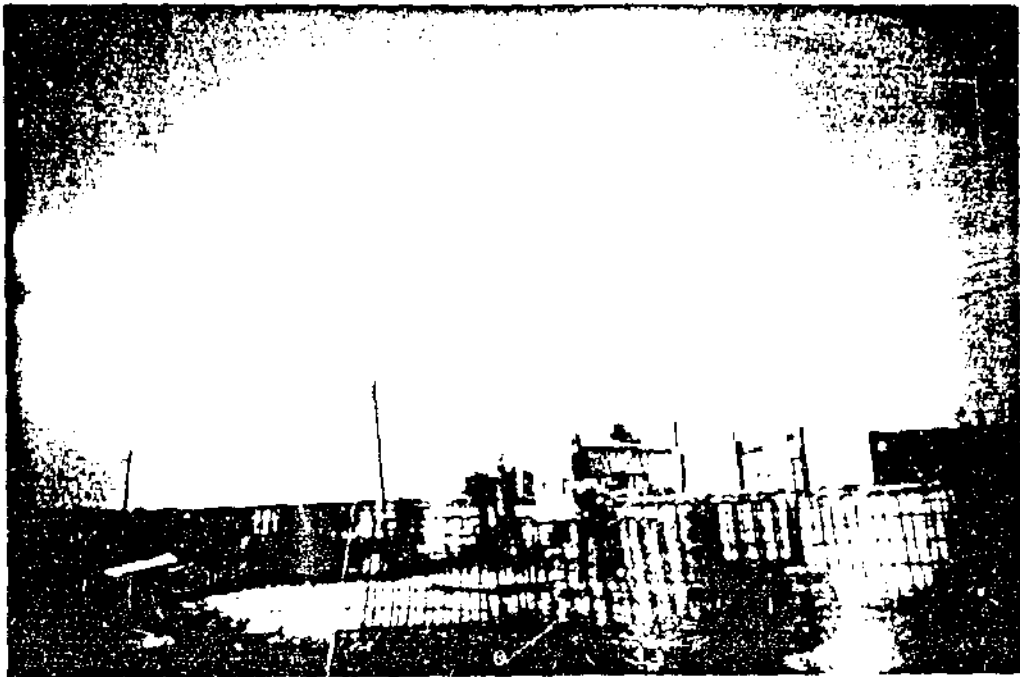


FOTO No. 15 MUR PERIMETRAL LADO SUR
Y CUARTO DE MAQUINAS

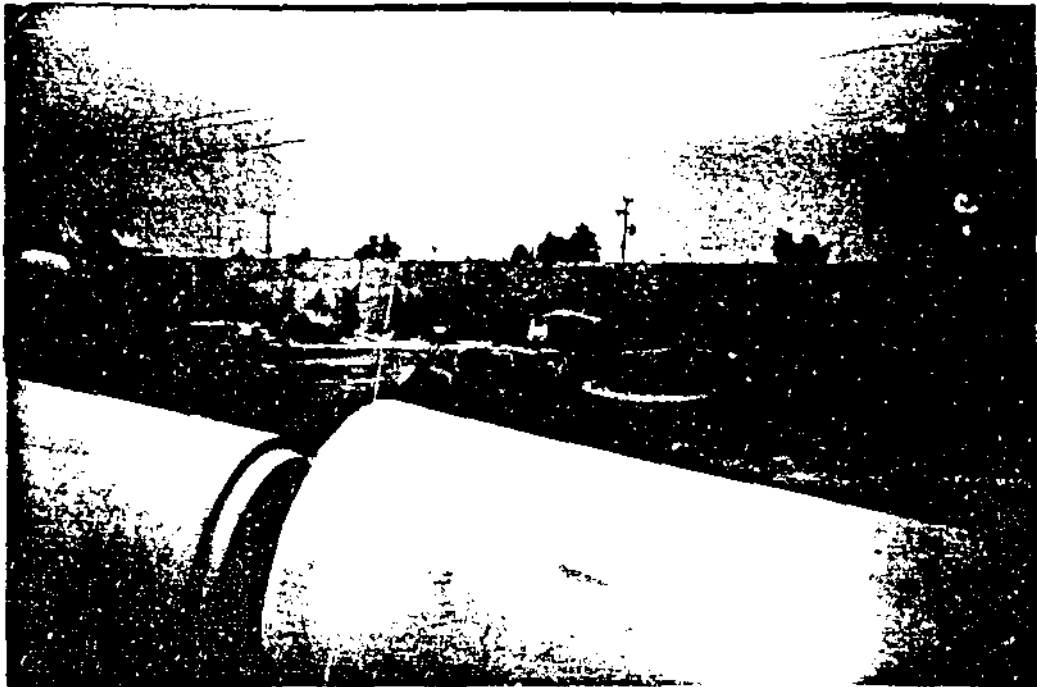


FOTO No. 20 ESTRUCTURA PARA SUELTAMIENTO
DE TANQUES DE DIESEL.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS PRINCIPALES

Caja de distribución.

Como ya se mencionó en el capítulo anterior es uno de los elementos principales que conforman la planta de bombeo, presenta una geometría de un polígono de 5 lados desiguales, cuyas dimensiones longitudinales de muros vistas en planta son de 3.05, 3.45, 3.05, 5.02 y 3.45 m. La altura de la caja de distribución es de 3.45 m, los espesores de muros, losa de piso y losa tapa son de 0.25 m y el procedimiento para su construcción es el que se señala a continuación:

1. Trazo y nivelación del terreno donde se desplantará el elemento estructural.
2. Utilizando una máquina retroexcavadora se excavará en el área trazada dando una sobreexcavación por lado de 1 m, hasta llegar al nivel requerido para la construcción de la cama.
3. Para controlar el nivel freático utilizar dos bombas de gasolina de 3" de diámetro y dos bombas eléctricas o "becerros" de 3" de diámetro.
4. Al llegar a la profundidad de 0.90 m iniciar con el ademe respectivo para la caja de distribución, el cual será a base de vigueta metálica tipo IPR de 9 cm de ancho de patín, 0.5 cm de espesor del alma y 20 cm de peralte de patín a patín, una longitud de 9 m, dichas viguetas se hincarán en la parte perimetral de la excavación, una en la esquina y las subsecuentes a cada 0.50 m de separación. Las viguetas se hincarán hasta -0.50 m a partir del nivel de terreno, apoyadas sobre las viguetas irán placas de acero entre el talud de excavación y vigueta de 1.20 m de ancho, 5/8" de espesor y 9 m de largo, hincadas verticalmente hasta el nivel de las viguetas; este ademado no va soldado.
5. Continuar la excavación hasta el nivel requerido para desplante de la estructura.
6. El material producto de excavación será retirado en camiones hasta el lugar de tiro asignado por la supervisión
7. Mientras se realiza la excavación, se deberá ir armando la caja de distribución exteriormente de la siguiente forma:
 - El armado exterior e interior de muros será con varillas del #4 @20 en el sentido horizontal y varillas del #5 @10 en el sentido vertical

- El armado del lecho bajo de la losa de piso será con varillas del #4 @20 en un sentido y varillas del #5 @10 en el otro sentido, los traslapes y las escuadras serán de 40 veces el diámetro de las varillas.
 - El armado del lecho alto de la losa de piso será con varillas del #4 @20 en ambos sentidos.
8. El contratista deberá presentar el armado de la caja de distribución, antes de ser colocado en sitio, a la supervisión y posteriormente la supervisión volverá a revisar el armado ya colocado en sitio.
 9. Una vez que se ha excavado hasta el nivel de cama requerido, la supervisión haciendo uso de su topografía, deberá revisar los niveles y en caso de que estén correctos continuar con la siguiente etapa constructiva.
 10. Se procederá a la construcción de la cama constituida por grava de ¾" de diámetro y un espesor de 25 cm, dicha cama abarcará toda el área.
 11. Una vez construida la cama, la supervisión deberá revisar el nivel superior haciendo uso de su topografía para proceder a la siguiente etapa constructiva.
 12. Construir una plantilla pobre de concreto hecho en obra con un $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ y una vez terminada dicha plantilla la supervisión deberá revisar los niveles topográficamente.
 13. Utilizando una draga depositar el armado de la caja dentro de la excavación calzándolo adecuadamente para lograr un recubrimiento de 5 cm.
 14. Una vez colocado el armado en sitio se deberá revisar por la supervisión para proceder al cimbrado respectivo de la losa de fondo, colocando una banda de PVC para ligar los concretos de la losa de piso y muros, la banda de PVC deberá quedar libre 7 cm después del colado de la respectiva losa de fondo.
 15. Una vez colocada la cimbra adecuadamente y aprobada por la supervisión se procederá a realizar el colado de la losa de fondo, utilizando un concreto de un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ realizado en obra y utilizando una revoladora de gasolina para un bulto de cemento (trompo). Los agregados deberán ser sanos, es decir no contaminados con material producto de excavación, basura o mezcla de ellos.
 16. La supervisión de C.E.A.S. deberá tener presente su laboratorio para muestrear el concreto y verificar conjuntamente con la supervisión externa la calidad de los materiales.

17. La siguiente etapa es el correcto cimbrado de los muros y posteriormente se realizará el colado de los mismos utilizando un concreto de un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$. Los muros se colarán hasta -10 cm de su altura requerida y se colocará banda de PVC para ligar los concretos de dichos muros con la losa tapa.
18. La caja de distribución llevará una preparación para recibir al tubo de llegada de Sur 20 y otra preparación para el tubo de salida al cárcamo de rejillas. Dichas preparaciones consistirán en un orificio de sección rectangular de 1.87 m por 1.67 m dichas preparaciones se dejarán antes de realizar el colado de los muros y se colocará en dichos orificios tabique rojo recocido el cual se demolerá posteriormente al colocar las tuberías de interconexión.
19. Una vez que se han colado los muros se procede a realizar el armado de la losa tapa la cual en su lecho inferior llevará varilla del #5 @12 cm y el lecho superior llevará varilla del #4 @20 cm en ambos sentidos, dejando un hueco (respiradero) de 1 m x 1 m.
20. Se procederá a cimbrar adecuadamente y realizar el colado de la losa tapa utilizando un concreto de un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$.

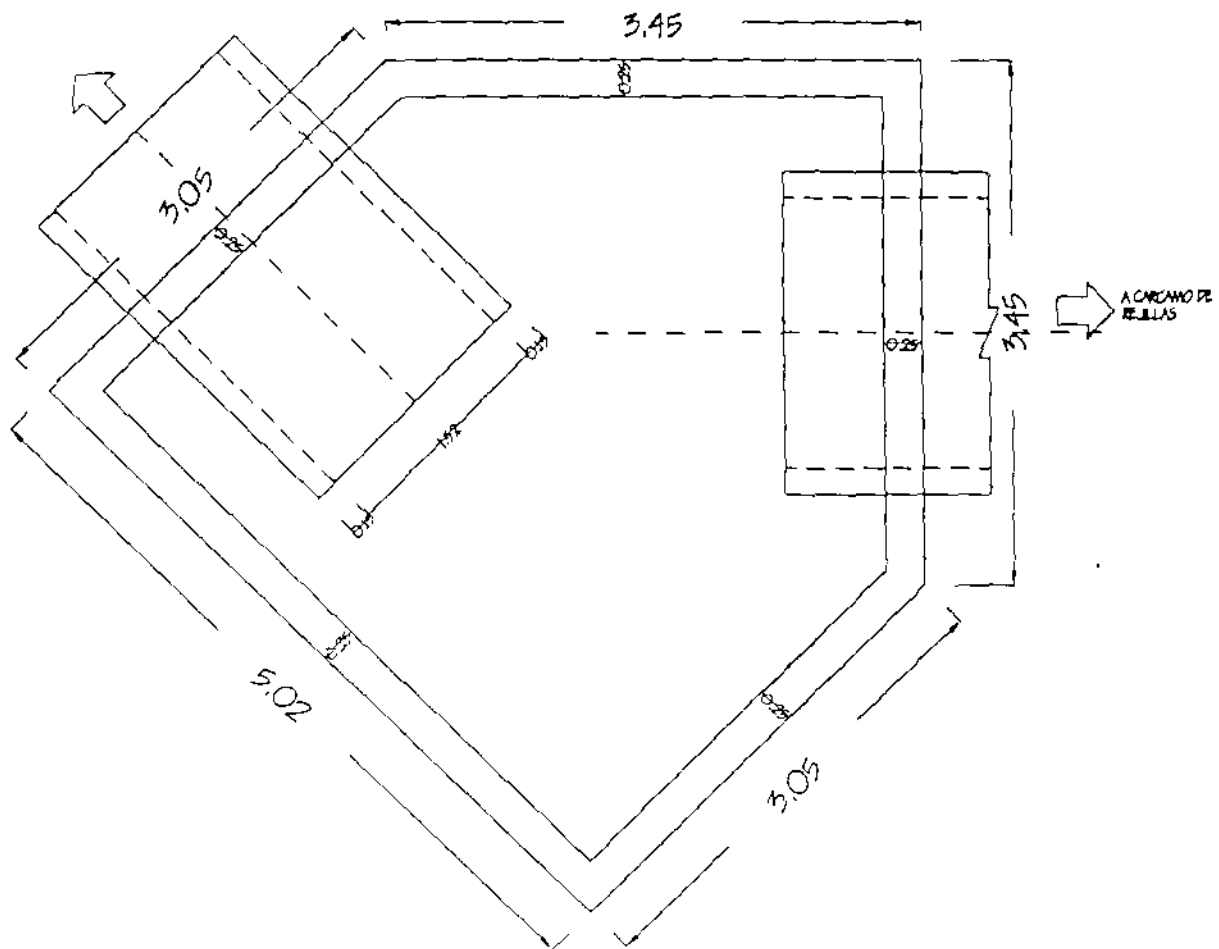


FIG. No. 4 F. ANTA DE ESTRUCTURA DE DISTRIBUCION

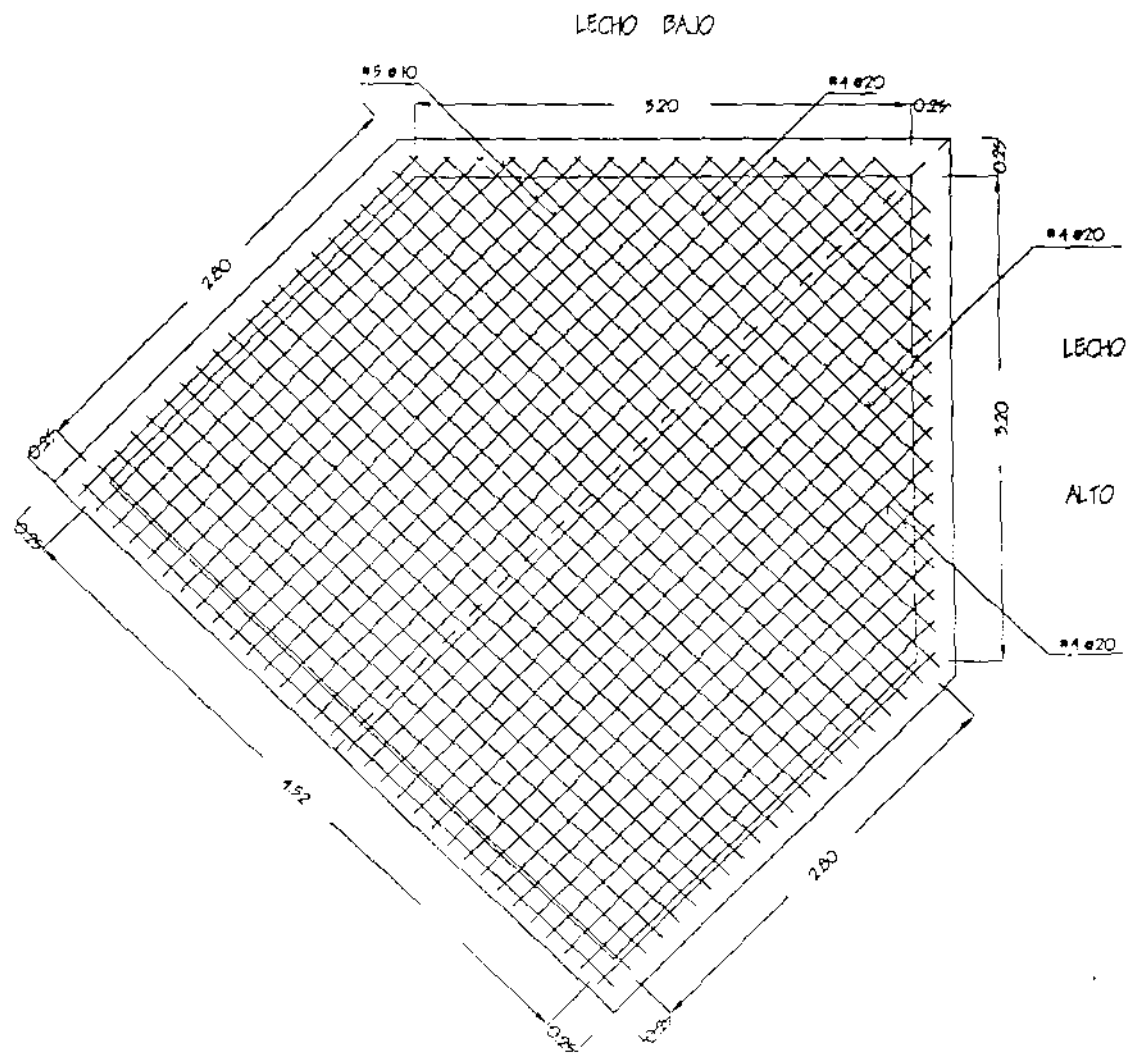


FIG. No. 5 ARMADO DE LOSA DE PISO

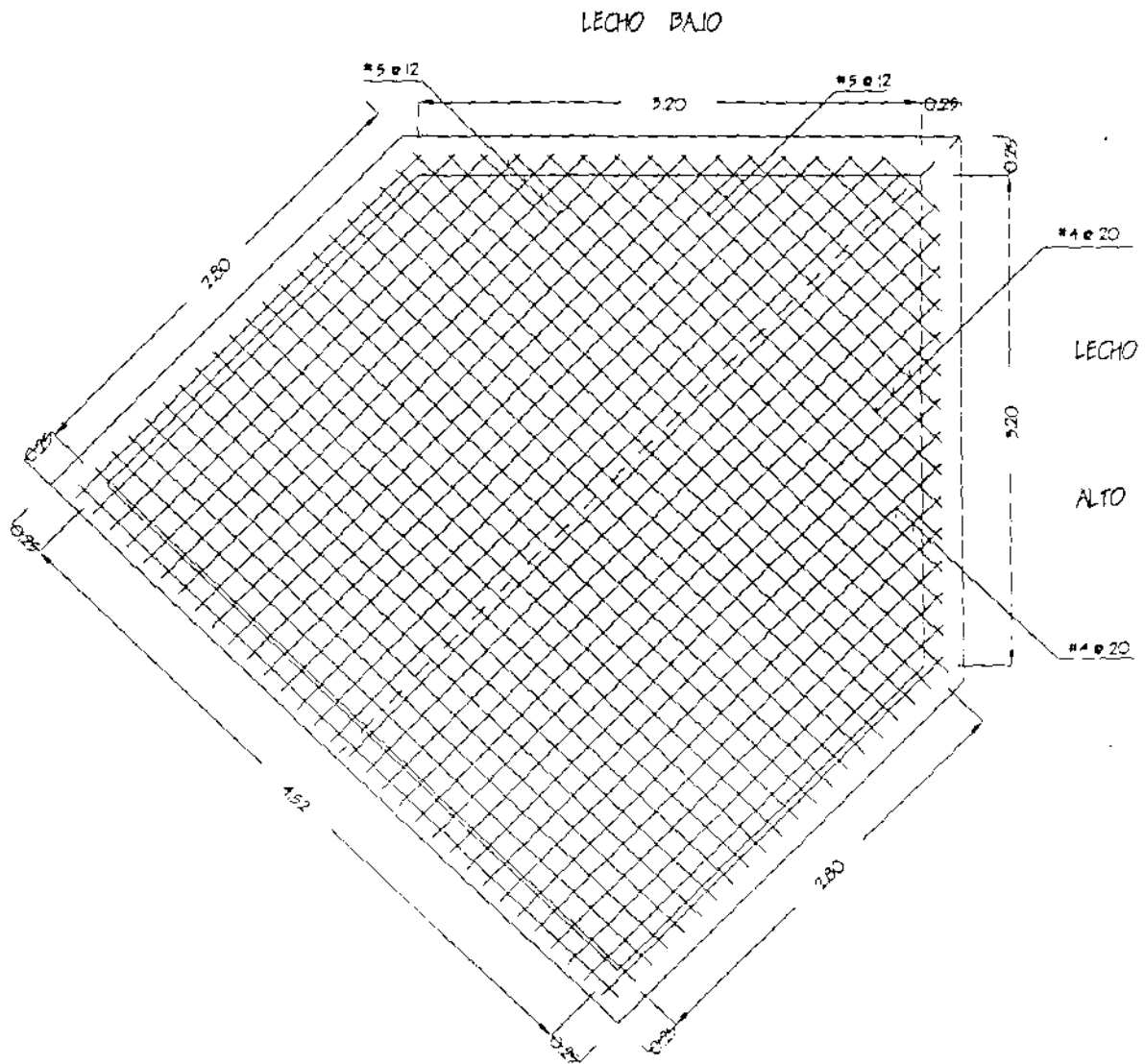


FIG. No. 6 ARMADO DE LOSA DE TECHO

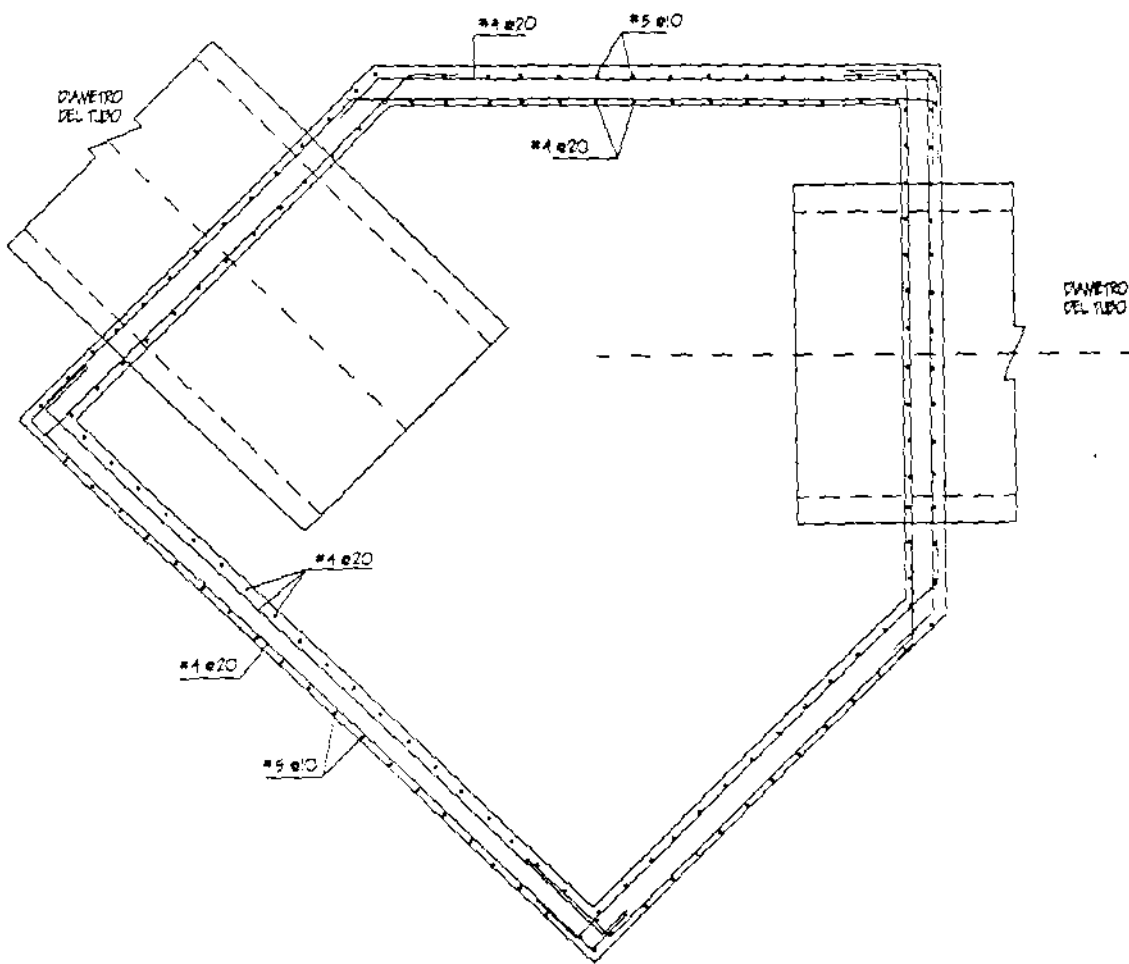
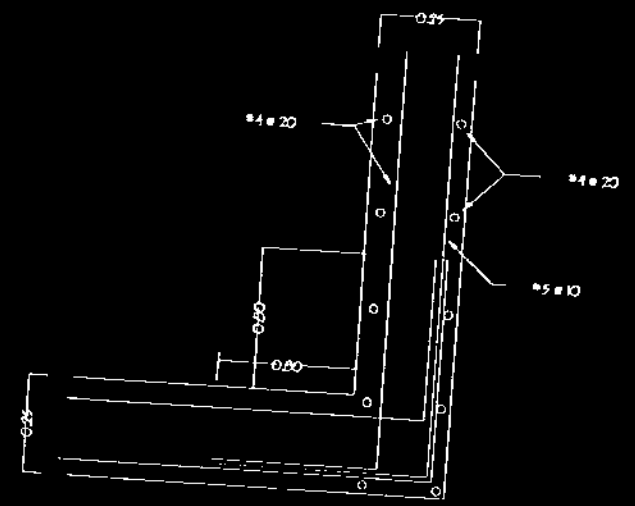
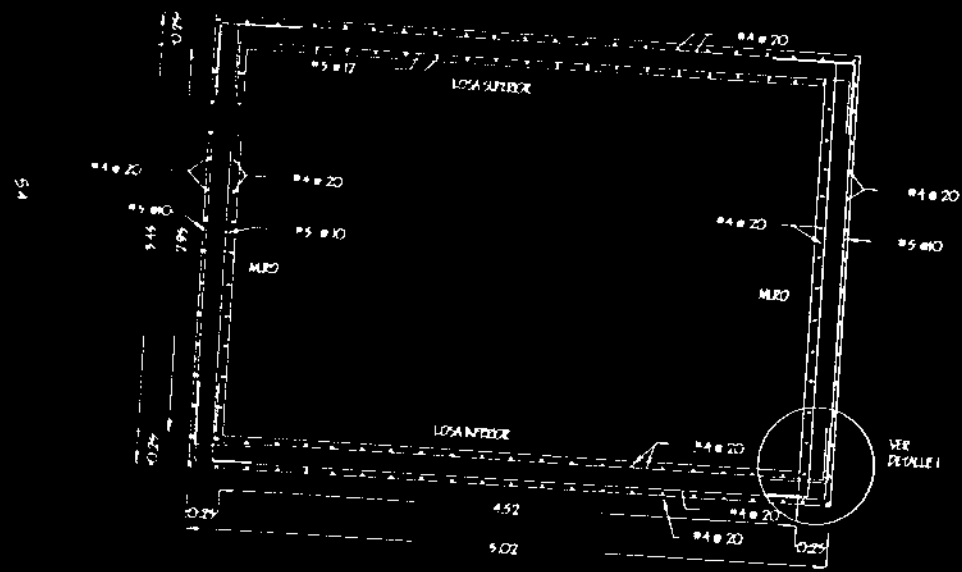


FIG. No. 7 ARMADO EN MUROS



DETALLE I

FIG. No. 8 VISTA EN ELEVACION
ARMADO CAJA DE DISTRIBUCION

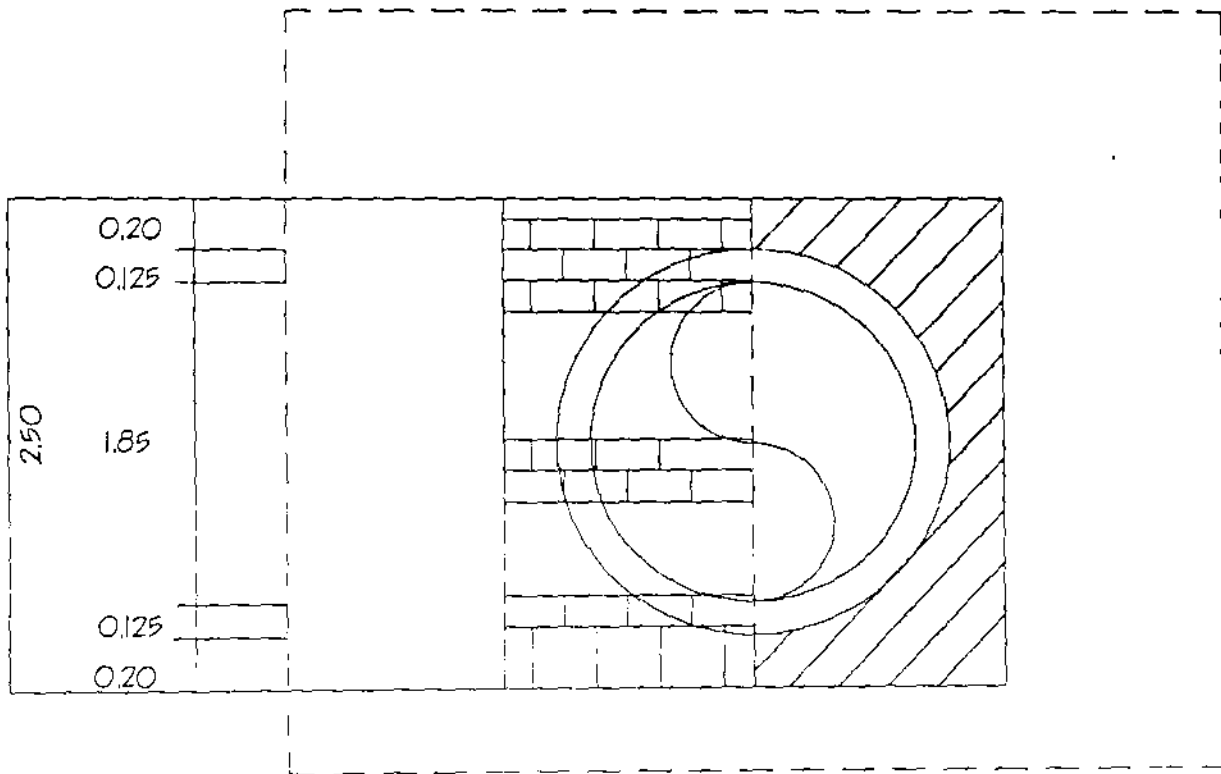


FIG. No. 9 PREPARACION ZONA DE CONEXION DE TUBO



FOTO No. 21 - Excavation site showing trench and shoring.





