



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE BOMBEO DE AGUAS
PLUVIALES Y RESIDUALES DE LA UNIDAD HABITACIONAL
SAN JOSÉ DE LA PALMA, EN EL ESTADO DE MÉXICO”

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE :

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

L I N O G A R C Í A R O D R Í G U E Z

ASESOR: ING. OSCAR ENRIQUE MARTÍNEZ JURADO





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



DEDICATORIAS

A mi madre: María Rodríguez Jaramillo †,
con todo mi amor y veneración, por quien
vivo.

A mi padre, Honorato García Vera †, quien
fue mi guía y apoyo.

A mis hermanos:
Fermín, Leonel, Rodolfo, Amparo y Elvira.
Por todos los momentos de felicidad que
compartimos juntos al lado de nuestros
padres.

A mi esposa: Ma. Rosa Serrano Benítez †,
Quien me dio la oportunidad de compartir junto
A ella parte de mi vida y quien me ha regalado a
cuatro ángeles maravillosos : Leticia, Yolanda,
Alejandro y Ricardo.

A mis amigos y compañeros que compartieron
mis años de estudiante y ahora en nuestros
años de trabajo.

Deseo expresar mi agradecimiento al
Ing. Oscar E. Martínez Jurado catedrático de
esta escuela, por sus consejos y el estímulo
que recibí durante la elaboración de este trabajo.

A los miembros del jurado, que desinteresadamente
se presenta para ver a otro alumno que desea la
superación...

A mis maestros y escuela que nos guiaron
durante la carrera y un homenaje póstumo a los
maestros que nos han dejado esta vida y fueron
Pioneros de la Facultad de Ingeniería.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I GENERALIDADES SOBRE PLANTAS DE BOMBEO	
1.1 Gasto de estación de bombeo.....	4
1.2 Altura de bombeo.....	4
1.3 Requisito de potencia.....	4
1.4 Localización.....	5
1.5 Tipos de energía.....	6
1.6 Fuentes auxiliares de energía.....	6
1.7 Tipos de bombas.....	6
1.8 Bombas centrifugas.....	6
1.9 Características del cárcamo de bombeo.....	7
1.10 Diseño de los cárcamos.....	7
1.11 Motores eléctricos.....	7
1.12 Sub-estación eléctrica.....	7
1.13 Tuberías, válvulas y accesorios.....	7
1.14 Edificios, servicios, almacén, talleres, arquitectura e ingeniería.....	15
1.15 Automatización.....	16
1.16 Diseño de estación de bombeo.....	18
CAPÍTULO II GENERALIDADES DE LA OBRA	
2.1 Localización.....	27
2.2 Descripción de la obra.....	29
CAPÍTULO III ESTUDIOS PREVIOS	
3.1 Topografía.....	32
3.2 Hidrología.....	34
3.3 Mecánica de suelos.....	40
3.4 Investigación del subsuelo.....	41
3.4.1 Exploración del suelo.....	41
3.5 Ensayes del laboratorio.....	43
3.6 Estratigrafía del subsuelo.....	44
3.7 Análisis y recomendación para el diseño del cárcamo.....	45



CAPÍTULO IV PROYECTO EJECUTIVO

4.1	Proyecto planta de conjunto.....	49
4.2	Proyecto estructural.....	51
4.2.1	Carga muerta.....	51
4.2.2	Carga viva.....	51
4.2.3	Capacidad de carga.....	55
4.3	Proyecto electromecánico.....	56
4.3.1.	Especificaciones de malacate eléctrico (izaje de rejillas)	59
4.3.2.	Especificaciones de malacate eléctrico (izaje de equipo bombeo principales).....	59
4.3.3.	Descripción del centro de control de motores.....	60
4.3.4.	Características de los gabinetes.....	60
4.4	Proyecto obra exterior.....	61

CAPÍTULO V PROCESO CONSTRUCTIVO

5.1	Obras civiles del cárcamo.....	63
5.1.1	Obra de cárcamo.....	64
5.2	Estructura metálica.....	72
5.3	Instalaciones.....	76
5.4	Obra civil complementaria.....	79
5.5	Presupuesto.....	81
5.6	Programa de obra	82

REPORTE FOTOGRAFICO.....	85
---------------------------------	-----------

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.....	94
--	-----------

BIBLIOGRAFÍA.....	96
--------------------------	-----------

ANEXOS

Alternativas	98
Distribución de empujes en ataguías o tablaestacas	99
Ensaye de compresión simple	101
Pruebas de compresión triaxial	105
Planos.....	107



INTRODUCCIÓN

La finalidad principal de este trabajo es la de reflejar la experiencia generada en la realización de una planta de bombeo, que es capaz de resolver el problema del desalojo de las aguas pluviales y aguas negras de la unidad de INFONAVIT localizada en San José de la Palma, Ixtapaluca en el estado de México; contando dicha planta con una capacidad adicional para recibir a futuro aportaciones de otras Unidades Habitacionales, aledañas a San José de la Palma.

La construcción de la planta de bombeo, necesito de un cuidadoso trabajo de ingeniería. Dicho trabajo comprendió estudios de la población social, económica, política, su topografía, climatología, geología, cuya finalidad sería determinar las aportaciones, que tenía que recibir el cárcamo y poder definir la dimensión correcta y eficiente evitando así peligros y perjuicios para la Unidad Habitacional y áreas aledañas.

Otra ventaja con la que cuenta la realización de esta planta, es la de retener los desechos que acarrear las aguas pluviales y aguas negras, como son, generalmente; botellas, zapatos, hules, cartones, etc. Los cuales son contaminantes del medio, estos desechos se almacenan en las rejillas con que cuenta el cárcamo, para que sean posteriormente trasladados a los tiraderos municipales de la población de Ixtapaluca.

El cárcamo se construyo sobre un área de 1,179.36 m², de los cuales se ocupa aproximadamente el 50% de dicha área para su realización y el resto queda a futuro, para construir una planta de tratamiento de aguas, que reforzará las necesidades de la población y que fue necesario tomar en cuenta en la determinación del área total a asignar.

El cárcamo consta de las siguientes construcciones:

- Dos registros de ventilación y limpieza.
- El cárcamo de aguas pluviales.
- El cárcamo de aguas negras.
- La casa del operador del cárcamo.
- La subestación eléctrica.
- El centro de control de motores.
- El tanque de almacenamiento de diesel.



Dada la importancia en la actualidad de construir este tipo de obras complementarias, que aminoren y nos permitan controlar la contaminación ambiental (Impacto Ambiental), decidimos concentrar en el presente trabajo la descripción del procedimiento constructivo que se llevó a cabo, resaltando desde el punto de vista técnico que se deben de tomar en cuenta los trabajos e Investigaciones realizadas afines al tema en cuestión, así como incorporar los adelantos e innovaciones que nos son de utilidad para asegurar el óptimo funcionamiento a lo largo de la vida útil de la obra.

Concluyendo que la etapa de definición del Proyecto Ejecutivo debe ser veraz y no aceptar influencia extraña ni presiones de ninguna índole, además de que la construcción se deben tomar decisiones justas, apegadas a la realidad total del proyecto.



CAPÍTULO I



CAPÍTULO I

GENERALIDADES SOBRE PLANTAS DE BOMBEO

1.1 GASTO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Presentamos aquí una breve descripción de los puntos que generalmente se deben, tratar en cuenta para el proyecto y construcción de una planta de bombeo de aguas.

Deberá considerarse un análisis a futuro de los gastos máximos y mínimos para necesidades inmediatas y futuras de las estación de bombeo, considerar como punto principal el gasto máximo diario y prever gastos mayores máximos en un futuro como son incremento de población e instalación de industrias, así como la posibilidad de lluvias con mas intensidad que las calculadas normalmente mientras se llega el periodo de diseño. Para las estructuras deben ser el máximo posible dentro de la limitación de funcionamiento, eligiéndose un mínimo de 20 años.

En cambio, los equipos pueden ir aumentándose a medida que lo requiera la comunidad.

1.2 ALTURA DE BOMBEO

Deberá contarse con información relacionada con las alturas de succión descarga y alturas totales estáticas y dinámicas que se tendrán bajo las diferentes condiciones de bombeo, estas deben estimarse a base de un estudio económico que incluya:

- a) Costo inicial de válvulas, tuberías, accesorios y equipo de bombeo.
- b) Costo de operación y conservación.
- c) Costo de reposición.

1.3 REQUISITO DE POTENCIA

Estos son el resultado de los gastos y altura del bombeo, considerando la eficiencia de los equipos, se cuantificarán para condiciones normales y críticas, la cual será para potencia de motores y potencia de alimentación.



1.4 LOCALIZACIÓN

- a) Topografía: reconocimiento general de la zona, realización de plano topográfico a detalle de la zona de construcción a una escala conveniente, planos de curvas de nivel y ubicación del banco de nivel para la obra.
- b) Características geológicas: se resume generalmente el estudio de la mecánica de suelos, avalada por las muestras analizadas por un laboratorio competente y de prestigio, cuyo resultado nos indicará la realización en general de dicha obra.
- c) Zona que rodee la estación: se contará con un estudio de las zonas colindantes, las cuales no afecten al proyecto en ninguna de sus etapas de construcción y consecuentemente en un futuro.
- d) Comunicaciones: Se hará un estudio con relación a los planes del gobierno del estado, de no interrumpir ningún proyecto de vías de comunicación en la zona de la obra, o líneas de restricción, o líneas de alta tensión de CFE.
- e) Peligros potenciales: Inundaciones, fuego, viento, temblores, explosiones, etc.
- f) Protección sanitaria del agua: evitando fugas, contaminación y distribución óptima de la misma.
- g) Funcionamiento hidráulico de sistema de distribuciones conjunto: Con atención particular a la planta de tratamiento.
- h) Disponibilidad de potencia y/o combustible para los momentos de emergencia.
- i) Crecimiento y expansión: Se cuenta con el estudio necesario para un futuro de un tanto por ciento de más o menos 20 años.



1.5 TIPOS DE ENERGÍA

Las bombas pueden usar energía de vapor, electricidad, agua, viento o combustibles. Se seleccionará la más segura, la que tenga la mayor disponibilidad y sean más económicas, si estas condiciones no pueden alcanzarse totalmente deberá hacerse una comparación considerando la seguridad como factor numero uno, si se selecciona la energía eléctrica deberá conocerse: ciclaje, fases, voltaje, limitaciones de carga, demanda máxima permisible y demanda ordinaria, factor de potencia, confiabilidad y costos.

1.6 FUENTES AUXILIARES DE ENERGÍA

Se considera en que condiciones serán necesarias unidades auxiliares de energía y que tipo será seleccionado, es indispensable tomar esto en cuenta en un sistema de bombeo sin tanque de almacenamiento suficiente. En equipos operados eléctricamente pueden acoplarse maquinas de combustión interna.

1.7 TIPOS DE BOMBAS

Para la selección de las bombas depende mucho de las condiciones particulares, básicamente topográficas, características del suelo, dificultades de construcción y economía, lo usual es utilizar las bombas centrífugas.

1.8 BOMBAS CENTRÍFUGAS

- a) Tipo.
- b) Número de unidades.
- c) Tamaño de las unidades.
- d) Horizontales y verticales.
- e) Succión única o doble.
- f) Número de paso.
- g) Tipo de impulsores.
- h) Curvas características.
- i) Velocidad.
- j) Velocidad específica.
- k) Sumergencia (carga neta positiva de succión.)

Con relación a inciso (b) dependerá del gasto sus variaciones y seguridad del sistema; aconsejando siempre tener un equipo de bombeo para manejar 200% del gasto del diseño de la estación que se hará en función de la forma como se considera el manejo del gasto futuro y demandas actuales.

En muchas ocasiones es conveniente aumentar el número de unidades y en otras aumentar la capacidad de los equipos; de esta selección dependerá el tamaño de



las unidades y de éste la disposición de ellas, como sería que fueran horizontales o verticales, succión única o doble, el número de pasos, tipo de impulsores, curvas características, velocidad y velocidad específica así como su sumergencia o sea la carga neta positiva de succión llegando a tener finalmente el tamaño del cárcamo.

1.9 CARACTERÍSTICAS DEL CÁRCAMO DE BOMBEO

Esta puede ser de una sola cámara o de dos, disposición relativa altura de succión, acceso y protección sanitaria.

1.10 DISEÑO DE LOS CÁRCAMOS

Para un buen diseño y seguridad del mismo, depende generalmente de: capacidad, dimensiones, controles, acceso, drenaje, limpieza, demasías, iluminación y ventilación.

1.11 MOTORES ELÉCTRICOS

Tipo, voltaje, velocidad, potencia y sobrecarga, reguladores de velocidad, corriente de arranque y de operación. Eficiencia, con y sin carga.

1.12 SUB- ESTACIÓN ELÉCTRICA

Tipo, capacidad, dimensiones, tableros y controles.

1.13 TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

Se debe considerar su economía accesibilidad para reparaciones y operación, pendientes, apoyos, atraques, desfuegos, amortiguadores de golpe de ariete, protección contra corrosión y cargas externas, método de operación de las válvulas, (manual, eléctrico o mecánico) automatización, juntas flexibles, tipos de válvulas, etc.

El fabricante deberá proporcionar todos los datos necesarios para poder planear correctamente la instalación; sin embargo puede hacerse un anteproyecto de la

planta utilizando catálogos o usando datos de una bomba semejante a la que se pretende instalar, para poder hacer los ajustes necesarios. Es común dar importancia a la elección de la bomba y equipos de cebado sin consideración debida a la importancia de las tuberías y accesorios, esto puede afectar la eficiencia de la estación.

Una instalación incorrecta puede ser cuando afecta a:

- a) Consumo de potencia debido a pérdidas por fricción, alta carga de velocidad sin afectar directamente la eficiencia de la bomba
- b) La eficiencia de la bomba debido a pérdidas hidráulicas, turbulencias, vértices y/o entrada de aire en la succión.

Las reglas generales a considerar.

- a) Nunca usar tuberías de diámetros menores a diámetro de succión y descarga de la bomba.
- b) El diámetro de la tubería de succión será igual o mayor que el diámetro de la tubería de descarga.
- c) Ocupar reducciones excéntricas en la succión para evitar la formación de bolsas de aire (Fig. 1 y 2).

FIG.1. INSTALACIÓN CORRECTA DE TUBERÍAS

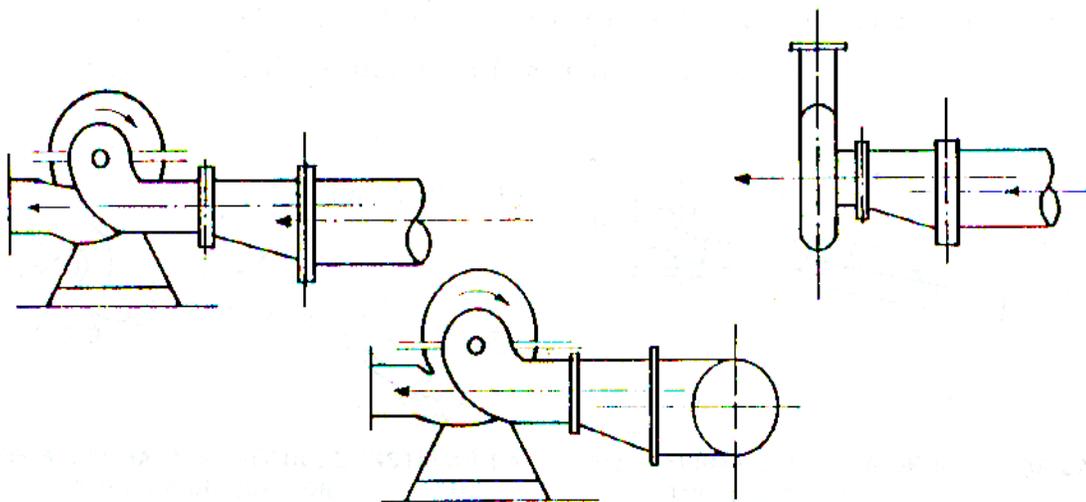
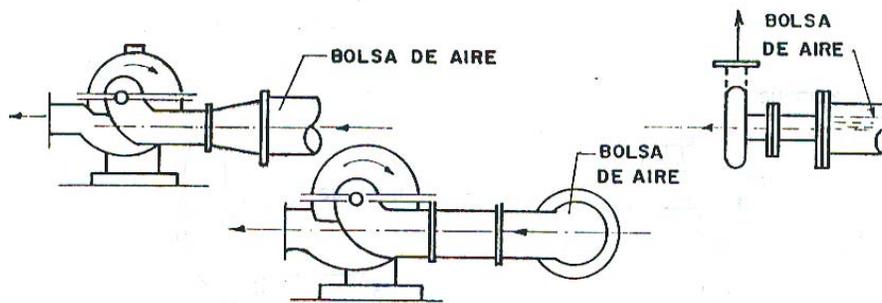


FIG. 2 INSTALACIÓN INCORRECTA DE TUBERÍAS



- d) Los aumentos y reducciones en la descarga y succión deberán ser graduales para asegurar un escurrimiento eficiente y ahorro de energía.
- e) Deberán instalarse las tuberías de succión y descarga lo más directamente posible y con un mínimo de codos y piezas especiales.
- f) La tubería de succión deberá ser colocada exactamente horizontal o con pendiente uniforme hacia arriba del cárcamo de succión hacia la bomba (Fig. 3 y 4).

FIG. 3. FORMA INCORRECTA DE INSTALAR LA TUBERÍA DE SUCCIÓN

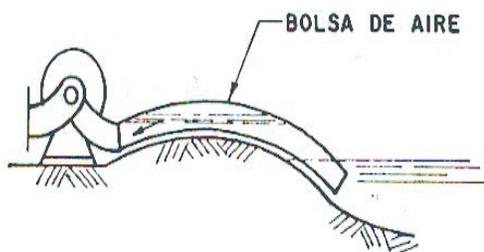
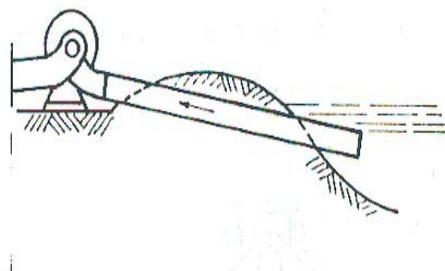


FIG. 4. FORMA CORRECTA DE INSTALAR LA TUBERÍA DE SUCCIÓN



- g) Nunca debe ponerse un codo en un plano horizontal directamente en la brida de descarga de la bomba. Entre el codo y la brida de succión debe usarse un tramo recto de 4 a 6 veces el diámetro del tubo (Fig. 5 y 6), un codo desfavorable causa pérdidas hidráulicas y empuje desigual. Esto se debe a un mejor llenado de un lado de la cámara y el ojo del impulso que en el otro.

FIG. 5. INSTALACIÓN INCORRECTA DE CODO EN PLANO HORIZONTAL

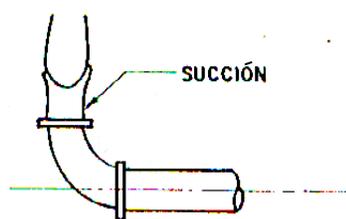
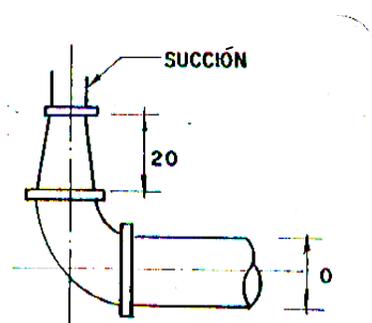


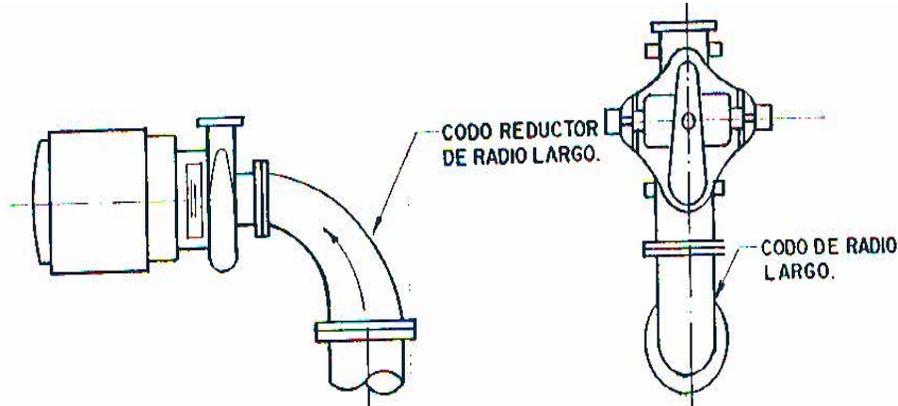
FIG.6. INSTALACIÓN CORRECTA DE CODO EN PLANO



- h) Siempre que sea posible, la reducción en la succión y el aumento en la descarga deberá instalarse directamente a las bridas de la bomba, esto predecirá mejor conversión de la velocidad y reducirá las pérdidas hidráulicas que puedan causar válvulas y codos conectados directamente y que puede afectar la eficiencia de la bomba.
- i) Seleccionar tuberías, válvulas y piezas especiales de un tamaño tal que resulte económica la instalación. En general se dice que los diámetros pequeños aumentan el costo de bombeo, pero el costo inicial es menor. Los diámetros grandes, disminuyen el costo del bombeo, pero el costo inicial es mayor.
- j) Las instalaciones con codos verticales se indican en las (Fig. 7 y 8).

FIG. 7. INSTALACIÓN RECOMENDADA
DE CODO VERTICAL

FIG. 8. INSTALACIÓN NO RECOMENDADA
PERO PERMISIBLE DE CODO
VERTICAL



k) Requisitos en la succión:

- Asegurarse que la presión sea mayor, que la presión de vapor de agua.
- Evitar instalaciones con altura de succión, si se hiciera, se deberá hacer el estudio de la altura de succión permisible.
- La línea de succión deberá ser estanca para evitar que entre el aire, lo cual reducirá la capacidad y podría pararse el bombeo.
- Cuando se tenga altura de succión deberá considerarse la posibilidad de instalar una válvula de pie, para evitar la instalación de un equipo de cebado, en tal caso la longitud de la tubería en el extremo de la succión deberá ser mayor de 90cm, debajo del nivel mínimo del agua (Fig. 9 y10). Si no se usa una válvula de pie, el extremo de la succión deberá acompañarse para disminuir la velocidad de entrada del agua.

FIG. 9. INSTALACIÓN INCORRECTA

INSTALACIÓN CORRECTA

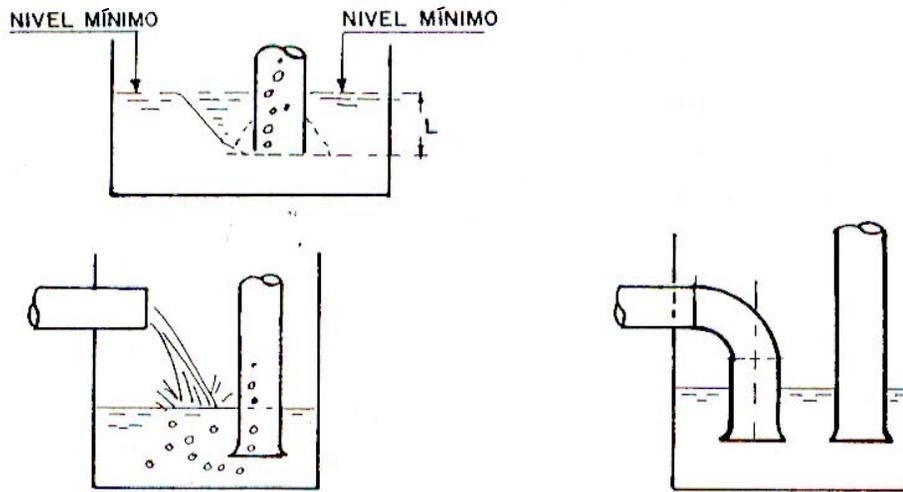
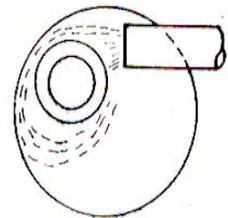
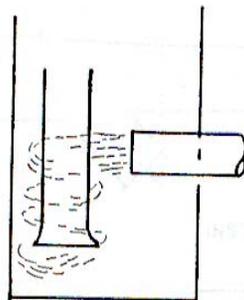


FIG. 10. RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE SUCCIÓN



INSTALACIÓN INCORRECTA, EL AGUA TIENDE A ROTAR LO CUAL INTERFIERE CON EL ESCURRIMIENTO DENTRO DEL TUBO DE SUCCIÓN. CORRECCIÓN UNA MAMPARA COLOCADA EN FRENTE DEL TUBO DE ALIMENTACIÓN.



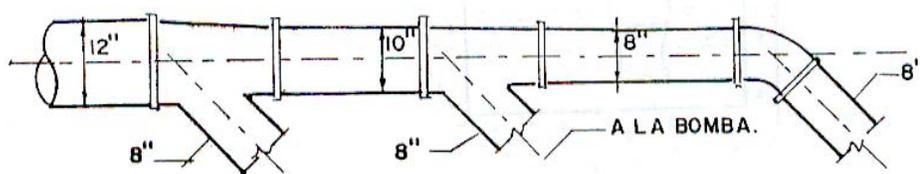
- No usar válvulas de compuertas en instalaciones con altura de succión, aunque sólo cuando sea necesario esto deberá de colocarse un vástago horizontal hacia abajo.

- Es necesaria una válvula de seccionamiento.
- A menos que el agua esté libre de materia suspendida se debe instalar un cedazo en la succión. Preferible cerca de la bomba, selecciónese uno con un área neta de por lo menos 4 veces el área del tubo de succión.
- Deberá proporcionarse una línea de succión separada para cada bomba, si no es posible entonces sígase la recomendación de la Fig. 11.

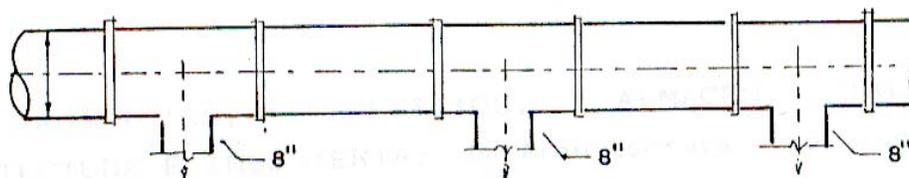
l) Requisitos de la descarga:

- Deberá instalarse una válvula de seccionamiento y una retención junto a la bomba. Colóquese la válvula de retención entre la bomba y la válvula de seccionamiento y después del aumento. La válvula de retención protegerá la bomba contra sobrepresiones durante los golpes de ariete.
- La válvula de seccionamiento puede usarse para controlar el gasto de la bomba.
- Los aumentos de la descarga son concéntricos.
- Las conexiones al múltiple de descarga deberán ser similares según la Fig. 11.

FIG. 11. INSTALACIÓN DE SUCCIÓN MEDIANTE MÚLTIPLE



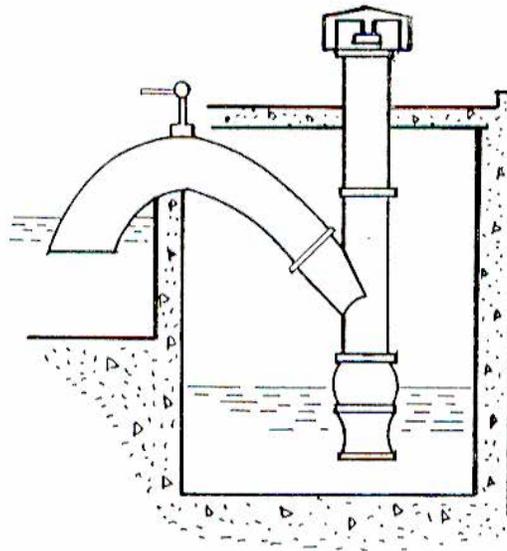
INSTALACIÓN CORRECTA.



INSTALACIÓN INCORRECTA.

- En muchas ocasiones es necesario mantener el nivel en el cárcamo de succión si las salidas son mayores que las entradas, ya que pueden tenerse arranques y paradas frecuentes. Esto podría eliminarse con el uso de una derivación o paso lateral conectando el múltiple de descarga con el cárcamo de succión, intercalando una válvula de seccionamiento.
- En las descargas de bombas verticales tipo sifón, se debe considerar una válvula de alivio y de entrada de aire (Fig. 12).

FIG. 12. VÁLVULA DE ALIVIO Y ENTRADA DE AIRE EN LA DESCARGA DE LA BOMBA

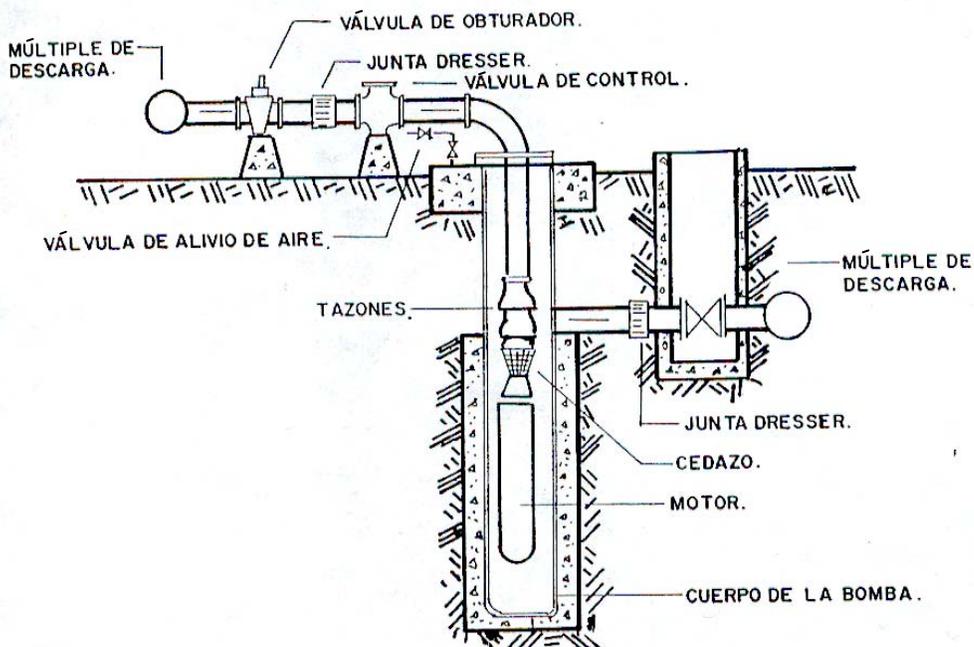


1.14 EDIFICIOS, SERVICIOS, ALMACÉN, TALLERES, ARQUITECTURA E INGENIERÍA

En arquitectura el acceso a una estación de bombeo debe ser atractiva y la operación no debe de causar molestias a la comunidad, debe tener estaciones estéticas interiores y exteriores con acceso libre al público.

Deberán requerir poco mantenimiento, una buena ventilación tanto natural como artificial. Las estaciones situadas en áreas residenciales deberán ser subterráneas y muy silenciosas o bien usar bombas con motor sumergido (Fig. 12-A).

FIG. 12 – A. INSTALACIÓN TÍPICA PARA ESTACIÓN ELEVADORA CON BOMBA DE MOTOR SUMERGIDO



1.15 AUTOMATIZACIÓN OTRAS RECOMENDACIONES, INSTALACIÓN DE MÁQUINA

Las bombas en instalaciones interiores se colocan en lugares limpios, secos e iluminados.

En instalaciones exteriores, lo importante es la elección apropiada del motor (a prueba de goteo, polvos), proporcionando en ambas instalaciones espacio suficiente para poder desarmar la bomba.

Para bombas grandes con carcasa y motores pesados deberá preverse una grúa viajera o colocación de un polipasto.

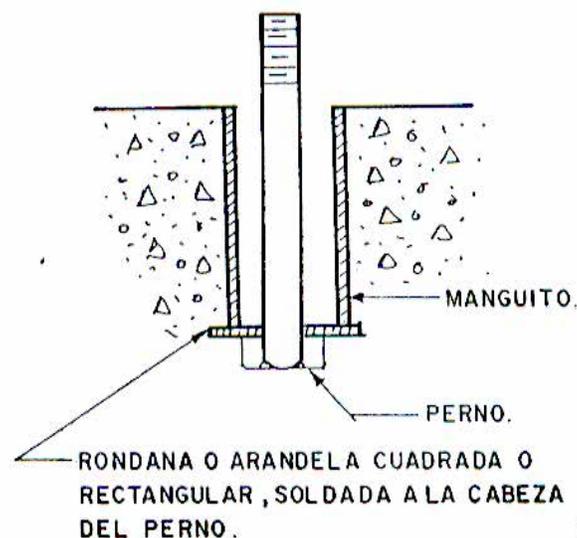
En estaciones interiores conviene tener un buen sistema de drenaje o un sumidero con bomba de achique.

BASES

Es recomendable en cualquier estructura suficientemente pesada proporcionar un soporte rígido en al área total de la pica de apoyo y absorber cualquier esfuerzo y vibraciones normales.

Las bases de concreto semienterradas son las más satisfactorias y las dimensiones dependerán del tamaño del equipo y las características del suelo. (Fig. 13).

FIG. 13 MÉTODO RECOMENDADO PARA LA FIJACIÓN DE PERNO DE ANCLAJE



El fabricante proporcionará los dibujos necesarios para la localización de los pernos del anclaje.

Cuando una bomba se monta sobre una estructura de acero o concreto deberá colocarse lo más cerca posible de los elementos estructurales principales.

MONTAJE DE BOMBAS VERTICALES

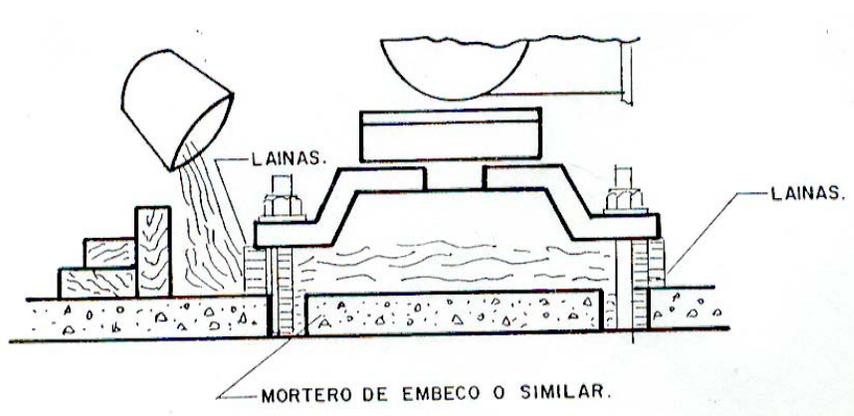
Se usa un marco metálico para fijar la placa de apoyo (canal o vigueta H) si la descarga está arriba de la placa, deberá dejarse con suficiente amplitud para permitir el paso de las secciones de la bomba localizada en la parte baja, si la descarga esta abajo y se utiliza una junta Dresser, es necesario tener en cuenta el momento que se aplica a la estructura, generalmente se usan tirantes para neutralizar su efecto.

Si las bombas son muy largas se necesitarán soportes adicionales de la columna.

RELLENO DEBAJO DE LA PLACA

Una vez alineadas las bombas, será necesario rellenar el espacio entre placa y base, antes de hacer la conexión de tuberías, las láminas pueden removerse una vez hecho el relleno (Fig. 14).

FIG. 14. MÉTODO DE RELLENAR EL ESPACIO ENTRE LA PLACA DE APOYO DE LA BOMBA



1.16 DISEÑO DE ESTACIÓN DE BOMBEO

Se clasifican en primarias y secundarias.

1. Las estaciones primarias toman el agua de algún cárcamo y la elevan a otro almacenamiento, como una red directamente o a una combinación.
2. Las estaciones secundarias o elevadoras mejoran las condiciones de una primaria incrementando presión o gasto, pero con una alimentación de estación primaria.

TIPOS BÁSICOS

Las estaciones básicas se construyen de 2 tipos.

- a) Estaciones de dos cámaras o cárcamos, en uno se tendrá la entrada del agua, y un depósito que sirva para conectar la succión, otro que se denomina cámara seca se colocan los equipos de bombeo.
- b) Estaciones de una cámara, generalmente se usan para bombas de eje vertical y consiste de una sola cámara donde se tiene la entrada del agua, el almacenamiento necesario y los equipos de bombeo. Las secundarias o elevadoras sólo pueden tener cámara seca, ya que la succión está conectada directamente a la tubería de descarga de una estación primaria (Fig. 15, 16, 17 y 18).