FOTO No. 23 - ADEME - ME - 1954
EN UNO DE LOS TUNELAS

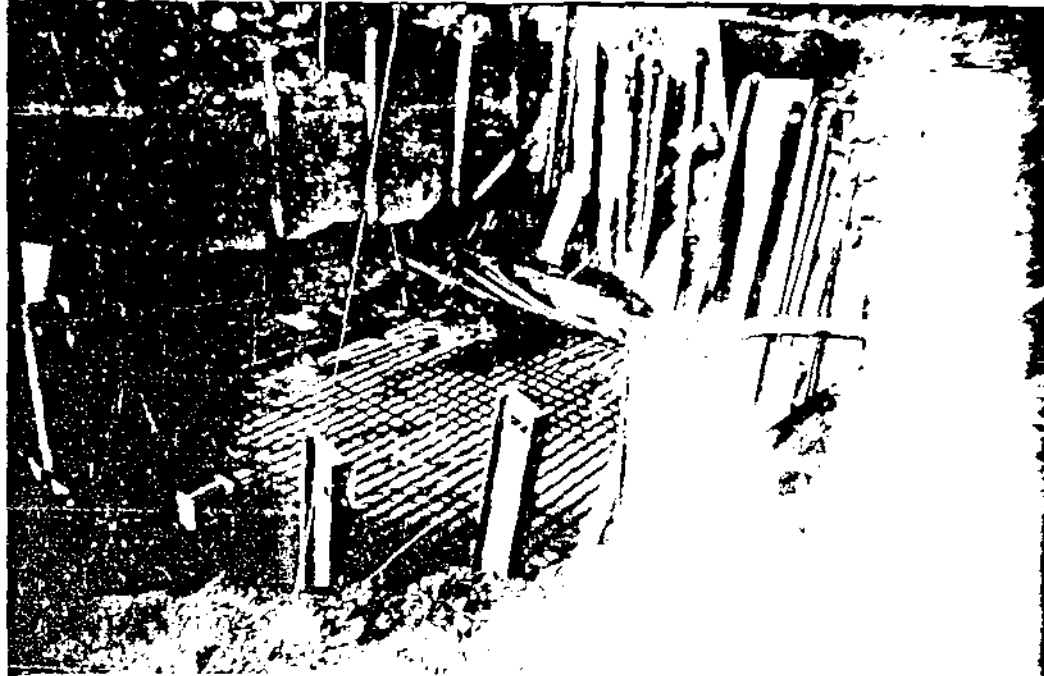


FOTO No. 24 - ADEME - ME - 1954



FOTO No. 25 CONSTRUCCION DE MADE DE CAYU
DE DISTRIBUCION

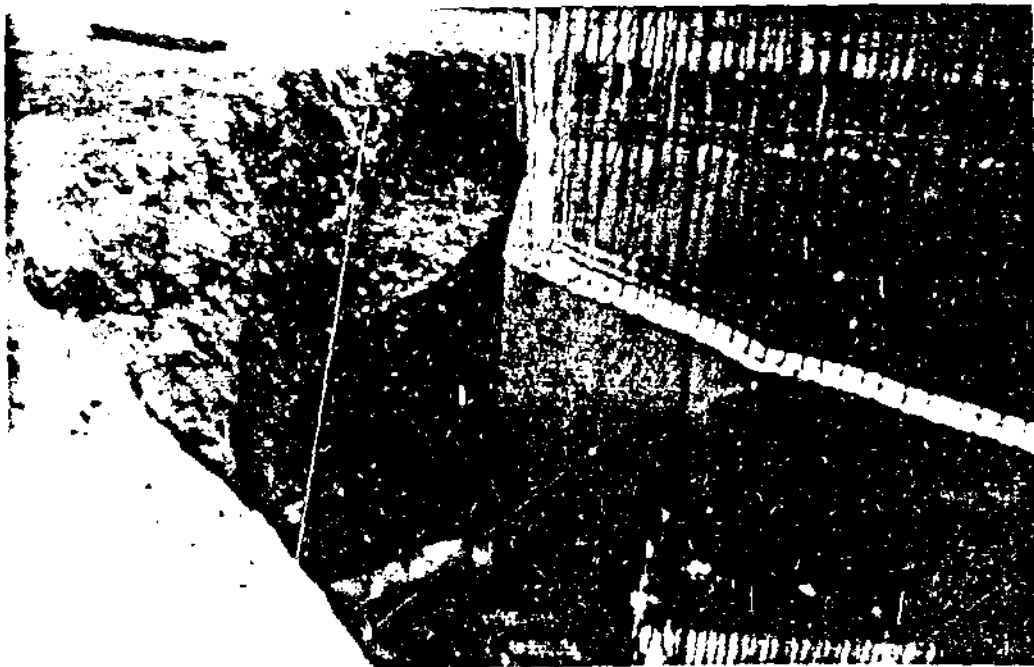


FOTO No. 26 CONSTRUCCION DE MADE DE CAYU
DE DISTRIBUCION



FOTO No. 27 - Vista del muro de contención de la zona de desahogo.

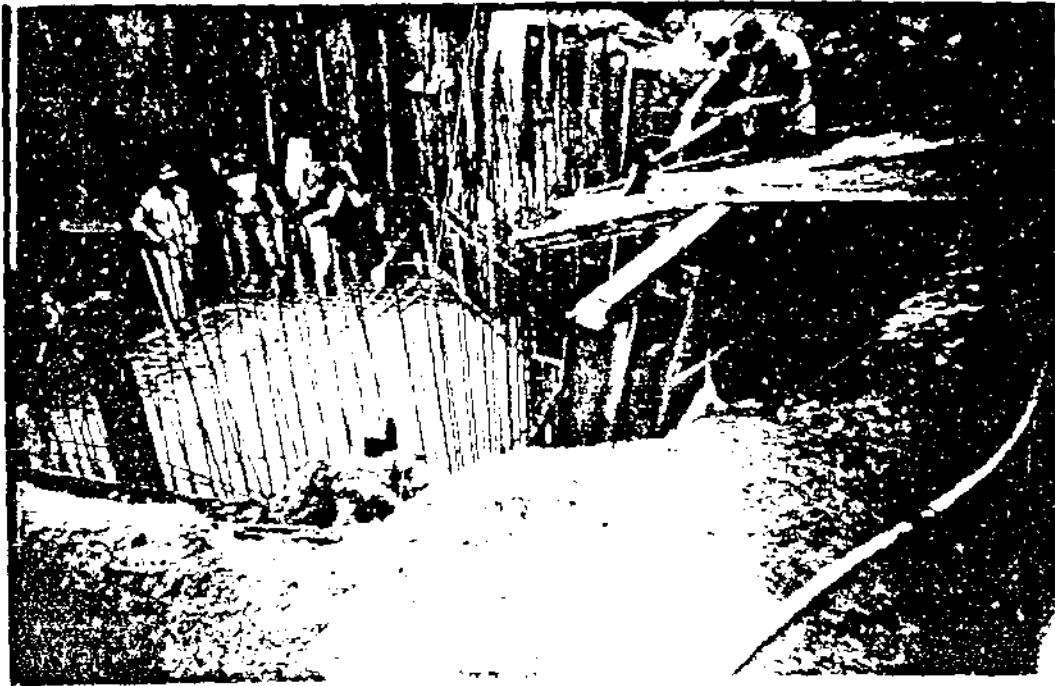


FOTO No. 28 - Vista del muro de contención de la zona de desahogo.

Cárcamo de rejillas.

El cárcamo de rejillas es uno de los elementos principales que conforman la planta de bombeo 6A, cuya geometría es circular, con un diámetro a paños interiores de muros de 3.50 m y a paños exteriores de muros de 4.10 m y una altura de 5 m. El procedimiento para la construcción de este elemento se denomina "pozo indio" y se describe a continuación.

1. Excavar hasta la profundidad de 80 cm, nivelar perfectamente el terreno procediendo a cimbrar y armar la primera dovela de concreto reforzado utilizando un concreto de $f'c=250$ kg/cm² y varillas del #5 separadas a cada 15 cm, tanto en el sentido horizontal como en el sentido vertical. Esta dovela tendrá una altura de 1.50 m, un diámetro interior de 3.50 m y un diámetro exterior de 4.10 m, con espesor de 0.30 m. Asimismo se deberá armar un dentellón en la parte inferior de la dovela a 45° y 50 cm de altura, posteriormente se colará simétricamente en todo el perímetro evitando desigualdades en el nivel de la mezcla que se vibrará cuidadosamente sin afectar al acero. Solo en esta primer dovela se dejarán unas barbas del acero libres de concreto con una longitud de 1.30 m las cuales irán dobladas por la parte interna del cilindro sobre los muros, con el objeto de que al llegar al nivel de desplante de la losa de fondo dichas barbas sean desdobladas y reciban al armado de la losa.
2. Cimbrar y armar la siguiente dovela teniendo un control minucioso de las profundidades de hundimiento mediante una doble nivelación diaria que se anotará en bitácora; al terminar el colado de esta etapa en caso de que el hundimiento sea pequeño se excavará el material de fondo, con objeto de eliminar la adherencia en la parte interna del cilindro. La excavación se hará simétrica respecto al eje central de dicha excavación, para que los hundimientos sean horizontales. La profundidad en el centro será mayor que en los costados (superficie ligeramente cónica).
Análogamente se continuará en las siguientes dovelas.
3. Una vez alcanzado el nivel de desplante de la losa de fondo, se colará una plantilla de 10 cm de espesor y se bajará la doble parrilla de la losa de fondo la cual se habilitó y armó previamente en forma exterior, la parrilla se apoyará sobre las preparaciones o barbas dejadas al inicio de la primer dovela, las cuales se desdoblaron y se amarrarán a la parrilla mencionada, procediendo posteriormente al colado de la losa de fondo que deberá tener

un espesor de 0.40 m, utilizando un concreto de un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$, realizando este colado en el menor tiempo posible evitando la contaminación y segregación de los agregados.

4. El cárcamo deberá quedar perfectamente impermeabilizado para protegerlo contra infiltraciones, pudiendo utilizar concretos de alta calidad, con baja porosidad y libre de defectos. Para mejorar la impermeabilidad de los concretos se podrán utilizar aditivos integrales, a base de extractos de calcio o amonio o bien líquido a base de ácido carboxílico. Para proporcionar mayor flexibilidad al trabajo en conjunto del cárcamo se podrán usar juntas constructivas a base de banda plástica de PVC entre dovela y dovela que permitirán desplazamientos sin perder su impermeabilidad; para evitar mayor resistencia al hincado, la cimbra a utilizar para la construcción de las dovelas será metálica, con objeto de reducir la rugosidad de la superficie terminada.
5. Este cárcamo lleva una rejilla R-5 REJIMEX de $2 \frac{1}{2}'' \times 3/16''$ colocada en forma vertical que se apoyará en cada extremo del cárcamo sobre una canal o guía de rejillas de $10.2 \times 8.04 \text{ kg/m}$ la cual va soldada a una placa de acero de $20 \times 481 \times 0.95 \text{ cm}$, misma que a su vez se encuentra empotrada al muro del cárcamo mediante anclas de 25 cm de largo con escuadra de 5 cm tipo circular de 2 cm de diámetro, para colocar las anclas se taladrará el concreto y posteriormente se rellenará con una mezcla de concreto de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ y un expansor de volumen.
6. Así mismo en la última dovela del cárcamo y por su parte superior se deberá dejar una pequeña preparación en forma de escalón en todo su perímetro donde se apoyará una solera de $4'' \times 3/5''$, la cual recibirá a una rejilla colocada horizontalmente en forma de tapa R-5 REJIMEX de $2 \frac{1}{2}'' \times 3/16''$.