FIG. 15 ESTACIÓN DE BOMBEO CON BOMBAS DE EJE VERTICAL EN DOS CÁMARAS

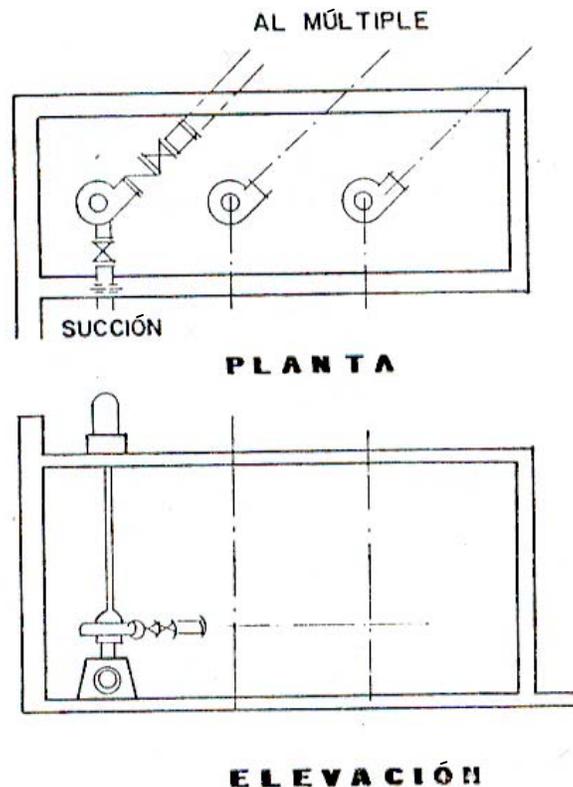


FIG. 16 ESTACIÓN DE BOMBEO CON BOMBAS HORIZONTALES EN DOS CÁMARAS
(GENERALMENTE CON CARGA DE SUCCIÓN)

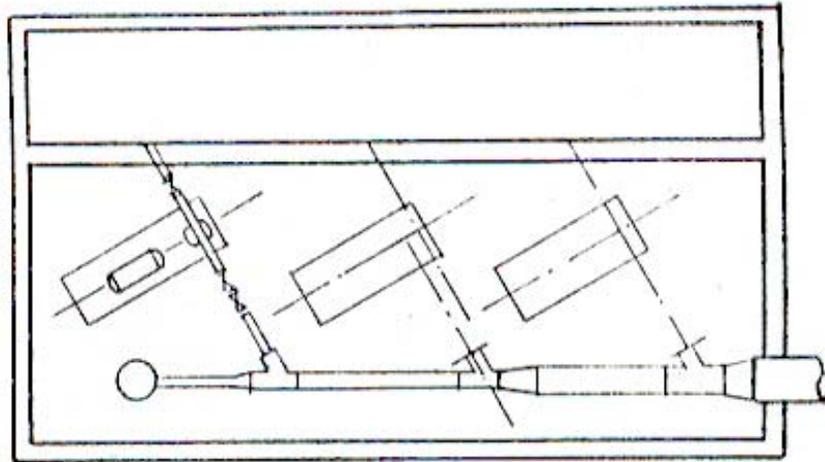


FIG. 17 ESTACIÓN DEFECTUOSA PARA BOMBAS VERTICALES

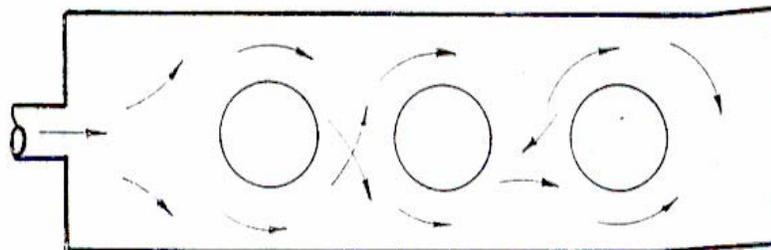
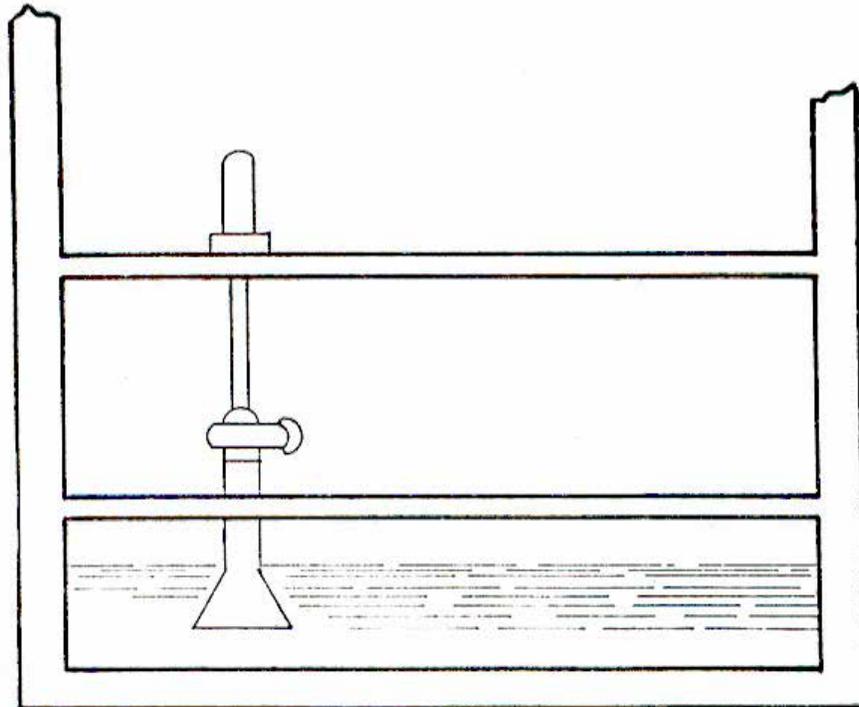
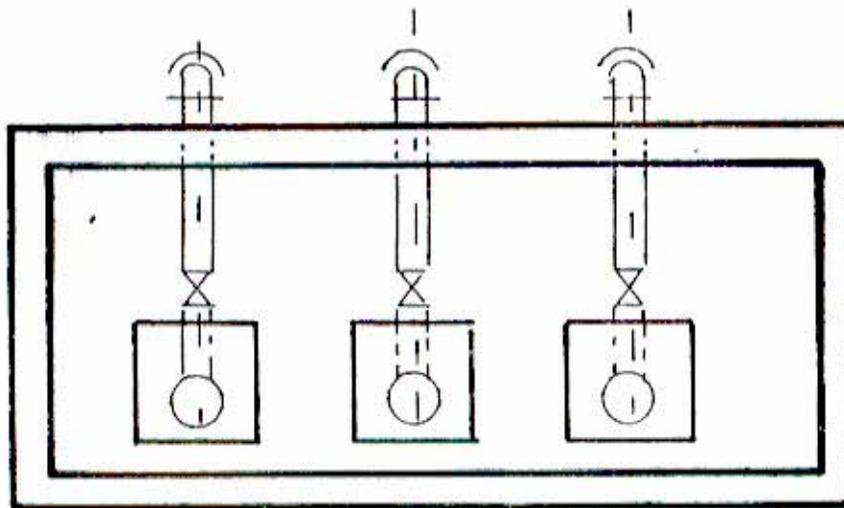


FIG. 17 ESTACIÓN DE BOMBEO CON BOMBAS DE EJE VERTICAL, CON ALTURA DE SUCCIÓN



ESTACIÓN DE BOMBEO CON BOMBAS VERTICALES EN UNA CÁMARA PLANTA



ALZADO

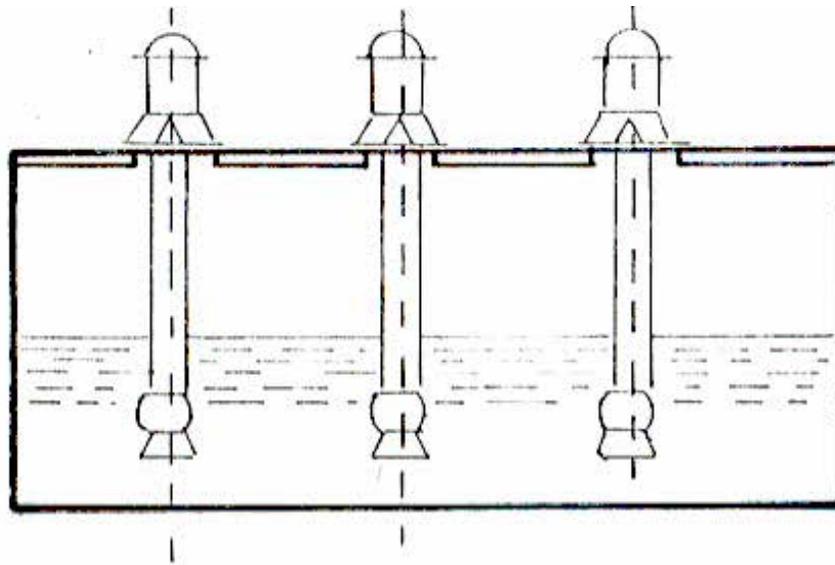
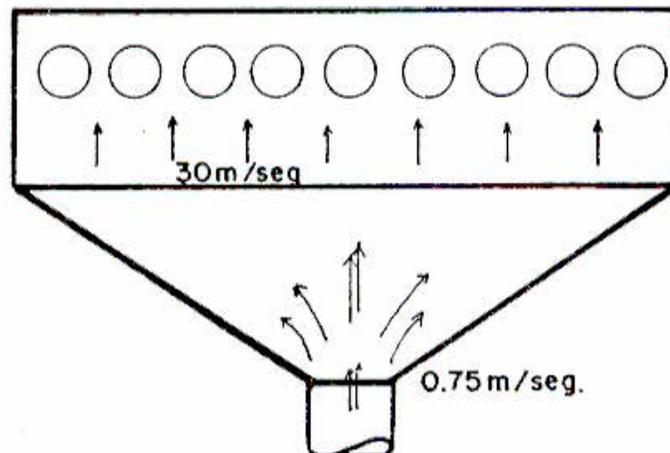


FIG. 18. CONSTRUCCIÓN RECOMENDADA PARA ESTACIÓN CON BOMBAS VERTICALES





DIMENSIÓN DE LAS CÁMARAS

Las cámaras secas se dimensionan de acuerdo al número y dimensión de las unidades a instalar, sin embargo deberán considerarse de acuerdo al espacio con las siguientes características:

- a) Válvulas y accesorios.
- b) Controles eléctricos.
- c) Amortiguadores de golpe de ariete.
- d) Tubos de paso.
- e) Apoyos y atranques.
- f) El múltiple podrá construirse adentro o afuera del cárcamo.

Las unidades se colocan a modo que ocupen el mínimo espacio y debe considerarse la circulación entre unidades, así como el tamaño de las bases. La cámara de succión o pozo húmedo en estaciones de dos cámaras, se dimensionan según se tengan una instalación con carga de succión o altura de succión.

CARGA DE SUCCIÓN

- Se considera una altura mínima de agua de un metro, sobre el eje de las bombas para asegurar que siempre estén cebadas. En caso de bombas muy grandes debe considerarse un mínimo de 0.50 m. sobre la parte más alta de la carcasa de la bomba.
- La succión será la misma que la cámara seca.
- Podrá quedar ambas cámaras adosadas con un muro común o separado dependiendo del comportamiento del suelo.
- El ancho será el mismo para asegurar un volumen que permita absorber fluctuaciones entre entradas y salidas, de tal manera que las bombas no paren y arranquen con frecuencia en un mínimo de 15 minutos, puede considerarse aceptable aun cuando tenga valores mayores.

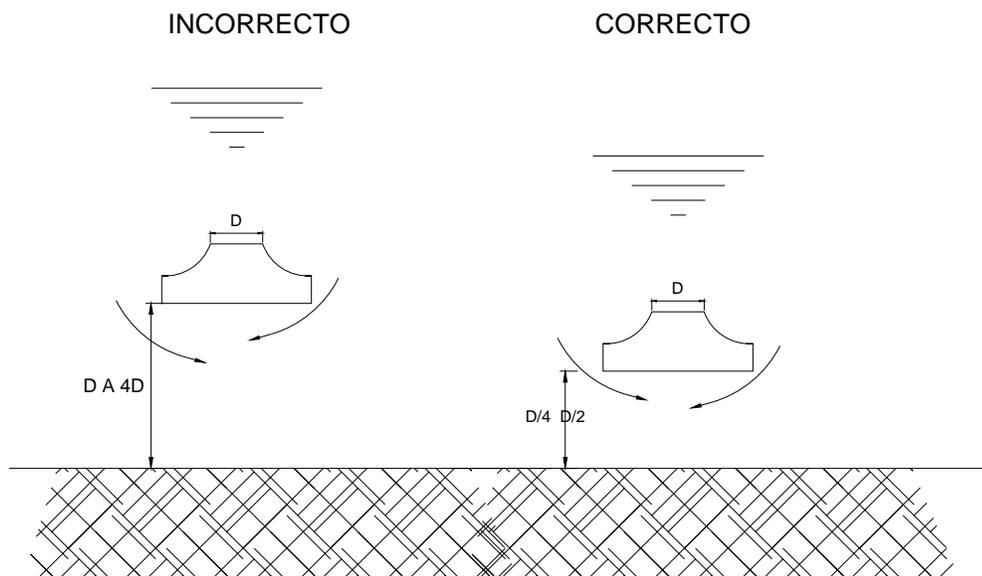
ALTURA DE SUCCIÓN

1.- El nivel mínimo del agua en la cámara de succión se considera en atención a:

- La carga neta positiva de succión para evitar cavitación, vibraciones y reducción en la capacidad y eficiencia.
- La altura mínima de la boca de succión para evitar la entrada del aire (vapor común +0.50 m dependiendo del decímetro de la boca).
- La longitud y el ancho se considera igualmente que en el caso anterior.
- Las cámaras para bombas de eje vertical se dimensionaran de acuerdo con: las dimensiones de los equipos, el volumen de compensación y la altura mínima del agua para tener la profundidad adecuada (dato del fabricante).

La distancia entre el fondo del cárcamo y la campana de succión deberá ser como lo indica la Fig. 19.

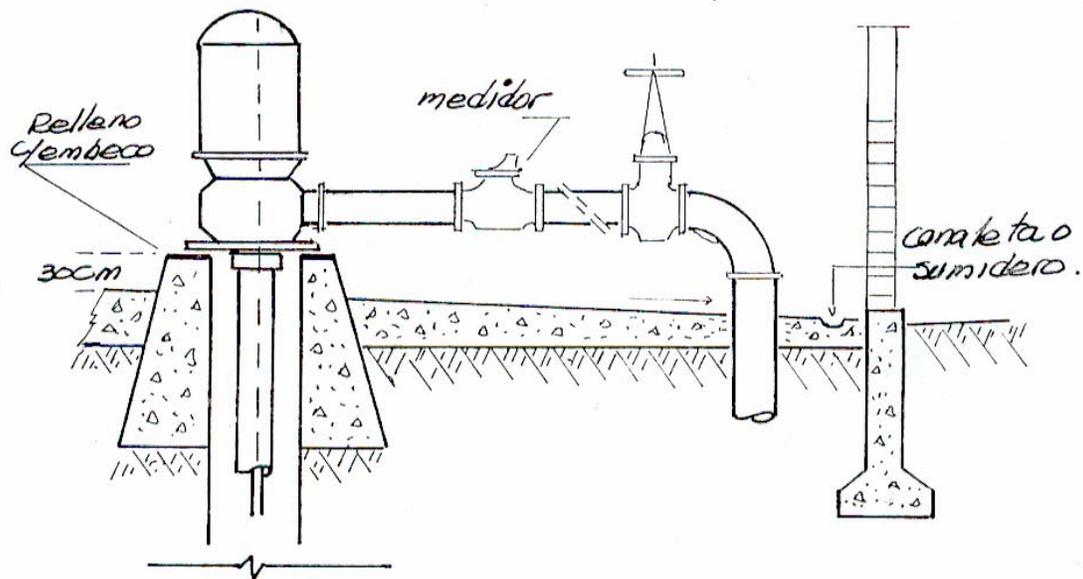
FIG. 19 DISTANCIA DEL FONDO DEL CÁRCAMO A LA COLUMNA DE SUCCIÓN.



Otros factores que influyen en el diseño son:

- Existencia de taller, almacén, oficina, baños. Etc.
- Localización interior o exterior de la subestación.
- Localización de los tableros de control.
- Facilidad para mover los equipos

FIG. 20 DISEÑO MÍNIMO PARA UNA ESTACIÓN DE BOMBEO.





CAPÍTULO II



CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA OBRA

A diferencia del capítulo anterior, hablaremos de la obra en particular, del proyecto ,construcción de la planta de bombeo de aguas pluviales y residuales para la Unidad Habitacional del INFONAVIT en San José de la palma, Ixtapaluca, Estado de México.

Se trata de una obra, en una zona donde la concentración de la población esta en constante aumento, es importante ir generando infraestructura que vaya de acuerdo al desarrollo de la zona y evitar grandes problemas a corto y mediano plazo, relacionados con el medio ambiente.



2.1 LOCALIZACIÓN

El municipio de Ixtapaluca esta enclavado en la zona oriente del Estado de México, pertenece al municipio del Valle de Cuautitlán, Texcoco, en la región III, y tiene una superficie de 319.44 m².

Ixtapaluca se encuentra al oeste del Estado de Puebla y colinda al norte con los municipios de Chicoloapan y Texcoco, al sur con Chalco y al oeste con los municipios de Chicoloapan, la Paz y el D.F.

Fisiográficamente el territorio municipal presenta dos tipos de zonas. La primera incluye terrenos con pendiente suave que comprende el área agrícola en la parte central del municipio, mientras que en la zona poniente abarca la zona urbanizada. En el área intermedia entre estas dos zonas se observa una vegetación secundaria, (matorrales y arbustos). La segunda zona esta representada por áreas de relieve abrupto con grandes pendientes, estas áreas se localizan al norte destacando el cerro el Papagayo con 3,600 m, perteneciente a la Sierra Tláloc.

El municipio cuenta con una población aproximada de 250,000 habitantes y una densidad de población de 784 habitantes por km².

El municipio cuenta con una población aproximada de 250,000 habitantes y una densidad de población de 784 habitantes por km².

En el aspecto económico, su economía es estable, ya que cuenta con las principales actividades de índole industrial, agropecuaria, forestal y minera.

Las empresas industriales más importantes son alimenticias, vinícolas, textiles, papeleras y eléctricas. Además cuenta con grandes extensiones de bosque cuyas maderas son: pino, oyamel, cedro, En áreas de cultivo se tiene la producción de maíz, trigo, cebada y alfalfa. Y en la producción ganadera son los bovinos y porcinos.

Ixtapaluca cuenta con servicios públicos como son: agua potable, drenaje, energía eléctrica, vigilancia, servicios de limpia, transporte público, correos, telégrafos, teléfonos, servicio medico, cines, hoteles, gasolineras, bancos, escuelas y mercados.

La planta de bombeo se encuentra ubicada sobre la calle Camino a la venta sin número al sureste del centro de Ixtapaluca.

El terreno cuenta con colindancia al norte por la calle camino a la venta, al sur con un predio construido (propiedad particular); al este con el río San Francisco y al oeste con un predio construido (propiedad privada). La superficie del terreno es de 27.00 m x 40.90 m dando un total de 1,104.30 m² de los cuales: 36 m² casa del velador, 21.53 m² cárcamo de aguas residuales, 9.00 m² cárcamo para aguas pluviales, 22.66 m² área de operación de tuberías de descarga, 21.00 m² área de la subestación eléctrica, 19.50 m² área de control de motores, 4.00 m² área del tanque vertical de almacenamiento diesel con capacidad de 1,500 litros, todo esto nos da un total de 223.69 m² de área construida y 880.61 m² de área libre para el patio de maniobras. Delimitado por malla ciclónica de 2.00 m de altura.

FIG. 21 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA



2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA

El predio ubicado en la colindancia del Río San Francisco en el poblado de Ixtapaluca, Estado de México, donde se esta ejecutando la construcción de un cárcamo de bombeo, siendo una obra complementaria para el drenaje de la Unidad Habitacional “San José de las Palmas”, obra financiada por el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los trabajadores (INFONAVIT).

Debido a que el predio donde se edifico la vivienda presenta una elevación menor que el de la plantilla del Río San Francisco y esta se encuentra a 850.00 m de distancia de la unidad, además de que la red de drenaje y alcantarillado en la parte inferior llega al Río, funciona por gravedad, ya que se encuentra una diferencia de niveles del orden de 7.00 m por lo tanto, se hace necesaria la construcción de esta obra la cual se denomina **“CÁRCAMO DE BOMBEO DE AGUAS PLUVIALES Y AGUAS NEGRAS”**.

Mediante acuerdos y convenios que se hicieron en el mes de octubre del año de 1990 entre el instituto y los representantes del ejido, se logro que el terreno ubicado en el margen derecho del Río San Francisco, se utilizara para este fin, mediante una indemnización hecha al ejido de Ixtapaluca y en segundo termino al poseedor del predio, a este ultimo según el convenio y en virtud de que la ubicación del cárcamo se encontraba muy cerca de la construcción utilizada como vivienda, se le indemnizo con una casa, la cual se construyo con recursos y normas del Instituto.

En relación a la construcción del cárcamo, esta se inicio en el mes de octubre de 1991. El cárcamo tiene una geometría irregular en planta y consta principalmente de un comportamiento para aguas negras de 5.36 x 3.10 x 9.00 m, hecho a base de losas y muros de concreto reforzado de 40 cm. de espesor,

Cuenta además con dos bombas de motor eléctrico de 125 hp para manejar un gasto de 45 ips. Además una de las bombas estará adaptada a un motor de combustión interna de cilindros 125 hp, la descarga al río será con un tubo de asbesto – cemento cedula 40 de 8” de diámetro, oculto bajo tierra, en una distancia de 55 m. El otro compartimiento de geometría irregular 16 m de largo x 6 m de ancho y presenta una distancia de 10 m, un desnivel de 2m de altura, teniendo entonces 8.50 m y 11.50 m de profundidad, este cárcamo está conectado a una tubería de 1.52 m de profundidad y el otro compartimiento para aguas pluviales. El cárcamo que esta construido a base de muros y losa de concreto reforzado de 40 cm de ancho, además de la construcción mencionada, se tiene un cuarto de control de motores, una subestación eléctrica tipo poste, tanque de almacenamiento de diesel con capacidad de 1500 lts. Una casa de bombeo, tiene contemplado dotar de red interior de drenaje, patio de maniobras, agua potable, jardinería y cercas (Fig. 22).



CAPÍTULO III



CAPÍTULO III

ESTUDIOS PREVIOS

Cualquier problema a resolver con ingeniería se requiere de estudios previos. Para la realización de un proyecto eficiente. En este capítulo analizaremos los estudios de la naturaleza. Para poder ubicar el proyecto arquitectónico en el sitio adecuado con su previo estudio de mecánica de suelos. Para nuestro caso, los estudios previos están referidos a:

- **TOPOGRAFÍA**
- **HIDROLOGÍA**
- **MECÁNICA DE SUELOS**

3.1 TOPOGRAFÍA

Una vez definido el terreno donde se construirá la planta de bombeo, se procede a realizar el levantamiento topográfico de la zona, contemplando principalmente lo siguiente:

- a) Topografía del terreno.
- b) Construcciones y accidentes del terreno.
- c) Árboles e instalaciones existentes.
- d) Altimétrica

(La información de estos levantamientos sirvió como apoyo para la ejecución del proyecto ejecutivo) (Fig. 23).

Se hizo una visita al terreno para conocer los vértices y la posibilidad de descarga al Río San Francisco de la manera siguiente:

- a) Levantamiento de la poligonal del terreno.
- b) Colocación de un banco de nivel en un lugar visible fuera del área de trabajo, de preferencia en terreno firme.
- c) Levantamiento de curvas de nivel.



Con esta información se canalizó a la oficina de proyectos para la elaboración de los planos necesarios para la ejecución de la obra.

Al hacer el levantamiento, se traza una poligonal de apoyo, la cual puede quedar parcial o totalmente fuera de derecho de terreno, esto se hace antes de haber elegido la ubicación exacta de la construcción, se levanta cuidadosamente y se marcan en forma especial, ocultándose los puntos o referencias al fin de protegerse, ningún contratista ni sus empleados deben destruir, mover o interferir en el trazo de cualquier otra estaca o referencia.

Las secciones transversales del terreno, se dibujan con coordenadas, utilizando la misma escala para las distancias que para las alturas o cuando es necesario se puede exagerar la escala vertical, luego se elige la sección transversal de proyecto adecuada y se dibuja la línea que represente el nivel de piso terminado, la misma escala en el lugar correspondiente. Cuando la elevación del terreno quede arriba del nivel del proyecto, se debe cortar el material o excavar y transportarse, cuando quede abajo debe añadirse material hasta llegar al nivel requerido.

NIVELACIÓN DIFERENCIAL

Consiste en determinar el desnivel entre dos puntos, estos puntos quedan determinados en el terreno en forma temporal (por un periodo de tiempo determinado) o en forma permanente mediante bancos de nivel, esta diferencia de nivel queda establecida a partir de una superficie de nivel perfectamente definida (plano de comparación). Se divide en dos tipos:

- a) Nivelación diferencial simple.
- b) Nivelación diferencial compuesta.

NIVELACIÓN DE PERFIL

Es una derivación de la nivelación diferencial compuesta, se utiliza para levantamientos de canales, introducción de tubería de drenaje o agua potable, túneles, etc. Tiene por objetivo deformar la traza del terreno sobre un plano vertical. El perfil se toma a lo largo de una línea la cual se estaca, en tramos cuya magnitud depende de las características del terreno y/o la finalidad del proyecto de construcción.



CURVAS DE NIVEL

Este procedimiento es el que sirve para representar con mayor fidelidad la forma de la superficie de una porción de terreno en plano bidimensional. Las de nivel de diferentes elevaciones con el relieve de la superficie del terreno en cuestión, son líneas irregulares cerradas.

La distancia vertical entre las líneas representativas de curvas de una curva de nivel, se denomina equidistancia o intervalo.

PROPIEDADES DE LAS CURVAS DE NIVEL:

- a) Todas las curvas de nivel se sierran por si misma.
- b) Las distancias en el plano entre curvas de nivel, expresa la pendiente del terreno.
- c) Las curvas paralelas espaciadas ampliamente, indican una pendiente suave.
- d) Las curvas paralelas muy juntas indican una pendiente muy fuerte.
- e) Las curvas concéntricas y cerradas cuya elevación va aumentando hacia el centro, indican montes o prominencias.
- f) Las curvas concéntricas y cerradas cuya elevación desciende hacia el centro, indican lagos o depresiones.
- g) Las curvas son perpendiculares a la línea de máxima pendiente.
- h) Las curvas tiene forma de "D" en los escurrimientos de aguas pluviales.
- i) Las curvas tienen forma de "V" en los parte aguas.
- j) Las curvas de nivel nunca se cruzan, cuando mas llegan a confundirse, lo que se indica que se trata de un cantil.

3.2 HIDROLOGÍA

Se realizó un estudio hidrológico que permitió determinar la tormenta de diseño, mediante la variación de la intensidad de lluvia, respecto a su distribución, duración y frecuencia. Para dicha información se hizo la siguiente recopilación.

- PLUVIÓGRAFO MANUEL AVILA CAMACHO
- PLUVIÓGRAFO COATEPEC DE LOS RIOS
- PLUVIÓGRAFO LOS REYES
- PLUVIÓGRAFO CITALCO

FIG. 24

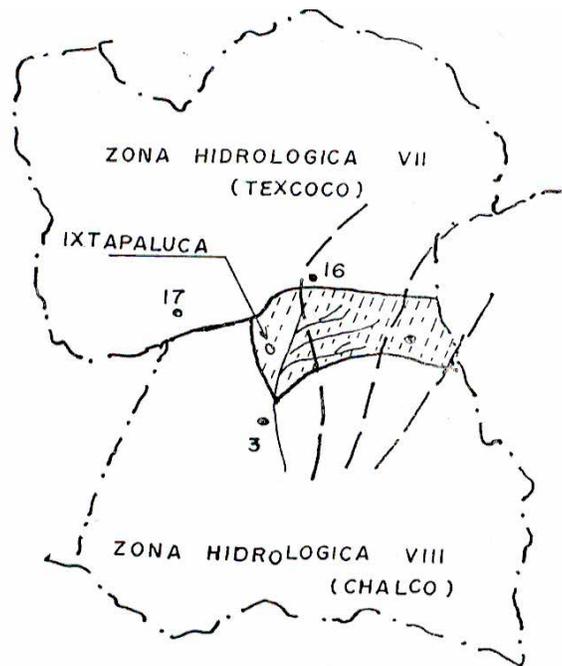
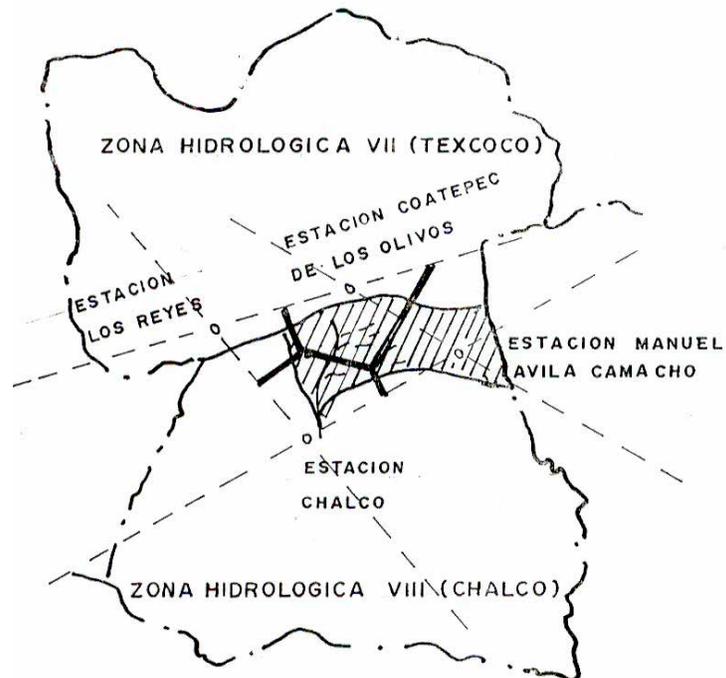


FIG. 25. Se presenta la cuenca del Río San Francisco, la localización de las estaciones y el trazo de los polígonos de Thiessen.





Dada la necesidad de contar con la curva **INTENSIDAD – PERIODO DE RETORNO** (i – j – t), se recopiló la información del pluviógrafo Manuel Ávila Camacho, el cual se encuentra instalado en la cuenca de estudio.

Para efectuar dicha información se efectuó una transferencia de las condiciones climáticas del pluviógrafo, deducida de sus curvas de (i – d – t), al área de la cuenca del Río San Francisco.

CURVA DE INTENSIDAD – DURACIÓN – PERIODO DE RETORNO

Para este fin, se seleccionaron intervalos de duración de lluvia constante e iguales a 5, 10, 20, 30, 45, 60, 80, 100 y 120 minutos y valuamos a partir de las curvas próximas disponibles, la intensidad de lluvia correspondiente a cada duración seleccionada y cada año de registro.

Conociendo las características de las lluvias más desfavorables y dado para cada duración de lluvia se dispone de un grupo de intensidades, estas se ordenaron en forma decreciente para asignar su periodo de retorno, el cual se obtiene a partir de:

$$T = \frac{N + 1}{M}$$

T = Periodo de retorno.

N = Numero de años de registro.

M = Numero de orden, 1 a la intensidad de lluvia mayor 2 a la siguiente, etc.

Para valuar las curvas de **INTENSIDAD – DURACIÓN – PERIODO DE RETORNO** requieren obtener la ecuación de mejor ajuste entre los diversos grupos de valores de mejores intensidad de lluvia, su duración y sus periodos de retorno.

Para determinar la intensidad se utilizó la fórmula:

$$I = \frac{KTM}{DM}$$



Se amplió el método de INTENSIDAD – PERIODO DE RETORNO el cual relaciona esta dos variables para cada duración por separado mediante algunas funciones de distribución de probabilidades. En la ecuación (1) K, M, N y C son constantes que se calculan mediante un análisis de correlación lineal múltiple.

Tomando logaritmos:

$$\text{Log } i = \text{Log } K + M \text{ Log } T - N \text{ Log } D$$

O bien:

$$Y = A_0 + A_1 X_1 + A_2 X_2$$

El periodo de retorno seleccionado fue de 5 años y una duración de 30 minutos, la intensidad que resulto de:

$$I = 60 \text{ mm / h}$$

EMISORES

1.- Tramo carretera Cuautla a calle 25 de marzo.

a) Recibe aportación de la Jaime Torres Bodet.

2.- Red plan maestro, Conjunto Habitacional “San José de Palmas”.

b) Recibe aportación de calle prolongación 21 de marzo y calle prolongación 2 de marzo.

3.- Emisor tramo calle 21 de marzo hacia camino a la venta entre conjunto habitacional y camino a la venta.

4.- Emisor tramo camino a la venta entre calle 21 de marzo y el Río San francisco.

DATOS DE PROYECTO

Área total drenada.....	49.34 ha
Intensidad de lluvia calculada.....	60.00 mm
Coefficiente de escurrimiento calculado.....	0.325
Método de cálculo seleccionado.....	Racional



AMERICANO

Formula utilizada para el diseño

.hidráulico general..... Q = 2.778 ciA

MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA DEL EMISOR DE AGUAS PLUVIALES DE SAN JOSE DE LA PALMA, MPO. DE IXTAPALUCA PROPIEDAD DE LA DELEGACIÓN IX INFONAVIT, DE LA CODIFE.

El **INFONAVIT** se ve en la necesidad de proyectar los emisores pluviales y sanitarios que conducirán las aguas separadas del conjunto “San José de la Palma” que comprende la captación de aguas pluviales del área neta que ocupo dicho conjunto y de áreas de influencia, calle 21 de Marzo y su prolongación, cale Jaime Torres Bodet, calle camino a la venta entre los tramos de la carretera México – Cuautla y calle 21 de Marzo y Río San Francisco, se considera un área de influencia de 15 m contando a partir del eje de la calle, quedando respaldado con el estudio Hidrológico correspondiente analizado con información de las estaciones antes mencionadas.

Se obtiene una intensidad de lluvia de $I = 60.00$ mm / hr y utilizando el manual hidráulico urbano del Departamento del Distrito Federal. Un coeficiente de escurrimiento de 0.325 por el Método Racional Americano un $Q = 2.778$ c, i, A, de tal forma que los emisores pluviales conducirán hasta la llegada a la planta de bombeo un Gasto Total de 918 ips.

En cuanto al cárcamo de bombeo de aguas negras, este captara las aportaciones del conjunto habitacional y las zonas de influencia con las consideraciones de cálculo que se presenta en la memoria de cálculo correspondiente, llegando a la planta de bombeo un gasto de 45 ips los cuales descargan al Río San Francisco.

DRENAJE SANITARIO

Tramo: descarga del conjunto habitacional. Calle 21 de marzo – Camino a la Venta, Río San Francisco.

DATOS DEL PROYECTO

Aportación de aguas negras 80 %	
De la dotación de agua potable.....	160 lts / hab / día
Gastos medios de aguas negras.....	14.57 lps
Gastos mínimos de aguas negras.....	7.28 lps
Gasto máximo instantáneo.....	44.58 lps
Densidad de población.....	5.6 hab / viv
Población total de proyecto.....	7868 habitantes



Se considera como aportación de aguas negras el 100% de la dotación. Generalmente se calcula la aportación igual al 75% de la dotación afectada por un coeficiente que prevea la aportación por concepto de aguas pluviales domiciliarias al 80%.

La cuantificación de los gastos de aguas negras se hará en función del área tributaria parcial entre tramo de 60.00 m Siendo este el mas representativo.

Para prever la aportación para el drenaje sanitario, se determino con la dirección de operación de la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento, el tomar los predios con una dimensión igual y de 8.00 x 20.00 m, a lo largo de todo el camino a la venta, es decir áreas de 160.00 m² y parciales totales por lindero de 0.12 ha que resulta de un área entre tramos de 60 x 20 m y por dos áreas paralelas al emisor de proyecto, los cuales aportaran gastos de aguas negras.

La formula utilizada para la obtención de gastos es:

$$Q \text{ med} = \frac{(A_p) (A) (AD)}{86400}$$

A p = Aportación unitaria en lts / hab / día

A = Área servida en hectáreas

DA = Densidad de población en hab / ha

Q mínimo = 0.5 del Q medio

Q máximo instantáneo = Q medio (M)

Siendo M = coeficiente de variación del gasto máximo de aguas negras.

$$M = \frac{1 + IA}{A + P \frac{1}{2}}$$

Para nuestro caso tenemos: M = 3.06 (aguas negras)

RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

EXCAVACIÓN

Diámetro	45 cm	Ancho de cepa	90 cm
Diámetro	38 cm	Ancho de cepa	100 cm



Se debe colocar una cama de tezontle de 10 cm de espesor como mínimo.

Los rellenos serán producto de la misma excavación, compactados al 90% de la prueba proctor estándar, en capas no mayores de 20 cm de espesor.

Las descargas domiciliarias serán mediante tubo de 15 cm de diámetro, con las profundidades mínimas recomendadas por SEDUE (SAHOP) y en instalaciones interiores urbanizadas se apegaran a las recomendaciones usadas por INFONAVIT.

Longitud de tubería 854.00 m

Volumen de excavación..... 3079.00 m²

CÁLCULO DE VOLUMEN DE TEZONTLE

Para la cama de tubería de 45 cm de diámetro.

Espesor..... 10 cm

Volumen..... 94 m³

DRENAJE SANITARIO

Pozos de visita..... 15 pzas

Brocal y tapa de Fo Fo..... 15 pzas

3.3 MECÁNICA DE SUELOS

El estudio de mecánica de suelos para la construcción del cárcamo de bombeo de aguas pluviales y residuales en el poblado de Ixtapaluca llamado San José de la Palma, se divide en los siguientes conceptos:

1.- Investigación del subsuelo.

- Exploración del suelo.
- Ensayes de laboratorio.

2.- Estratigrafía del suelo.

3.- Análisis y recomendaciones para el diseño del cárcamo.



3.4 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

3.4.1 EXPLORACIÓN DEL SUELO

Se realizaron dos sondeos profundos de tipo mixto, con la distribución mostrada en la Fig. 26.