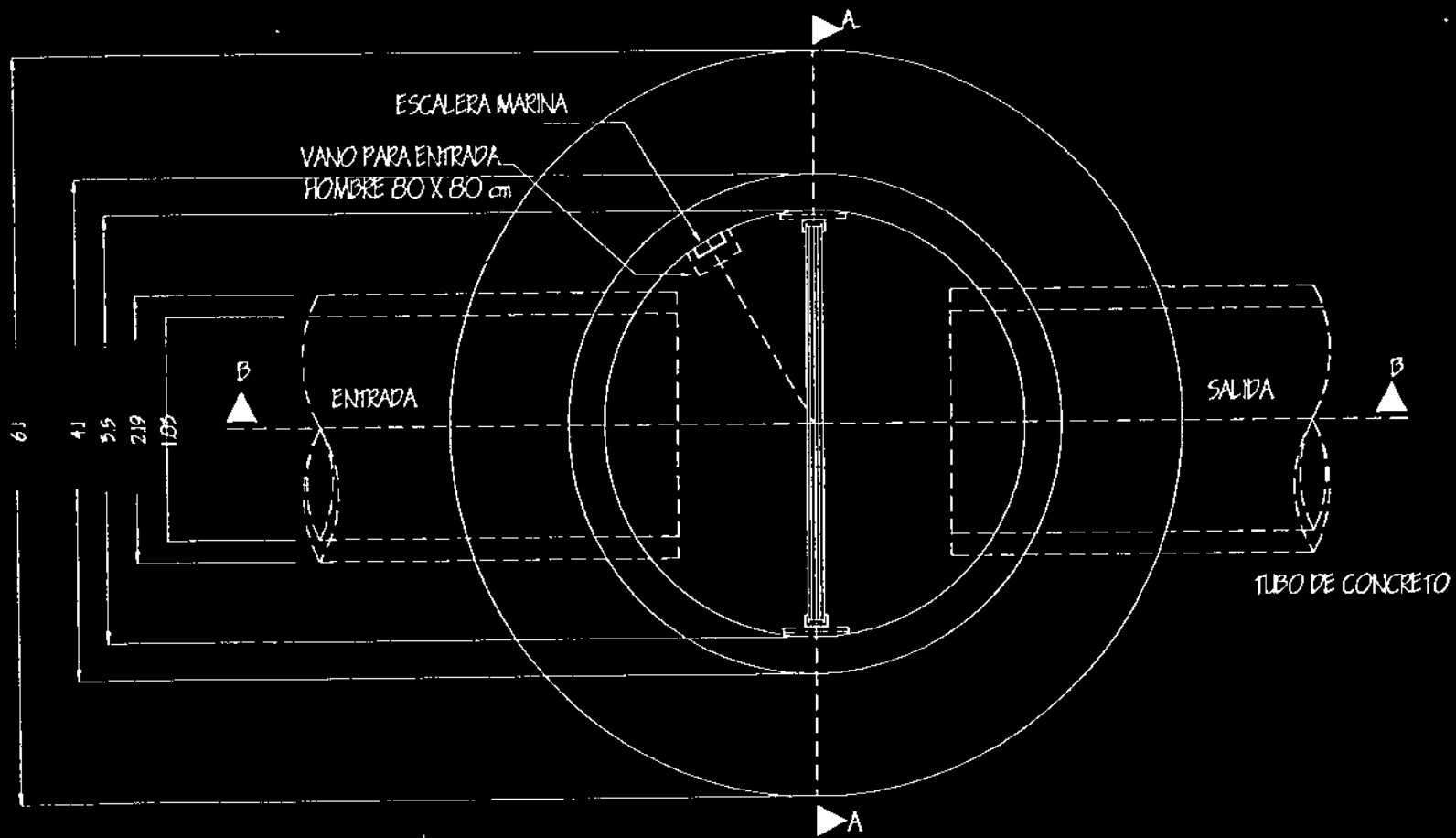


FIG. No.10 PLANTA DE ESTRUCTURA DE REJILLAS

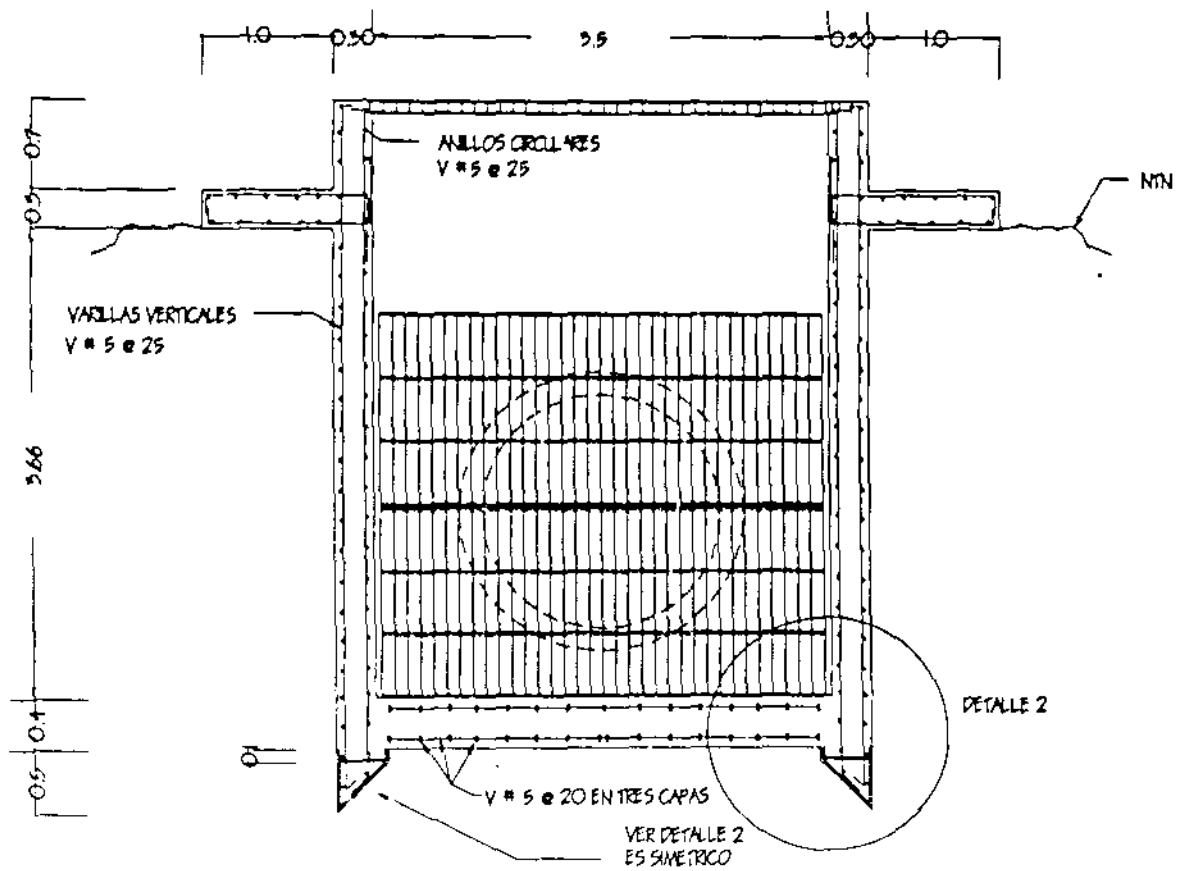


FIG. No. II CORTE A-A
CARCAMO DE REJILLAS

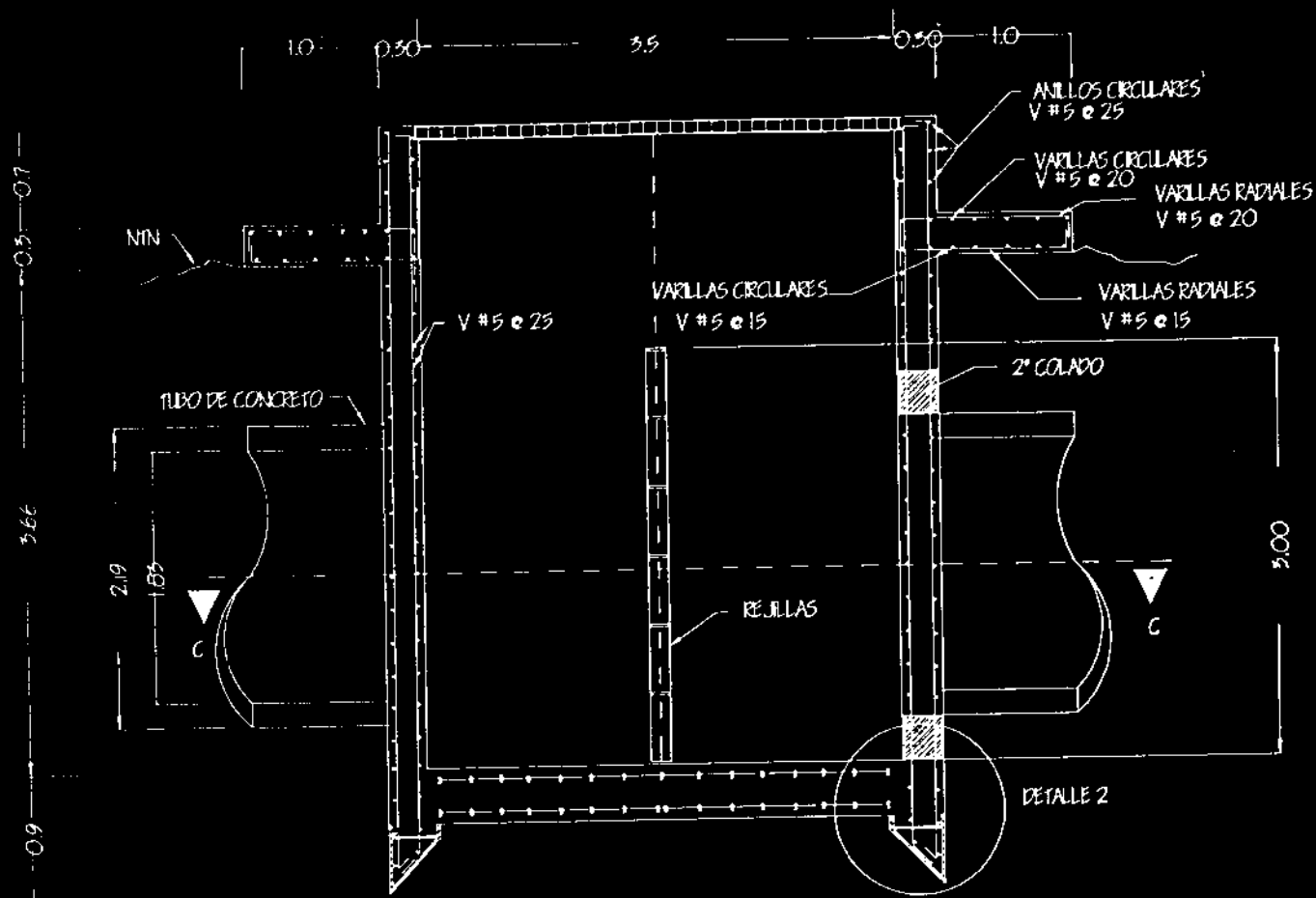


FIG No. 12 CORTE B-B
 CARCAMO DE REJILLAS

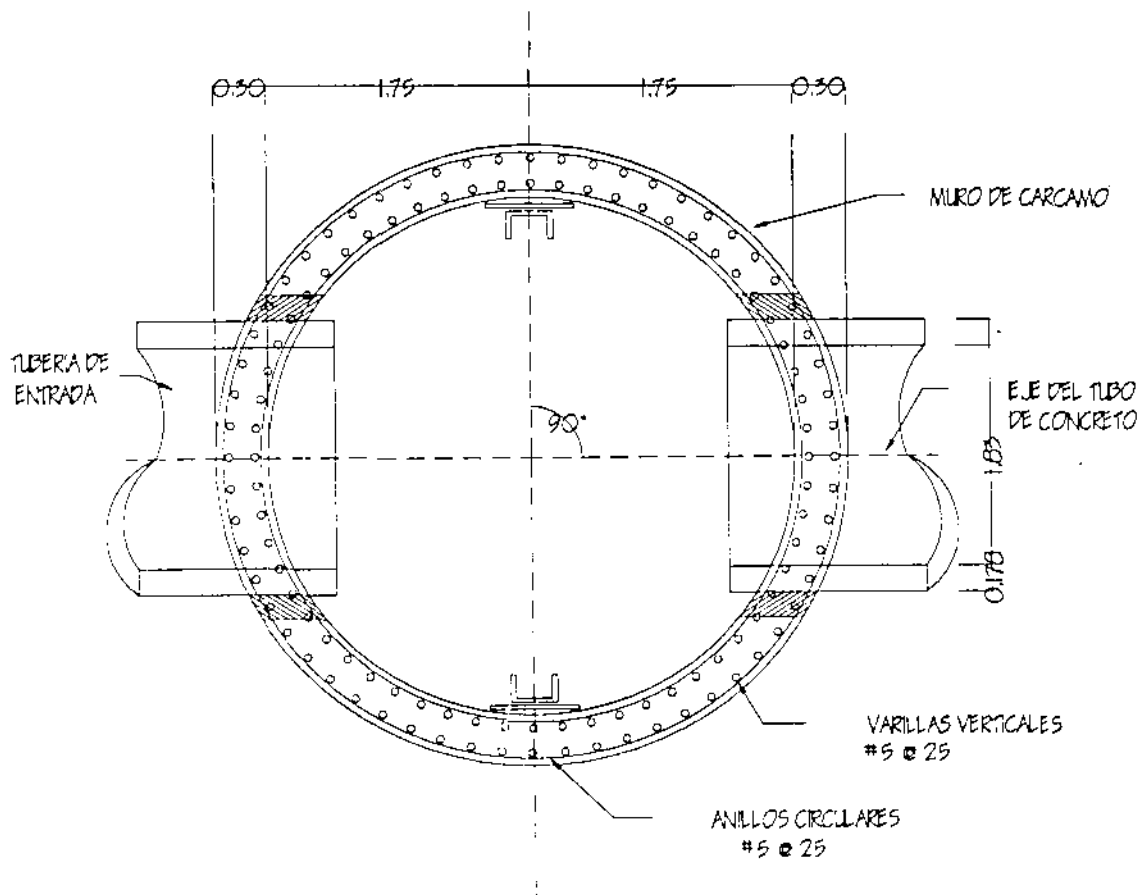


FIG. No. 13 CORTE C-C

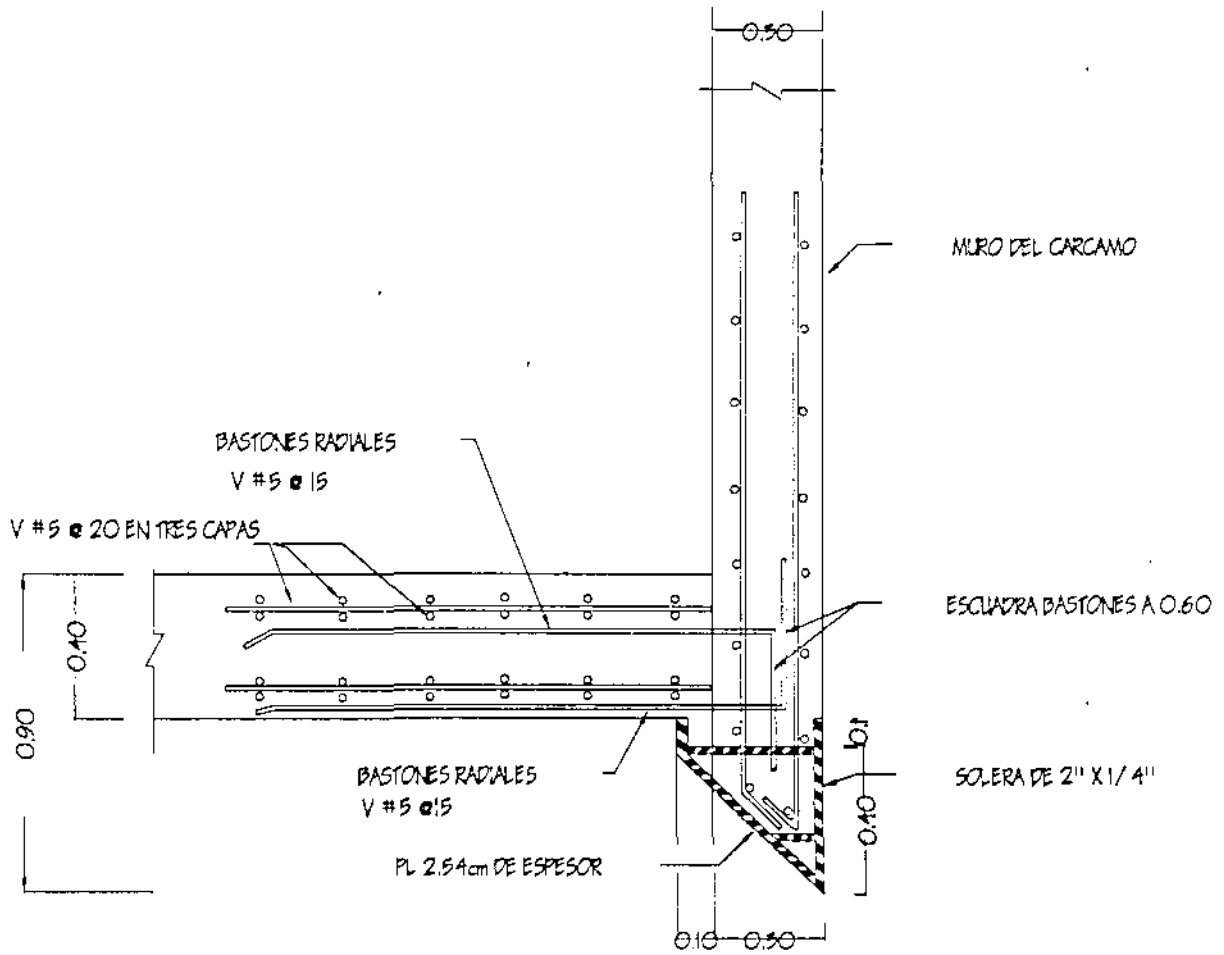


FIG. No. 14 DETALLE 2
 DETALLON DE CARCAMO DE REJILLAS

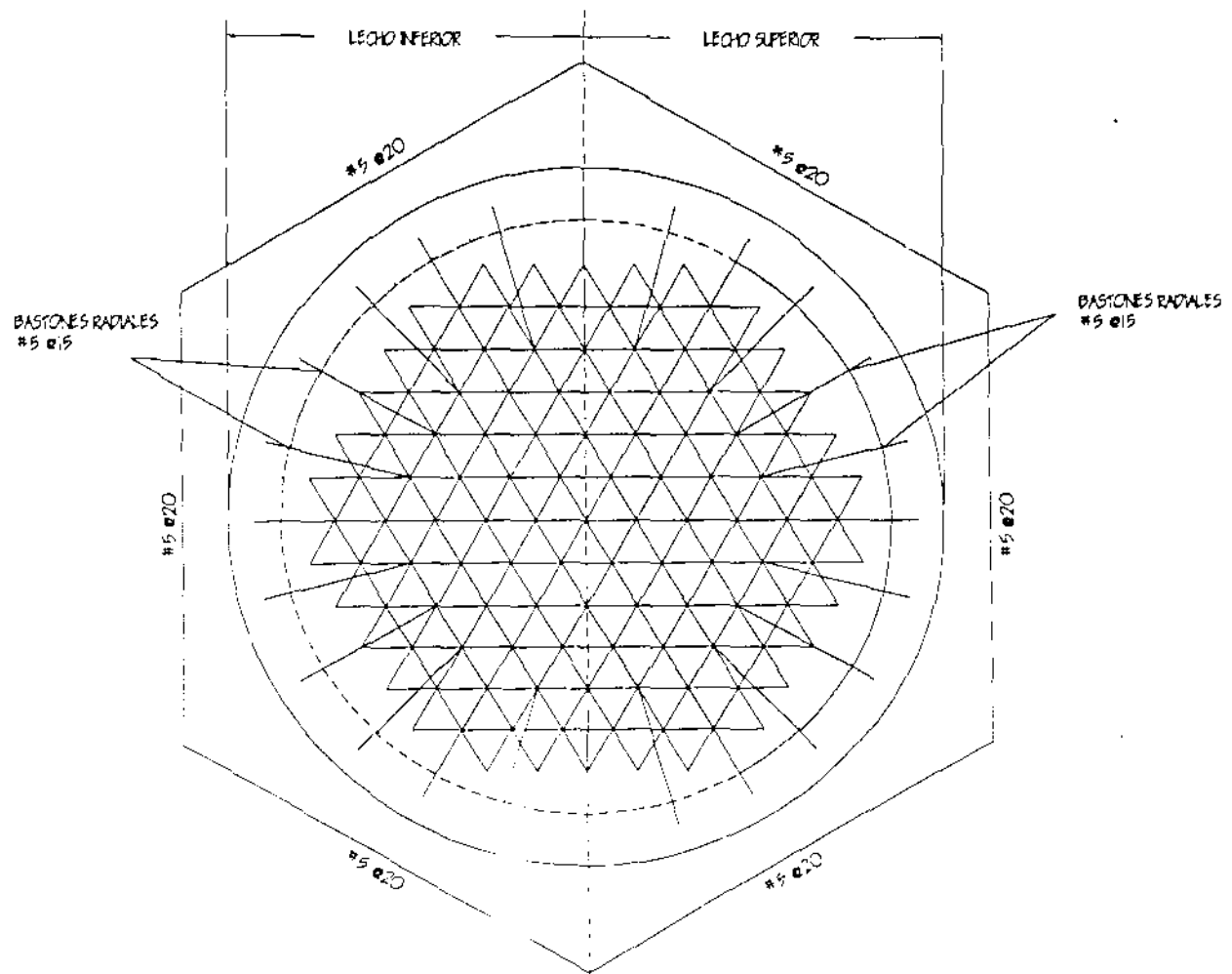


FIG. No. 15 PLANTA DE ARMADO EN LOSA DE FONDO

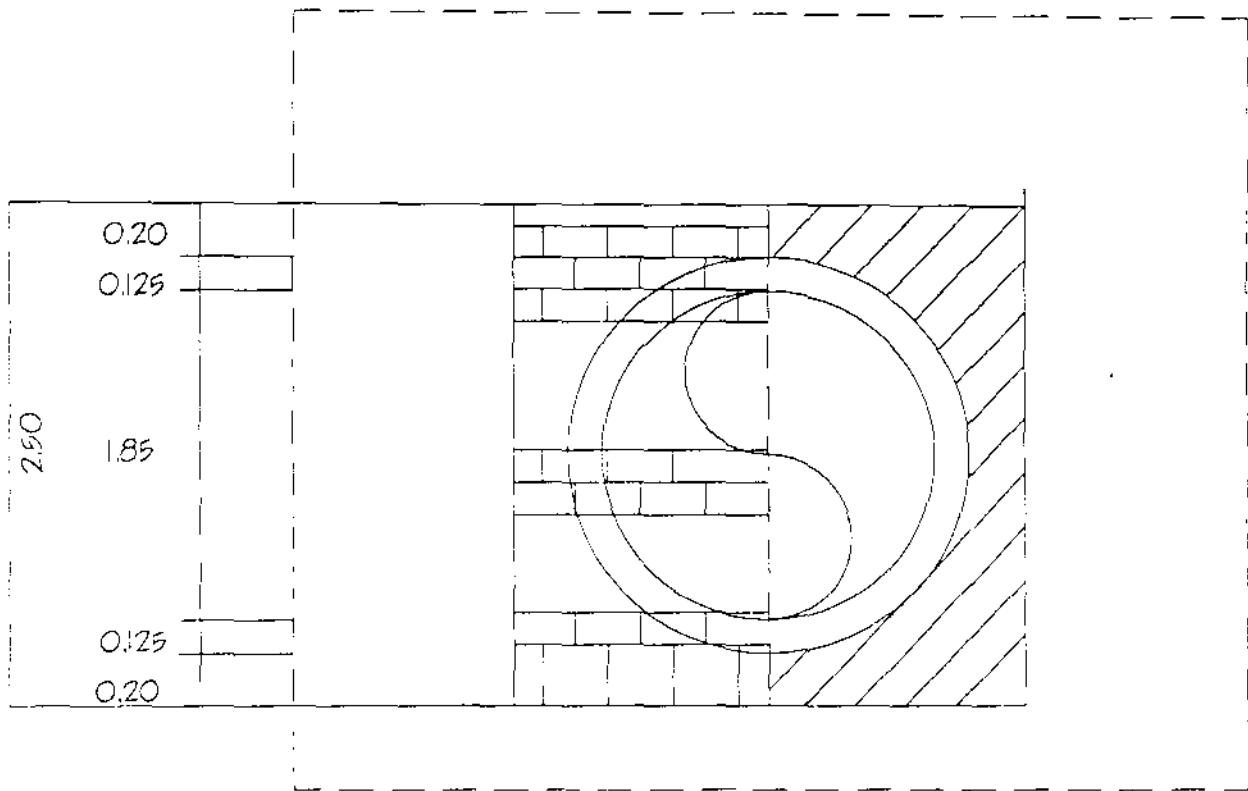


FIG. No. 16 PREPARACION ZONA DE CONEXION DE TUBO

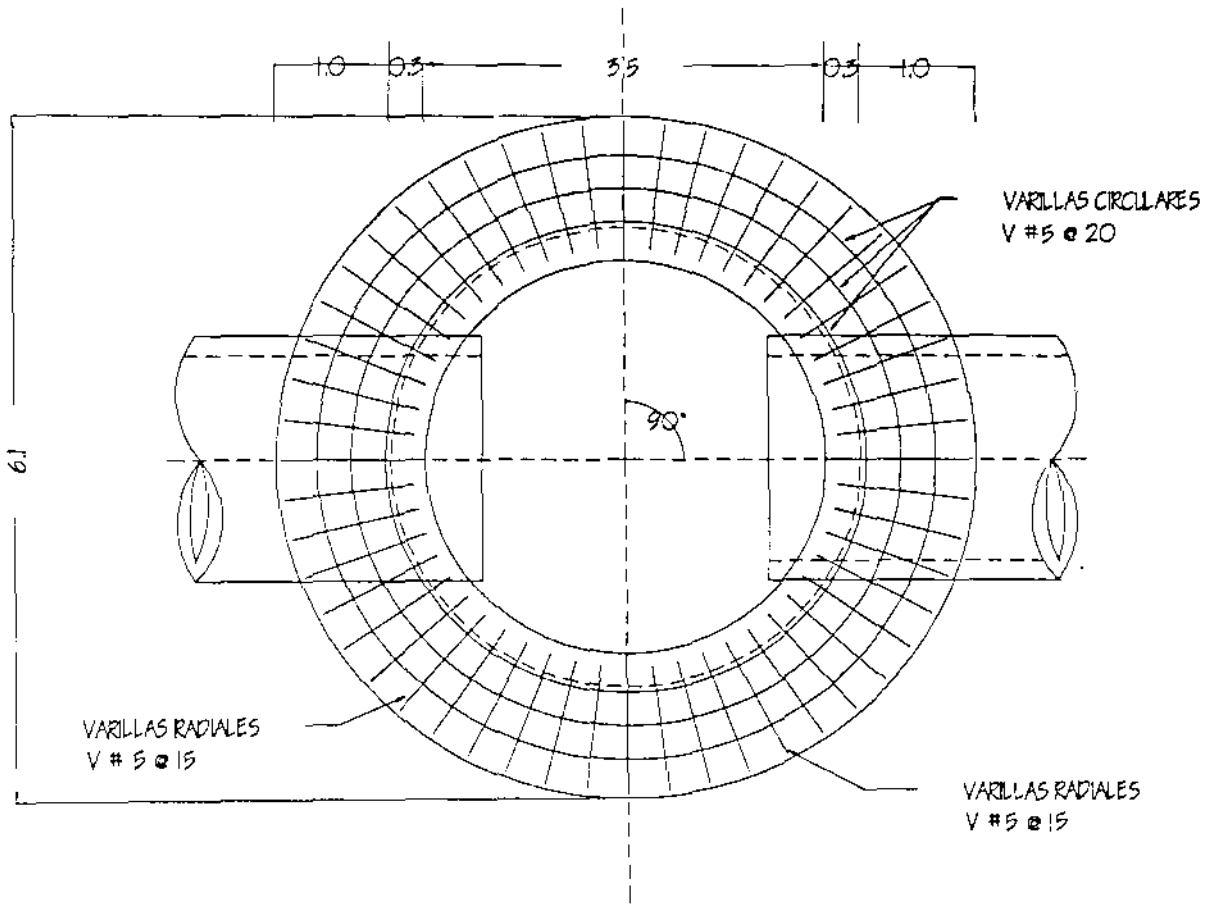


FIG. No. 17 PLANTA ARMADO ALERO

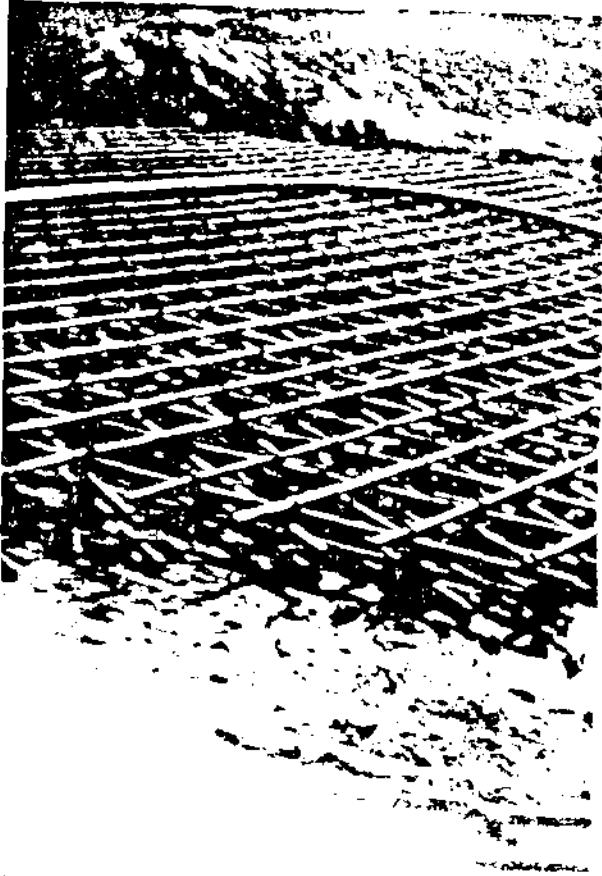
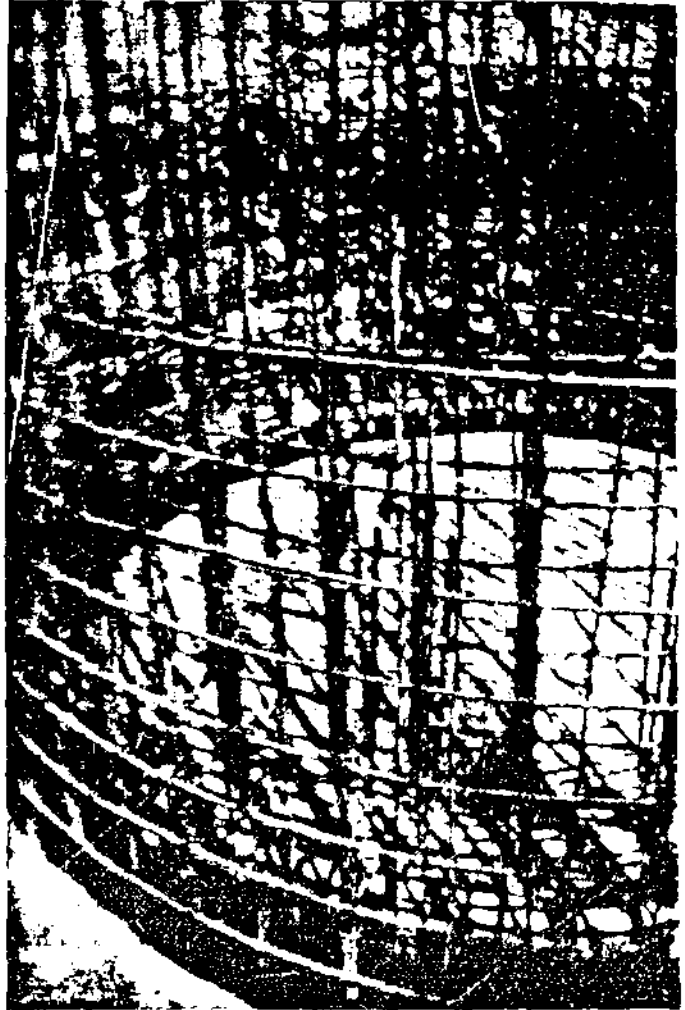


FOTO No. 29 *REINFORCING* IS
WORKING FOUND IN CHANNEL OF
RECYCLER

FOTO No. 30



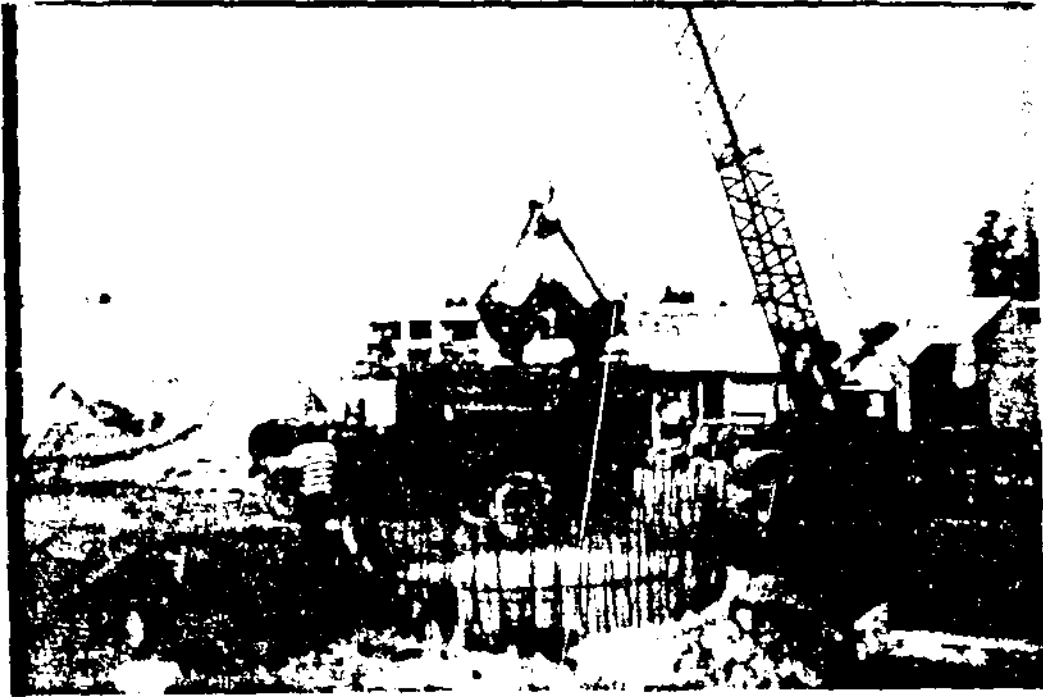


FOTO No. 31

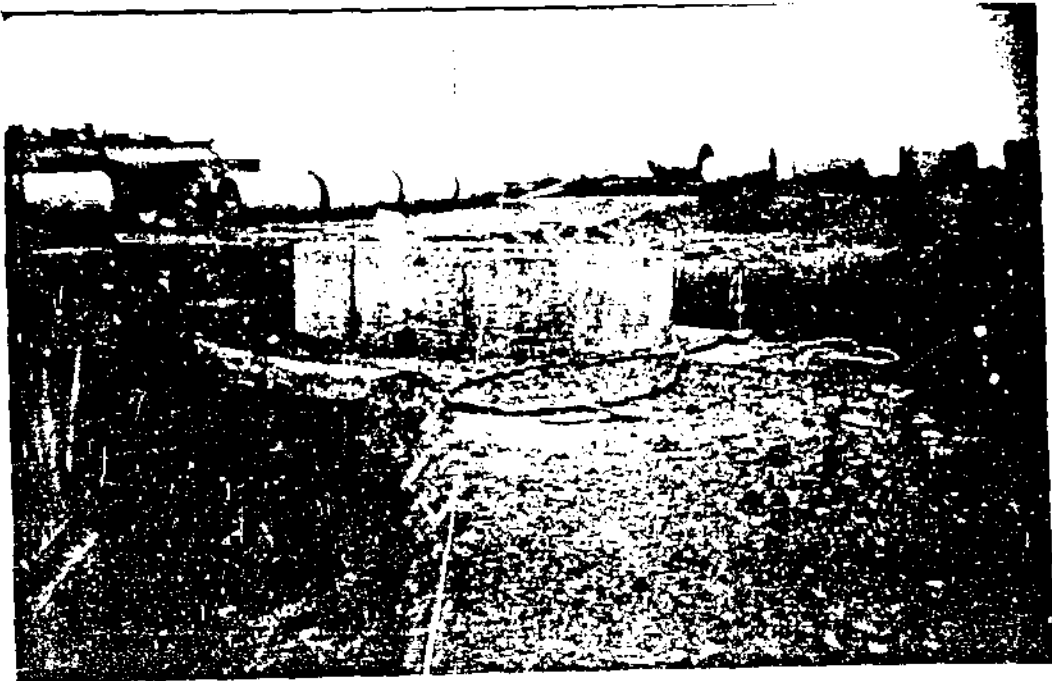


FOTO No. 32

Cárcamo de bombeo fallado.

El procedimiento constructivo del cárcamo de bombeo fallado fue el mismo que se utilizó para el cárcamo de rejillas, solo existe variación en las dimensiones de las dovelas ya que este cárcamo tiene un diámetro interior de 6.50 m a paños interiores y 7.10 m a paños exteriores de muros y la altura es de 7.66 m. Este cárcamo se interrumpió cuando se tenían terminados los muros, por lo que no se realizó la losa de fondo y se procedió a clausurarla con el procedimiento de un relleno de suelo-cemento constituido por una mezcla de tezontle y tepetate al 58 y 40% con la adición de un 2% de cemento, colocado a volteo en el primer metro y compactado en capas de 30 cm al 80% de p.v.s.m. a los siguientes 3.50 m y una mezcla de tepetate-tezontle al 50 y 50% compactado en capas de 30 cm al 80% de su p.v.s.m. hasta los 6.40 m o al nivel superior de la boca del cárcamo, mismo nivel que corresponde al nivel de las terracerías. Los desplomes y desniveles de este cárcamo se mencionarán en el capítulo de problemática de obra.

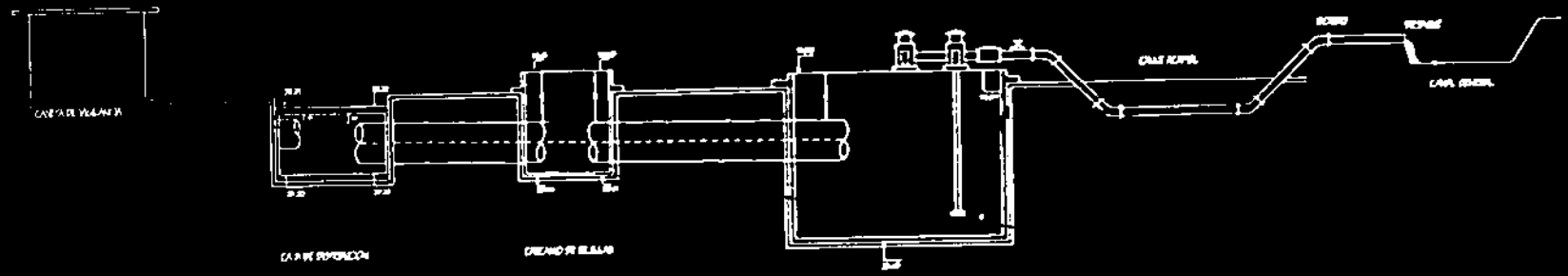


FIG. No. 18 CARCAMO DE BOMBEO FALLADO

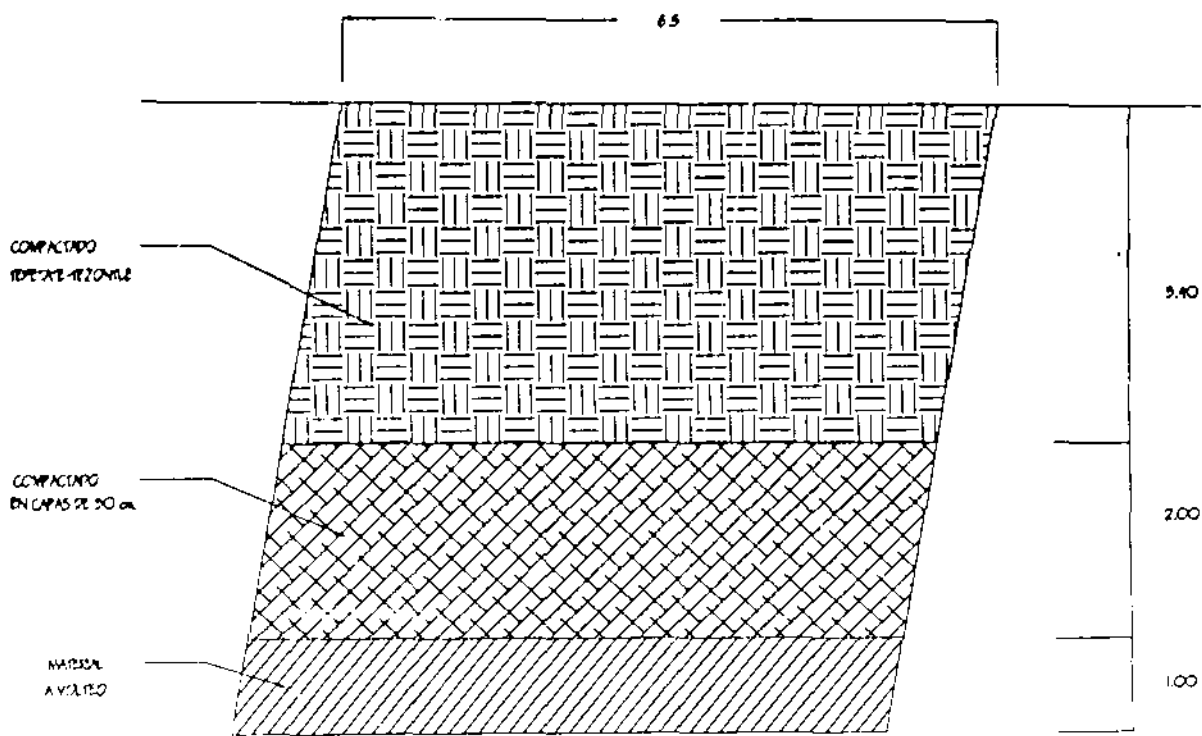


FIG. No. 19 RELLENO EN LA LUMBRERA FALLADA

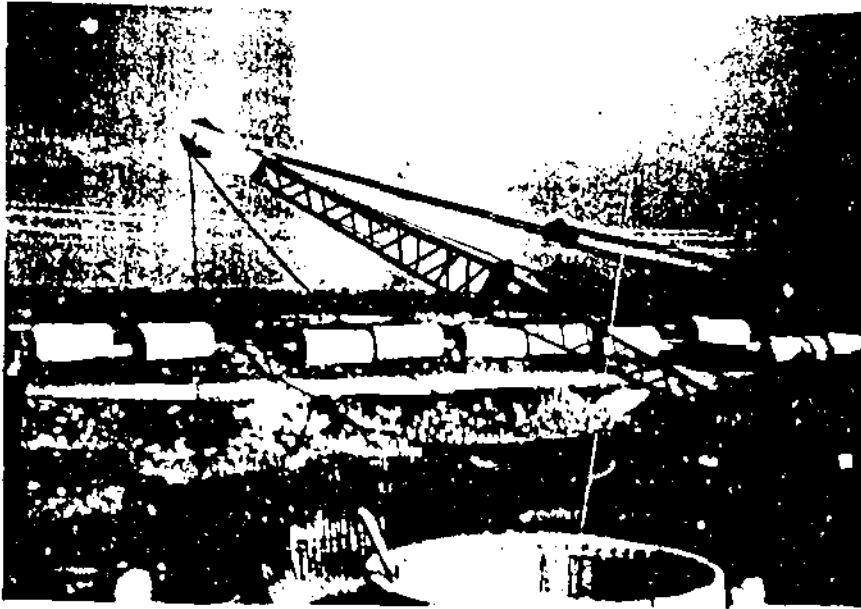


Figure 10

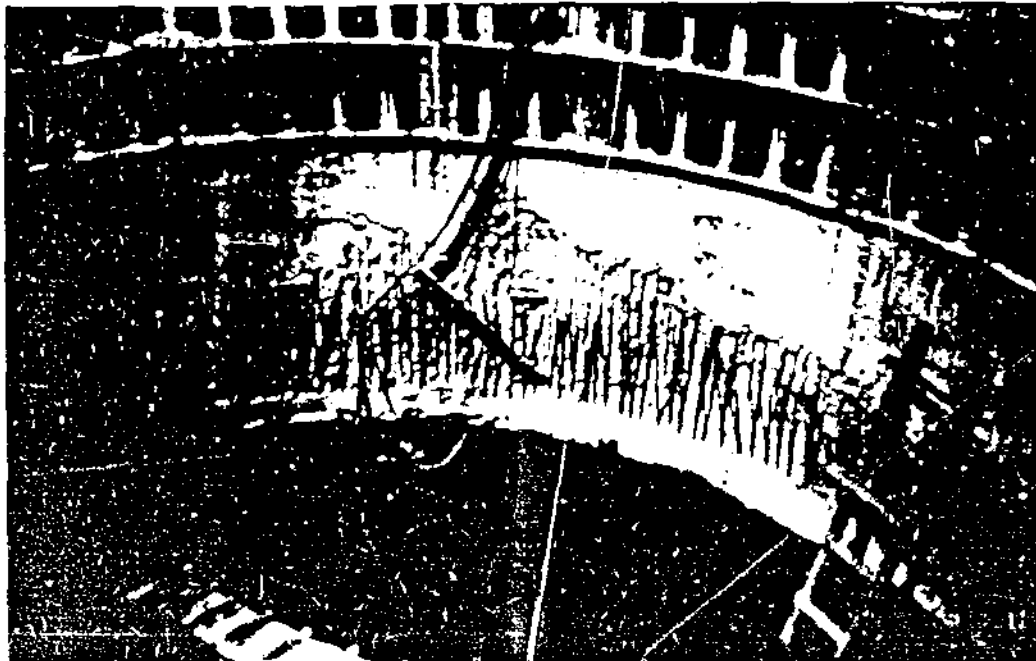


Figure 11

Nuevo cárcamo de bombeo a base de muro colado "in situ".

Este cárcamo de bombeo es quizá el elemento más complejo, en cuanto a construcción se refiere, de todos los elementos que componen la planta de bombeo 6A, su complejidad, a diferencia del cárcamo de bombeo, fallado (que utiliza un procedimiento constructivo de "pozo indio") estriba en la utilización de un muro colado "in situ" como procedimiento constructivo. Este cárcamo de bombeo es una estructura de concreto reforzado de 6.50 m de diámetro a paños exteriores de muros y tiene una altura de 8.06 m, la altura del muro colado "in situ" es de 13 m y al igual que los brocales interior y exterior, se tuvieron que construir con una geometría poligonal de 9 lados para facilitar el procedimiento constructivo referente a cimbra y debido a que las concreteras no podían suministrar todo el volumen de concreto requerido para lograr un elemento monolítico, de tal forma que se optó por que fuera a base de tableros o sea lados del polígono; el procedimiento constructivo se describe a continuación.

Brocales del nuevo cárcamo de bombeo.

1. Se construirán dos brocales denominados interior y exterior, el primero será provisional y esta inscrito en el segundo que será permanente, cada brocal estará constituido por dos elementos denominados alero y faldón. El brocal interior se construirá con una geometría poligonal vista en planta de 9 lados, cuyos lados mayor y menor serán en metros y medidos a partir del eje central de 2.39-0.84, 2.37-1.00, 2.36-1.00, 2.35-1.00, 2.39-1.30, 2.38-1.21, 2.33-0.83, 2.30-0.87 y 2.39-1.50. Visto en corte el brocal interior se compone de un alero con un ancho entre aristas visto en planta de 1.65 m y un peralte de 0.30 m; así como un faldón de 0.80 m de peralte y 0.20 m de ancho, el alero y el faldón van armados a dos lechos con varillas del #4 @25 como acero anular y varilla del #4 a 2.5° como acero radial con un $f_y=4000 \text{ kg/cm}^2$ y utilizando un concreto con un $f'_c=200 \text{ kg/cm}^2$ hecho en obra.

El brocal exterior se construirá con una geometría circular en su perímetro exterior y una geometría poligonal de 9 lados en su perímetro interior visto en planta, con dimensiones en metros de 3.19, 3.15, 3.25, 3.40, 3.01, 2.99, 3.52, 3.04, 3.10. El perímetro circular del brocal se ubica a un radio a partir del centro del cárcamo de 6.55 m, visto en corte el brocal exterior se compone de un alero de 2.50 m de ancho y 0.30 m de peralte así como

un faldón de 2.50 m de altura y un ancho de 0.20 m, el alero y el faldón están armados a dos lechos con varilla del número 5 @ 25 como acero anular y varilla del #5 @ 2.5° como acero radial con un $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ y un concreto de un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ hecho en obra.

2. Armado del muro colado "in situ". Simultáneamente a la construcción de los brocales se deberán habilitar y armar los 9 tableros que conformarán el muro colado "in situ" cuyas dimensiones y tipo de armado se observan en la figura siguiente y que a continuación se describe.

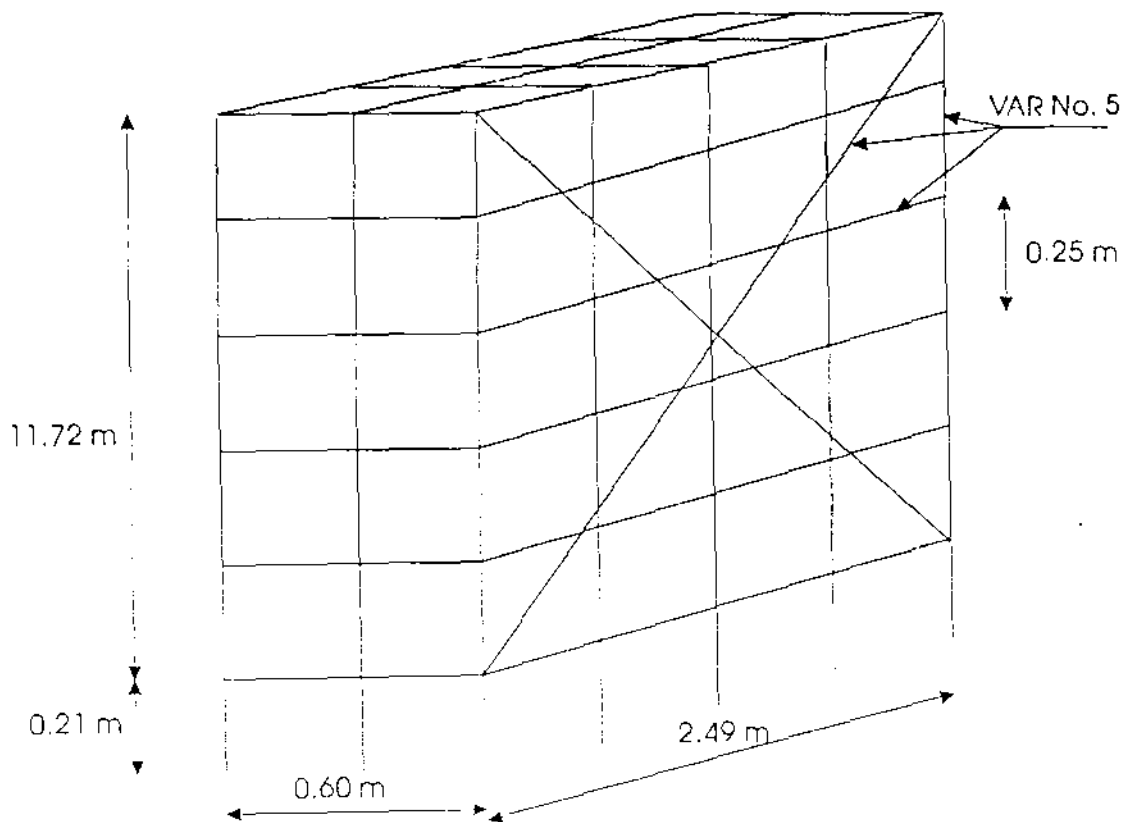


FIGURA No. 20 ARMADO DE TABLERO DEL MURO COLADO "IN SITU"

Cada tablero presenta una forma tridimensional como se observa en la figura anterior y visto en planta tiene un largo de 2.49 m y un ancho de 0.60 m por 11.93 m de altura, armado con varillas del #5 @25 a forma de anillos tanto verticales como horizontales y reforzados por dos varillas del #5 colocadas en forma diagonal en las dos caras laterales del tablero, el acero deberá ir soldado en cada intersección del acero vertical y horizontal y los empalmes y escuadras requeridas se realizarán a 40 diámetros.

3. Perforación perimetral. En el área comprendida entre los dos brocales se efectuarán 9 perforaciones de 60.96 cm (24") de diámetro uniformemente distribuidas y a una profundidad de 5.5 m abajo del lecho inferior de la losa de fondo; estas perforaciones deberán realizarse con una máquina rotatoria ocupando lodo bentonítico como fluido de perforación, conservando el nivel del lodo a una profundidad mínima de 80 cm abajo del nivel del terreno natural.

En los tramos de las perforaciones realizadas y en toda la profundidad de estas, se excavará con almeja hidráulica guiada cuidando que se substituya el material extraído por lodo bentonítico, conservando de igual forma el nivel de lodo a una profundidad no mayor de 80 cm con respecto al nivel del terreno natural. El lodo bentonítico deberá cumplir con las especificaciones:

Densidad	1.05 a 1.15 gr/cm ³
Viscosidad con cono marsh	35 a 40 seg
Contenido de arena	menor de 5%
Potencial de hidrógeno	7 a 9 ph
Hidratación	mayor de 12 horas

Los bordos dejados por la perforación y la almeja, se excavarán mediante una caja metálica con paredes curvas que coincidan con las superficies interiores de los brocales, esta operación se llevará en todo el perímetro circular de la excavación y se deberá comprobar la verticalidad de las paredes.

Cuando finalmente se alcanzó la profundidad de proyecto, se comprobará la verticalidad de las paredes; será necesario recircular el lodo dentro de la excavación para evitar la decantación o sedimentación del mismo, esta operación se podrá realizar inyectando aire a presión por medio de una tubería de 2" de diámetro.

4. Muros. Se colocará el armado del muro colado "in situ" bajando cada uno de los 9 tableros que constituyen el muro, se colará cada tablero colocando en los extremos dos tubos de acero (ademe) de 50.8 cm (20") de diámetro. Se iniciará el colado del muro bajo lodo bentonítico con concreto hidráulico de un $f_c=250 \text{ kg/cm}^2$ premezclado; este concreto deberá colocarse con tubo Tremie mediante dos lingadas.

Iniciando el fraguado se extraerán los tubos ademes de 20" con lo cual quedarán dos muescas que servirán para la junta vertical inyectada.

Se continuará con la construcción del tablero opuesto, siguiendo el procedimiento constructivo del primer tablero.