Dichos sondeos tuvieron una profundidad máxima de 10.2 m con relación al terreno natural, de tipo mixto, mediante la combinación del muestreo inalterado con tubo Shelby de 4" de diámetro y el método de penetración estándar.

El hincado del tubo Shelby se realizó con la presión hidráulica de la máquina a velocidad constante hasta una longitud de 45 cm para que en el resto de la longitud se alojen los azolves que pudieran haber quedado dentro del tubo.

Después del hincado, se deja reposar la muestra un cierto tiempo y en seguida se corta la base del espécimen girando dos vueltas el muestreado, y se saca al exterior. Por lo que respecta a la prueba de penetración estándar, esta consiste en hincar el penetrómetro estándar, cuya longitud es de 68.5 cm con una masa de 64 kg dejada caer desde 75 cm de altura.

Durante el hincado se cuenta el número de golpes N que se necesita para penetrar los siguientes 30 cm, después de los primeros 15 cm de penetración.

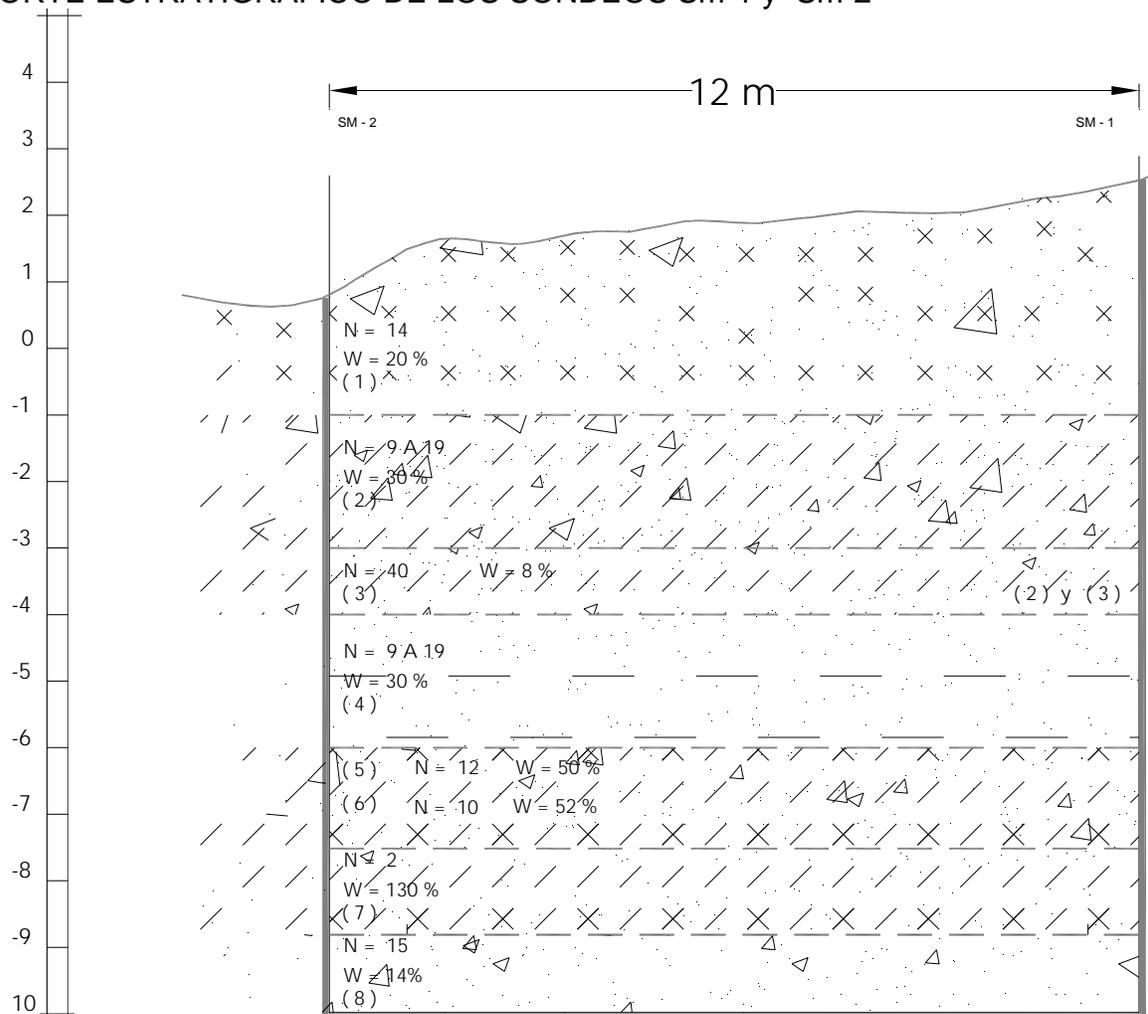
Las muestras obtenidas son alteradas porque siempre sufren distorsiones geométricas al ser rescatados con el penetrómetro estándar, (Anexo – 1).

Las muestras recuperadas fueron protegidas contra pérdida de humedad y alteración, y se enviaron al laboratorio para los ensayos correspondientes.

Los perfiles estratigráficos obtenidos en estos sondeos se presentan en las figuras Sondeo Estratigráfico No. 2 y Sondeo Estratigráfico No. 3 (Ver anexo 2 y 3).

ANEXO 1

CORTE ESTRATIGRÁFICO DE LOS SONDEOS Sm-1 y Sm-2



(1) LIMO ARENOSO (material de relleno)

(2) ARCILLA LIMOSA

(3) ARENA LIMOSA

(4) LIMO ARENOSO

(5) LIMO MUY ARCILLOSO

(6) ARCILLA LIMOSO

(7) ARCILLA LIMOSA Y ARENA VOLCÁNICA

(8) ARENA LIMOSA

N NÚMERO DE GOLPES EN PRUEBA DE PENETRACIÓN STANDAR

W CONTENIDO DE AGUA EN %



3.5 ENSAYES DE LABORATORIO

Estos ensayos se efectuaron en las muestras recuperadas, en dichos sondeos, para determinar el valor y la variación de las propiedades físicas y mecánicas de resistencia de los materiales del subsuelo, para analizar el cárcamo proyectado.

- a) Identificación y clasificación de los diferentes depósitos detectados, y determinación de sus propiedades índice.
Contenido de agua, análisis granulométrico límites de Atterberg, contracción lineal, densidad de sólidos y peso volumétrico natural, son los datos de dichas pruebas, se obtuvo la información para correlacionar los distintos estratos y justificar la aplicación de las propiedades mecánicas de la resistencia y comprensibilidad, determinadas en las muestras inalteradas, a los estratos representados por ellas, en los perfiles estratigráficos de los anexos se resumen dichas propiedades índice.

- b) Mediante la prueba de comprensión no confinada con o sin ciclos de histéresis se determinó la consistencia natural de los materiales de tipo arcilloso y limoso, anexos 4 y 5, en ellos aparece un resumen de los valores de resistencia obtenida, así como las curvas esfuerzo-deformación unitaria.

- c) Para determinar las características de resistencia al esfuerzo cortante de los depósitos de tipo arcillosos y limoso, se efectuó la prueba de comprensión triaxial del tipo no consolidado- no drenada (uu) y del tipo consolidada- no drenada (cu), en los anexos 6 y 7, se resumen los resultados obtenidos en dichas pruebas indicándose los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante, esto es C (cohesión), (ángulo de fricción interna).

A la vez que se efectuaron pruebas de consolidación en el odómetro, para determinar los parámetros de comprensibilidad de los suelos arcillosos.



3.6 ESTRATIGRAFÍA DEL SUBSUELO

Los sondeos de exploración se efectuaron a los costados del camino que corre paralelo al río San Francisco.

A partir de las condiciones estratigráficas detectadas en estos sondeos, se determinaron los perfiles estratigráficos que se presentan en el anexo 2 y 3, así como en el corte estratigráfico anexo 1.

Teniendo en cuenta lo indicado en estas figuras se describen en forma general las condiciones estratigráficas.

Desde el nivel de terreno circundante, se encontró material de relleno tipo limoso y arenoso, poco arcillosos, con un espesor que varía de 1.80 a 3.00 m, de color café con contenido de agua que varía del 14 al estándar de 14 golpes en estado semi-compacto. Contiene partes de arena limosa, algunas arcillas, a dicho terreno, se detectó un depósito aluvial de tipo arcillosos y limoso, poco arenoso, con espesor promedio de 1.60 m de color café oscuro, con humedad promedio del 30%, con resistencia a la penetración estándar que varía entre 9 y 19 golpes, de consistencia semi-rígida. Contiene algunas arcillas, gravilla, materia orgánica y poco carbonato de calcio. Un peso volumétrico que varía de 1460 a 1711 kg/m³ con relación de vacíos de 1.24 promedio.

A continuación y hasta una profundidad de 7.50 m se detectaron una serie de depósitos aluviales interestratigráficos de arena limosa, arcilla limosa muy arenosa y limo arenoso de color café con tono oscuro, grisáceo y amarillento, con humedad que varía entre 18 y 28 % con resistencia a la penetración estándar de 40 golpes, contiene partes de arena pumítica; vetas de arcilla, algunas gravillas, materia orgánica y pocos carbonatos de calcio, con peso volumétrico promedio de 1720 kg/m³ con relación de vacíos de 0.9 a 2.5.

En seguida a dichos depósitos aparecen dos estratos aluviales de tipo limoso y arcilloso con espesor que varía de 90 a 130 %. Con resistencia a la penetración estándar no mayor de 2 golpes, de consistencia suave, contiene raíces en descomposición, poca materia orgánica y pocos carbonatos de calcio, con peso volumétrico que varía de 1240 a 1370 kg/m³, con relación de vacíos del orden de 3.8.

Finalmente y hasta la profundidad 10.20 m, se localizó un depósito volcánico de arena limosa, de gruesa a fina, de color gris oscuro, con humedad del 14%, con resistencia a la penetración estándar del orden de 15 golpes, en estado semicompacto a compacto, contiene algunas gravillas, poca materia orgánica y pocos carbonatos de calcio.

Por lo anterior, se puede establecer que el sitio se encuentra en una zona de transición del Ex-lago de Chalco, y se considera posible la presencia de un potente depósito arcilloso de alta comprensibilidad a partir de los 14.00 m y con espesor no mayor de 20.00 m.



Cabe hacer notar que los sondeos efectuados se realizaron a una profundidad del orden 10.00 m.

Por otra parte, se detecto el nivel de aguas superficiales a una profundidad del orden de 7.10 m con respecto al nivel, terreno circundante.

3.7 ANÁLISIS Y RECOMENDACIÓN PARA EL DISEÑO DEL CÁRCAMO

Según dimensiones del cárcamo este tendrá durante su vida útil, un tirante mínimo de agua de 1.50 m

Se considera que el peso del cajón del cárcamo será del orden de 2 ton/m², ante esto la carga total de los mismos es aproximada de 3.5 ton/m².

La compensación por la excavación que se realice será de 19.2 ton/m² por lo cual resulta una sobre compensación de 15.7 ton/m².

Tomando en cuenta lo anterior y las condiciones estratigráficas se puede establecer que el cárcamo será del tipo sobre compensada a base de una losa de cimentación con muros de retención en el perímetro.

Por ser cimentación sobre compensada, el mecanismo de falla que debe revisarse es el de flotación de acuerdo al reglamento de construcciones del D.D.F.

$$Wt Fc > H$$

Wt = Peso tola del cárcamo, incluyendo el mínimo tirante de agua.

Fc = Factor de carga = 0.9

H = Altura estimada del nivel friático, medida a partir del nivel de desplante.

$$(3.5 \text{ ton/m}) (0.9) < (5.0 \text{ m}) (1 \text{ ton/m}^3) \\ 3.15 \text{ ton/m}^2 < 5 \text{ ton/m}^2$$

Ante esto resulta necesario colocar lastre a base de concreto en la losa superior del cárcamo o incrementar el nivel mínimo de almacenamiento de agua.

Se recomienda emplear como material un concreto con peso volumétrico mínimo de 2 ton/m³, se necesitará 1.2 m de espesor de lastre para tener un peso total de cajón de 5.90 ton/m².

Ante esto resulta necesario colocar lastre a base de concreto en la losa superior del cárcamo o incrementar el nivel mínimo de almacenamiento de agua.



Se recomienda emplear como material un concreto con peso volumétrico mínimo de 2 ton/m^3 , se necesitará 1.20 m de espesor de lastre para tener un peso total de cajón de 5.90 ton/m^2 .

$$(5.9 \text{ ton/m}^2) (0.9) > (5.00) (1 \text{ ton/m}^3) 5.3 \text{ ton/m}^2 > 5.0 \text{ ton/m}^2$$

Que corresponde al valor supuesto del cajón-cárcamo por lo que el espesor del lastre varia en función del peso real del mismo.

Se determinó el factor de seguridad de falla general por el fondo, resultando ser $1.6 > 1.5$ que es el mínimo admisible por la excavación proyectada, provee que se presentarán expansiones durante la construcción y probables emersiones a largo plazo. La expansión determinada en el centro de la excavación será del orden de 8 cm considerando que se presente una formación comprensible de tipo arcilloso con espesor de 15 cm y de comprensibilidad alta. El asentamiento probable por comprensión será del orden de 1.8 cm, para un peso total del cárcamo de $5,3 \text{ ton/m}^2$ por lo que se tendrá una expansión permanente del orden de 6 cm incrementándose esta a largo plazo; por otra parte se recomienda lo siguiente.

La excavación se hará a cielo abierto formando taludes en el perímetro, con paredes verticales en los primeros 5.00 m de profundidad y el resto con una inclinación de 2:1 como lo muestra la figura 27 (Primera alternativa).

El empuje horizontal con el que se diseñaron los muros perimetrales se presentan en la figura 28 en este empuje se consideró una sobrecarga en la superficie de 1.0 ton/m^2 por la urbanización que se llegue a tener en el futuro, además se presenta el incremento del empuje por la posible elevación del nivel de aguas superficiales, por infiltraciones de agua del terreno.

Por otro lado si se tuvieran limitaciones en el área por excavar y sea necesario excavar con taludes con paredes verticales, será indispensable utilizar una estructura de contención a base de tabla –estacas o ataguías, localizada en el perímetro de la excavación a una profundidad de desplante de 15.00 m

Esta estructura deberá apuntalarse conforme se vaya realizando la excavación en la zona perimetral, la estructura de contención y los puntales se deberán diseñar en base a los empujes de tierra indicados en la figura 29 (Primera alternativa).

Como se encontró el nivel de aguas freáticas a una profundidad de 7.00 m será necesario abatirlo, para poder realizar la excavación y construcción de la cimentación en seco. Se propone dos alternativas, la primera en la conformación de drenes horizontales en el perímetro de la excavación, conforme avance esta, los cuales se conectarán a 2 cárcamos de bombeo de donde se desalojara el agua recolectada, estos drenes tendrán una profundidad mayor de 1.00 m con respecto al nivel interior de excavación y ya que se haya abatido el nivel de estas, hasta un



nivel constante, se procederá a realizar la excavación interior figura 28 (Segunda alternativa).

La segunda alternativa consiste en el bombeo por gravedad, mediante pozos profundos que se perforan antes de iniciar la excavación, con una profundidad no menor de 5.00 m bajo el nivel del fondo de la excavación penetrando 1.50 m por debajo del posible estrato de arena que subyace a la excavación para evitar la falla de fondo por supresión.

La perforación es de 25 cm y se coloca en el mismo ademe rasurando la base de tubo PVC con 10 cm de diámetro inferior, el espacio anular entre el ademe y la pared del pozo se rellenará con gravilla de tamaño máximo $\frac{1}{2}$ " en las ranuras del ademe se instalarán bombas de inyector a una profundidad mayor de 5 m bajo el nivel del fondo de la excavación, dichas bombas deben tener inyección de 13 mm de diámetro y salida de 19 mm, los pozos serán 4 con la distribución mostrada en la figura 28 (2ª alternativa).

Conjuntamente a estos pozos se instalarán 2 estaciones piezométricas, para la medición del abatimiento del nivel de aguas del tipo abierto. La excavación se iniciara hasta que se haya cumplido con el abatimiento, el bombeo se suspenderá después de haber colado las losas de techo.

Finalmente se recomienda llevar a cabo nivelaciones de control para determinar los movimientos reales que se presenten en cada etapa.

Se implementará un banco de nivel superficial, así como algunos puntos de referencia en postes y bardas colindantes a la obra, y en el fondo de la excavación se instalarán puntos de referencia para determinar las expansiones que se presentan, estas se realizarán con una periodicidad no mayor de 2 semanas y se pueden tomar en un momento dado las medidas necesarias para regular el comportamiento del mismo.



CAPÍTULO IV



CAPÍTULO IV

PROYECTO EJECUTIVO

4.1 PLANTA DE CONJUNTO

El proyecto se basa principalmente en la optimización de espacios, considerando los principios que debe llevar una planta de bombeo explicado anteriormente en el capítulo II.

Contempla a medio plazo la instalación de una planta de tratamiento de aguas negras, para cumplir con el decreto presidencial de fecha 4 de diciembre de 1991, en el cual se estipula que se debe hacer del ordenamiento ecológico un instrumento eficaz de protección del medio ambiente, conservar y usar adecuadamente los recursos naturales en el desarrollo nacional, detener y revertir la contaminación del agua, para lo cual se requiere construir y operar sistema de aguas residuales en todo el territorio nacional.

Este proyecto tiene un actividad cíclica y única para tomar decisiones en la que el conocimiento de las bases de las ciencias de la ingeniería, la habilidad matemática y la experimentación se unen para poder transformar los rangos naturales en sistemas y mecanismos que satisfacen las necesidades humanas y tomando en cuenta que proyectar es un proceso complejo que al ingeniero le parece una barrera invencible en muchos casos, sin embargo este proceso puede metodizarse y dividirse en diversas actividades y en distintas etapas para llegar a una óptima solución.

Tenemos entonces que definir que el proceso cíclico considerando identificación de las necesidades existentes. Es importante cuantificar estas necesidades porque la ingeniería es sometida a un criterio económico y una falsa identificación puede traer consigo soluciones que no satisfacen las necesidades reales del consumidor provocando algún fracaso económico.

Acumulación de la información pertinente.- La información acumulada permitirá desarrollar valiosamente un proyecto, siempre y cuando la información sea útil.

Formulación de las soluciones posibles.- Mediante la formulación de múltiples soluciones se podrá alcanzar un nivel más elevado y más satisfactorio de un proyecto.

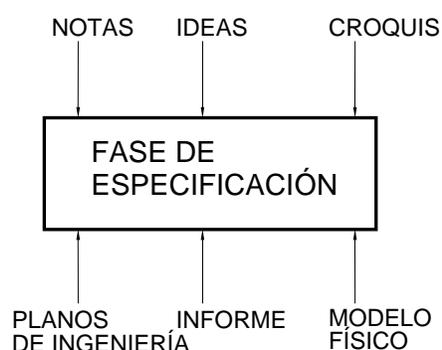
Análisis de soluciones.- Debe hacerse tomando como base los criterios establecidos en la identificación de las necesidades existentes.

Valuación física y económica de las soluciones.- Se debe considerar el punto de vista de una realización física, es decir, si es factible construir el sistema con los materiales existentes, además tiene justificación desde el punto de vista económico.

Óptimas soluciones.- Las técnicas modernas de optimación son muy numerosas, por lo tanto hay que utilizar herramientas de la Ingeniería para solucionar los problemas.

Diseño detallado del sistema.- Una vez que se obtiene una solución optimizada se proceder a elaborar el diseño detallado que consta del dibujo de los planos correspondientes, enumeración del conjunto de especificaciones necesarias para la realización del sistema.

El trabajo del Ingeniero termina al especificar una solución, su responsabilidad se extiende ordinariamente hasta la obtención de la aceptación de su dueño, la vigilancia de su instalación ó construcción y su uso inicial, la decisión en cuanto sea aconsejable un nuevo diseño.



Una vez definida la solución del problema, se procede al diseño de la planta de conjunto, tomando en cuenta la topografía del terreno, aprovechamiento de áreas, funcionamiento y arquitectura de la zona. Basados principalmente en la optimización de espacios, considerando los principios que debe llevar una planta de bombeo explicados más ampliamente en el capítulo II.

Permitiendo que la geometría del cárcamo definido en base al estudio hidrológico y de aportaciones, se da el acomodo en el terreno, considerando las necesidades mínimas que requiere una planta de este tipo se define el conjunto, la casa del operador considerando los servicios mínimos para que una persona habite dicha casa, por otro lado se da la ubicación del cuarto de máquinas, subestación eléctrica, el tanque de almacenamiento de combustible y las áreas exteriores como se puede observar en la planta arquitectónica. (Ver plano A-02)



4.2 PROYECTO ESTRUCTURAL

Esta elaboración de los planos del proyecto es necesario considerar la estructura del cárcamo, Este calculó tiene dos celdas, una para la recepción de Q=45 lps, cada celda está equipada con dos bombas de motor eléctrico y un motor de combustión interna para emergencias. Se tendrá una estructura metálica sobre el área de bombeo para colocar un polipasto de izaje del equipo citado.

a) Especificaciones

1. Reglamento de Construcciones del Distrito Federal
2. Reglamento de Construcciones del ACI.
3. Concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$
4. Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}$
5. Tamaño máximo del agregado grueso 2 cm
6. Anclaje y traslapes del acero de refuerzo 40 veces el diámetro.
7. Recubrimiento del acero de refuerzo 4 cm
8. Revenimiento del concreto 10-12 cm

b) Análisis de la carga.

De acuerdo a lo indicado en el proyecto se enlistan las cargas más importantes.

4.2.1 CARGA MUERTA

Concreto armado.....	2400 kg/m ³
Bomba completa.....	5000 kg
Motor de combustión interna.....	1300 kg
Peso de rejilla Irving.....	70 kg
Peso estructural del polipasto en un módulo de 4 columnas.....	20000 kg

4.2.2 CARGA VIVA

En piso de losa y rejilla.....	300 kg
--------------------------------	--------



c) Geometría y distribución de cargas.

Analizando las zonas más críticas o sea en el área de las bombas, ejes 1-2 y eje B-C.

Losa NPO	100.80 y trabes
Losa de fondo NLF	89.25

Muro de contención, trabe en el muro, columna C-1 muro de cárcamo de aguas negras.

Nota: las columnas C-1 están confinadas por el muro y el relleno compactado, por lo tanto no existe flexión importante en las mismas que haga necesario el análisis, trabajando como marco con las trabes.

A.- Losa NPO = 100.80

Primero, se analiza la losa perimetral, con la carga uniforme para encontrar los momentos positivos o negativos en claros cortos y largos.

Segundo, se considera la losa trabajando en los dos sentidos con el MCI en el punto más crítico o sea en el centro del claro, en el cual se encuentra su peralte efectivo $h = 20$ cm, así como la separación. Encontramos que se armará en parrilla doble con varilla $\cdot 4$ a cada 20 cm, en ambos sentidos.

B.- Trabe en NPO = 100.80

Se encuentra que la trabe más crítica en este nivel es la T-2 concentrada en el centro del claro por una bomba. Encontrándose su peralte efectivo $h = 60$ cm, $b = 40$ cm, acero momento negativo 3-6 y momento 2-6.

C.- Losa de fondo = 89.25

C.1- Fatiga de trabajo

Esta losa se somete al esfuerzo debido a la reacción del terreno por el peso propio de todo el cárcamo.

Losa de fondo	40.00 ton
Muros	349.00 ton
Losa de piso	18.50 ton
2 Bombas de agua pluvial	10.00 ton
2 Bombas de aguas negras	5.00 ton
2 MCI	2.60 ton
Estructura de polipasto	20.00 ton

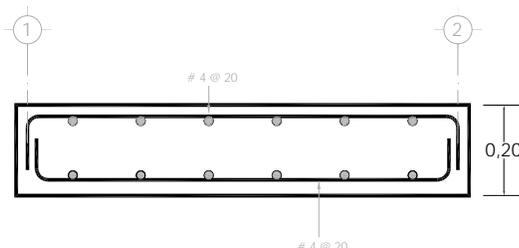
Peso total

445.20 ton

Área de desplante $A = 10.30 \text{ m} \times 6.16 \text{ m} = 63.45 \text{ m}^2$

Fatiga de terreno $f_t = pt/A = 445.20 \text{ ton}/63.45 \text{ m}^2 = 7.02 \text{ ton}/\text{m}^2$.

Resistencia del terreno = $12.00 \text{ ton}/\text{m}^2$ $f_t = \text{OK}$. Su peralte efectivo será de 40 cm, se armará en parrilla doble con varillas #6 a cada 20 cm en ambos sentidos.



D.- Muro de contención

La zona más fatigada para el empuje de tierras es la parte más profunda del cárcamo, o sea el área de las bombas y de acuerdo de la mecánica de suelos se tiene:

Peso volumétrico máximo del terreno	1.707 ton/m^3
Coefficiente	0.5
Presión máxima en la base del cárcamo	12.0 ton/m^2

Se verifica la presión en la base del cárcamo

$$P_{\text{agua}} = 1.00 \times 4.95$$

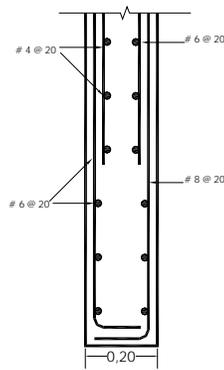
$$P_{\text{tierra}} = 0.5 \times 1.707 \times 11.95$$

$$A_{\text{agua}} = 4.95 \text{ ton}/\text{m}^2$$

$$P_{\text{tierra}} = 10.19 \text{ ton}/\text{m}^2$$

$$P_{\text{total}} = 15.14 \text{ ton}/\text{m}^2$$

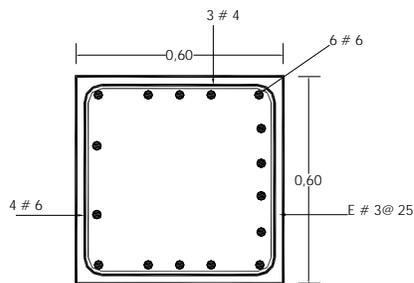
Teniendo en cuenta que el empuje del agua se reduce al estar en combinación con el terreno se deja $P = 12.00 \text{ ton}/\text{m}^2$, se divide el muro en dos para poder calcular tablero inferior que es el más desfavorable encontrándose que el ancho será de 40 cm. y se armará en parrilla doble, en la cual el acero negativo será del #8 a cada 20 y el acero positivo será de #6 a cada 60 cm, el acero horizontal será del #6 a cada 20 cm y en el tablero superior será como muestra el croquis.



CT-1

E.- Trabes en los muros

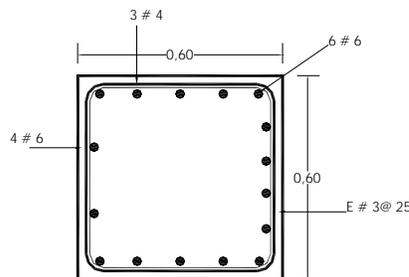
Diseño CT-1 se considera una carga uniformemente repartida de 6.6 ton/m con una longitud de 5.76 m, teniendo 0.60 m x 0.60 m para área de concreto.



CT-1

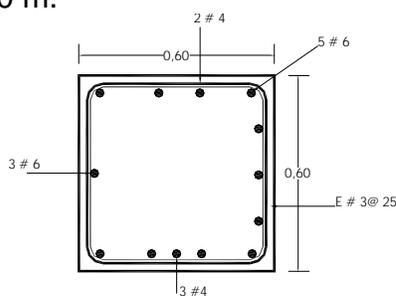
F.- Trabes intermedias T-2

Diseño trabe T-2 se considera uniformemente partida de 6.76 ton/m con una longitud de 5.76 m, teniendo un área de concreto de 0.60 m x 0.60 m y en la siguiente forma.



T - 2

Se considera una carga 5.92 ton/m en una longitud 5.76 m teniendo un área de concreto de 0.60 m x 0.60 m.



T - 1

G.- Columna C-1

Para las condiciones más críticas se consideran las siguientes cargas:

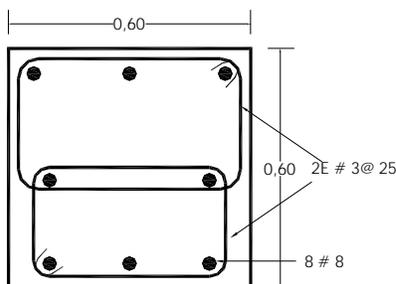
Pp Estructura de polipasto.....	10.00 ton
Pp Bomba colocada.....	5.00 ton
Pp Bomba de izaje	5.00 ton
Pp Losa de piso	13.00 ton
Pp Columna	10.00 ton

43.00 ton

4.2.3 CAPACIDAD DE CARGA

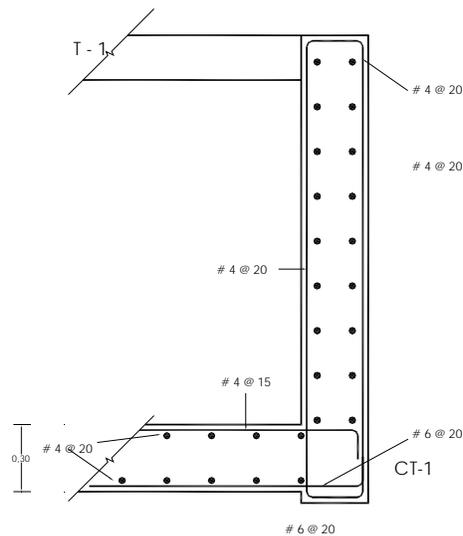
$P_c = 220 \text{ ton}$
 $A_s = 3600 \text{ cm}^2$
 $P_g = 0.01$
 $I = 1080000 \text{ cm}^4$
 $R = 17.30 \text{ cm}$

Esbeltez $R = 1.07 - 0.008 h/r = (1.07 - 0.008) (11.95/17.3) = 0.51$ por lo tanto la carga real $P' = 220 \times 0.51 = 112 \text{ ton} > 43 \text{ ton}$ $A_s = 3600 \times 0.01 = 36 \text{ cm}^2$.



T - 1

Como complemento del cárcamo se diseña y calcula el muro y la losa del cárcamo de aguas negras, con el mismo procedimiento del cárcamo de aguas pluviales.



El criterio que se llevo para el diseño estructural es cumplir con los requerimientos básicos que son: Seguridad contra la aparición de estado limite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida esperada y no rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación.

Se considera como estado limite de servicios la ocurrencia de deformaciones agrietamientos vibraciones o daños que afecten el concreto funcionamiento de la construcción, pero que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas.

4.3 PROYECTO ELECTROMECAÁNICO

El equipo de bombeo es vertical, flujo axial, 2 pasos lubricación por aceite, servicio pesado, instalación cárcamo húmero, descarga bajo superficie: accionado mediante motor eléctrico vertical.

La bomba descrita deberá satisfacer las condiciones de servicio. El alcance comprende diseño, construcción, pruebas operativas.

El equipo de bombeo manejará confiablemente aguas negras domésticas sin tratar y aguas combinadas, el diseño y las características de los equipos, toman en cuenta las dimensiones y diseño del cárcamo de bombeo donde se instalarán.



La bomba con hacinamiento de velocidad constante, será capaz de aumentar su carga en 10 % con respecto a las condiciones del diseño, instalando impulsores de diámetro mayor.

Las bombas se diseñaran para una operación continua de 24 horas por día. El equipo podrá operar desde el punto de diseño hasta la máxima capacidad del impulso suministrado con la bomba.

Los equipos tendrán una vida útil mínima de 15 años, considerando operación continua así mismo la curva carga-gasto ascenderá continuamente hasta llegar a flujo cero.

La selección de equipo de bombeo deberá garantizar que el punto de diseño este a la izquierda del punto de mayor eficiencia de la curva característica de la bomba.

El diseño deberá lograr que la velocidad crítica sea por lo menos 25% mayor que la velocidad de operación de la bomba.

El equipo de bombeo deberá ser apropiado para instalarse en un cárcamo húmedo y estará constituido por un eje vertical con su correspondiente cubreflecha, columna de descarga.

La bomba deberá construirse para estar suspendida de una placa base, por medio de columna vertical que tendrá descarga por debajo del piso de operación.

La campana de succión deberá ser abocinada para reducir las pérdidas de entrada y tener un número suficiente de aletas, para soportar el rodamiento guía inferior así como el peso del impulso y eje de la bomba cuando esta sea desmantelada. El cuerpo líquido del equipo de bombeo dispondrá de preparaciones adecuadas para facilitar su lavado con agua limpia, previo a la puesta en funcionamiento del equipo.

La bomba se lubricara con aceite y estará equipada con un sistema de lubricación operada con solenoide, que proporcionará lubricante a cada uno de los cojinetes de la flecha y estará diseñada para funcionar a la intemperie.

El alcance de los trabajos contempla diseño, construcción , pruebas en laboratorio, transporte, instalación, pruebas de campo y puesta en servicio del equipo principal, y en general, cualquier accesorio necesario para el principal, y en general, cualquier accesorio necesario para el adecuado funcionamiento del conjunto motor-bomba.

El diseño, construcción y pruebas del motor se sujetarán estrictamente a los ordenamientos de los códigos listados:



- a) American National Standards Institute (ANSI)
- b) National Electrical and Manufacturers Association (NEMA)
- c) Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- d) American Society for Testing Materials (ASTM)

El motor se diseña para servicio continuo en condiciones de carga plana proporcionando alto par con baja corriente de arranque.

El motor arrancará y deberá alcanzar su velocidad de operación sin sufrir de calentamiento excesivo, satisfaciendo los requerimientos de par-velocidad e inercia y demandas por la carga.

El diseño deberá contemplar arranques cada 30 minutos sin exceder de 24 ciclos de trabajo por día. El motor deberá operar adecuadamente en condiciones de carga de diseño, con las siguientes variaciones de voltaje y frecuencia.

- 1.- Más o menos el 10% de voltaje nominal (a la frecuencia especificada).
- 2.- Más o menos el 5% de la frecuencia nominal, manteniendo constante el voltaje.

El aislamiento deberá poder resistir una temperatura máxima de 130°C de temperatura.

El rotor deberá balancearse estática y dinámicamente con objeto de garantizar una operación silenciosa y desgaste mínimo.

Los rodamientos serán tipo antifricción diseñados para soportar conservadoramente las cargas inherentes a cualquier condición de operación del conjunto- motor- bomba, lubricados por aceite.

El motor será diseñado con enfriamiento natural, evitándose que la temperatura exceda los valores límites que afecten la vida útil del motor y/o su correcto funcionamiento.

Se dispondrá de calefacciones controlado termostáticamente con su suficiente capacidad para prevenir condensaciones; cuando el motor no este en operación, los calefactores no excederán de temperatura al voltaje de diseño. Los motores estarán equipados con una placa con todos sus indicadores y diagramas de conexiones y un detector de temperatura, ruido y vibración excesiva o fugas de lubricantes.

Para el suministro de los motores eléctricos (2) se debe tener en cuenta que una de las bombas contará como medio motriz de combustión interna, para la cual se tiene un cabezal engranado tipo combinación. La otra bomba solo tendrá como medio motriz un motor eléctrico.



PROYECTO: Planta de bombeo de aguas pluviales y residuales
"Unidad San José de la Palma" Ixtapaluca.

UBICACIÓN: Municipio de Ixtapaluca, Estado de México.

ELABORO : _____

FECHA DE ELABORACIÓN : _____

CONDICIONES DEL DISEÑO: _____

4.3.1 ESPECIFICACIONES DE MALACATE ELÉCTRICO (IZAJE DE REJILLAS)

El canal de "rejillas" de la estación de bombeo de aguas negras y combinadas dispondrá de malacates eléctricos para el accionamiento de las rejillas verticales eliminadores de sólidos en condición normal de operación; estas rejillas estarán apoyadas al fondo de la estructura mientras que al requerir limpieza será necesario su elevación por encima del piso de trabajo de la lumbrera.

4.3.2 ESPECIFICACIONES DE MALACATE ELÉCTRICO (IZAJE DE EQUIPO DE BOMBEO PRINCIPALES)

En el cárcamo principal, para manejo de agua pluvial, se instalaron dos bombas verticales, diseño propela, con capacidad unitaria de 500 lps, una de estas bombas será accionada por motor eléctrico y motor a combustión interna, y la otra bomba solo será accionada por motor eléctrico. En el cárcamo contiguo para manejo de agua residual se instalaran dos bombas verticales, diseño inatascable, con capacidad unitaria de 45 lps, el accionamiento de estas bombas será similar al de las bombas de manejo de agua pluvial, es decir, una con accionamiento combinado y simple respectivamente.



4.3.3 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

El centro de control de motores estará constituido por gabinetes verticales para servicio interior, formando un conjunto rígido auto soportado, con dimensiones de acuerdo a diseño modular. Figura 25.

4.3.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS GABINETES

- a) Cajas metálicas de dimensiones modulares, fijas, para alojar los equipos de protección y control, de ocho combinaciones interruptor-arrancador, dispositivos de presión para eliminar vibraciones y empaques para evitar la entrada de polvo.

Las puertas dispondrán de placa para accionar los interruptores desde el exterior, con mecanismos de seguridad para evitar abrir la puerta cuando el interruptor este en la posición de cerrado.

En la parte superior del gabinete se alojó un alimentador principal trifásico. El diseño debería ser adecuado para absorber las fatigas normales y el corto circuito.

Esta unidad disparará eléctricamente al interruptor por fallas a tierra, pudiendo operar al 55% de la tensión nominal.

Se dispondrá de 2 focos piloto, colores rojos, verde, para señalar la condición abierto-cerrado del interruptor.

El centro de control de motores será suministrar con bases de alimentación horizontales en toda su longitud, construidos en cobre puro electrolítico, con capacidad conductiva nominal de 600 Amp.