Se colocarán tubos de manguito de 5.08 cm (2") de diámetro en las muescas dejadas en los tableros por donde se inyectará una mezcla de lechada-cemento con una proporción de cemento/agua de 1.5 a una presión de 1 kg/cm^2 .

5. Excavación del núcleo central. Se demolerá el brocal interior y se procederá a excavar el núcleo central hasta la profundidad de 2 m, donde se colocará un marco metálico (troquel) con las características indicadas en la figura siguiente.

Se continuará con la excavación hasta 5 m de profundidad para colocar el siguiente troquel constituido por un marco metálico. Se presentará un pequeño flujo de agua dentro de la lumbrera, el cual se deberá encauzar a un cárcamo interior y extraerlo por medio de bombas de lodo tipo "becerro" de 3" de diámetro de salida.

En caso de detectar filtraciones locales en las juntas de los muros, se realizará un barrenado de 3.18 cm (1 1/4") de diámetro y se colocará un boquilla de PVC de 2.54 cm (1") de diámetro para dejar el libre paso del agua, una vez alcanzada la profundidad de proyecto (7.5 m) se colocará una plantilla compuesta por una capa de tezontle de 30 cm de espesor, la cual se compactará (incrustará) en el terreno natural, procediendo a colocar una plantilla de concreto de 5 cm de espesor.

6. Losa de fondo y muros definitivos. Se armará la losa de fondo que tendrá un espesor de 0.40 m y un recubrimiento de 5 cm, armada con varilla del #5 a 20 cm en el sentido anular y a 2.5° en el sentido radial, tanto en el lecho superior como en el lecho inferior, anclando debidamente las varillas radiales al armado del muro definitivo, el cual tendrá un espesor de 0.30 m con una geometría circular y una altura de 7.50 m, armado con varilla del

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

#5 @20 cm tanto en el sentido vertical como en el sentido horizontal. Una vez armados los elementos losa de fondo y muros se procederá a realizar el colado con un concreto $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ logrando una unión monolítica entre muro y losa.

En caso de zonas de filtración, antes de realizar el colado, se deberá sellar la filtración mediante la inyección de contacto por medio de 3 barrenos de 3.18 cm de diámetro y 20 cm de profundidad dentro del terreno natural inyectando una lechada de cemento con acelerante de fraguado a una presión de 2 kg/cm^2 .

Sobre la parte superior de la boca del cárcamo y en todo su perímetro se colocará un parapeto metálico que tendrá una altura de 1 m

7. Alerón definitivo del cárcamo de bombeo. Una vez terminado el muro se procederá a la construcción del alerón final del cárcamo, el cual tendrá un espesor de 0.30 m y un ancho de 3.30 m, el cual se apoyará sobre el alero del brocal exterior existente del muro colado "in situ", dicho alerón será armado a dos lechos con varilla del #5 @25 en el sentido anular y varilla del #5 a 2.5° en el sentido radial. Terminando el armado del alerón y ligando perfectamente al armado descubierto del muro del cárcamo se procederá al colado utilizando un concreto de un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$.

Durante toda la etapa constructiva del cárcamo de bombeo se deberá llevar una constante nivelación topográfica de dicho cárcamo así como de los demás elementos principales.

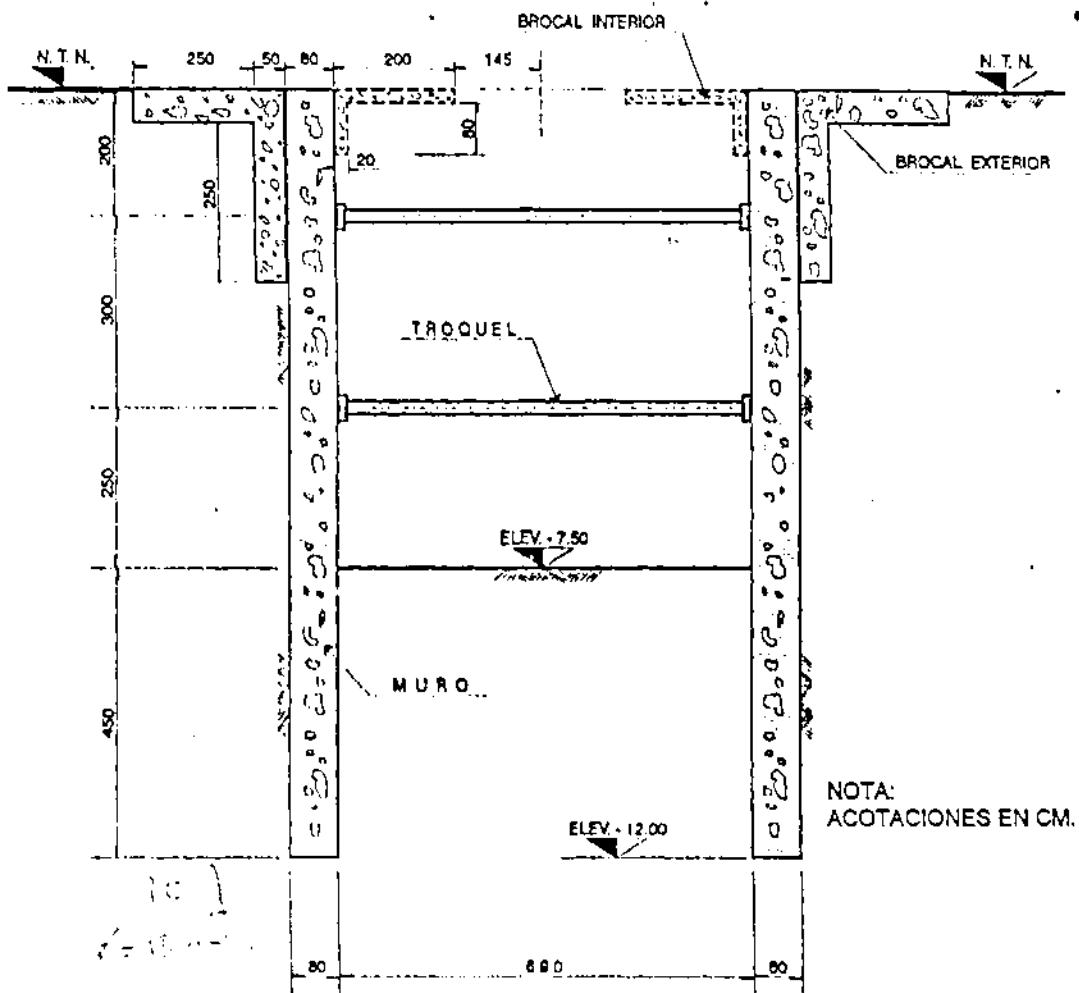


FIG. No. 21 EXCAVACION DE NUCLEO CENTRAL

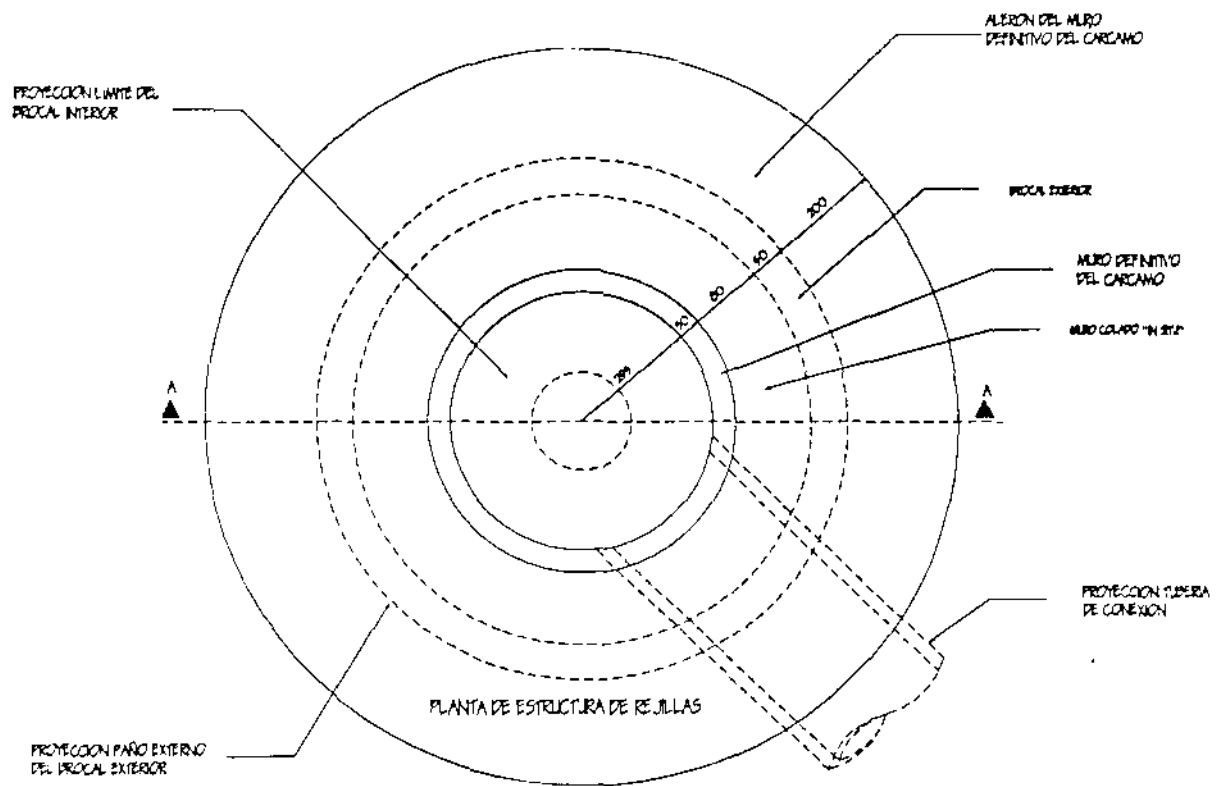


FIG. No. 22 PLANTA GENERAL DE CARCAMO COLADO "IN SITU"

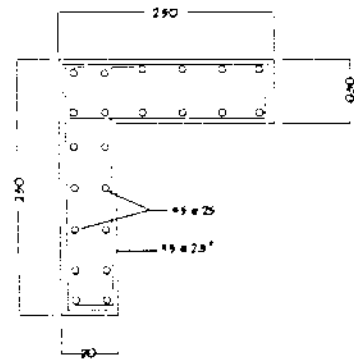
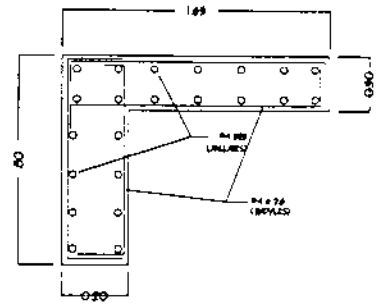
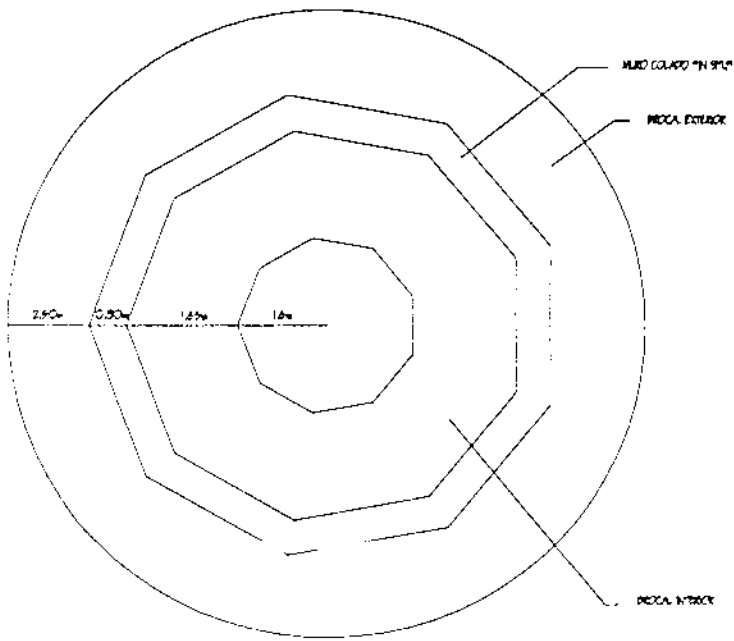


FIG. No. 25 CONSTRUCCION DE PIEDRALES PARA CARGA DE BOMBEO

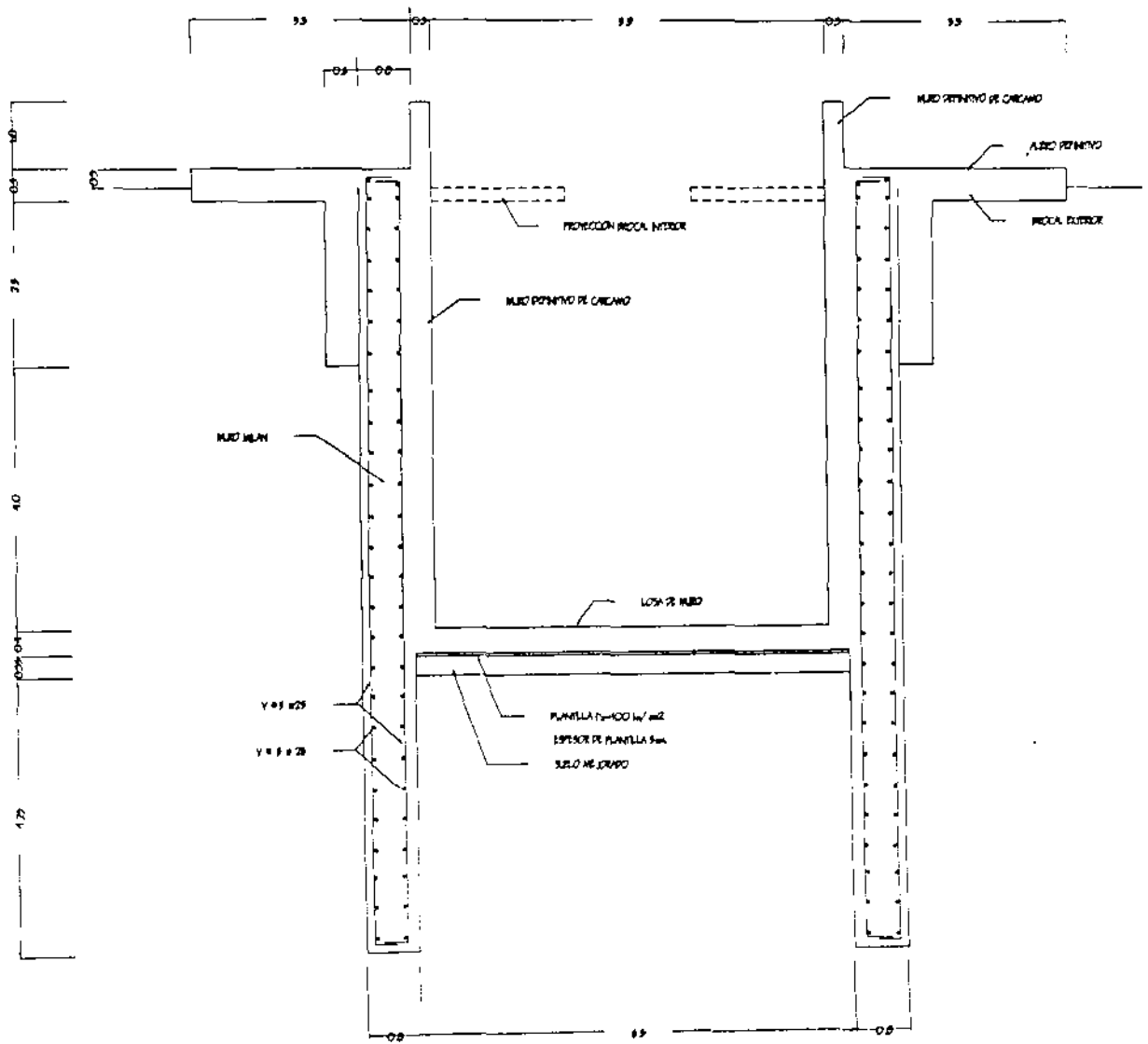


FIG. No. 24 CORTE A-A
CARCANO DE BOMBEO

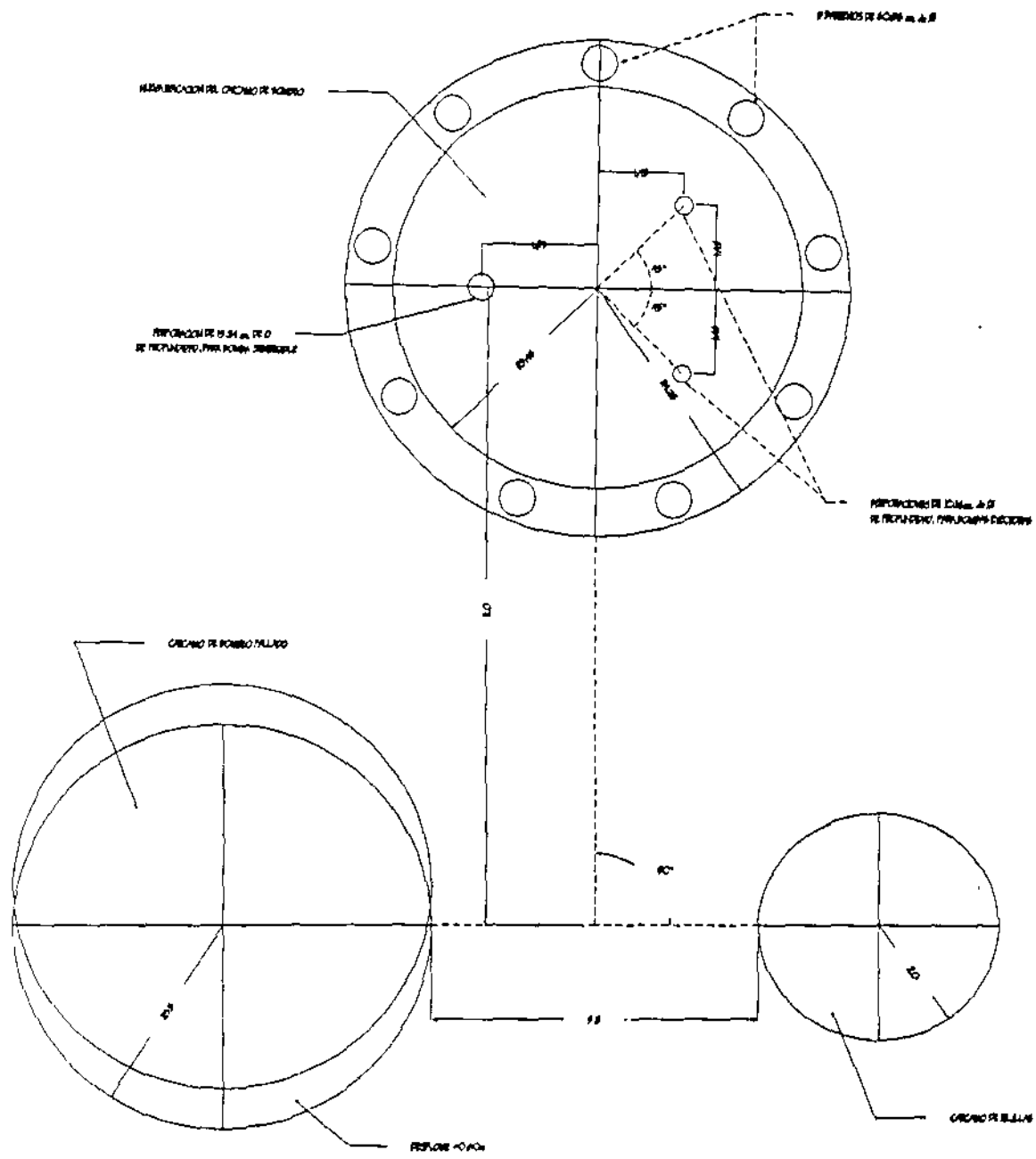


FIG. No. 25 BARRENOS EN CARCAMO DE BOMBEO COLADO "IN SITU"



FOTO No. 05

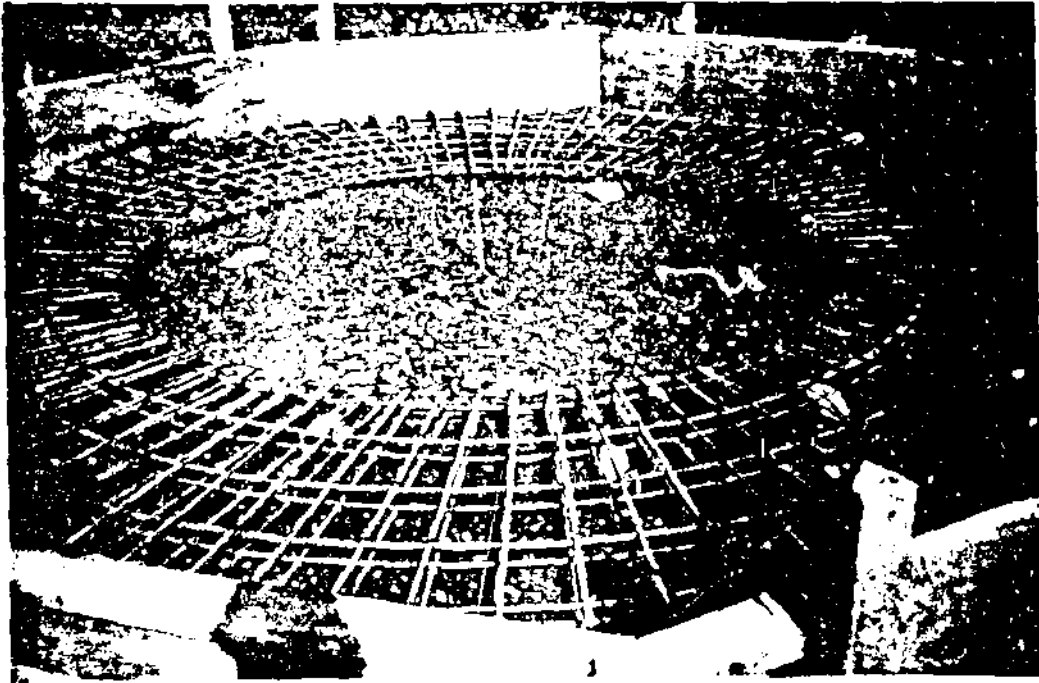


FOTO No. 06



PHOTO NO. 07



PHOTO NO. 08

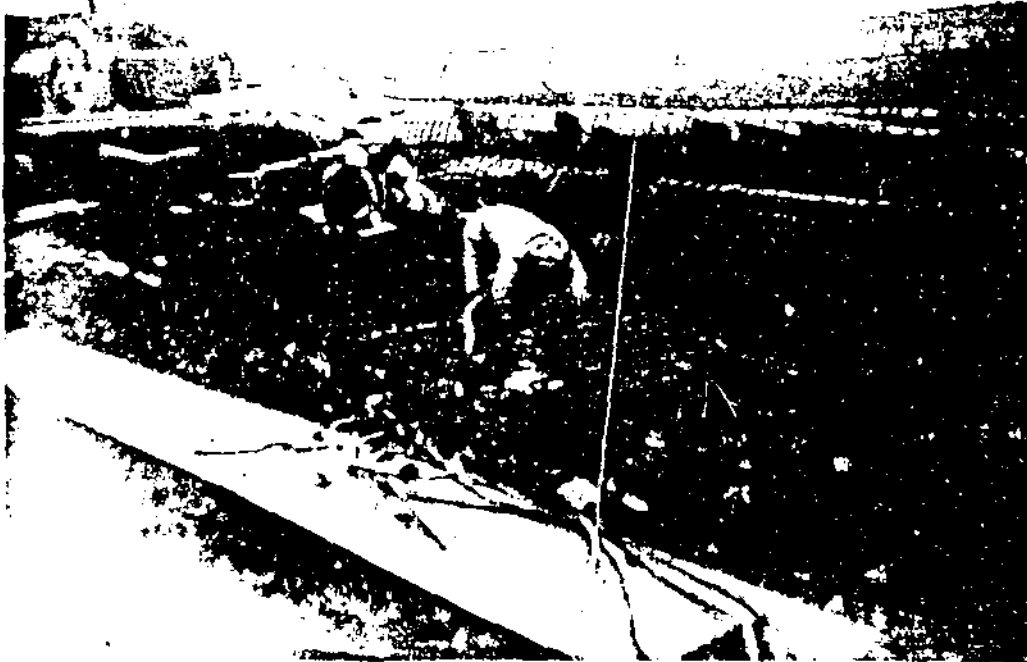


FOTO No. 41 - Vista del interior del túnel en construcción.
Fecha: 1952.

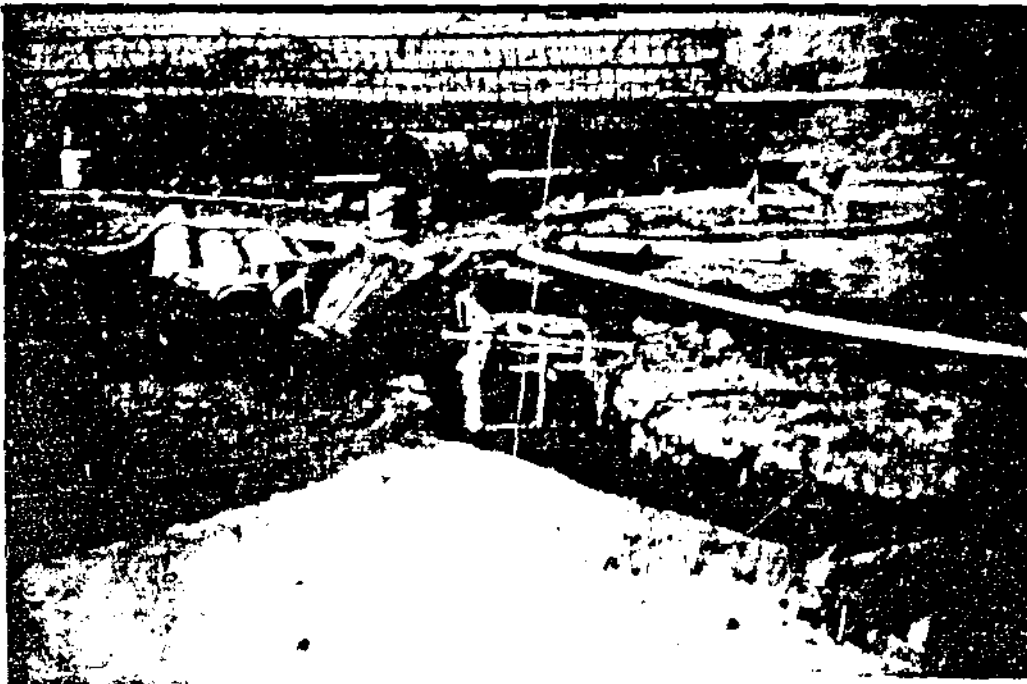


FOTO No. 42

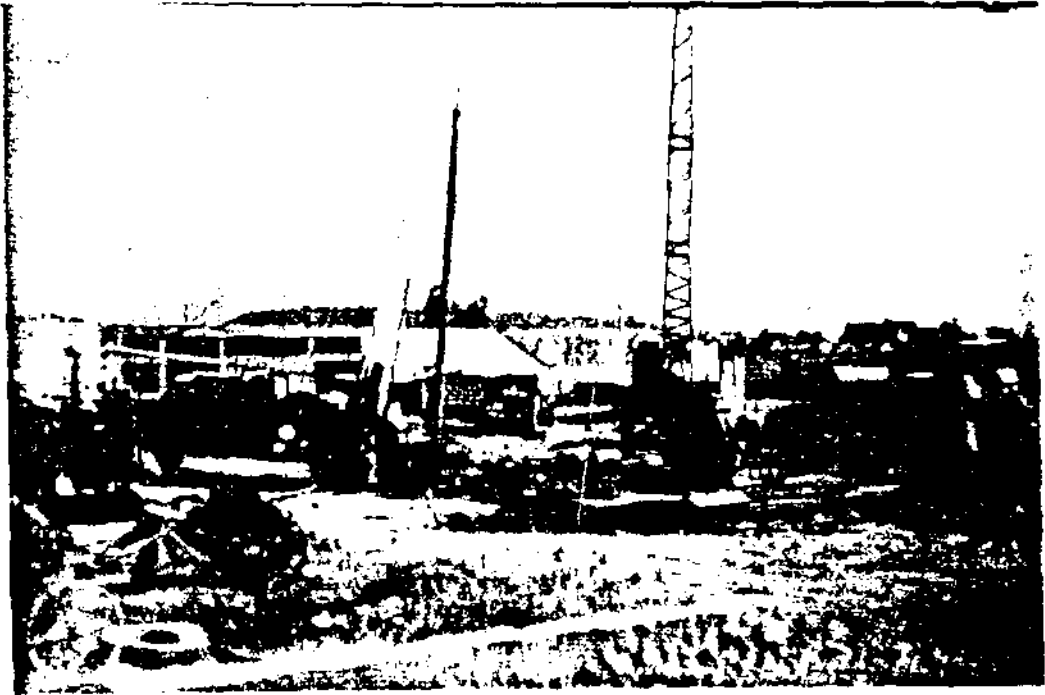


FOTO No. 43 - Vista do lado esquerdo do edifício de concreto armado, situado na Rua da Liberdade, nº 100, da cidade de São Paulo, SP, Brasil.

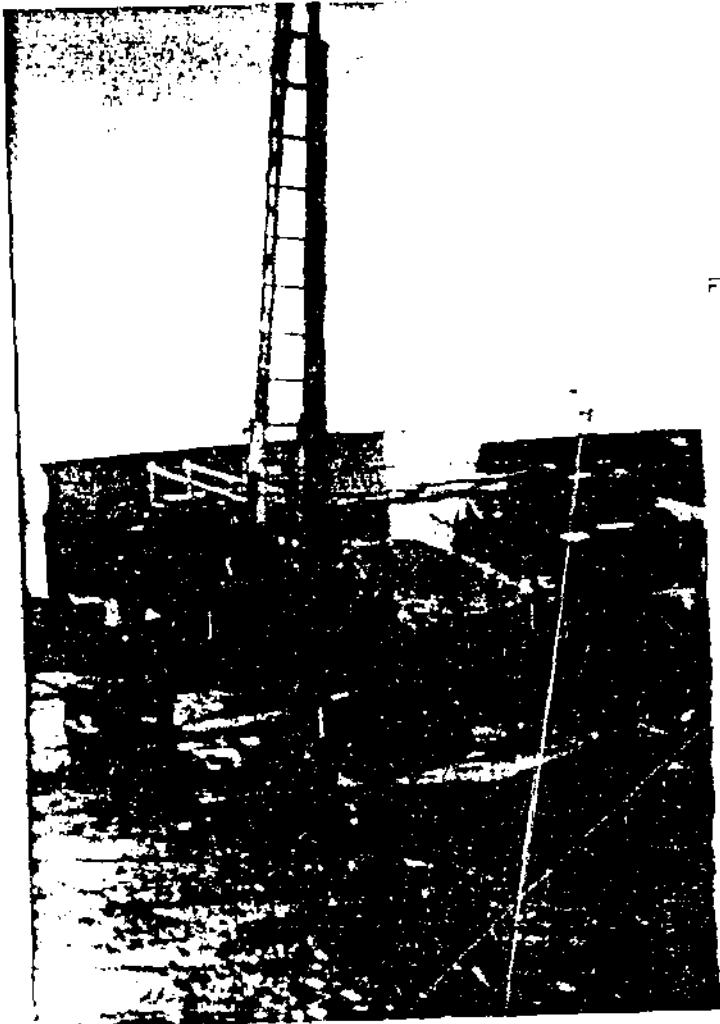


FOTO No. 44 - Vista do lado direito do edifício de concreto armado, situado na Rua da Liberdade, nº 100, da cidade de São Paulo, SP, Brasil.

Estructura de interconexión

El procedimiento constructivo de la tubería de interconexión es el mismo tanto de la caja de distribución al cárcamo de rejillas como del cárcamo de rejillas al cárcamo de bombeo.

1. Ruptura de los elementos caja de distribución, cárcamo de rejillas y cárcamo de bombeo para la interconexión. Para poder conectar la tubería se deberá realizar una ruptura en los elementos caja de distribución, cárcamo de rejillas y cárcamo de bombeo en sus muros de un área de 2.25 x 2.25 m la cual se taponará de inmediato con tabique rojo recocido mientras no se coloque la tubería.
2. Excavación. Se deberá realizar una excavación utilizando retroexcavadora hasta una profundidad de 0.50 m a partir del terreno natural por un ancho de 4 m para proceder al ademado. Una vez realizado el ademe se procederá con la excavación hasta el nivel requerido.

El material producto de la excavación se depositará a un lado de la cepa dejando libre el lado que se utilizará para tránsito. El fondo de la excavación deberá ser afinado minuciosamente a fin de que se coloque la cama que soportará la tubería.