La energía será distribuida a los cubículos de cada sección mediante barras verticales de cobre.

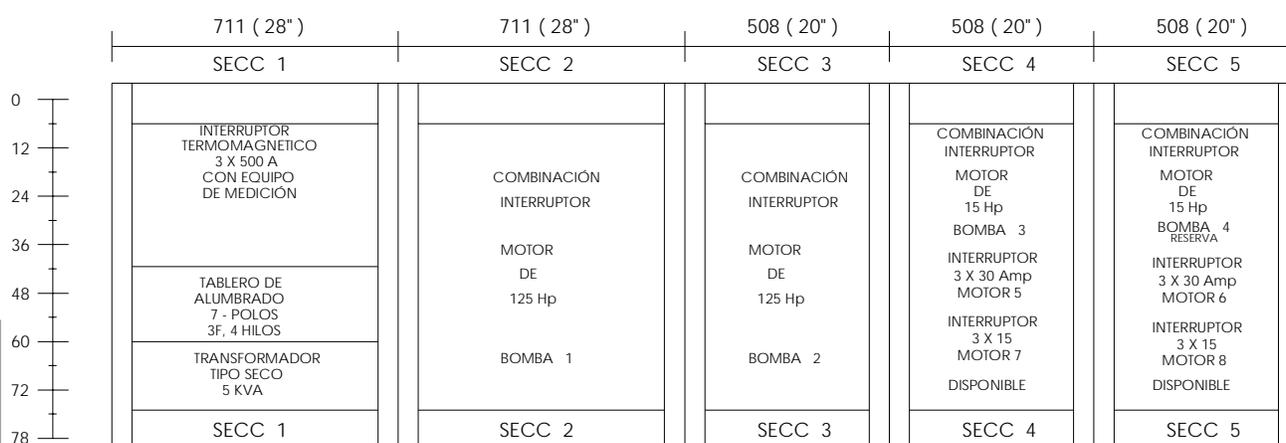
En ningún caso los cables de control podrán ser menores del calibre 12 A.W.G. Los bancos terminales serán de, por lo menos, 12 polos, fabricados en base moldeada fenólica con terminales tipo conector de presión y equipados con una tira blanca para marcar.

Todos los elementos estructurales metálicos deberán someterse a un tratamiento anticorrosivo del tipo de fosfatización o similar. El acabado consistirá en un mínimo de tres manos de esmalte color gris claro.



Los transformadores trifásicos objeto de esta especificación deberá conectarse en “DELTA” en lado de alta tensión y en “ESTRELLA” en el de baja, teniendo un desplazamiento en lo angular de 30° atrasada la baja tensión con respecto a la de alta. Los transformadores deberán ser clase 55/65, limpieza del tanque, inferior del tanque debe estar libre de basura, rebaba ó cualquier otro elemento extraño que se deposite en el fondo del tanque, en las bobinas ó quede suspendido en el aceite.

Todos los empaques deben ser neopreno y contar con un sistema adecuado que los retenga en su posición correcta, evitando además que se desborden, eliminando la posibilidad de que el apriete se rebase su límite elástico.



CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

NOTA: Las dimensiones del equipo y dispositivos eléctricos pueden variar de acuerdo al fabricante.

4.4 PROYECTO DE OBRA EXTERIOR

Como complemento al proyecto de la planta de conjunto, debido a lo expresado anteriormente, el proyecto contempla la obra civil de la manera más austera posible, quedando definido: cárcamo de aguas pluviales y negras, casa del vigilante, pavimento de terracería, barda con malla ciclónica, cuarto de control de motores, subestación tipo poste, obras de descarga al río san Francisco, las características del cárcamo son solo para dar servicio al conjunto habitacional San José de la Palma y 15.00 m a cada lado del camino a la venta, hasta llegar al cárcamo, así mismo la Comisión estatal de Aguas y Saneamiento (CEAS), instruyó de que el cárcamo debe tener dos compartimientos, uno para recibir la aguas en época de estiaje con el equipo adecuado y otro para recibir las aguas en época de lluvia, contando este con bombas de mayor capacidad. Todo esto con la finalidad de bajar el costo de la obra, impactando lo menos posible el precio de la vivienda. Tal como se observa en el plano de proyecto de obra exterior.



CAPÍTULO V



CAPÍTULO V

PROCESO CONSTRUCTIVO

5.1 OBRAS CIVILES DEL CÁRCAMO

Se inició la obra con un reconocimiento detallado del lugar donde se localiza el predio, así como las barrancas, cañadas cortas, cercanos al mismo, para poder investigar si existen antiguas minas, de arena o grava, materiales que pudieran ser objeto de otro estudio, ver que construcciones existen a su alrededor, ver si alguna vez ocuparon el predio para otra actividad si lo ocuparon para poner algunos materiales terreno de siembra, lo cual se encontró que es un terreno de siembra (tierra de labor arcilloso limoso) y también se visitó la presidencia de la zona para tener más información al respecto.

A continuación y ya localizadas las vías de acceso, electrificación, agua potable, etc, se hicieron las investigaciones mínimas del subsuelo mediante exploraciones de campo y pruebas de laboratorio que deberán ser suficientes para poder definir de manera confiable los parámetros de diseño de la cimentación del cárcamo, la variación de lo mismo de la planta de predio y los procedimientos de construcción ver si existen materiales sueltos superficiales, grietas, oquedades naturales, galería de mina, restos arqueológicos, cimentaciones antiguas, hundimientos, se realizaron sondeos de verificación estratigráficas, sin recuperación de muestras, se encuentran en una zona de transición del ex – lago de Chalco para hacer la revisión de la seguridad de la cimentación ante estados de límite de falla se comparó la capacidad de carga del suelo con las acciones de diseño y conociendo que la cimentación es sobre compensado, el mecanismo de falla será el de FLOTACIÓN; por lo que el diseño de excavación se realizó a cielo abierto formando taludes en el perímetro, con paredes verticales a 5 m de profundidad y el resto de la profundidad de los taludes se hicieron con un inclinado de 2 a 1, así se recomienda por la mecánica de suelos realizada, el material producto de excavación se acarreo a un banco de tiro ya que para el relleno de dicha cimentación será con tepetate en capas de 20 cm con compactación a base de prueba proctor al 90%.

Para abatir el nivel freático fue necesario hacer un Cárcamo pequeño para recoger dicha agua y bombearla fuera del área de trabajo, en este caso se llevó por medio de tubería a unos 200 m a descargar directo al río San Francisco y evitar regresar a la construcción. Según como se avanzaba en la excavación se fue haciendo un tablestaca para prevenir derrumbes.

Para poder iniciar la obra con un máximo de eficiencia se elaboró, un programa de obra, un programa de suministro de materiales, programa de acarreo de



materiales de excavación, programa de suministro de concreto, ya que como la obra se encuentra en zona de labor se tenía que entregar un programa a la cementera al inicio de cada semana para informarle los colados que teníamos que realizar en la semana que se estaba iniciando. Se contó con una supervisión en la cual nos apegamos a las normas establecidas por medio de bitácora en el aspecto topográfico, se cuenta con todos los planos generales de la obra así como banco de nivel establecido, y ejes fijos del cárcamo con el equipo de topografía necesario para su ejecución inmediatamente de la obra.

5.1.1 OBRA DEL CÁRCAMO

Debido a la profundidad en donde se desplanto la cimentación, se llegó a la conclusión que el equipo más adecuado para este tipo de excavaciones era una retroexcavadora marca American de 1 $\frac{3}{4}$ y d³ con una longitud de brazo de 24 a 27 ft la que tiene como característica que se utiliza principalmente para excavar bajo el plano conocido como línea de tierra en el cual descansa la máquina, además están adaptadas para la excavación de trincheras, pozos, sótanos, arenales y trabajos generados de excavaciones escalonadas, en donde se requiere un control preciso de las profundidades.

Otra de las razones por las que se seleccionó este equipo, es que debido a la poca área disponible para el movimiento dentro de la excavación, la retroexcavadora puede hacer movimientos circulares para poder transportar el material producto de la excavación directo a los camiones de volteo de 7 m³, que a su vez lo transportaron al banco de tiro, que se autorizó para esta obra y que sería a 3 Km. fuera de la obra.

Para evitar derrumbes y haciendo caso de las especificaciones de la mecánica de suelo, se excavó con talúdes con pendiente 2 a 1, una vez que la topografía nos indica que la excavación llega al nivel de desplante, se procede a la siguiente actividad que sería la plantilla.

Como la profundidad de excavación rebaso el N.A.F. fue necesario hacer un sistema de drenaje con recolección de aguas freáticas y pluviales, colocando un tubo de 6" de diámetro de concreto reforzado en el perímetro de la caja de excavación y fuera del área de construcción del Cárcamo para poder captar las aguas del nivel freático y pluviales, las cuales se desalojaron con una bomba de achique provisional y se mando dicho gasto al río San Francisco; para evitar derrumbes y accidentes futuros, se procedió a la colocación además en la excavación del Cárcamo y también de la excavación de zanjas para el drenaje de descarga.

La plantilla se especifico de concreto pobre ($f'c=100\text{kg/cm}^2$) con un espesor de 5 cm ya que su función principal es de separar el desplante de la losa de cimentación con el terreno y además evitar la contaminación del acero y concreto de la losa de cimentación haciendo más limpio el proceso de colado, el topógrafo

a su vez nivela plantilla y coloca los ejes principales para el armado en sí del Cárcamo.

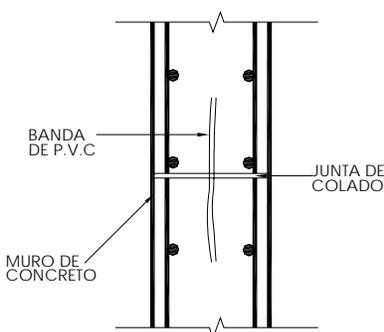
Se sabía que no había ningún problema para el suministro de materiales necesarios para el proceso de armado de acero, pero para habilitar el acero de refuerzo fue necesario instalar una zona especial para realizar este trabajo. Para armar los distintos miembros entre sí, se utilizó alambre del No. 6 que no estuviera acerado y que fuera recocado para mayor manejabilidad.

Se tuvo mucho cuidado en que el acero de refuerzo estuviera libre de tierra, pintura, grasa y otras sustancias que impidieran la adherencia con el concreto, fue necesario en algunos casos cepillar las varillas de material impregnado de mortero que impregnado la adherencia.

Los apoyos que se utilizaron fueron silletas, de varilla 3/8" para darle al concreto el recubrimiento recomendado en especificaciones y tener un armado bien definido. Los traslapes se planearon para no cortar demasiadas varillas en una misma sección tanto en cimentación como en los muros.

Como nota importante cabe mencionar que todos los muros que se toquen o crucen deberán anillarse o ligarse entre sí, salvo que se tomen precauciones que garanticen su estabilidad y buen funcionamiento, tomando también en cuenta de posibles empujes horizontales por fuerzas accidentales de un sismo, se respeto de acuerdo a las especificaciones del acero de refuerzo los traslapes de 30 diámetros.

Para evitar filtraciones en las juntas de colado de muros se instaló en todo el perímetro una banda de PVC de 30 cm de ancho, en el eje central del muro que se ligara en un 50% con el nuevo elemento llenándola perfectamente para evitar que se moviera durante el colado, dicha banda nos garantiza que no habrá ninguna filtración futura.



La cimbra se ha hecho tomando en consideración el programa de trabajo y las condiciones existentes, la losa de cimentación y losa tapa, se utilizó cimbra



aparente con triplay de 19 mm formando tarimas, para poder tener el máximo uso del triplay y ayudar a la economía de la obra.

Para los muros perimetrales de lo que es el Cárcamo se utilizó cimbra deslizante ya que esta cimbra tiene las características de tener mayor rapidez de cimbrado, para que al cabo de 24 hrs se pueda descimbrar y moverse al tramo inmediato superior, con el menor esfuerzo y mayor rapidez de colocación y economía.

Para conservar las dimensiones exactas en las maniobras de concreto, se utilizaron separaciones metálicas, estos dispositivos tienen la característica que mantienen a la cimbra separada, una cara de la otra a distancia precisa y pueden ser botados antes de llegar a la superficie resanando posteriormente el miembro de concreto, para evitar que el metal no quede en contacto con el exterior evitando con esto la oxidación.

Lo que se refiere al tratamiento de la madera se hizo una cisterna de 2.00 m x 3.00 m x 0.60 m y se lleno con diesel, ahí se introdujo las hojas de triplay por 48 hrs para que impregnaran con diesel y evitar que la cimbra absorba agua y que el concreto se pegue al triplay y principalmente nos sirve para tener mayor número de usos de la cimbra y su economía, cada que se hacia cambio de la cimbra se procedía a limpiarla de concreto y se le volvía a dar un brochazo de diesel para seguir su conservación, antes de volverla a ocupar y así también evitar mojar la varilla y teniendo como consecuencia que no haya adherencia acero – concreto.

Las observaciones generales sobre los desplantes, los plomeos de muros, la alineación, la fijación de cimbra, estaban supervisados con la cuadrilla de topografía que hace más a fin esta actividad y no se colapse ninguna pieza o el segmento estructural hasta no tener confirmada al 100% dicho proceso y también haber sido revisado y autorizada por el residente de obra, supervisión encomendada a esta.

El concreto que se utilizó tanto para la construcción del Cárcamo, como para la casa de máquinas y de obras de infraestructura fueron:

$f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ en plantillas con agregado 20 mm

$f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ en toda la obra con agregado 20 mm

Para el colado de cimentación, muros y losa tapa se utilizó concreto hidráulico premezclado, en el Cárcamo de bombeo debido a las siguientes ventajas que presenta:

- No necesita espacio para el almacenamiento de agregados y cemento.
- No necesita controlar la pérdida de materiales.



- La calidad y cantidad de materiales están perfectamente controlados por el fabricante.
- El impermeabilizante integral con la relación 1 kg de impermeabilizante por cada 50 kg de cemento, también es controlado por el fabricante.
- El agregado de agua (revestimiento) 10 a 12 cm es controlado por el fabricante y controlado en campo por el equipo de control de materiales que se encarga de hacer las pruebas de revenimiento con el cono.
- Para que el descimbrado de losas fuera más rápido, se pide concreto premezclado de resistencia rápida que también es controlada por el fabricante.
- Para su colocación se necesita menos personal.

Para el uso del concreto en ésta obra se solicita el laboratorio de control de materiales para que nos llevara un proceso exacto del comportamiento del concreto de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ a los 3, 7 y 28 días para asegurar que las resistencias es la óptima.

En el colado de otros elementos estructurales se utilizó concreto hecho en obra, en columnas, castillos, cadenas, trabes, plantillas, registros pequeños que no ameriten el uso de un concreto premezclado, losas de subestación, casa vigilante, etc., siendo indispensable que las proporciones del concreto sean las correctas con el objeto de que sea fácil su colocación, asegurar lograr la resistencia y durabilidad necesarias según las aplicaciones particulares.

El procedimiento para la estimación de los pesos requeridos para las revolturas del concreto comprende la siguiente secuencia:

- a) Selección del revestimiento y tamaño máximo de agregado.
- b) Estimación de la cantidad de agua y contenido de aire.
- c) Selección de la relación agua – cemento.
- d) Cálculo del contenido de cemento.
- e) Estimación del contenido de agregado grueso.
- f) Estimación del contenido de agregado fino.
- g) Revestimiento y tamaño máximo del agregado.

Se deben usar mezclas con la consistencia más rígida que se pueda colocar eficientemente. En ningún caso el tamaño máximo deberá exceder de $1/5$ de la menor dimensión entre los lados de la cimbra, $1/3$ parten del espaciamiento mínimo libre entre varillas individuales del refuerzo haces de varillas ó cables de pretensados.



Las tablas 1 y 2 presentan limitaciones recomendados para el revestimiento y el tamaño máximo de agregados.

TABLA 1

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	REV. MAX	REV. MIN
ZAPATA Y MUROS DE CIMENTACION REFORZADOS	8	2
CAPONES, MUROS SUB-ESTRUCTURA NO REFORZADA	8	2
VIGAS Y MUROS REFORZADOS	10	2
COLUMNAS DE EDIFICIOS	10	2
LOSAS Y PAVIMENTOS	8	2
CONCRETO Y MASA	5	2

TABLA 2

Tamaños máximos de agregados recomendados para varios tipos de construcción.

DIMENSIÓN MÍNIMA EN DE LA SECCIÓN EN CM	MUROS REF. VIGAS Y COLUMNAS	MUROS IN REF.	LOSAS MUY REFORZADAS	LOSAS C/POCO REFUERZO O S/REFUERZO
6.5 - 12.5	12.7 - 19.0	19.0	19.0 - 25.4	19.0 - 38.0
15.0 - 28.0	19.0 - 38.0	38.0	38.0 - 76.0	38.0 - 76.0
30.0 - 74.0	38.0 - 76.0	76.0	38.0 - 76.0	38.0 - 76.07
6.0 - o más	38.0 - 76.0	152.0	38.0 - 76.0	76.0 - 152.0



a) Estimación del agua de la mezcla y del contenido de aire.

La cantidad de agua por volumen unitario de concreto que se requiere para producir un revenimiento, depende del tamaño máximo, de la forma de las partículas y graduación de los agregados y de la cantidad de aire incluido.

La forma de la partícula, por si misma, no es un indicio de que el agregado esté por encima ó por debajo del promedio adecuado para producir la resistencia requerida.

El concreto con aire incluido debe usarse siempre en estructuras que van a estar expuestas a congelación y deshielo y generalmente para estructuras expuestas al agua del mar ó a sulfato.

b) Selección de la relación agua – cemento.

Debido a que los distintos agregados y cementos producen generalmente resistencias diferentes con la misma relación agua – cemento, es muy conveniente conocer o desarrollar la función entre la resistencia y la relación agua – cemento de los materiales que se usaran realmente.

La relación agua – cemento es relativamente segura para concretos que tengan cemento Portland tipo 1.

TABLA 3. Correspondencia entre la relación agua – cemento y la resistencia del concreto a la compresión.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 28 DIAS kg/cm ²	CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO	CONCRETO CON AIRE INCLUIDO
450	0.38	0.00
400	0.43	0.00
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
100	0.8	0.71



CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO

El cemento requerido es igual al contenido estimado de agua en la mezcla dividido entre la relación agua – cemento.

El empleo de los aditivos químicos ó de las puzolanas afecta las propiedades tanto del concreto fresco como del concreto endurecido.

ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

Los agregados que tengan esencialmente la misma granulometría y tamaño máximo, deben producir un concreto de trabajo satisfactorio, cuando se emplee a un volumen determinado de agregado grueso y seco compactado con una varilla estándar, por volumen unitario de concreto, estos valores se presentan en la tabla 4.

Se puede observar que para igual manejabilidad, el volumen del agregado grueso por volumen unitario de concreto depende solo del tamaño máximo y del agregado de finura del agregado fino.