3. Cama. La construcción de la cama será de tezontle de ¾" como máximo, el que se colocará y extenderá en el fondo de la cepa de manera uniforme dándole un espesor de 20 cm quedando perfectamente nivelada para recibir la tubería.
4. Ademe. El ademe a utilizar será metálico y de tipo cerrado, estará constituido por viguetas IPR de 12" x 8", colocadas a cada metro de centro a centro de las mismas en ambos lados de la cepa, dichas viguetas se apoyarán sobre placas metálicas de 9 m de largo por 1.20 m de ancho y 5/8" de espesor, donde la longitud mayor de la placa es la que se hincará. Sobre las viguetas mencionadas se apoyará una viga madrina IPR de 8" x 6" en toda su longitud, las cuales irán soldadas a las viguetas que se apoyan a la placa y a 3 viguetas IPR de 12" x 8" que se distribuirán lateralmente a la madrina, una en cada extremo y una central. Sobre las 3 viguetas laterales se apoyará un durmiente de lado a lado.
5. Instalación de tubería. Una vez tendida y nivelada la cama se procederá a la colocación de la tubería de asbesto-cemento de 1.83 m de diámetro, dándole la pendiente adecuada y

cubriendo el orificio por donde es cargado el tubo por draga para ser bajado al fondo de la cepa, con una mezcla de arena-cemento.

6. Junteado de la tubería. Se ejecutará el junteado de la tubería dentro de la cepa cuidando que la campana y la terminación de la espiga esten libres de basura y objetos extraños que puedan afectar el junteo, procediendo a aplicar una mezcla de cemento-arena en la parte interior del tubo.
7. Acostillado. El acostillado se realizará llenando costales con tepetate fuera de la cepa y que posteriormente serán bajados al fondo de la cepa entre el tubo y el ademe hasta el nivel del lomo del tubo.
8. Relleno. El relleno será con material producto de la misma excavación y se ejecutará a volteo al primer metro a partir de lomo de tubo y a partir del metro se compactará con bailarina y rodillo en capas de 25 cm al 80% de la prueba proctor.

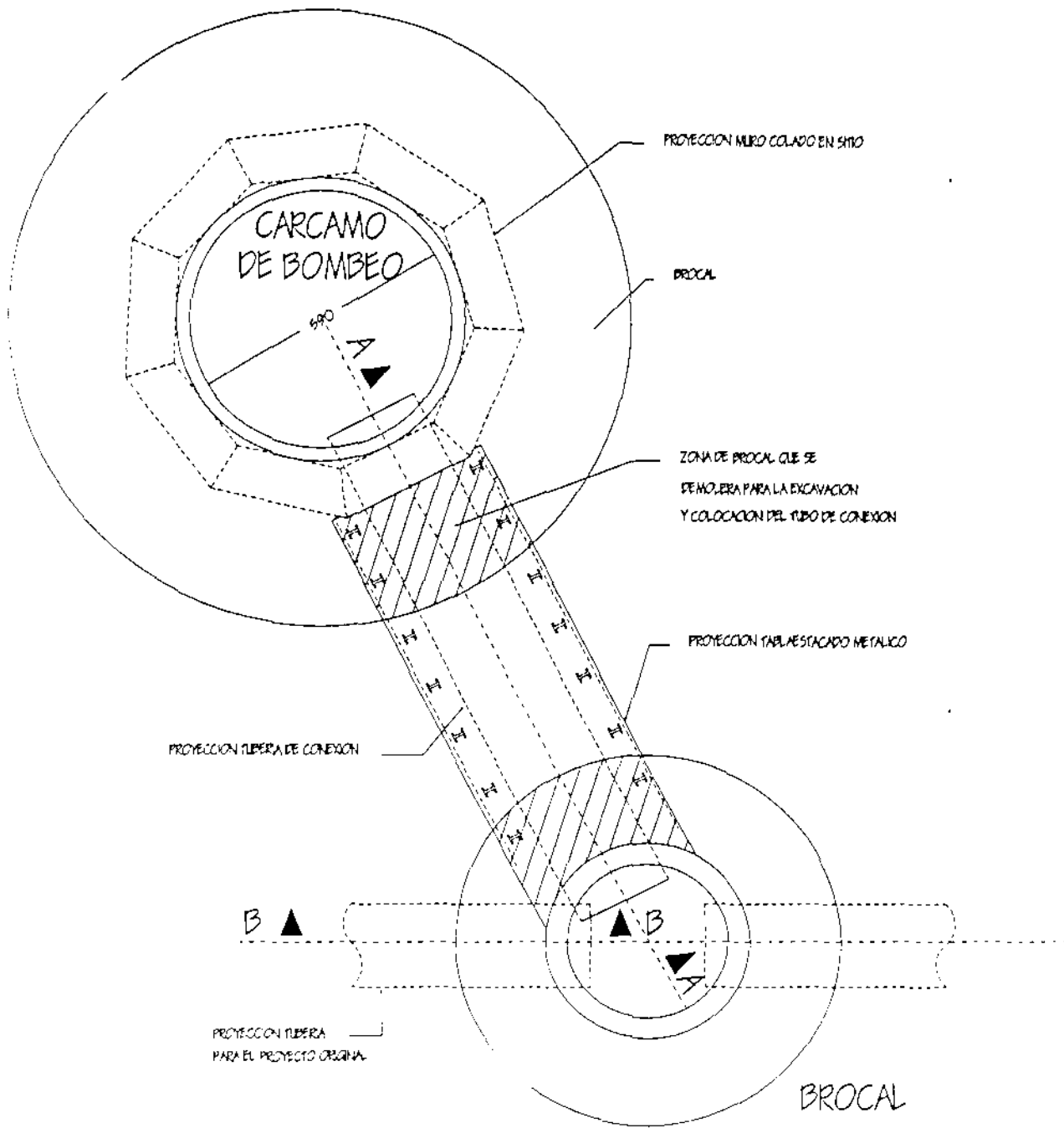


FIG. No. 26 ESTRUCTURA DE INTERCONEXION
PLANTA GENERAL

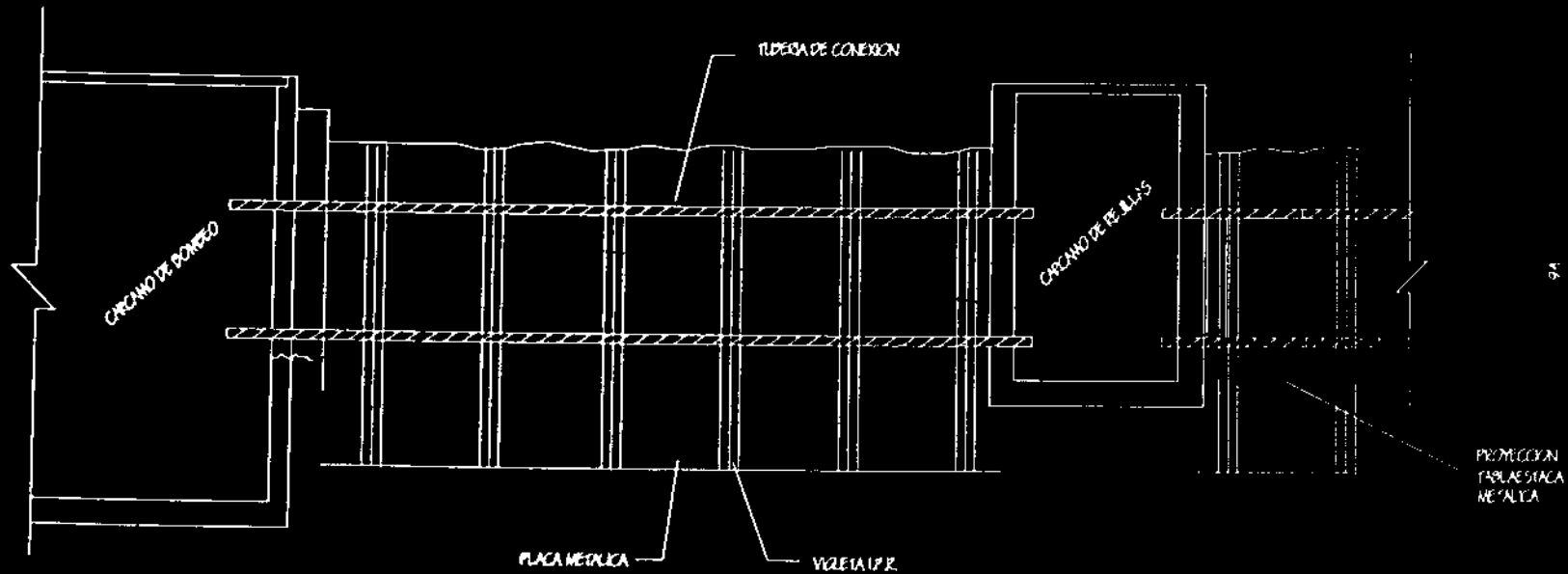


FIG. No. 27 ESTRUCTURA DE INTERCONEXION

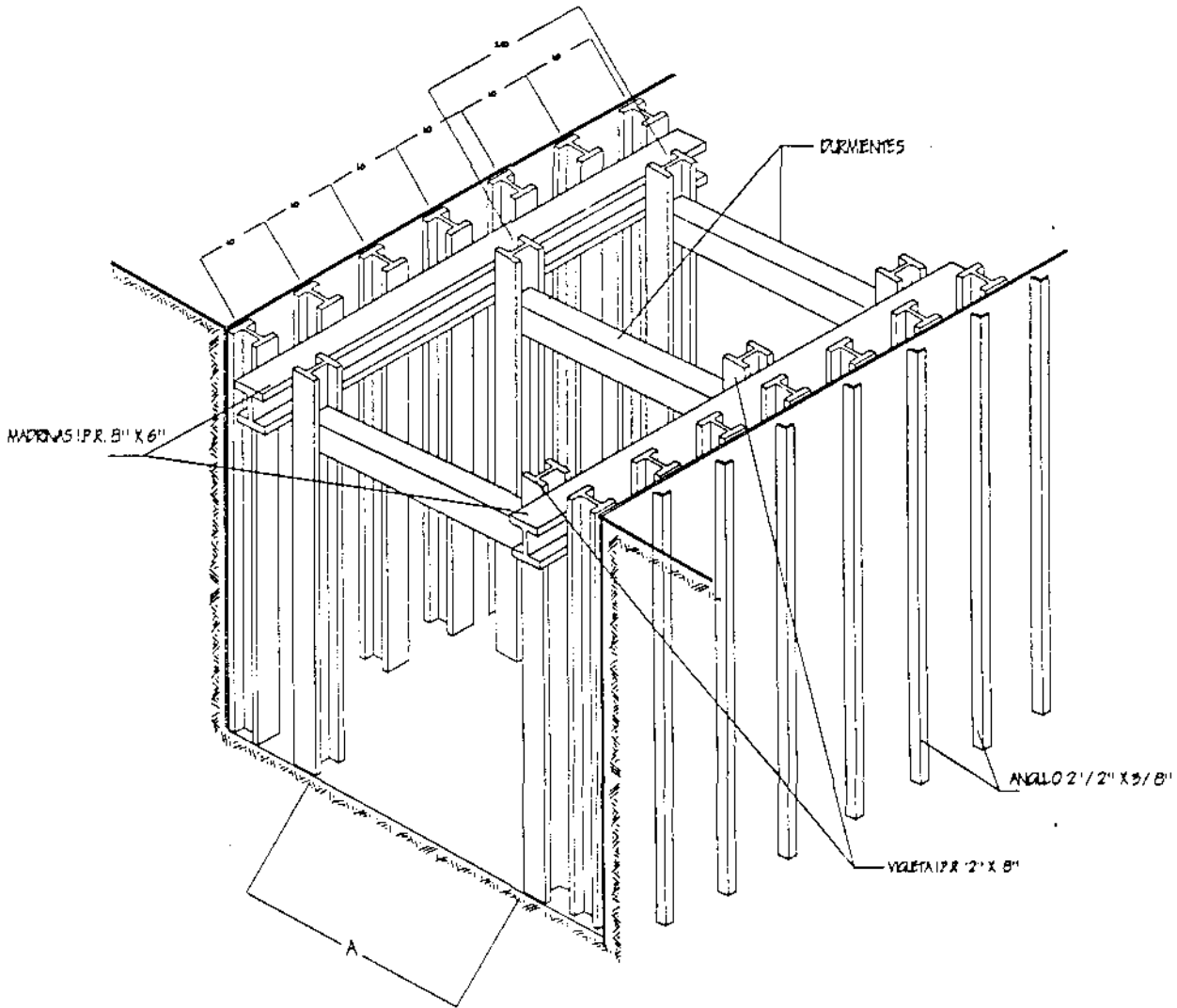


FIG. No. 28 CONSTRUCCION DE ADEME METALICO
 PARA LA ESTRUCTURA DE INTERCONEXION



FOTO No. 45 ESTRUCTURA DE INTERCONEXION ENTRE CAJA
DE DISTRIBUCION Y CARCAMO DE REJILLAS

Estructura de descarga

El procedimiento constructivo de la estructura de descarga inicia con el tramo del cárcamo de bombeo al muro de colindancia, contando con dos elementos de apoyo para las tuberías de descarga; una silleta y dos losas en forma de media caña. El murete mide 1.55 m de altura por 0.30 m de ancho y 4 m de largo armado con varilla del #4 @20 cm en el sentido vertical y en el sentido horizontal y utiliza un concreto de un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$; este murete va empotrado en su parte inferior al alerón del cárcamo de bombeo para lo cual se tiene que romper el concreto del alerón y posteriormente resanar con un concreto de un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ y un estabilizador de volumen.

Las losas en forma de media caña que sostienen a las tuberías de 76.2 cm de diámetro están armadas con varillas del #4 @20 cm en ambos sentidos y a dos lechos, utilizan un concreto de un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$

El tramo de muro de colindancia lado poniente al pie del talud del bordo del canal general presenta un cajón de concreto reforzado formado por dos claros delimitados por dos paredes exteriores del cajón y una central, las paredes exteriores miden 0.20 m de espesor y la central 0.15 m de espesor, estos muros están armados con varillas del #4 @20 cm en ambos sentidos y en sus dos lechos. La cubierta superior del cajón la conforman dos losas, una losa a base de precolados con dimensiones cada uno de 1.25 m de largo por 0.60 m de ancho y 0.05 m de espesor armados con varillas del #3 @20 cm en ambos sentidos y un concreto de un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$, sobre esta cubierta de precolados descansa la losa de techo respectiva del cajón con 0.15 m de espesor armada con varilla del #4 @25 cm en ambos sentidos y a dos lechos. La losa de piso del cajón tiene un espesor de 0.15 m y esta armada con varilla del #4 en ambos sentidos y a dos lechos, la losa superior y la losa de piso tienen un concreto de un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$. Las dimensiones del cajón son de 8.70 m de largo por 3.40 m de ancho y 1.30 m de altura. Sobre la losa superior se colocará una base de tepetate de 0.30 m de espesor compactado al 80% de la prueba proctor estándar, sobre la base descansará una carpeta asfáltica con un espesor de 5 cm que servirá como superficie de rodamiento en ese tramo pues se está salvando un claro de calle vehicular.

El tramo del pie de talud a la descarga de las tuberías cuenta con un cajón de concreto reforzado de 4.46 m de largo por 4 m de ancho y 1.30 m de alto constituido por dos muros exteriores de

0.20 m de espesor y un muro central divisorio de 0.15 m de espesor, asimismo la losa de piso como la losa de techo tienen un espesor de 0.15 m y al igual que el cajón del tramo anterior este cajón cuenta con una cubierta a base de precolados hechos en obra, tanto muros, losas y precolados tienen un armado del #3 @20 cm en ambos sentidos y a dos lechos y utilizan un concreto de un $f'c=250$ kg/cm². En el sentido largo y sobre los muros de este cajón descansan dos traveses de 0.30 m de ancho por 0.35 m de peralte, armadas con 4 varillas del #5 y estribos del #3 @20 cm con un concreto de un $f'c=250$ kg/cm², dichas traveses se anclarán al armado existente de los muros.

Al pie de descarga de las tuberías se encuentra un lavadero con una inclinación a 45° de concreto reforzado, armado con varillas del #4 @20 cm y a dos lechos y un concreto de un $f'c=250$ kg/cm². Este lavadero se ancla por su parte superior a la parte inferior de la trabe existente del segundo cajón y por su parte inferior se ancla a una zapata. Dicha zapata descansa en el fondo del canal y está hecha de concreto reforzado con dimensiones de contratrabe de 0.30 m de ancho por 1 m de peralte, armada con 4 varillas del #5 en el sentido longitudinal y estribos del #3 @15 cm y utiliza un concreto de un $f'c=250$ kg/cm² y una pata de 1 m de ancho por 0.30 m de peralte, armada con varillas del #5 en el sentido longitudinal y varillas del #4 @20 cm en el sentido transversal utilizando un concreto de un $f'c=250$ kg/cm². Sobre la parte superior de la zapata se colocará un zampeado con piedra de pepena en 3 capas a forma de lastre.

CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los materiales utilizados para la construcción de los elementos civiles de la PB 6A fueron:
Concreto $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ y acero $f_y=4000 \text{ kg/cm}^2$ (aplicados en elementos secundarios);
concreto $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ y acero $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ (aplicados en elementos principales).

Las pruebas realizadas para una buena calidad del concreto fueron de dos tipos:

- A) Prueba en obra.
- B) Prueba de laboratorio.

- A) Prueba en obra.

La prueba inmediata que se realizó al concreto es la de revenimiento, siendo de 8 cm para concreto $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ y de 10 cm para concreto $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$.

- B) Prueba de laboratorio.

La prueba realizada en laboratorio es la denominada de compresión, para lo cual se tomaron dos muestras por elemento de concreto fresco, para ser ensayadas una a los 14 días y la otra a los 28 días, a compresión axial, y verificar así la resistencia requerida en las especificaciones.

Pruebas de calidad del acero.

Para verificar la calidad del acero se realiza en laboratorio la prueba denominada de tensión, pero en obra, antes de colocar el acero para el colado del elemento, se debe cepillar el acero (utilizando un cepillo de cerdas de acero), para retirar el óxido.

Prueba de tensión.

Tomando una muestra del acero a utilizar en el elemento, se somete a esfuerzo de tensión, hasta su ruptura, a una determinada velocidad de carga, registrándose las deformaciones y las cargas que se van aplicando hasta la ruptura. Se elabora una gráfica Esfuerzo-deformación y se obtiene el esfuerzo de fluencia, el cual es comparado con el esfuerzo de fluencia de especificación.

Pruebas para agregados.

Las pruebas realizadas para los diversos agregados utilizados para la elaboración del concreto y el mejoramiento de las terracerías como son grava, arena, tezontle y tepetate, fueron de granulometría y Proctor estándar para compactaciones.

Pero en obra se tuvo cuidado de no aplicar agregados contaminados con material producto de excavación o contaminados por otro agregado.

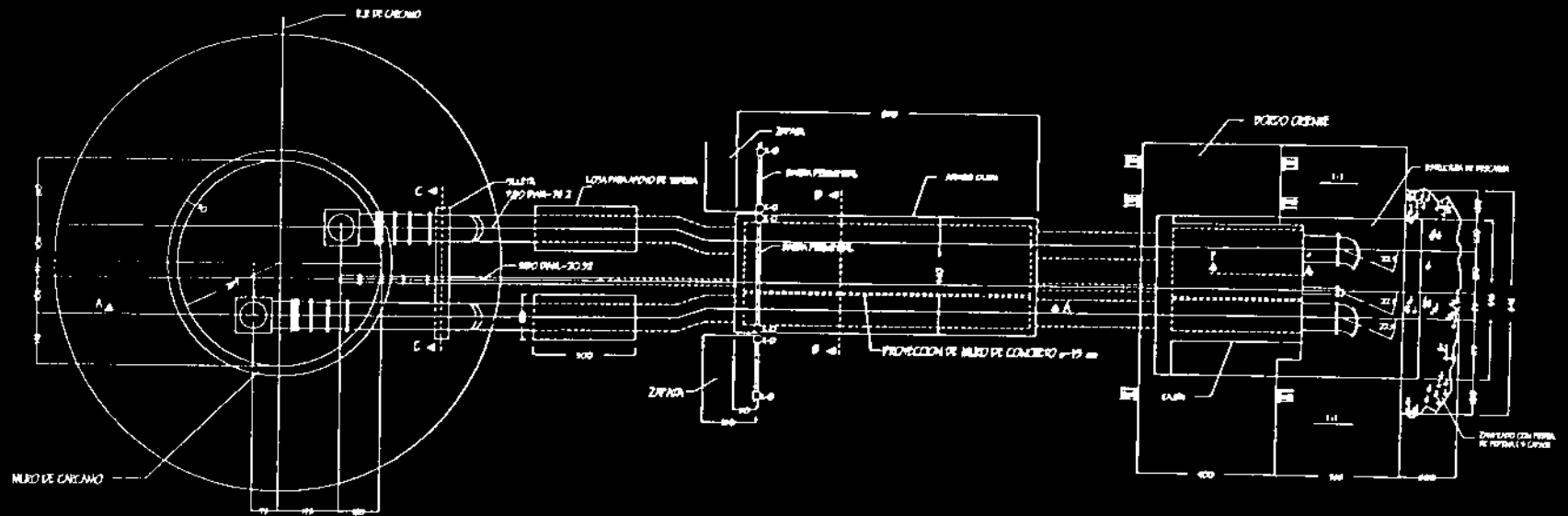
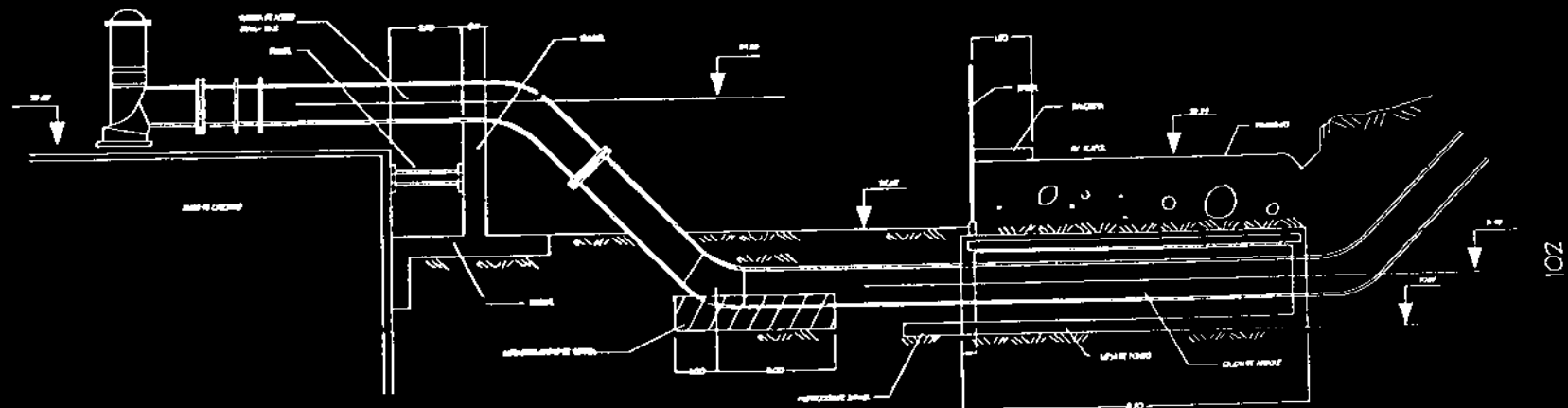


FIG. No. 29 PLANTA GENERAL DE ESTRUCTURA DE DESCARGA



101

FIG. No. 30 CORTE A-A

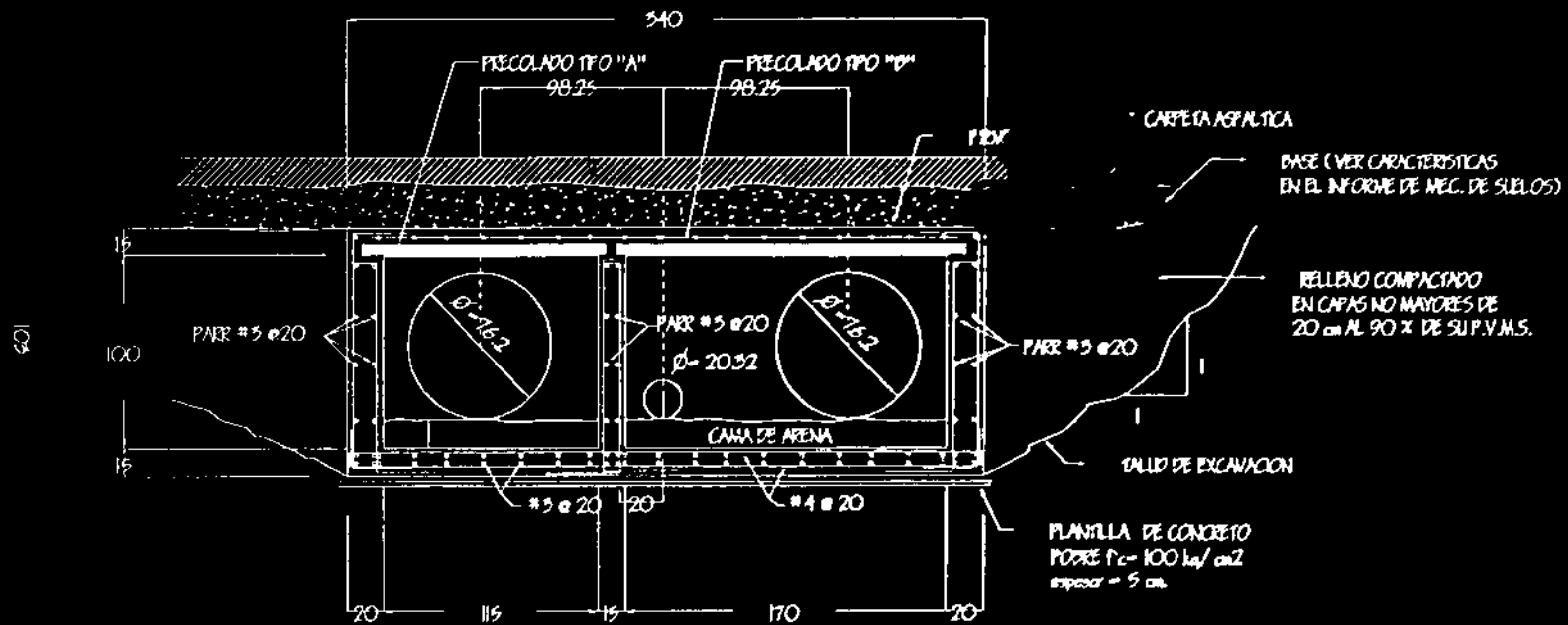


FIG. No. 31 CORTE B-B

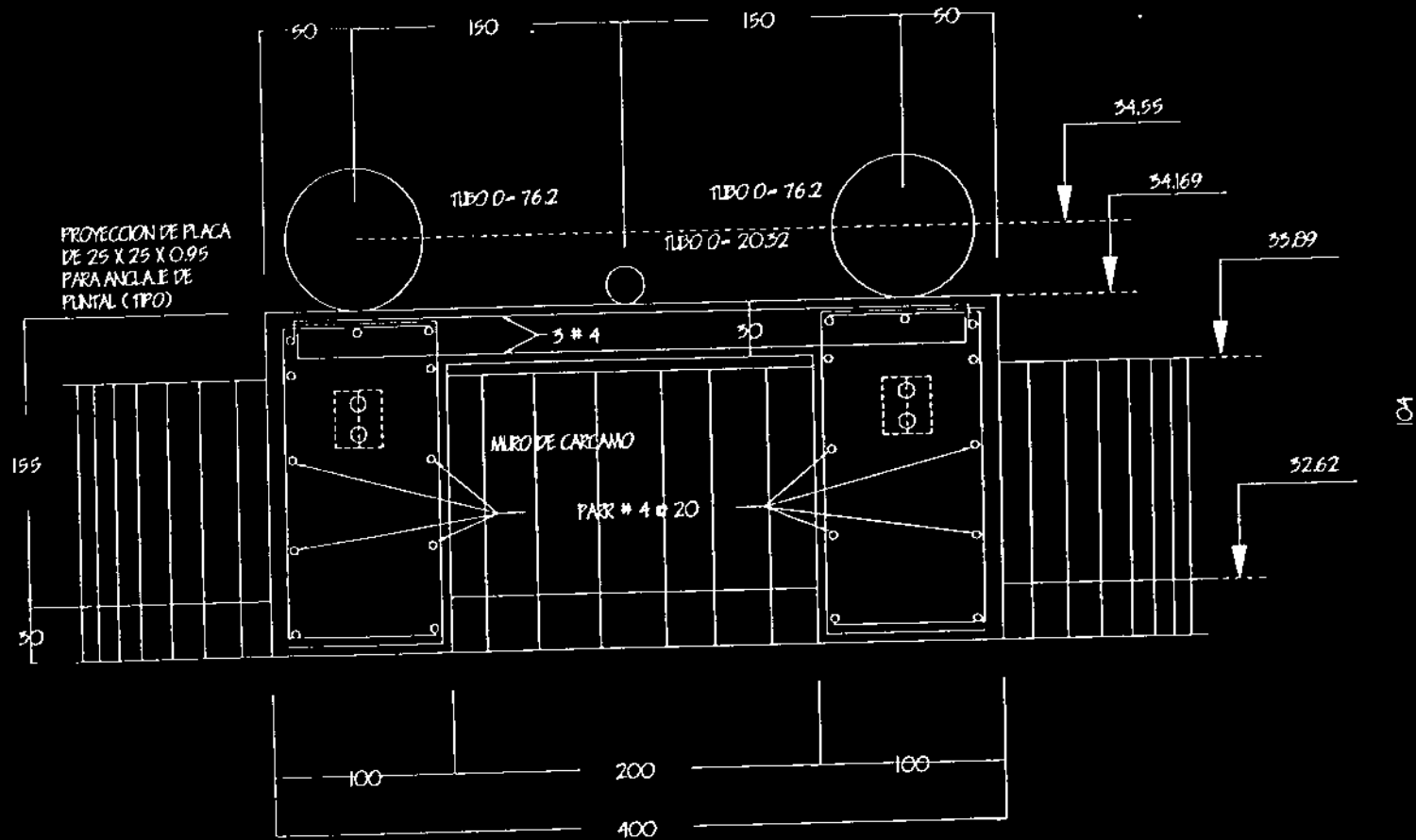


FIG. No. 32 CORTE C-C

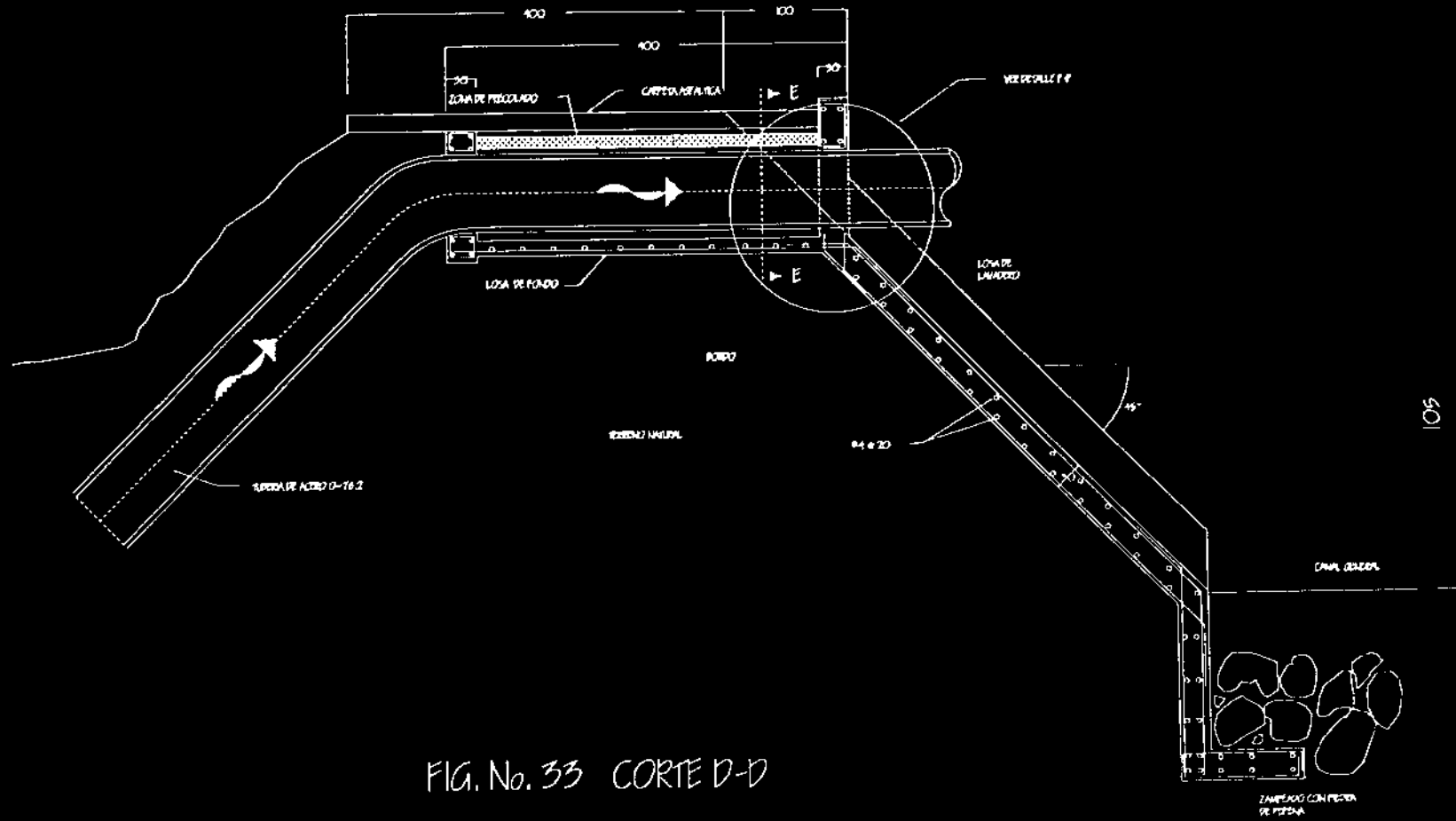


FIG. No. 33 CORTE D-D

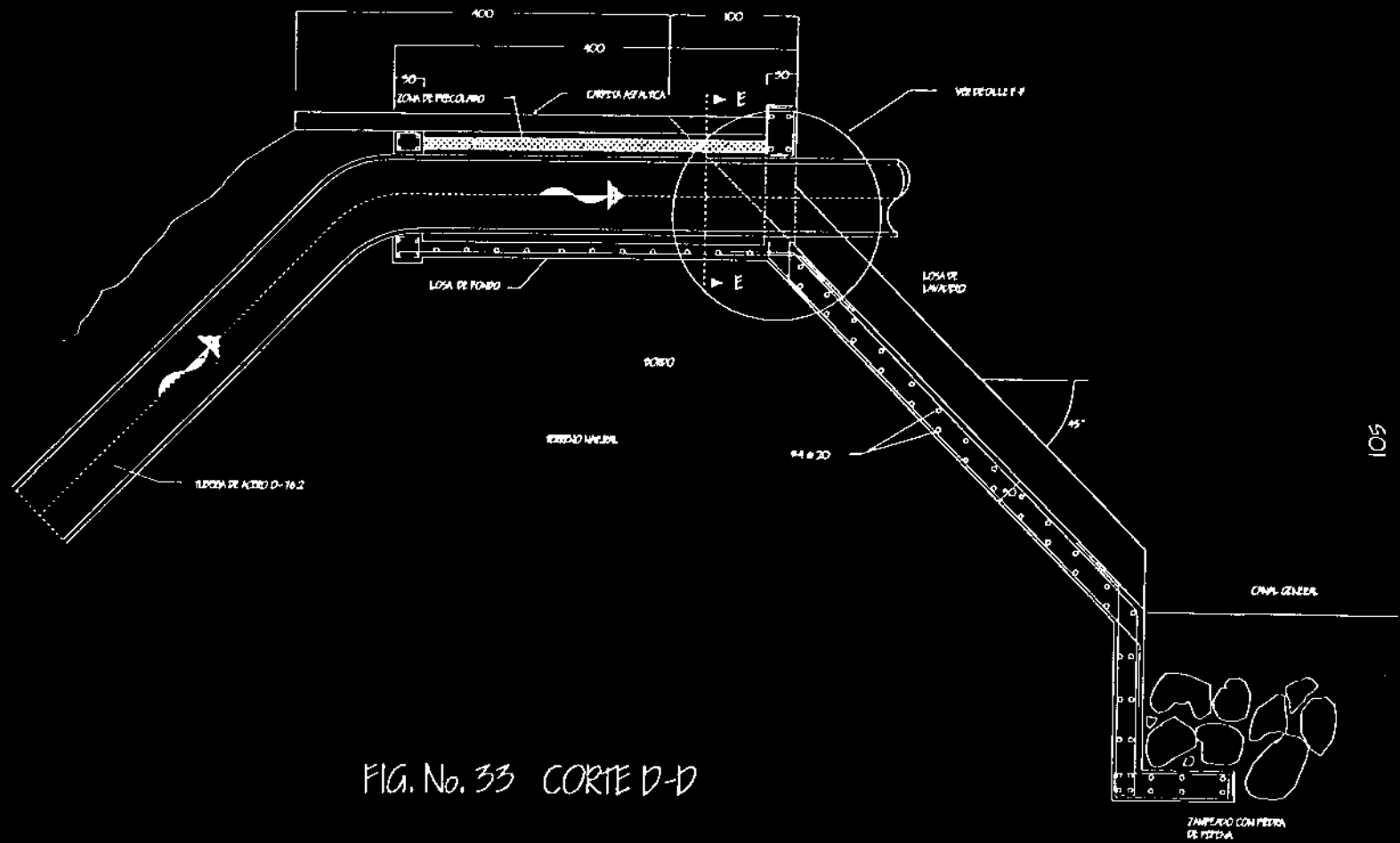


FIG. No. 33 CORTE D-D

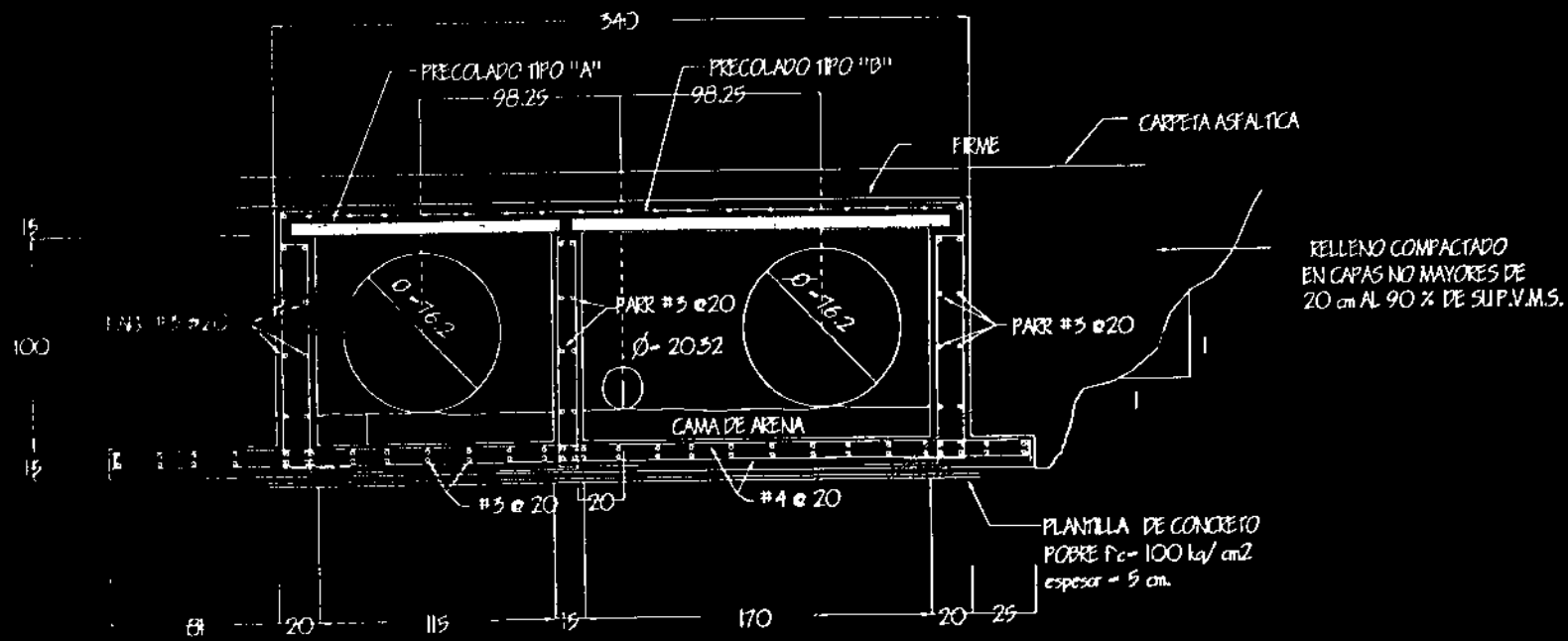


FIG. No. 34 CORTE E-E

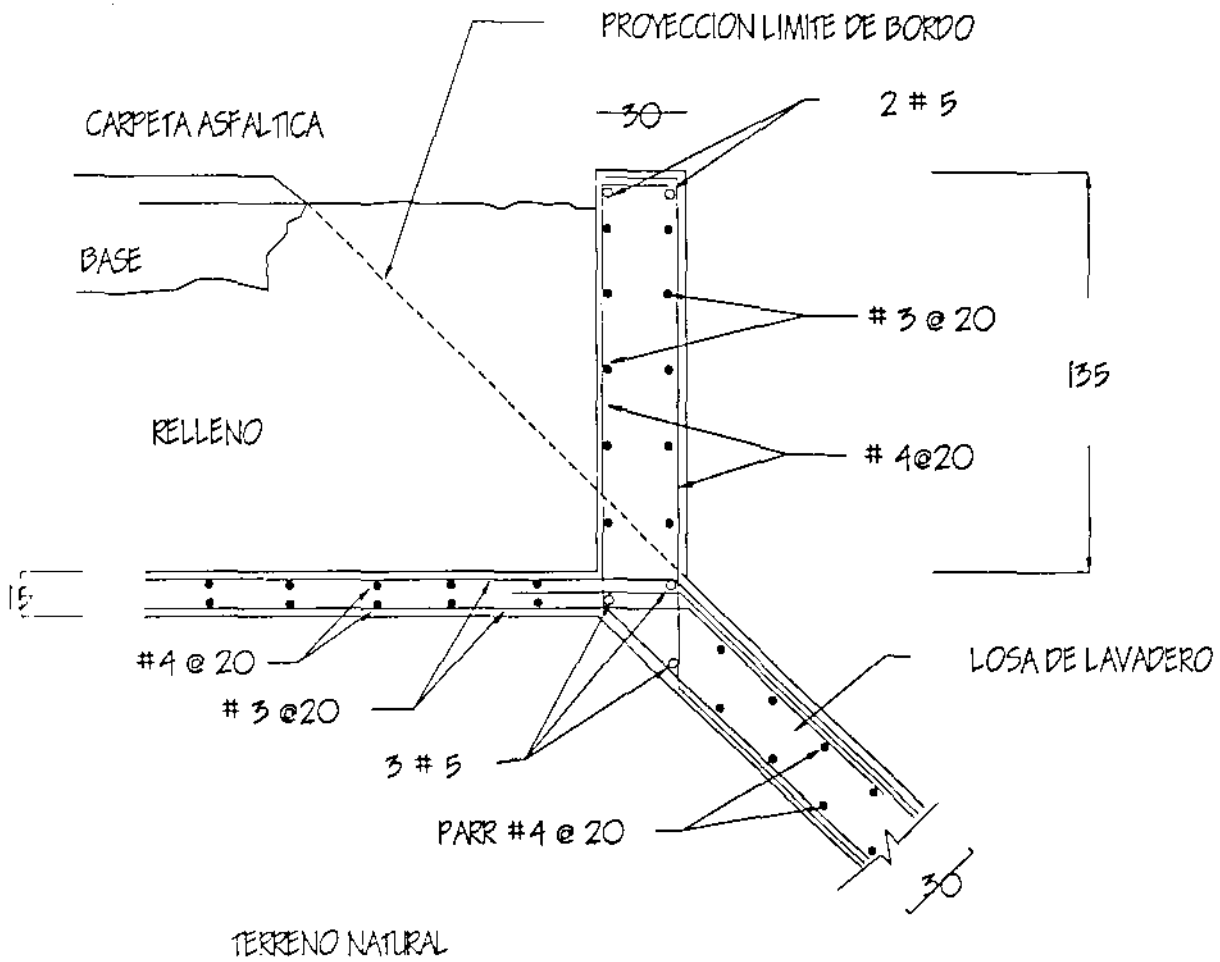


FIG. No. 35 CORTE F-F

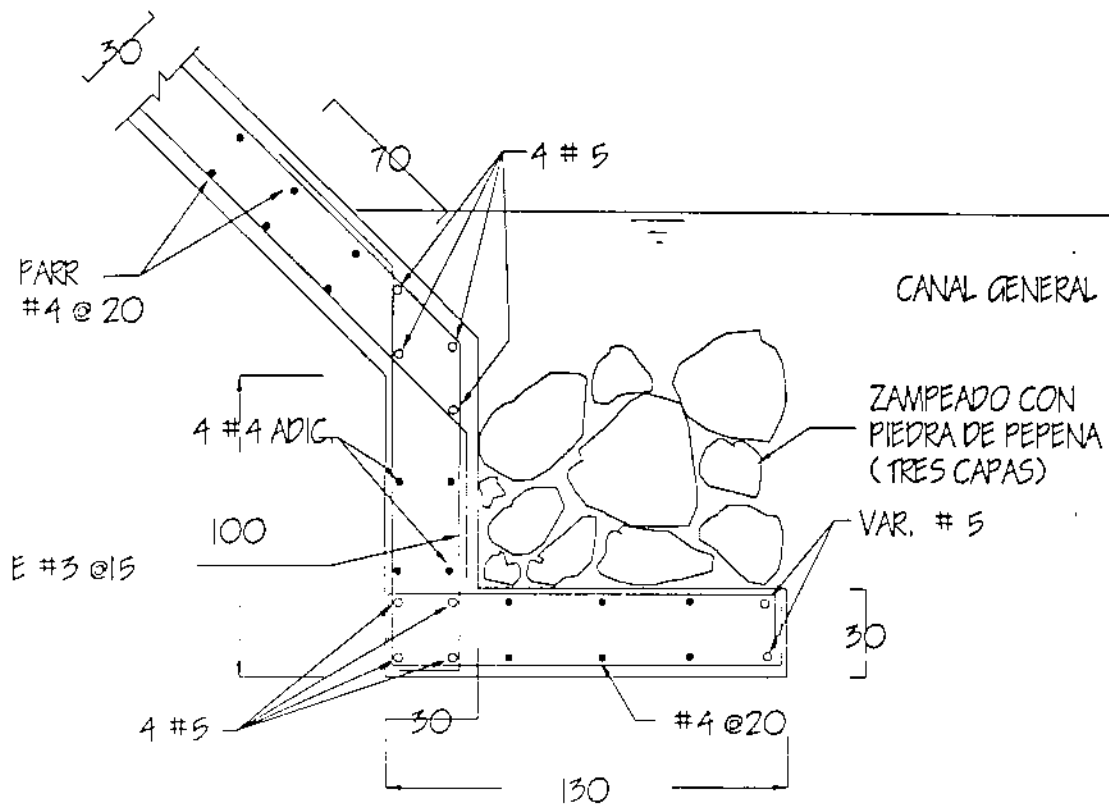


FIG. No. 36 ZAPATA EN LA DESCARGA

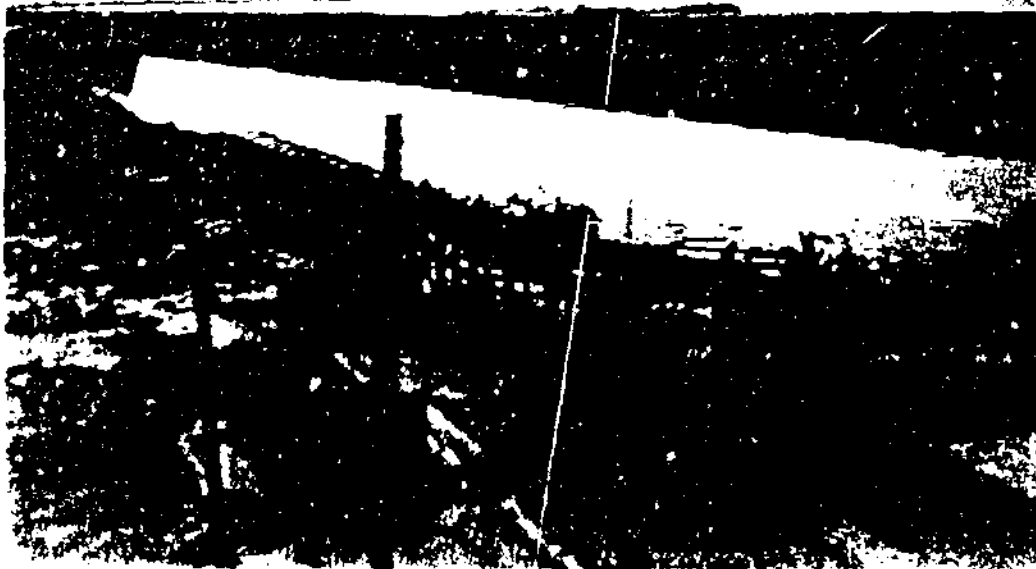


FOTO No. 86

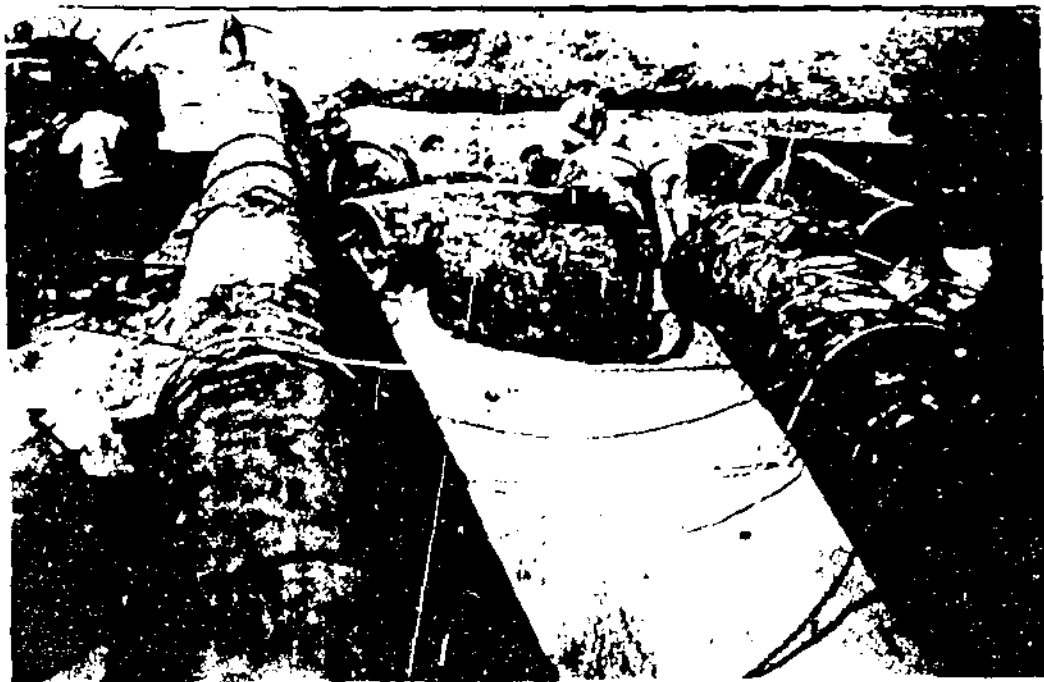


FOTO No. 87

CAPITULO IV

DESCRIPCION Y MONTAJE DEL EQUIPO ELECTROMECHANICO EN LA PLANTA DE BOMBEO.

Para tener una idea más completa sobre la construcción de la planta de bombeo 6A es conveniente realizar una somera descripción de los elementos electromecánicos más importantes como son bombas y motores, subestación, transformador, planta de emergencia, centro de control de motores, sistema de tierras y sistema de alumbrado.

Bombas.

Las bombas son elementos mecánico-hidráulicos movidas por cualquier tipo de agente motor, usadas para elevar líquidos de un nivel más bajo a otro más alto o para impulsarlos, comunicándoles energía de movimiento.

Un motor realiza trabajo para que gire la flecha de la bomba donde un impulsor conduce el fluido del nivel inferior al nivel superior, valiéndose de una tubería de succión y una tubería de descarga.

Clasificación de la bomba.

Por la forma en que se realiza la alimentación al impulsor, las bombas que se tienen son de simple succión, pues el agua realiza un solo recorrido para llegar al impulsor.

Por la disposición de la flecha motriz las bombas son de tipo vertical.

Por la presión de bombeo se tienen unas bombas de un solo impulsor.

Las bombas están conectadas entre sí en forma paralela, pues se requiere bastante presión.

Características de las bombas.

El equipo de bombeo a utilizar se compone de dos bombas verticales de flujo mixto y una bomba vertical tipo inatascable.

Condiciones de operación de bombas verticales tipo flujo mixto.

A) Líquido a manejar	Aguas residuales y pluviales.
B) Gasto de diseño	650 l.p.s.
C) Carga normal de operación	2 M.C.A.

D)	Velocidad angular	880 r.p.m.
E)	Eficiencia mínima en el punto de diseño	81 +- 1%
F)	Diámetro de columna y codo de descarga	762 mm
G)	Diámetro mínimo de la flecha	43 mm
H)	Lubricación de la columna	Con aceite
I)	Tipo de impulsor	Hélice
J)	Potencia requerida en la flecha de la bomba	89 H.P.
K)	Tipo de descarga	Sobre superficie
L)	Longitud de la columna incluyendo campana de succión y tazonos	8.00 m
M)	Número de equipos	Dos
N)	Marca	N.A.S.S.A.

Condiciones de operación de bomba sumergible.

A)	Líquido a manejar	Aguas residuales y pluviales.
B)	Gasto de diseño	500 l.p.s.
C)	Carga normal de operación	2 M.C.A.
D)	Velocidad angular	1750 r.p.m.
E)	Eficiencia mínima en el punto de d diseño	84 +- 1%
F)	Diámetro de columna y codo de descarga	203 mm
G)	Diámetro mínimo de la flecha	40 mm
H)	Lubricación de la columna	Con aceite
I)	Tipo de impulsor	Hélice
J)	Potencia requerida en la flecha de la bomba	14 H.P.
K)	Tipo de descarga	Sobre superficie
L)	Longitud de la columna incluyendo campana de succión y tazonos	Sin columna de succión
M)	Número de equipos	Uno
N)	Marca	IMPEL.

Motor eléctrico.

El motor eléctrico es una máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica utilizando las fuerzas ejercidas por campos magnéticos creados por la circulación de corriente a través de conductores.

Condiciones de servicio de motor eléctrico vertical tipo jaula de ardilla, flecha hueca para bombas de 650 l.p.s.

A)	Potencia	100 H.P.
B)	Arranque	Baja tensión
C)	Fases	Tres
D)	Frecuencia	60 c.p.s.
E)	Voltaje	440 V
F)	Aislamiento	F
G)	Velocidad angular	880 r.p.m.
H)	Eficiencia mínima a plena carga	90.5 %
I)	Factor de servicio	1.00
J)	Factor de potencia mínima	0.86 %
K)	Tipo de servicio	Continuo
L)	Temperatura	65 grados centígrados de sobre elevación a partir de una temperatura ambiente de 40 grados centígrados.
M)	Enfriamiento	Aire.
N)	Empuje axial	1050 kg
O)	Altura de operación	2300 m.s.n.m.
P)	Número de equipos	Dos
Q)	Marca	U.S.

Condiciones de servicio de motor eléctrico vertical tipo jaula de ardilla, flecha hueca para bombas de 500 l.p.s.

A)	Potencia	15 H.P.
B)	Arranque	Baja tensión
C)	Fases	Tres
D)	Frecuencia	60 c.p.s.
E)	Voltaje	220 V
F)	Aislamiento	F
G)	Velocidad angular	1750 r.p.m.
H)	Eficiencia mínima a plena carga	90.5 %
I)	Factor de servicio	1.00
J)	Factor de potencia mínima	0.86 %
K)	Tipo de servicio	Continuo
L)	Temperatura	65 grados centígrados de sobre elevación a partir de una temperatura ambiente de 40 grados centígrados.
M)	Enfriamiento	Aire.
N)	Empuje axial	1050 kg
O)	Altura de operación	2300 m.s.n.m.
P)	Número de equipos	Uno
Q)	Marca	U.S.

Normas generales de construcción del motor eléctrico.

Dimensiones. Las dimensiones del motor eléctrico estarán de acuerdo con las normas CCONNI y NEMA.

Caja de conexiones. El armazón deberá construirse de un anillo de acero laminado, tapa superior y base de Fo.Fo., la tapa deberá llevar una caja sellada para el rodamiento de empuje axial y radial. Todos los componentes del armazón deberán estar cuidadosamente maquinados para

permitir el alineamiento perfecto de la flecha. Un funcionamiento silencioso y exento de vibraciones.

Rotor. Deberá construirse en forma tal que pueda girarse 180° para admitir la alimentación de energía en ese rango.

Flecha. El diseño del rotor deberá ser tal que en su construcción sea sólido, los anillos y las barras de cortocircuitos serán de cobre o de aluminio, unidas rigidamente, deberán ser balanceados dinámicamente para minimizar ruidos y vibraciones.

Rodamientos. De acero al carbón de diámetro necesario para transmitir la potencia del motor a la velocidad de trabajo y soportar sin sufrir deformaciones el empuje axial producido por la bomba durante su funcionamiento.

Ventilación. Será dirigida en forma tal que evite la existencia de puntos calientes.

Conectores a tierra. Para conexiones a tierra, se deberá incluir un dispositivo soldado a la armazón, localizado a un lado de la caja de conexiones y que permita la conexión de cable de cobre sin soldadura.

Características de placa.

Las bombas contarán con una placa de acero inoxidable, marcada con número de golpe y firmemente montada sobre el cuerpo con los siguientes datos:

Razón social del fabricante.

No. de serie.

Potencia

Tipo de bomba.

Velocidad.

Gasto.

Información requerida del fabricante.

Condiciones generales de diseño.

El fabricante de los equipos deberá proporcionar los resultados de las pruebas efectuadas a dichos equipos, siendo estas las siguientes:

Prueba de fábrica. Realizadas en la planta donde se construye la bomba.

Prueba de campo. Realizadas en el lugar de la instalación.

Las pruebas de tolerancia, deberán realizarse bajo código de no permitir menos margen o tolerancia con respecto a la capacidad, carga total o eficiencia de la capacidad normal o condiciones específicas.

Las bombas deben de estar dentro de las siguientes tolerancias:

En la capacidad de carga: +10 % de capacidad nominal.

En capacidad nominal: +5 % de capacidad de carga de bajo 152 m (600 pies).

Pruebas de operación.

Es recomendable hacer una o más pruebas preliminares con el propósito de determinar los instrumentos y aparatos adecuados, así como la preparación del personal.

Las fluctuaciones aceptables en las lecturas durante las pruebas no deben exceder de las tabulaciones siguientes:

Variables de pruebas	Fluctuaciones aceptables
Diferencia de presión a través de la bomba (AP).	$\pm 2\% \times AP$
Presión de descarga (PD).	$\pm 2\% \times PD$
Presión de succión (PS).	$\pm 3\% \times PS$
Rango de flujo (Q).	$\pm 2\% \times Q$
Velocidad (N).	$\pm 0.3\% \times N$
Potencia de entrada a la bomba.	$\pm 1\% \times B.H.P.$

Inspección.

Se debe realizar una inspección cuidadosa, antes, durante y después de la prueba, para asegurar la operación apropiada de una bomba, los siguientes términos pueden ser inspeccionados antes y durante la prueba:

- ◆ Alineación y conducción de la bomba.
- ◆ Dirección de la rotación.
- ◆ Conexiones eléctricas.
- ◆ Aperturas piezométricas.
- ◆ Operación de prensa, estopas y sistema de lubricación.
- ◆ Desgaste de anillos.
- ◆ Paso de líquido.
- ◆ Prueba hidrostática.

Toda parte de la bomba, la cual contiene fluido bajo presión, debe ser capaz de soportar una prueba hidrostática, que debe estar dentro de los siguientes rangos:

150% de la presión que tendrá esa parte cuando la bomba este operando en un rango de condiciones, para la aplicación dada de la bomba no menor de 12 kg/cm².

Recubrimiento y protección interior y exterior del cabezal y codo de descarga.

La protección se realizará mediante un primario de alquitrán de hulla-apóxico catalizador.

Normas generales de construcción de la bomba.

La bomba debe ser apropiada para instalarse en un cárcamo de aguas negras.

El empuje de las partes giratorias de la bomba, incluyendo el empuje hidráulico, debe ser soportado por rodamientos para carga axial en el motor.

La bomba se soportará de la parte inferior del cabezal, elemento que desempeñará las funciones de encauzar el caudal al exterior y base para el motor. La descarga será sobre la superficie.

Cuerpo de tazones.

Serán de fierro fundido, grano fino, ASTM A-27B, clase 30, los registros estarán cuidadosamente maquinados para asegurar un alineamiento perfecto entre tazones.

Impulsores.

Los impulsores serán de bronce, ASTM B 584 balanceados dinámica y estáticamente, para asegurar una operación suave y libre de vibraciones.

Flecha de motor.

La flecha de motor será de acero inoxidable ASTM A-582, de alta tensión, con el diámetro adecuado, para recibir la potencia del motor, prevenir flexiones y vibraciones a la velocidad específica de trabajo, flecha sólida cuyo diámetro mínimo se determinará considerando esfuerzos combinados de torsión (este último provocado por el empuje axial).

Campana de succión.

La campana de succión será de fierro fundido, ASTM A-278, y diseño que permita fácil remoción de los bujes y el impulsor. Cuidadosamente diseñada para minimizar las pérdidas en la entrada, equipada con una chumacera extralarga, para proporcionar un soporte rígido al extremo de la flecha.

Cabezal y codo de descarga.

Tipo superficial, extremo biselado, para una presión de trabajo de 10.50 kg/cm^2 , de dimensiones y rigidez adecuada, para cubrir un cabezal de engranes, deberá contar con ventanas lo suficientemente grandes para tener acceso a todos los componentes de ajuste, el material del cabezal será de acero al carbón ASTM A-36, y el codo de descarga de acero al carbón ASTM A-120.

Cojinetes del tazón.

El tazón deberá poseer cojinetes de bronce, tanto arriba como abajo del impulsor, los cuales serán lubricados por agua.

Cojinetes de flecha.

Todos los cojinetes serán lubricados por agua, deberán estar protegidos de materias externas, se proporcionará un sello de flecha inmediatamente arriba del impulsor. Todos los cojinetes deberán ser fácilmente reemplazables y espaciados entre sí 1.50 m como máximo.

Lubricación.

La lubricación de la bomba será por medio de aceite.

Tornillería.

De acero al carbón ASTM A-193 GER.B.7, con objeto de facilitar las operaciones de desmantelamiento, toda la tornillería interior será de material resistente al ataque corrosivo del flujo a manejar.

Accesorios.

Se proporcionarán todos los accesorios utilizados en el equipo de bombeo para su buen funcionamiento.

Elevaciones.

Terreno natural	32.89m
Piso de motores	33.89m
Fondo de cárcamo	26.29m

Subestación eléctrica

La subestación eléctrica es una estación auxiliar para la conversión de la energía eléctrica al tipo generalmente de corriente continua. La subestación eléctrica es intermedia entre la estación generadora y la red de distribución de baja tensión.

La subestación eléctrica de 1500 KVA para servicio de intemperie, tipo compacto, compuesta por secciones de tableros metálicos blindados y transformador enfriado en aceite según la descripción técnica de los siguientes elementos.

- ◆ Gabinete de medición. Gabinete blindado de las dimensiones adecuadas, para una tensión de 23 KV; diseñado para recibir y alojar al equipo de medición de la compañía suministradora de energía. Este gabinete tendrá las puertas con ventana de inspección de vidrio transparente e inastillable de 6mm de espesor, manija de aluminio pavonado, con dispositivo para candado y en su interior alojará:

A) Barras trifásicas de cobre electrolítico plateado para 400 amperes, soportado por medio de aisladores de resina epóxica.

B) Barra de tierra de cobre electrolítico plateado de la sección adecuada, para alojar el equipo siguiente:

Conectores del tipo mecánico, tres principales y uno para conexión a tierra.

- ◆ Gabinete para cuchilla de paso, interruptor, fusibles y apartarrayos.

Gabinete blindado idéntico al de la parte anterior, pero de las dimensiones adecuadas para alojar el equipo siguiente:

Una cuchilla trifásica desconectadora, para operar en grupo sin carga, tiro sencillo, con dispositivos de cierre y apertura rápida, de las siguientes características:

Tensión nominal	23 KV
Corriente nominal	400 amperes

El accionamiento será por medio de volante de aluminio pavonado con dispositivo de señalización (abierto-cerrado) y seguro mecánico con portacandado, el mecanismo de cierre y apertura rápida será del tipo de energía eléctrica almacenada.

Barras trifásicas de cobre electrolítico plateado, para 400 a, soportados por medio de aisladores de resina epóxica.

Barra de tierra de cobre electrolítico plateado de la sección adecuada a las características de la subestación.

Aplicación: El objeto de la cuchilla será aislar eléctricamente el cortacircuitos de la fuente alimentadora, para efectos de mantenimiento o reposición de fusibles con una confiabilidad plena.

Interruptor en aire. Tres polos, un tiro, para una tensión nominal de 23 KV; tensión de impulso 150 KV y una capacidad interruptiva de 500 MVA, operación manual, montaje fijo, combinado con portafusibles. La apertura y cierre se efectuarán por medio de un dispositivo mecánico de energía almacenada, el disparo será simultáneo con las tres fases en caso de falla. La corriente nominal será de 400 A

Juego de tres fusibles de alta capacidad interruptiva, con vástago o señalización calibrados para disparo a 10 A.

Juego de tres apartarrayos autovalvulares, monopolares con el neutro conectado sólidamente a tierra, dispositivo de operación por medio de disco y palanca al frente del tablero para la apertura y el cierre manual del cortocircuitos, con bloqueo mecánico que impide la apertura de la puerta si el interruptor esta en posición de "cerrado".

- ◆ Gabinete de acoplamiento al transformador. Gabinete blindado de las dimensiones suficientes para una tensión de 24 KV, diseñado para acoplarse mecánica y eléctricamente a la garganta del transformador y que alojará en su interior el siguiente equipo:

Barras trifásicas de color electrolítico plateado para 400 amperes nominales soportadas sobre aisladores de resina epóxica.

Extensión de barras para conexión eléctrica a las boquillas del transformador en forma rígida o flexible.

Barra de tierra de cobre electrolítica de color plateado, de la sección adecuada a las corrientes de corto circuito.

Centro de control de motores.

Es el equipo que controlará y protegerá los motores eléctricos, cuyas características son servicio interior; NEMA 1, alambrado tipo NEMA B, autosoportado, color gris, 440 volts, 3 fases, 4 H.

Con los siguientes componentes:

Tres transformadores de corriente tipo ventana, relación de transformación 600/5 A. Aislamiento de 600 V.

Un conmutador de fases de 4 pasos, para amperímetro.

Amperímetro de C.A., con escala de 0-600 A, elemento de 5 A; con carátula cuadrada de 114 mm por lado, precisión +1% del total de la escala, con números y agujas de color negro sobre fondo blanco.

Tres transformadores de potencial, con RT de 480-120 V, aislamiento A 600 V, con tres fusibles en el lado primario.

Un conmutador de fases con cuatro pasos, para voltímetro.

Voltímetro para C.A., con escala de 0-600 V, elemento a 150 V.

Interruptor electromagnético principal de tres polos, rango de 100-800 A; operación manual, montaje fijo, para una capacidad interruptiva nominal, de 30,000 A.

Relevador instantáneo de sobrecorriente y relevador de sobrecorriente de tiempo para corriente alterna.

Relevador de baja tensión y relevador de secuencia de fases.

Combinación de interruptor termomagnético con capacidad conductiva normal de tres polos, 200 A e interruptiva de 22,000 A. r.m.s. simétricos y un arrancador magnético a tensión reducida, tipo autotransformador, transición cerrada, tamaño NEMA 4 para controlar un motor de 100 c.p., 440 V, tres fases, 60 c.p.s., 880 r.p.m., deberá suministrarse con los siguientes accesorios:

Relevador de sobrecarga, trifásico con juego de tres elementos térmicos, de capacidad adecuada.

Transformador de circuito de control, 480/120 V, de 750 VA de capacidad.

Estación de botones arrancar-parar de contacto momentáneo.

Conmutador selector de 3 posiciones, manual-auto-fuera, para operar el equipo de bombeo manual o automáticamente.

Luces piloto color rojo, verde y blanco.

Tres transformadores de corriente tipo ventana, relación 300/5 A, aislamiento A 600 V.

Conmutador de fases de 4 posiciones para amperímetro.

Amperímetro de C.A., escala 0-300 A, elemento A 5A.

Relevador de sobrecorriente instantáneo de falla a tierra.

Relevador de sobrecorriente de tiempo para corriente alterna.

Relevador térmico de máquina.

Dispositivo protector de chumaceras.

Combinación de interruptor termomagnético con capacidad normal de 3 polos, 40 A, e interruptiva de 14,000 A r.p.m., simétricos y un arrancador magnético a tensión reducción tipo autotransformador tipo transición cerrada, tamaño NEMA 2, para controlar un motor de 15 H.P., 440 V, tres fases, 60 c.p.s., 1760 r.p.m., deberá suministrarse con los siguientes accesorios:

Revelador de sobrecarga, trifásico, con juego de tres elementos térmicos de capacidad adecuada.

Transformador de circuito de control 480/120 V, de 750 VA de capacidad.

Estación de botones arrancar-parar de contacto momentáneo.

Conmutador selector de 3 posiciones, manual-auto-fuera, para operar el equipo manual automáticamente.

Luces piloto color rojo, verde y blanco.

Tres transformadores de corriente tipo ventana, relación 300/5 A, aislamiento A 600 V.

Conmutador de fases de 4 posiciones, para amperímetro.

Amperímetro de C.A., escala 0-200 A, elemento A 5A.

Revelador de sobrecorriente instantáneo, de falla a tierra.

Resevapor de sobrecorriente de tiempo para corriente alterna.

Resevapor térmico de máquina.

Dispositivo protector de chumacera.

Interruptor termomagnético principal de 3 polos 440 V, 30 A.

Un transformador seco, tritasico de 5 KVA, relación 440/220-127 V.

Interruptor termomagnético, derivado de 3 polos, 220 U, 20 A.

Centro de carga de 14 espacios para operar en tres P.4H. 220/127 U.C.A., con los siguientes interruptores.

8 de un polo de 15 A.

3 de 2 polos de 15 A

Generalidades

Todos los gabinetes deberán tener las siguientes características

Ventilación. El sistema de ventilación deberá estar diseñado para impedir la condensación de vapor de agua, en el techo o en las partes superiores de la subestación, mediante la creación de un flujo de aire, que recorra todas las partes donde halla posibilidad de condensación de agua.

Techo. Deberá estar diseñado de forma tal que impida la acumulación de agua y a su vez coopere en la creación del flujo de aire interior, deberá tener una pendiente mínima de 3%.

Fabricación. Los gabinetes deberán estar contruidos con perfiles de acero rolado en frío, combinando los calibres No. 9, 10 y 12 u.s.g, autosoportados, con puertas provistas de bisagras y manijas de aluminio.

Acabados. Todos los elementos estructurales metálicos deberán someterse a un tratamiento anticorrosivo, del tipo fosfatización o similar, antes de la aplicación del acabado, el cual consistirá de un mínimo de 3 manos de primer anticorrosivo y 3 manos de esmalte gris claro.

Transformador.

El transformador es un componente eléctrico, que consiste en dos o más bobinas acopladas entre sí por inducción magnética. Utilizado para transformar energía eléctrica de uno o varios circuitos de corriente alterna a otro u otros.

Condiciones de operación del transformador.

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. Tipo | Intemperie, sumergido en aceite. |
| 2. Capacidad | 1500 KVA, con una elevación de temperatura máxima de 55° sobre la media ambiente de 25° C, con aislamiento para 65° C. |
| 3. Fases | 3 |
| 4. Frecuencia | 60 c.p.s. |
| 5. Tensión primaria | 23,000 volts, conexión delta. |
| 6. Tensión secundaria | 480/254 volts, conexión estrella. |
| 7. Neutro | Boquilla nominal. |

8. Tipo de enfriamiento	Autoenfriamiento con aceite.
9. Terminales	Alta tensión en caja de lado izquierdo, mirando al transformador de frente y baja tensión en caja al lado derecho.
10. Derivaciones	En alta tensión 4 derivaciones de 2.5% cada una, dos arriba y dos abajo de la tensión nominal.
11. Impedancia	Normal de manufactura.
12. Altura de operación	2300 m.s.n.m.
13. Marca	I.E.M
14. Desplazamiento angular	Entre la alta y baja tensión deberá ser 30°.
15. Clase de aislamiento	Según normas ANSI C57-12-00 SECC-4

Accesorios del transformador.

1. Indicador del punto más caliente.
2. Cambiador de derivaciones sin carga, con manija de operación.
3. Indicador de carátula del nivel del líquido aislante, tipo magnético.
4. Válvula para drenaje. Muestreo y conexión interior del filtro de prensa.
5. Válvula para conexión superior del filtro de prensa.
6. Asas para levantar el tanque, aditamentos necesarios para poder sacar el núcleo y bobinas.
7. Almohadilla para conexión a tierra del transformador, conector para cable.
8. Agujeros de visita en la cubierta.
9. Placa descriptiva del material inoxidable en lugar visible que muestre el diagrama de conexión y las características del transformador.
10. Líquido aislante necesario.
11. Indicador de temperatura del aceite. tipo carátula, graduada en grados centígrados.
12. Pintura. El acabado del tanque será de color gris claro No. 61, según normas ANSI. en vigor.

Planta auxiliar de energía eléctrica.

Las plantas eléctricas son dispositivos que aprovechan cierto tipo de energía, para producir energía eléctrica. Dicha energía puede provenir de:

La energía de un motor de combustión interna.

La energía solar.

La energía de los gases provenientes del subsuelo.

Etc.

La planta de emergencia de la PB 6A es del tipo de energía de un motor de combustión interna.

Las plantas con motores de combustión interna son aquellas que aprovechan la energía térmica de un combustible para producir movimientos en un motor de combustión interna, y este a su vez mueve a un generador síncrono de corriente alterna, del cual se obtiene energía eléctrica.

Las plantas con motores de combustión interna, normalmente se clasifican en:

A) De acuerdo al tipo de combustible:

- ◆ Con motor a gas (L.P.)
- ◆ Con motor a gasolina.
- ◆ Con motor a diesel.

La planta de emergencia de la PB 6A es con motor a gasolina.

B) De acuerdo al tipo de servicio:

- ◆ Servicio continuo.
- ◆ Servicio de emergencia.

La planta de emergencia de la PB 6A es de servicio de emergencia.

C) Por su operación:

- ◆ Manual.
- ◆ Automática.

La planta de emergencia de la PB 6A es del tipo manual.

Las plantas eléctricas para servicio de emergencia, se utilizan en los sistemas de distribución modernos, que usan frecuentemente dos o más fuentes de alimentación.

Su aplicación es por razones de seguridad y/o economía de las instalaciones en donde es esencial la continuidad del servicio eléctrico.

Las plantas manuales, son aquellas que requieren para su funcionamiento que se operen manualmente con un interruptor para arrancar o parar dicha planta. Es decir que no cuentan con la unidad de transferencia de carga sino a través de un interruptor de operación manual.

Descripción del motor de combustión interna:

- A) La planta eléctrica (motor y generador) está montada en base de acero con sus sistemas de: enfriamiento, protección contra alta temperatura del agua, baja presión del aceite y sobrevelocidad, motor de arranque, controles de arranque y paro, válvulas de purga, bomba de inyección de combustible, filtros de aire, aceite y combustible.
- B) Tablero de control de arranque y paro.
- C) Instrumentos: un voltímetro, un amperímetro, un frecuencímetro, y horómetro, conmutadores de fases para el amperímetro y el voltímetro.

Al frente del motor se encuentra localizado el radiador y el ventilador, los cuales sirven para enfriar la máquina, por el lado de la flecha de la máquina se localiza el generador sincrónico de corriente alterna.

En la parte superior se encuentra el múltiple de escape y sobre este el turbocargador, al frente del mismo se encuentra el gobernador hidráulico o electrónico y la bomba de combustible (alimentación y retorno), se encuentra localizada del mismo lado de la bomba, así como también el filtro de combustible y el tablero de instrumentos.

Abajo a la derecha y cerca del tanque de depósito de aceite (carter) se encuentra el control de baja presión de aceite y el control de temperatura de aceite.

Arriba y al frente, a la izquierda, se encuentra localizado el acondicionador de temperatura (precalentador de agua).

Convenientemente distribuidos se encuentran orificios para:

- ◆ La purga de aceite quemado.
- ◆ La purga de agua de enfriamiento.
- ◆ El aceite del gobernador.
- ◆ El llenado de aceites del motor.
- ◆ Verificador del nivel de aceite.
- ◆ El llenado de agua al radiador.

Descripción del generador síncrono de corriente alterna.

Es una máquina que produce corriente alterna, diseñada para acoplarse directamente a un motor de combustión interna, estacionario, que lo impulsa.

Los generadores síncronos incluyen además del generador, la unidad de excitación que suministra corriente continua a las bobinas de campo rotatorio. Un regulador automático de voltaje que mantiene el voltaje de salida del generador dentro del rango permisible independientemente de los cambios de la corriente de carga.

La carcaza, robusta a prueba de goteo, esta fabricada de placa de acero, gruesa, reforzada, internamente para darle mayor resistencia. La carcaza y la base forman una unidad integrada que simplifican la instalación de la máquina y su alineamiento con el motor impulsor.

Los generadores síncronos están diseñados con un sistema de ventilación autocontenido que hace circular el aire de enfriamiento a través de la masa.

Un ventilador direccional montado en el extremo impulsor de la flecha del rotor, toma el aire ambiente introduciéndolo en la máquina, a través de aberturas de celosía en el extremo de la excitatriz de la máquina. El aire pasa axialmente entre los polos del campo través del entrehierro, siendo impulsado radialmente hacia los cabezales de la bobina del estator. El aire caliente pasa a la atmósfera, por medio de aberturas de rejilla en extremo de impulso de la carcaza.

Sistema de tierras.

Las instalaciones eléctricas deben estar diseñadas para prevenir el peligro de cualquier contacto accidental de las partes metálicas que rodean a los elementos que se encuentran bajo tensión, los cuales deben estar provistos de los apoyos y aisladores adecuados. Aún con estas medidas de seguridad permanece el peligro de que estas partes normalmente aisladas tengan contacto con las partes que no están a tensión y se tenga una diferencia de voltaje con respecto al suelo (tierra), que podría causar algún accidente.

Este peligro se puede reducir y eventualmente eliminar, estableciendo una conexión a tierra conveniente que se denomina "conexión a tierra".

Clasificación de las conexiones a tierra:

1) Conexión a tierra para protección.

Es necesario conectar eléctricamente al suelo aquellas partes de las instalaciones eléctricas que no se encuentren normalmente sujetas a voltaje, pero que pueden tener diferencias de voltaje a causa de fallas accidentales, tales partes pueden ser: los tableros eléctricos, el tanque de los transformadores o interruptores, la carcasa de las máquinas eléctricas, la estructura metálica de las subestaciones y en general todos los soportes metálicos de equipos y aparatos.

2) Conexión a tierra para funcionamiento.

Con el fin de mejorar el funcionamiento, tener mayor seguridad y mejorar la regularidad de operación, es necesario establecer una conexión a tierra en determinados puntos de una instalación eléctrica, como por ejemplo los neutros de los alternadores, de los transformadores, en los devanados conectados en estrella, la conexión a tierra de los apartarrayos, de los hilos de guarda, de los transformadores de potencial y algunos otros.

3) Conexión a tierra para trabajo.

Con frecuencia durante las actividades de trabajo en una instalación eléctrica, como son el mantenimiento, ampliaciones y reparaciones, etc., es necesario realizar conexiones a tierra temporales con partes de la instalación puestas fuera de servicio, con el fin de que sean accesibles sin peligro para los trabajos a realizar.

El problema del mantenimiento de una conexión a tierra consiste en mantener una resistencia de tierra mínima.

Los factores que determinan la resistencia de las conexiones a tierra son:

A) Factores del terreno.

- 1) Clase del terreno.
- 2) Humedad del terreno.
- 3) Salinidad del terreno.
- 4) Temperatura del terreno.

B) Factores de los electrodos.

- 1) Profundidad de los electrodos.
- 2) Diámetro de los electrodos.
- 3) Separación de los electrodos.
- 4) Número de los electrodos.
- 5) Material de los electrodos.

A) Factores del terreno.

1) Clase del terreno.

La clase del terreno es de suma importancia para un buen sistema de tierras.

Para dar una idea de la resistencia eléctrica que tiene cada tipo de terreno, se compara la resistencia del cobre contra la resistencia del terreno que es mucho mayor.

CLASE DEL TERRENO	RESISTENCIA ohm-m	COMPARACION CON EL COBRE
SUELO PANTANOSO	50	29 veces la del cobre
TIERRA DE ARCILLA	100	57 veces la del cobre
SUELO ROCOSO	3000	1710 veces la del cobre

2) Humedad del terreno.

Cuando mayor sea la humedad del terreno se reducirá la resistencia eléctrica del terreno, especialmente cuando la humedad es superior al 15%.

PARA UN BUEN SISTEMA DE TIERRAS SE ELEGIRA UN TERRENO SUFICIENTEMENTE HUMEDO.

3) Salinidad del terreno.

Al aumentar la salinidad del terreno, la resistencia eléctrica del terreno disminuye.

PARA UN BUEN SISTEMA DE TIERRAS CONVIENE TRATAR AL TERRENO CON SAL COMUN, ADEMAS AYUDA A CONSERVAR LA HUMEDAD DEL TERRENO.

4) Temperatura del terreno.

Las temperaturas de 0° C o menores, congelan el agua contenida en el terreno, aumentando su resistencia eléctrica.

La temperatura deseable es no menor de 10° C, pero como no es práctico calentar el terreno surge la necesidad de enterrar los electrodos hasta una profundidad que alcance capas menos frías de la tierra y por ello fuera de la zona de congelación del agua.

CUANDO MAS ALTA SEA LA TEMPERATURA DEL TERRENO, MENOR SERA SU RESISTENCIA ELECTRICA.

B) Factores de los electrodos.

1) Profundidad de los electrodos.

La profundidad mínima de los electrodos de 3/4" es de 2.5 m, pero entre más profundidad se tenga es más conveniente.

A MAYOR PROFUNDIDAD ALCANZADA POR LOS ELECTRODOS, MENOR SERA LA RESISTENCIA ELECTRICA DEL SISTEMA DE TIERRAS.

2) Diámetro de los electrodos.

El diámetro del electrodo puede ser de 3/4" o mayor si es necesario, pero cuanto mayor sea el diámetro del electrodo se aumenta la superficie de contacto entre el electrodo y el terreno y por ello la resistencia eléctrica de contacto disminuye.

CUANTO MAYOR SEA EL DIAMETRO DEL ELECTRODO, MENOR SERA LA RESISTENCIA ELECTRICA DEL SISTEMA DE TIERRAS.

3) Separación de los electrodos.

Para electrodos de 3/4", enterrados a 3 m, se ha observado que a partir de 2 m de separación de los electrodos la resistencia eléctrica de la toma de tierras ya no disminuye notablemente. Para separaciones menores de 2 m, la resistencia eléctrica se eleva mucho.

LA SEPARACION MINIMA ACEPTABLE ENTRE LOS ELECTRODOS SERA DE 2 METROS, Y A SEPARACIONES MAYORES Y RAZONABLES LA RESISTENCIA ELECTRICA DEL SISTEMA DISMINUYE.

Para fines prácticos se tomará una separación entre electrodos de 3 m.

4) Número de electrodos.

A medida que se ponen más electrodos, por el hecho de que la resistencia eléctrica de cada uno de ellos queda conectada en paralelo, la resistencia eléctrica total disminuye.

CUANTO MAYOR SEA EL NUMERO DE ELECTRODOS INTERCONECTADOS, MENOR SERA LA RESISTENCIA ELECTRICA DE LA TOMA DE TIERRAS.

El mantenimiento que se les da es agregar agua salada.

5) Material de los electrodos.

Para una buena conductividad de conexiones a tierra, el material utilizado es normalmente, cobre electrolítico con una pureza de 99.9%.

La conductividad de la varilla aumenta considerablemente cuando tiene alma de acero de bajo contenido de carbón.

El tipo de materiales utilizados en el sistema de tierras para la planta de bombeo 6A son:

Conector mecánico para conexión de cable de cobre, No. 2/0 AWG a varilla.

Molde Cadweld para conexión de cable No. 2/0 AWG a varilla Cat. GIE-1C2G con cartucho 115 (11 cartuchos).

Molde Cadweld para conexión de cable de cobre No. 2/0 AWG a cable de cobre No. 2 AWG Cat. TAG-2GIV con cartucho 45 (14 cartuchos).

Molde Cadweld para conexión de cable de cobre No. 2/0 AWG a zapata Cat. GLC-CEIV con cartucho 32 (11 cartuchos).

Molde Cadweld para conexión de cable de cobre No. 2/0 AWG a varilla Cat. GRC-162G con cartucho 90 (5 cartuchos)

Molde Cadweld para conexión de cable de cobre No. 2 AWG a tubo Cat. VSC-1V-V3E con cartucho 90 (4 cartuchos).

Conector mecánico para cable No. 2 AWG a poste de cerca Cat. GAR-1826.

Conector mecánico para cable No. 2 AWG para trenzilla a poste de cerca Cat. GG18-1.

Trenzilla de cobre flexible estañado de 2x18mm calibre No. 4 AWG.

Cable de cobre desnudo semiduro clase "B" ASTM CAL.

a) No. 2/0 AWG

b) No. 2 AWG

Varilla tipo Copperweld para sistema de tierra de 3.05 m, longitud y 15.8 mm de diámetro.

Tubo de albañal de cemento de 1.0m de longitud por 305mm de diámetro con campana tapa en un extremo

Sistema de alumbrado.

El sistema de alumbrado, es el encargado de proporcionar la visibilidad adecuada al personal operativo cuando ya no existe la luz de día. Se divide en alumbrado interior y alumbrado exterior.

Alumbrado interior.

Se encuentra instalado en la parte interna de las áreas que denominamos en capítulos anteriores como cerradas, es decir, cuarto de talleres, cuarto de control de máquinas, bodega, etc., cuyos componentes son luminaria incandescente de 100 W, completo, con socket, 120 V, 60 c.p.s., apagador sencillo tipo intercambiable con placa de una ventana, 127 V, 60 c.p.s., cable unipolar de cobre clase 600 V, aislamiento TW en los siguientes calibres: No. 10 AW6 y No. 12 AW6. Caja de conexiones rectangular tipo chalupa, con arribos y salidas de 13 mm de diámetro, caja de conexiones tipo cuadrada, con arribos y salidas de 13 mm de diámetro, tubo conduit de plástico, pared delgada tipo poliducto de 13mm de diámetro, tablero "B" para alumbrado tipo 00, 1 fase, 3 hilos, 127 V, con zapatas principales, gabinete para servicio interior NEMA 1, con dos interruptores termomagnéticos de 1 p X 15 p.

Alumbrado exterior.

Se encuentra instalado en el área de patio de maniobras y está formado a base de postes metálicos de 7.0 m de altura y luminarias en la parte superior de 400 W. Los postes metálicos se empotran mediante una placa metálica de 13 mm de espesor y cuatro anclas de acero a una zapata de concreto. Cada poste lleva su respectivo registro eléctrico a base de concreto armado de 60 X 40 cm.

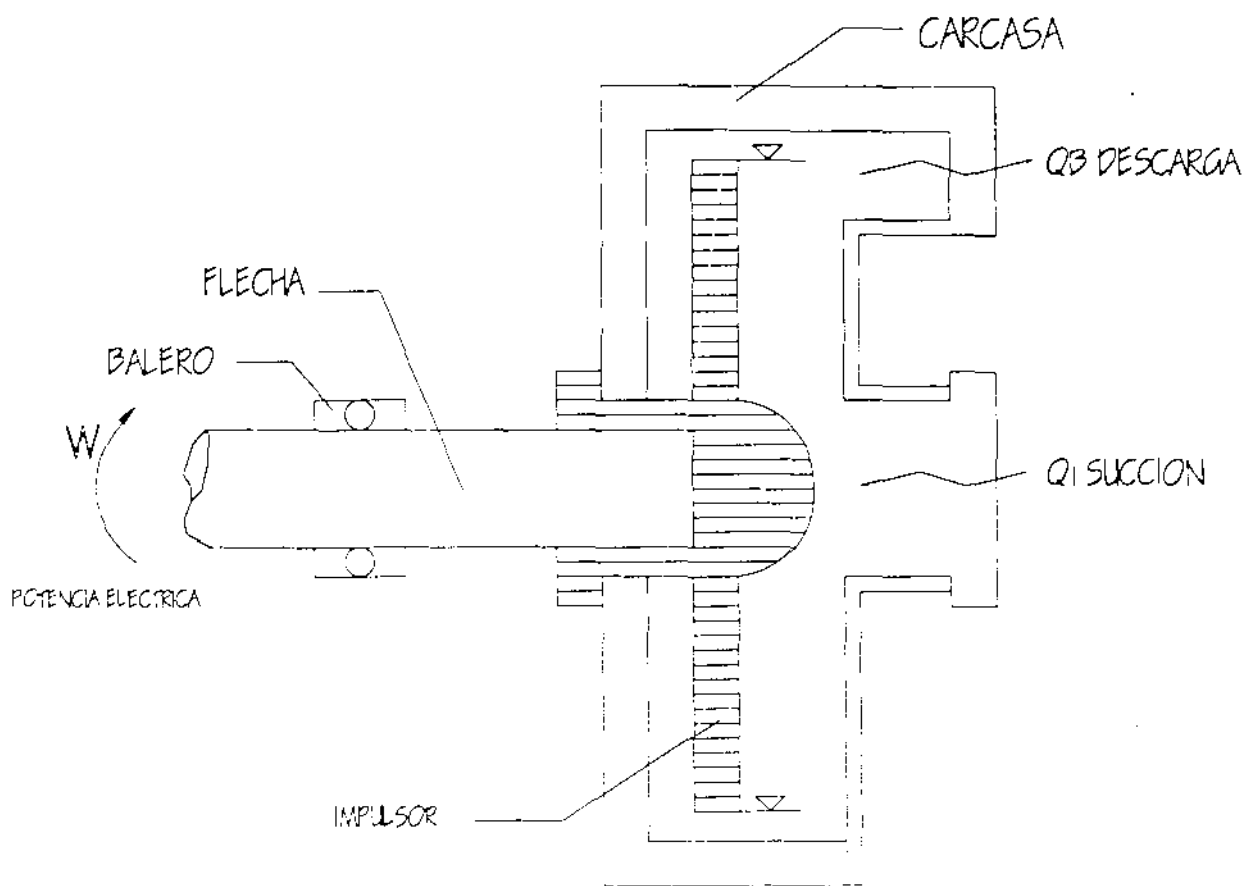


FIG. No. 37 CORTE TRANSVERSAL DE BOMBA

DATOS DE IDENTIFICACION	
CLIENTE	GEOPRESA
PARTIDA	102-1
UBICACION	INSURGENTES No. 29
LUGAR	ESTACION DE BOMBEO SUR 20
PROYECTO	A-0266-9A
DATOS DE BOMBA	
MARCA	NAASA JOHNSTON
TIPO	FLUJO MIXTO
MODELO	NJ-20-1.5
ESCAPAS	1
DIAM. MAX. PASO ESPERA	70 mm (2-3/4")
GASTO	650 LPS (10 500 GPM)
C.D.T.	8.0 MTS (26.24 PIES)
EFICIENCIA	81%
POT. REQ.	89 H.P.
VELOCIDAD	880 R.P.M.
N.P.S.H. R	6.4 MTS. (2 PIES)
EMPL. E	1.96 kg
FLUIDO	AGUAS NEGRAS
DATOS DE MOTOR	
MARCA	EM
TIPO	VEHAFG
ARMAZON	445 TP
POTENCIA	100 H.P.
TENSION	440 V
VELOCIDAD	880 R.P.M.
POLOS	8
FRECUENCIA	60 Hz
FASAS	3
ASLANIENTO	TPC B
DATOS DE PESOS APROX.	
PESO CPO. BOMBA	650 kg
PESO COLUMNA	900 kg
PESO CABEZAL	550 kg
PESO MOTOR	770 kg
PESO TOTAL	2870 kg
DIMENSIONES GENERALES	
BOMBAS NJ-20-1.5 X 1 ESCAPA	
COL. DE 30" X 2 1/2" X 1 1/16"	
CABEZAL 550, 16" X 2 1/2" X 30"	
UB. ACEITE	

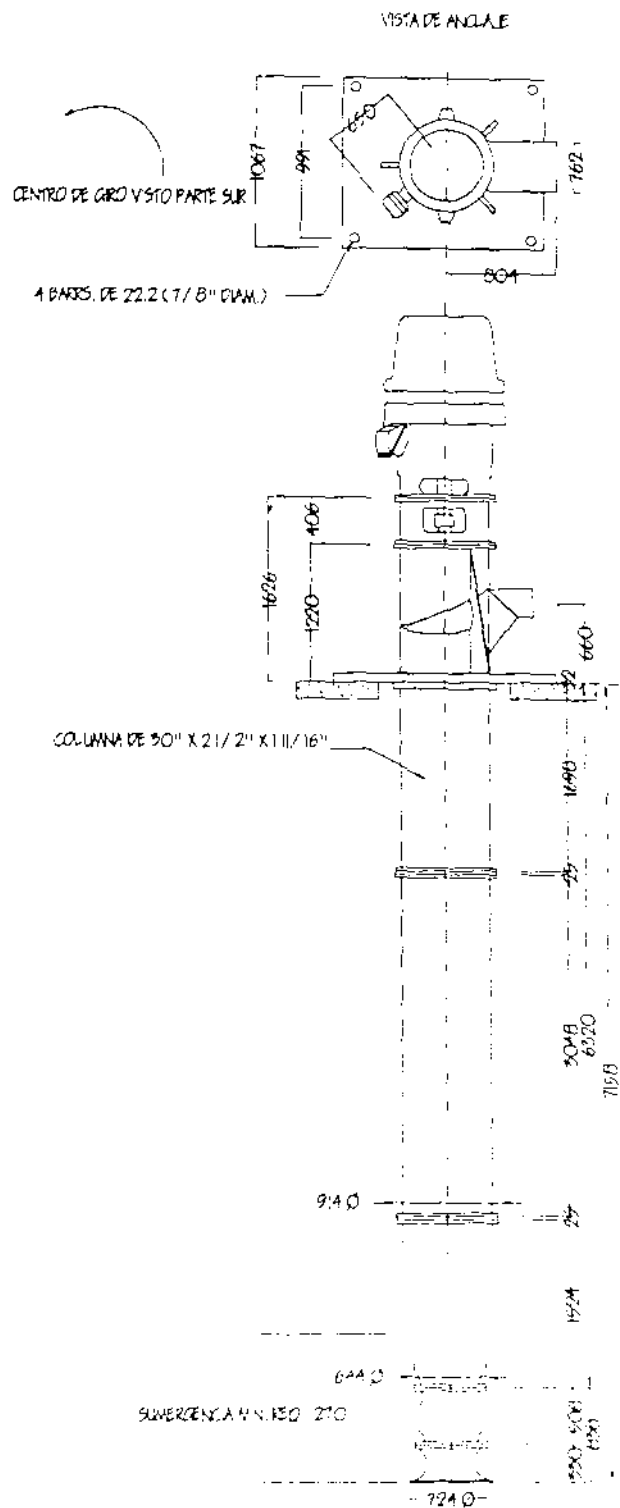
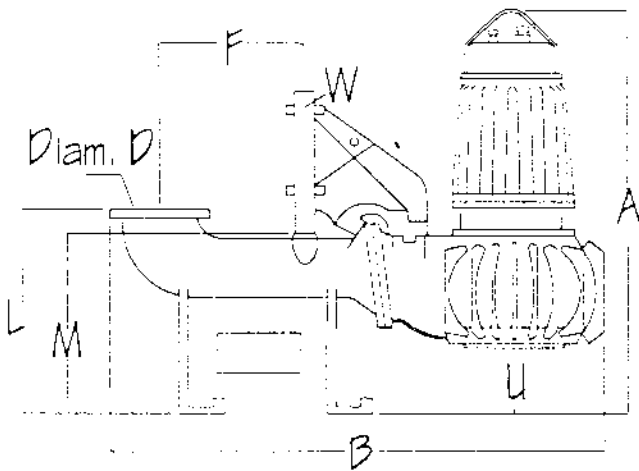


FIG. No. 38 BOMBA VERTICAL DE FLUJO MIXTO



DATOS GENERALES	
POTENCIA DEL MOTOR	15 HP
VELOCIDAD	1750 RPM
TENSION	220 / 440 V
CORRIENTE A 220 V.	40.0 amp
FRECUENCIA	60 Hz
PASOS	3
Ø NOMINAL PERSONA	205 mm
PASO DE ESTRIA	90 mm
REGULACION	MANEJO FLUJ
PESO	550 kg
MATERIALES	FIERRO GR5 ACERO INOXIDABLE BRONCE
DIMENSIONES	
A A TIRA	155 mm
Ø LARGO	395 mm
P.	205 mm
F	55 mm
W	54 mm
M	46 mm
L	100 mm
D	84 mm

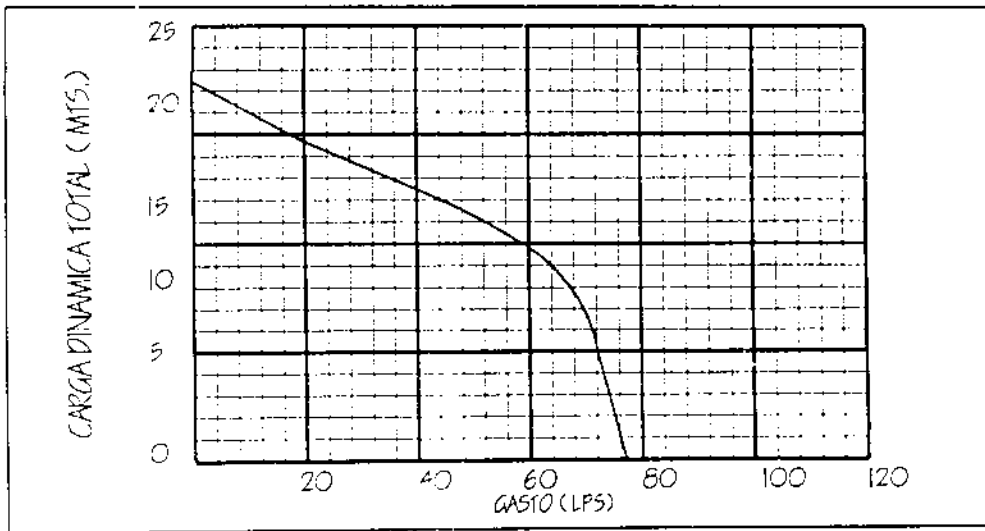


FIG. No. 39 BOMBA SUMERGIBLE

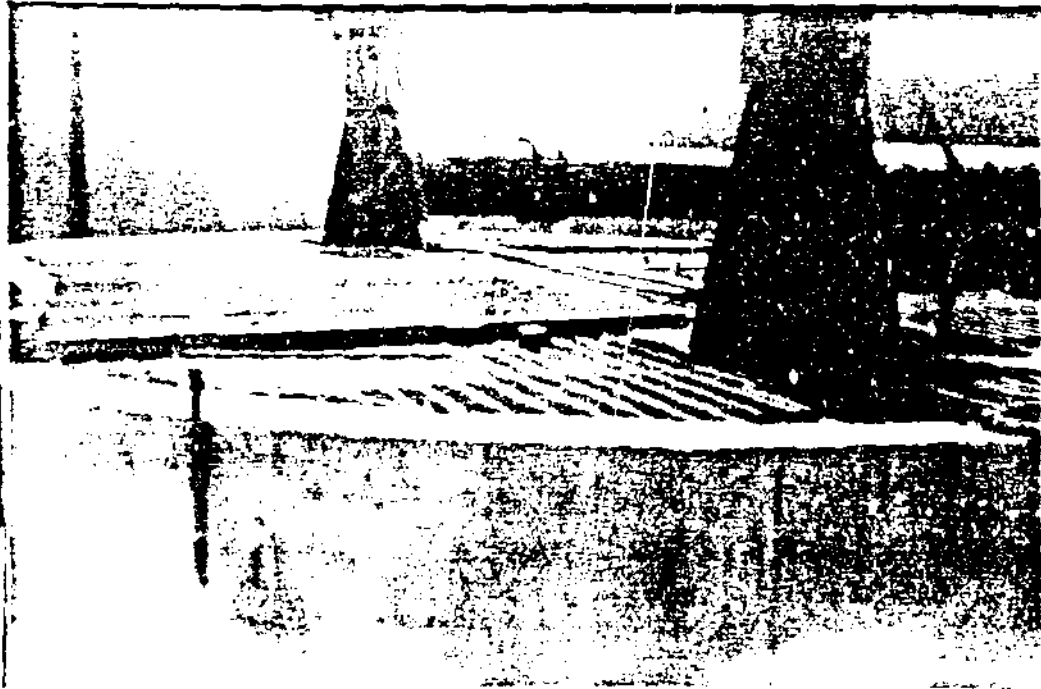


PHOTO No. 46

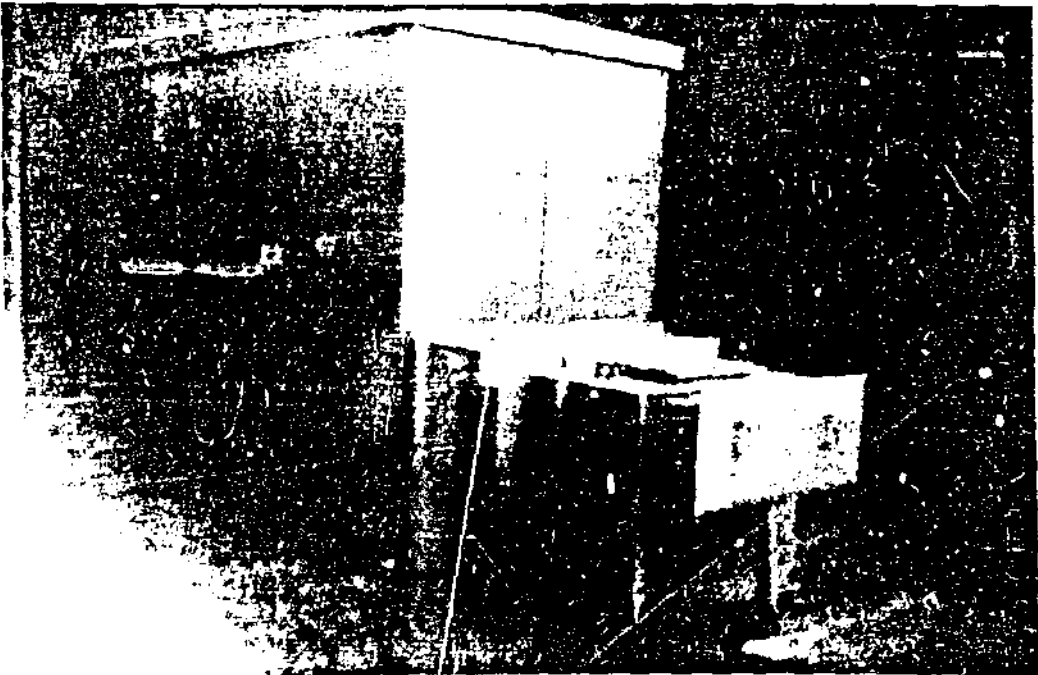


PHOTO No. 47

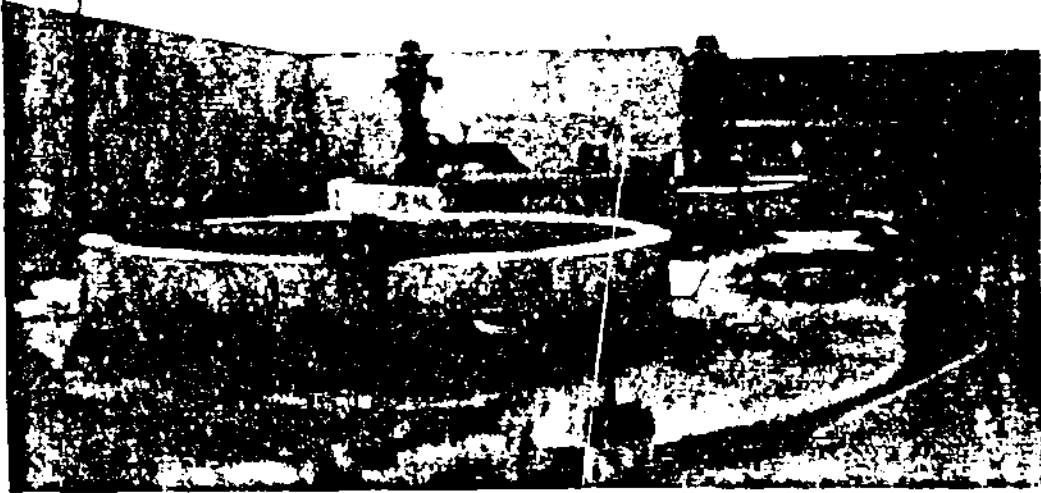


FIGURE 3

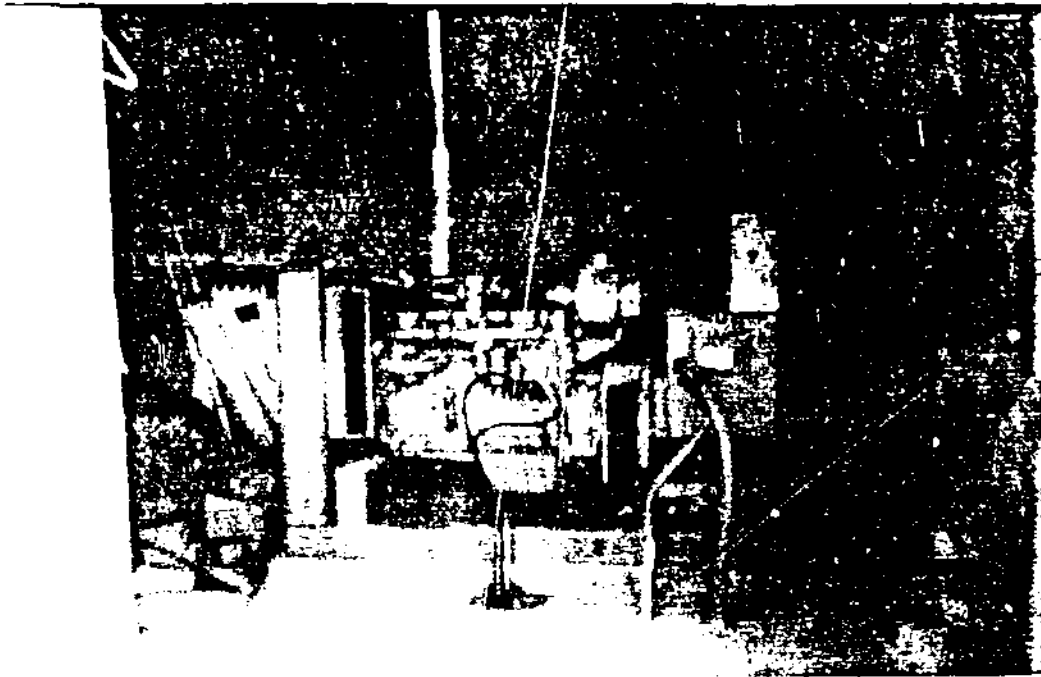


FIGURE 4

CAPITULO V

PROBLEMATICA PRESENTADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE BOMBEO.

Durante la construcción de una determinada obra siempre existirán diversos factores que alteran el desarrollo normal de la ejecución de dicha obra. Estas alteraciones se denominarán en este capítulo como "problemática de obra".

La problemática de obra deberá ser resuelta rápida y adecuadamente por el cuerpo de ingenieros responsables de la obra, como son la contratista, la supervisión y el área de proyecto; sin embargo, en ocasiones la problemática presentada en obra exige una solución tan inmediata que no existe tiempo para esperar una solución de proyecto, es aquí donde toca al ingeniero de campo o residente de obra tomar toda la responsabilidad y emitir una correcta solución a la problemática presentada.

El primer problema que se presentó para la construcción de la planta de bombeo 6A fueron las características del terreno que como se menciona en el Capítulo 1, no eran adecuados para construir la planta; teniéndose que mejorar las terracerías hasta un nivel más profundo que el marcado en proyecto y por otra parte el hincado de vigueta y construcción de pantalla metálica en todo el perímetro del área de construcción.

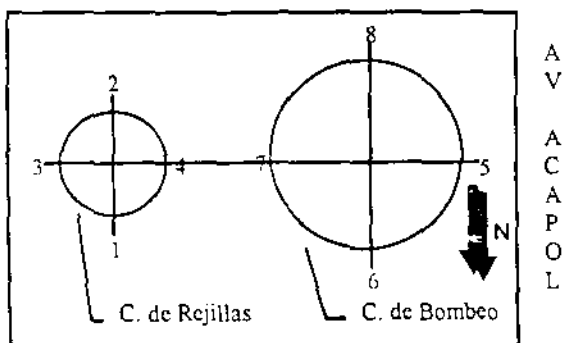
El segundo problema para la construcción de la planta consistió en la construcción y clausura de un cárcamo de bombeo que como se hace referencia en los capítulos II y III, se tenía proyectada la construcción de un cárcamo de bombeo a base de concreto reforzado de un diámetro de 6.50 m y una profundidad de 7.66 m, utilizando un método constructivo denominado "pozo indio", de tal forma, que realizando un estricto control topográfico conforme se construía, se observó que diariamente el cárcamo sufría un desplome. Este desplome inició desde la construcción de la tercer dovela y para continuar con la construcción de la siguiente dovela, se fue colocando lastre a base de costalera en la parte contraria de donde se realizaba la excavación. Este procedimiento controló temporalmente el desplome y fue hasta casi terminada la quinta dovela que el desplome del elemento era tan marcado que se observaba a simple vista. Debido a esto se suspendió la construcción del cárcamo, hasta el nivel inferior de muros, ya que no se sabía hasta que grado continuaría desplomándose este elemento.

Por tal motivo se tenía que tomar una decisión entre dos alternativas que se propusieron:

1. Enderezar la dovela fallada.
2. Construir un cárcamo nuevo, utilizando un procedimiento constructivo más eficaz.

Se hicieron análisis de costos, estudios de mecánica de suelos y se optó por la segunda alternativa, que si bien no fue la más económica, si fue la más eficiente, procediéndose a clausurar el cárcamo fallado y construir un nuevo cárcamo que utiliza un método constructivo denominado muro colado "in situ".

CALLE AXAYACATL



REGISTRO DE NIVELACIONES

TABLA No. 4

FECHA	HORA	1	2	3	4	5	6	7	8
20-V-94	10:50	34.021	34.017	34.120	33.916	34.876	34.514	34.275	34.620
13-VI-94	11:00	34.018	34.016	34.121	33.915	34.862	34.501	34.268	34.614
	16:23	34.016	34.013	34.120	33.913	34.844	34.476	34.247	34.599
14-VI-94	10:08	34.015	34.010	34.125	33.914	34.835	34.471	34.253	34.605
15-VI-95	10:55	34.014	34.010	34.124	33.914	34.809	34.421	34.195	34.563
16-VI-94	10:15	34.015	34.011	34.126	33.911	34.799	34.441	34.217	34.563
17-VI-94	10:20	33.949	33.947	34.060	33.849	34.751	34.387	34.169	34.519
	10:35	33.975	33.974	34.108	33.879	34.717	34.375	34.154	34.495
20-VI-94	10:36	33.969	33.968	34.110	33.880	34.709	34.361	34.149	34.488
	13:40	33.981	33.983	34.109	33.879	34.701	34.358	34.140	34.480
21-VI-94	13:50	33.992	33.993	34.107	33.882	34.692	34.349	34.136	34.473
22-VI-94	9:10	33.989	33.991	34.110	33.886	34.686	34.337	34.126	34.469
	12:20	33.997	33.995	34.111	33.889	34.676	34.328	34.115	34.447
	15:33	34.001	33.993	34.112	33.890	34.679	34.329	34.108	34.432
23-VI-94	9:55	33.991	33.983	34.112	33.882	34.644	34.294	34.071	34.408
	11:30	33.982	33.984	34.108	33.877	34.631	34.286	34.068	34.401
	14:10	33.981	33.978	34.108	33.870	34.619	34.278	34.061	34.393
24-VI-94	9:10	33.976	33.975	34.101	33.867	34.605	34.271	34.057	34.386
30-VI-94	16:00	33.939	33.930	34.057	33.829	34.563	34.275	34.010	34.341
2-VII-94	10:55	34.017	34.004	34.136	33.899	34.572	34.248	34.043	34.344
4-VII-94	16:25	34.006	33.997	34.127	33.889	34.551	34.233	34.025	34.326

REGISTRO DE NIVELACIONES

TABLA No. 5

LOC.	LECTURA INICIAL	LECTURA FINAL	DIF.	LECTURA	DIF.	LECTURA	DIF.	LECTURA	DIF.	LECTURA	DIF.
CÁRCAMO DE REJILLAS											
1	33 503	33 465	-0 038	33 420	-0 083	33 382	-0 121	33 375	-0 128	33 357	-0 145
2	33 527	33 498	-0 029	33 449	-0 078	33 433	-0 096	33 429	-0 099	33 411	-0 116
3	33 591	33 565	-0 026	33 533	-0 058	33 515	-0 076	33 505	-0 086	33 494	-0 097
4	33 443	33 403	-0 040	33 361	-0 082	33 327	-0 136	33 285	-0 158	33 277	-0 166
SUMA PROM.			-0 053		-0 075		-0 107		-0 117		-0 130
CÁRCAMO DE BOMBEO											
5	32 844	32 830	-0 014	32 836	-0 208	32 523	-0 321	32 463	-0 381	32 445	-0 399
6	31 937	31 877	-0 060	31 721	-0 216	31 613	-0 324	31 557	-0 380	31 515	-0 395
7	31 890	31 835	-0 055	31 685	-0 205	31 584	-0 306	31 527	-0 363	31 511	-0 379
8	31 783	31 731	-0 052	31 581	-0 192	31 487	-0 296	31 423	-0 360	31 406	-0 377
SUMA PROM.			-0 0432		-0 205		-0 311		-0 371		-0 387
FECHA	JULIO-4-94	JULIO-11-94		JULIO-15-94		JULIO-14-94		JULIO-15-94		JULIO-16-94	

NOTA: BANCO DE NIVEL PALOMA SOBRE PONTE, COTA 34 300, UBICADO EN ACAPUL Y SUR 20

En las tablas se presentan algunos registros topográficos del control de desplazamientos.

Asentamiento del terreno natural en toda el área de la planta de bombeo.

No obstante, de que en un inicio de la obra se mejoraron las terracerías en toda el área de la planta de bombeo, el terreno natural sufrió un asentamiento debido al exagerado bombeo y movimiento de la maquinaria pesada, realizados para la construcción de los elementos estructurales.

Este asentamiento se presentó cuando se tenían construidos la caja de distribución y el cárcamo de rejillas ocasionando un desnivel entre estos dos elementos respecto a las cotas de proyecto, sin embargo como aún no se construía la tubería de interconexión entre ellos, esta variación de niveles no afectó gravemente el desarrollo de la obra, pues simplemente se adecuó la tubería de interconexión y el cárcamo de bombeo a los nuevos niveles. Así mismo existía un desnivel entre el nivel de terreno natural de la planta respecto al nivel de terreno natural de la calle de tal forma que se elevaron las terracerías hasta donde los elementos ya construidos lo permitían.

El tercer problema en la construcción de la planta fue el agrietamiento y torsión del muro perimetral. Debido al asentamiento del terreno natural dentro de la planta de bombeo, el muro perimetral, construido para entonces en el tramo norte-oriente, se jaló hacia el centro de la planta de bombeo, provocándose agrietamiento y torsión en el mismo. Por lo que se tuvo que demoler totalmente y reconstruir desde la cimentación, una vez terminada la construcción del nuevo cárcamo de bombeo. En esta ocasión se colocaron juntas constructivas a cada 3 m para que en caso de ocurrir otro asentamiento; la fractura del muro ocurriese por tablero.

El cuarto problema que se presentó durante la construcción fue la afectación de vivienda. Durante la construcción de esta obra se afectaron las viviendas colindantes con la planta de bombeo en la parte norte, oriente y sur. En la parte norte solo existió fisuramiento en el muro de la vivienda paralelo al muro perimetral de la planta, por lo cual se procedió a resanar, en la parte oriente se agrietaron muros, losa de techo, pisos y se torsionó el muro perimetral del terreno colindante, cabe mencionar que la pendiente de la losa de techo cambió de sentido hacia la planta de bombeo, por lo que la vivienda quedó inservible y se procedió a reconstruir en forma total. Por la parte sur, en la vivienda colindante, existió un pequeño fisuramiento en pisos, por lo que se procedió a resanar.

El quinto problema que se presentó fue el semidesbordamiento del canal general. Durante la construcción del colector que entra por Av. Acapol y se conecta al colector de Sur 20, para llegar a la planta de bombeo se hizo necesaria la construcción de una caja deflectora en el entronque de ambos colectores, cuando se estaba realizando el armado de dicha caja y debido a problemas de la contratista con la maquinaria se dejó inconclusa la construcción de la caja durante una semana, dejando la cepa abierta y en el fin de semana el flujo de agua socavó las paredes del bordo del canal y fue gracias a la pantalla metálica colocada en un inicio de la obra al pie del talud sobre Av. Acapol que no ocurrió un desborde, pues la pantalla aguantó el empuje del agua y estaba a punto de vencerse, por lo que con el apoyo de varias contratistas que trabajaban para C.E.A.S. se terminó rápidamente la caja y se procedió a rellenar. De haber ocurrido el desborde se habría inundado tanto la planta de bombeo, como las viviendas colindantes y el flujo habría alcanzado los cables de alta tensión.

El sexto problema que se presentó fue la fractura de banquetas y ruptura de tuberías de agua potable. Debido al continuo tránsito de los vehículos y maquinaria pesada necesarios para la obra, se fracturaron banquetas, pavimentos y se rompieron tuberías de agua potable en la mayoría de las calles del pueblo de Xico, las cuales se procedieron a restaurar conforme se fueran detectando.

FECHA: JULIO 4-94

DESNIVEL

PTE. 0.037

SUR 0.729

CARCAMO DE BOMBEO

DESNIVEL

PTE 0.148

NTE 0.024

DESPLOME 0.493 SUR

CARCAMO DE REJILLAS

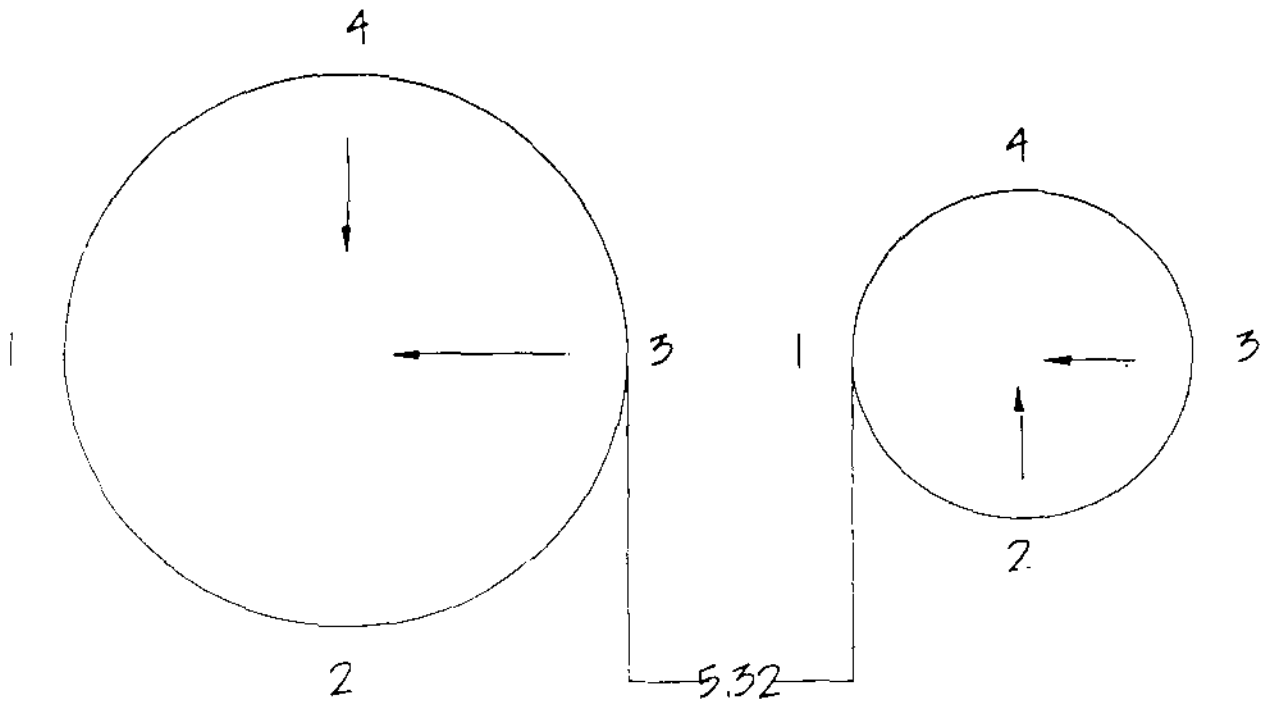


FIG. No. 40 DESPLOME DE CARCAMO FALLADO

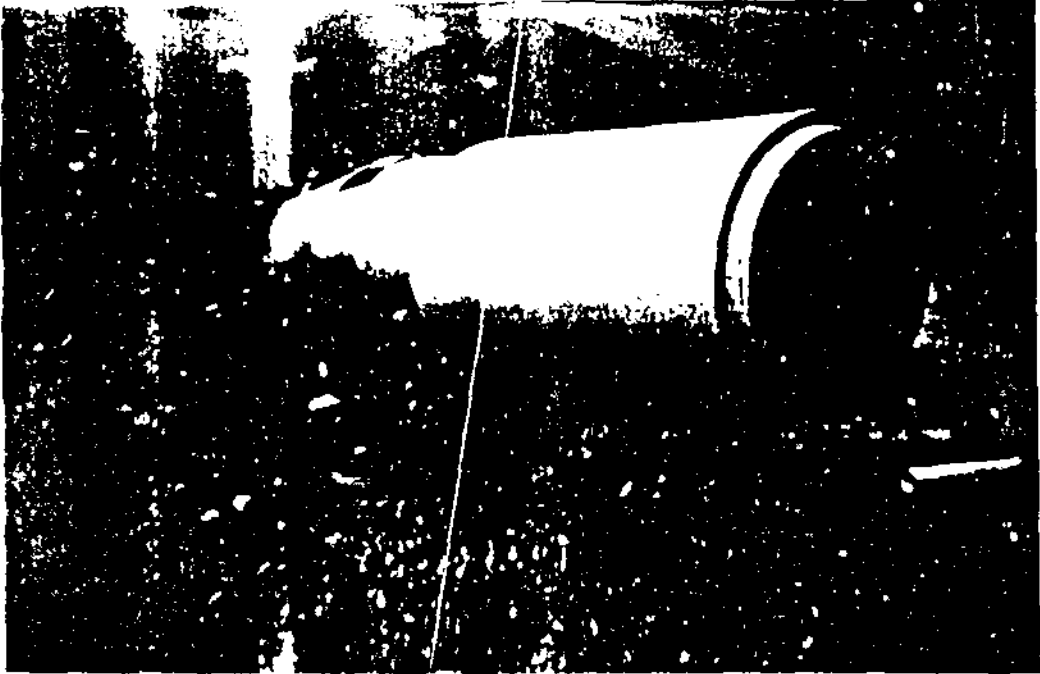


FIG. 3. No. 1. (a) The first stage of the experiment. The object is a large, cylindrical component of a machine, possibly a turbine or a pump, with a thin wire or cable extending from it. The background is dark and textured.

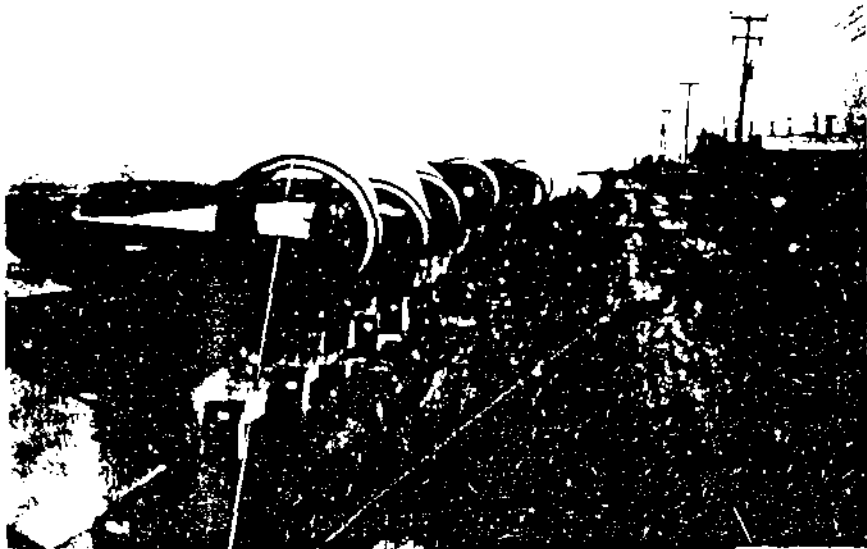


FIG. 4. No. 2. (a) The second stage of the experiment. The object is a long, cylindrical component of a machine, possibly a turbine or a pump, lying horizontally. The object is supported by a series of vertical supports or brackets. The background is dark and textured.



FIGURE 10. View of the interior of the container.



FIGURE 11. View of the exterior of the container.



FOTO No. 48



FOTO No. 59

CAPITULO VI

CONCLUSIONES.

Atendiendo al objetivo de selección de nuestra tesis, planteado al principio de la misma, el cual es la construcción de una obra de ingeniería sobre un terreno, que todos sabemos, ofrece condiciones de mecánica de suelos muy desfavorables para cualquier tipo de construcción pesada, consideramos se cumplió con dicho objetivo.

Por otra parte, las condiciones político-sociales también fueron desfavorables para la implementación de dicha obra, ya que la construcción del drenaje sanitario en el pueblo de Xico-Chalco fue una obra política, la cual el Presidente de la República, se comprometió a entregar antes de concluir su sexenio; una obra política presenta muchas deficiencias debido a la premura de tiempo, pues los estudios de mecánica de suelos no son suficientes, se realizaron unos cuantos y se tomaron de base para toda el área del pueblo de Xico, pero al iniciar la construcción y realizar sondeos exploratorios nos dimos cuenta que el terreno no es el mismo aguas arriba del canal general que aguas abajo, tomándolo como referencia. De tal forma que cada planta de bombeo debió ser proyectada particularmente desde el punto de vista geotécnico, estructural e hidráulico.

Sin embargo, se siguió el proyecto tipo, el cual conllevó a pérdidas de tiempo, tanto para la contratista a supervisión externa y a la supervisión interna (C.E.A.S.) y el encarecimiento de la obra, un ejemplo es la anulación del cárcamo fallado y la

construcción del nuevo cárcamo en un 30% del costo original estimado que era de N\$ 4,070,313.69 y pasó a ser un costo de N\$ 5,291,407.80.

Asimismo el impacto ambiental negativo ocasionado al entorno afectó principalmente a los predios colindantes, ya que si bien se indemnizó a los propietarios por sus viviendas destruidas, se modificó su forma de vida, ya que tuvieron que cambiar su domicilio, por el mal olor que desprende al operar la planta de bombeo, así como la disminución en ventas de los negocios aledaños por el mismo motivo.

Sin embargo el impacto ambiental positivo consiste en una mejoría en obra sanitaria al poblado que repercute en una mejoría de salud, una mejoría en la infraestructura urbana consistente en pavimentos, alumbrado y vivienda.

De tal forma que la planta de bombeo 6A sumada a las otras 15 plantas y a los miles de kilómetros de atarjeas y colectores, representa un gran beneficio para el pueblo de Xico, disminuyendo los focos de infección ocasionados por las aguas residuales estancadas en las calles y mejorando el nivel de vida de sus habitantes.

BIBLIOGRAFÍA

- ◆ E. Juárez Badillo, A. Rico Rodríguez. "Mecánica de Suelos Tomo I"
- ◆ Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento (C.E.A.S.). "Normas y Especificaciones de Construcción para Plantas de Bombeo".
- ◆ DIRAC. "Normas y especificaciones de construcción para plantas de bombeo".
- ◆ IGSA, "Manual de operación y mantenimiento de las plantas eléctricas".
- ◆ N.A.S.S.A. "Normas y especificaciones para construcción de bombas".
- ◆ IMPEL. "Normas y especificaciones para construcción de bombas".
- ◆ NEMA "Normas y especificaciones para construcción de motores eléctricos".
- ◆ CCONNI. "Normas y especificaciones para construcción de motores eléctricos".
- ◆ SELL. "Diccionario Técnico".
- ◆ CHAMBERS. "Diccionario Científico y Tecnológico".
- ◆ LAPEDES. "Diccionario de Términos Científicos y Técnicos".
- ◆ JOSÉ RAMÍREZ VÁZQUEZ. "Máquinas de Corriente Continua".