TABLA 4. Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto.

Estos volúmenes se convierten en el peso seco de agregado grueso requerido por metro cúbico de concreto, al multiplicarlos por el peso volumétrico del agregado grueso seco y compactado con varilla.

TAMAÑO MAX. DE AGREGADO, mm	VOLUMEN EN AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO DE VARILLA, POR VOLUMEN UNITARIO DE CONCRETO PARA DIFERENTES MODULOS DE FINURA DE LA ARENA			
	MILIMETROS	2.40	2.60	2.80
10	0.50	0.48	0.46	0.44
13	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.76	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81



ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO

Para su determinación se pueden emplear dos procedimientos:

a) Método por peso.

Si se supone el peso de volumen unitario de concreto ó se puede estimar por la experiencia, el peso requerido de agregado fino es la diferencia entre el peso del concreto fresco y el peso total de los otros ingredientes.

Aunque el peso estimado por metro cúbico de concreto es poco aproximado, las proporciones de la mezcla deben ser suficientemente exactas para permitir ajustes fáciles con base en la revoltura de prueba.

b) Método por volumen absoluto.

El uso de volumen de los ingredientes es el procedimiento mas exacto, consiste en el conocimiento del volumen total de los ingredientes (agua, aire, cemento y agregado grueso), se resta del volumen requerido de agregado fino, del volumen ocupado en el concreto por cualquier ingrediente es igual a su peso dividido entre el uso específico de ese material.

COLOCACIÓN DE CONCRETO

Debido a que la construcción del Cárcamo de bombeo es de una altura de 11 mts, y que es bastante el volumen de concreto a colar, fue necesario efectuar todos los colados con concreto bombeado, situada la bomba en lugar accesible para las revolvedoras y que la manguera de descarga fuera la mínima, así como también el operador de la bomba estuviera en comunicación directa con la cuadrilla que se ocupa de la colocación del concreto.

Uno de los problemas que existen en la construcción es la falta de personal calificado, que sepa manejar el vibrador, lo cual fue necesario tener cuidado con los siguientes casos:

a) Que los vibradores no se utilizaron para mover el concreto en la cimbra, si no que se usara para consolidar el concreto.

b) Que el vibrador se introduzca rápidamente en el concreto y sacarse lentamente, debiendo penetrar completamente en la capa que se esta colocando y dentro de la capa inferior, para unir completamente las dos capas y darle una revibración al concreto previamente colocado.

c) Evitar el contacto del vibrador con las varillas.

d) Evitar la sobre vibración



Las ventajas principales de tener el mayor cuidado al realizar la vibración, además de disminuirse el costo del concreto es la mayor resistencia y aumento de adherencia con el acero de refuerzo.

CURADO

Esta etapa es la última y más importante ya que la hidratación del cemento tiene lugar cuando está en contacto con humedad y temperatura favorable, la pérdida de agua causa que el concreto se encoja, con lo que se crean esfuerzos de tensión en la superficie secada, antes de que el concreto tenga una resistencia adecuada a esa tensión, pueden causarse grietas debidas al encogimiento.

En esta obra se ocupó curacreto lo cual reemplaza el estar humedeciendo el concreto y es más efectivo.

DESCIMBRADO

El descimbrado se hizo tan pronto como el concreto tuvo la resistencia, también para hacer los resanes que se requieran y que estas fragüen con la masa total y que el curado se pudiera realizar más efectivamente. La cimbra en muros y columnas se descimbraron al otro día después de realizado el colado.

Las especificaciones exigen 14 días para el descimbrado de losas, sin embargo y debido a los aditivos fue posible descimbrar a las 72 hrs. Esto nos ayudó en el avance de obra y también para realizar las pequeñas reparaciones del concreto.

5.2. ESTRUCTURA METÁLICA

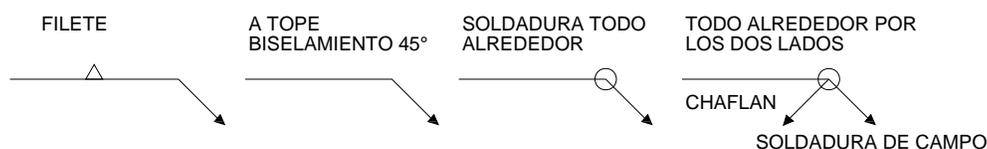
PARA IZAJE DE REJILLAS O DESMENUZADORES Y BOMBAS

Terminada la obra negra del Cárcamo, se comenzó con el suministro y colocación de estructura de acero para el izaje de equipos de bombeo y rejillas del Cárcamo. Como inicio de esta actividad fue necesario volver a checar las anclas que van a recibir la estructura que efectivamente estuvieran dentro de las distancias requeridas así como alineadas y limpias de concreto ó algún material que impidiera el uso de la cuerda de las anclas.

ESTRUCTURAS METÁLICAS

Para las estructuras metálicas se usaron las siguientes especificaciones:

- Acero A – 36 en placas y perfiles. Los electrodos recubiertos para soldadura serán serie E – 7.
- La soldadura en juntas se aplicara evitando torceduras, flameó y requemado de materiales, pieza defectuosa deberá reponerse íntegramente.
- En el soldado de taller ó campo, las piezas serán sostenidas rígidamente verificando que las superficies a soldar estén limpias de escoria, costuras, grasa y pintura.
- Se respetarán las normas AISC Y AWS.
- Los símbolos empleados para la soldadura es el siguiente:



SIMBOLOS BASICOS DE SOLDADURA									
TIPO DE SOLDADURA									
CANTO	FILETE	TAPÓN O RANURA	PREPARACION DE LAS PIEZAS						
			RECTAN GULAR	v	BISEL	u	J	BOCEL DOBLE	BOCEL SIMPLE

Se clasifica como una estructura reticular, las cuales se caracterizan por estar constituidas de conjuntos de miembros alargados tales como armaduras, marcos rígidos, traveses y estructuras reticuladas tridimensionales, los miembros principales de la estructura reticular no son generalmente funciones y se usan únicamente para la transmisión de las cargas, esto obliga a colocar elementos adicionales. Se usaron miembros estructurales unidos entre si por medio de conexiones. Un miembro puede ser un perfil laminado estándar o bien, estar formado por varios perfiles unidos por soldadura, remaches ó tornillos, en el caso del Cárcamo se utilizó soldadura E-7.

Para el armado se tomaron en cuenta tres aspectos importantes:

- Exactitud y tolerancia en las dimensiones de las piezas.
- Rigidez de miembros grandes debido al gran tamaño de los miembros, no es posible conservarlos exactamente rectos. Las desviaciones con respecto a su



forma teórica puede conservarse dentro de ciertos límites que no afectarán su utilidad estructural.

- Método para enderezado del material y de los miembros fabricados.

El más común es usar una prensa que trabaje el material a temperatura ambiente, lo cual se define como “enderezado en frío”; la aplicación de calor en una área reducida de la pieza por medio de un soplete de oxígeno. Ambos métodos originan esfuerzos residuales en el miembro enderezado.

Debido a que para la construcción de las columnas de acero se requerían IPR de 14 “x14” e IPR de 12”x12” y comercialmente no las fabrican, fue necesario hacer dicho trabajo en taller con los aspectos antes mencionados.

Una vez que tenemos la información completa, se preparan planos de taller, en los que se detallan todas las piezas de la estructura. Estos planos muestran los números de partes ó marcas de identificación, cantidad de piezas requeridas, longitud de las mismas, localización y tamaño de agujeros, detalles de corte y conexiones de taller.

Estos planos de taller deben estar de acuerdo con el diseño y requieren una revisión minuciosa por parte del residente y supervisor, los cuales deben revisar que las dimensiones y detalles se indiquen correctamente y que todas las partes ensamblen adecuadamente entre sí, partiendo de los planos de taller se elaboran plantillas de cartón o madera a escala natural, las cuales muestran la localización de todos los agujeros y cortes en la pieza. El material que sea necesario de doblar es necesario mandarlo inmediatamente a elaborar para no perder continuidad en el avance de obra.

En el taller se divide la fabricación en las tres áreas de trabajo:

- a) Polipasto de izaje del equipo de bombeo de aguas negras y pluviales.
- b) Polipasto de izaje de rejillas del Cárcamo.
- c) Rejillas del Cárcamo.

Teniendo la maquinaria apropiada para llevar a cabo las operaciones especiales de dicha estructura en una secuencia adecuada.

La primera operación que se efectúa en el taller es la de “trazo” se marca cada pieza con el nombre de la obra, número de partes, cantidad de piezas requeridas y cualquier instrucción especial referente al procedimiento de fabricación, las piezas se cortan a la longitud requerida, en caso necesario y se hacen los cortes en las almas y patines que así lo requieran. En caso de existir una pieza duplicada, estas se manejan juntas; a continuación, se barrenan ó maquinan las piezas, una vez que se han fabricado todas las partes de un



ensamble se llevan al lugar de armado, es aquí en donde se ensamblan entre sí por medio de soldadura, haciendo coincidir las piezas a escuadra, alineados.

El ajuste y ensamble de las piezas es un trabajo de gran importancia ya que la corrección de errores cometidos en esta etapa muy costosa. Por consiguiente es importante la inspección de los ajustes correctos. Una vez terminado los ensambles, se transportan al patio de almacenamiento, donde se limpian, pintan y almacenan quedando listos para su traslado al lugar de la obra.

El transporte del material se hace a base de grúas viajeras, malacates, grúa y tripie, localizados estratégicamente en el taller para poder hacer los movimientos necesarios y seguros.

La etapa siguiente a la fabricación es el montaje. Las piezas al llegar a la obra son descargadas y se colocan en la zona que le corresponde, ya que la obra permite dejar las piezas fabricadas cerca donde se colocarán para su montaje. – Fue necesario rentar una grúa con una capacidad de carga de 10 toneladas como mínimo ya que el procedimiento de montaje se organizó de tal forma que se armaran marcos según ejes, utilizando 2 columnas y traveses de liga -, estas son colocadas en las placas base y se atornillan en el lugar se plomean las columnas, se chequea la nivelación de traveses y se conectan permanentemente las partes entre sí, por medio de la soldadura, se contravente lateralmente el marco hasta que se complete con las otras traveses de liga entre marco y marco.

Como es factible colocar la primera travesa a los 8.00 m de altura, se procede así como también los contraventeos definitivos que pide la construcción de la armadura.

En seguida se empieza con el 2º nivel que sería el complemento de los otros 8.00 m. Terminado el cascarón se procede a colocar el canalón de descargas pluviales e inmediatamente después se inicia a colocar la lámina pintada que servirá como techo de la estructura del Cárcamo, es importante que toda pieza de la estructura se le debe dar por lo menos una mano de pintura anticorrosiva, entonces ya instalada se procede a su acabado final que será esmalte corrosivo.



5.3.- INSTALACIONES

- a) Hidráulica
- b) Sanitaria
- c) Especiales
- d) Eléctrica
- e) Mecánica

a) Hidráulica

El abastecimiento de agua potable será por medio de tubería de P.V.C. de 3" De diámetro, la cual se conectará a la red municipal localizada a 850 m de la Planta de bombeo, precisamente en la margen del camino a la venta.

Por este medio se dotará, de este vital líquido a la casa del operador, Hidrante contra el incendio y toma para riego y servicio externo.

b) Sanitaria.

Aguas negras colector principal.

El colector de llegada al Cárcamo sanitario, es la base de tubería de concreto reforzado de 45 cm de diámetro. El descargara las aportaciones del conjunto habitacional y las zonas de influencia, con un gasto de 45 LPS en una longitud de 740 m con pendiente de 2 al millar y pozos de visita a cada 60 m así como un pozo construido con la técnica de "Pozo Indio", mismo que esta antes de la descarga al Cárcamo, y que tiene por objetivo la retención de sólidos mediante un par de rejillas ó desmenuzadores.

Aguas negras red sanitaria.

La Tarja utilizada para este fin es a base de tubo de concreto simple de 20 cm de diámetro con pendiente de 10 al millar, descargo directa al Pozo Indio y registros de 40x60 m en cada cambio de dirección.

Aguas pluviales colector principal.

El colector de llegada al Cárcamo de aguas pluviales, es a base de tubería de concreto reforzado de 1.52 m de diámetro, el cual descargará 920 lts por segundo, según estudio hidrológico, este tiene una longitud de 600 m a una pendiente de 2 al millar y cajas con su respectivo pozo chimenea a cada 60 m de distancia, en la llegada de esta tubería al Cárcamo y debido a la magnitud de la tubería, se tienen dos cajas de deflexión, construidas a base



de concreto armado con espesores de 30 cm que tienen por objeto la inspección y limpieza de dicho colector.

Aguas pluviales red interna.

Debido a que a futuro se tiene proyectada la pavimentación de la calle adyacente a la planta de bombeo, se dejó preparación coladeras de banquetas y bocas de tormenta mediante tubería de concreto simple de 30 cm, conectada directamente al Cárcamo.

c) Especiales.

Emisor ó descarga al río de aguas pluviales.

La conducción de las aguas del Cárcamo pluvial al río San Francisco son a base de 2 tubos de A.C. ced. 40 de 24" de diámetro, una tubería por bomba, alojadas estas a 2 m de profundidad, con una distancia de 60 m aproximadamente cada una.

Emisor ó descarga al río San Francisco de aguas negras.

La conducción de las aguas al Cárcamo sanitario al río San Francisco son a base de un tubo A.C. ced. 40 de 8" de diámetro, instalado a 2 bombas y alojado en cepa de 2.00 m de profundidad.

Tanques de almacenamiento de diesel centrifugado.

Esta instalación incluye la tubería para la distribución del tanque de almacenamiento principal con una capacidad de 2000 lts, a los tanques de almacenamiento diario de 300 lts cada uno, estos últimos alimentan a los motores de combustión interna, el total de la tubería es de A.C. ced. 40 de 1"y ½ con una longitud aproximada de 18.50 m.

d) Eléctrica.

Alimentación a la planta.

Es del tipo área, suministrada por compañía de luz del centro en poste de 12 de altura, bajada directa a subestación tipo poste de 300 kva, conectado a equipo de medición.

C.C.M.

En el centro de control de motores se encuentra el interruptor termo magnético 3x500 Amperes, el tablero de alumbrado en 7 polo, SF, 4 hilos, transformador tipo seco de 5 kva combinación de interruptores y arrancadores según tabla anexa.



Instalación eléctrica y sistema de tierras.

Consiste principalmente en la instalación de tuberías, ductos y conductores para la alimentación de motores, alumbrado y servicios de casa del operador. El material empleado es, a base de tubería conduit pared gruesa (galvanizado) encamisado con concreto pobre de resistencia $f'c= 100 \text{ kg/cm}^2$, en las intersecciones se utilizan registros y condulets, con tapa y empaques de neopreno, el cable usado es del tipo THW 90/75gc.600 v en calibres variables que van de 250 MCM a 12 AWG, el sistema de tierras es

A base de varillas copperweld de 16 mm x 3.05 m hincadas en tubo de albañil de 30 cm x 100 cm con tapa, la red del sistema de tierras está unida con cable de cobre desnudo semiduro calibre 2/0 AWG Y 4/0 awg.

Iluminación.

El C.C.M., cuenta con iluminación a base de lámparas de tipo Slim Line de 2x72 luz de día, en el exterior se tienen lámparas Wallpack de 250 watts, la casa del operador cuenta con iluminación a base de lámparas incandescentes de 100 watts instaladas en soquet, todos los circuitos están protegidos con tableros tipo Qo-2 con 2 interruptores de 1x15 amperes.

e) Mecánica.

Motores y bombas para desalojo de aguas pluviales.

Las bombas utilizadas son del tipo centrífuga vertical, flujo axial tipo propela, descarga bajo la superficie para un $Q=500/AS$ instaladas a una altura de operación de 46cm y un nivel mínimo de operación de 3.85m, accionadas con motor eléctrico vertical de inducción tipo de ardilla, flecha sólida servicio a la intemperie apagador de 125 H.P. de 400v, 60hrs 220 RPM, marca IEM, estos motores se encuentran instalados a nivel del piso de operación del Cárcamo sobre una placa de acero de 1" de espesor.

Además de los motores eléctricos indicados anteriormente se tiene un motor de combustión interna a diesel 4,2 lts y de 150 HP, 1760 RPM turbo cargado, arranque eléctrico con toma de fuerza para servicio continuo, instalado en una de las bombas mediante cabezal de engranes, tipo combinado Mod. 18375 tipo S, empuje axial de 23000 lbs, potencia máxima 200 HP y flecha cardanica tipo Watson – Spiaer Mo. WL-7130.

La alimentación del combustible ya se mencionó en el inciso 111-C. Nota: Este motor funcionará en caso de descompostura de los motores eléctricos ó falta de energía.



Motores y bombas para desalojo de aguas negras.

Las bombas instaladas en el Cárcamo – húmedo, para desalojar un Q=45 HPS, descarga sobre superficie con un nivel de piso de operación de 9m, instalada a 85cm del NFL, accionadas mediante motor eléctrico vertical, flecha hueca de inducción jaula de ardilla de 15 HP, 60 RPM, 4 Polos, 220/440v.

Estos motores se encuentran instalados a nivel de piso de operación marcado con la cota 100.80, sobre una placa de A.C. de ½” de espesor, además una de las bombas cuenta con un motor de combustión interna de 4T diesel, diseño horizontal con toma de fuerza de 15 hp netos y 1800 rpm, instalado mediante cabezal engranado flecha cardanica tipo Watson-Spider, la alimentación del combustible ya se menciona en el inciso 111-C. Nota: Este motor funcionará en caso de descompostura de los motores eléctricos ó falta de energía.

5.4.- OBRA CIVIL COMPLEMENTARIA

Consistentes en la infraestructura y servicios de la planta y se clasifican en:

- a) Casa del operador.
- b) Centro de control de motores.
- c) Obra exterior.
- d) Lavaderos.

a) Casa del operador.

Construcción a base de muros de block hueco tipo pesado de 10 x 20 x 40 cm, cimentación de tipo superficial, sobre una plataforma de tepetate compactado al 90 % de la prueba proctor modificada, losa a base de viguetas y bovedilla, con su respectiva capa de compresión, los acabados son: Aplanado pulido cemento – arena en proporción 1-4, en exterior, aplanado de yeso con pintura vinílica, pisos de loseta vinílica y cancelería de aluminio, contempla la instalación hidráulica y sanitaria con el mínimo de muebles.

b) Centro de control de motores.

Esta construcción, tiene cimentación a base de zapatas corridas de 1 m. De altura x 0.80 m de ancho, muros de block 10 x 20 x 40 cm tipo pesado, esta en unión con la subestación eléctrica que es un cuarto abierto, construido con idénticas características, la losa de CCM es de concreto armado de 10 cm de espesor, el acabo de todos los muros es a base de aplanado pulido, cemento-arena en proporción 1-4 y pintura vinílica tanto en interiores y exteriores. La cancelaría del CCM es de aluminio anodizado color gris.



c) Obra exterior.

Contempla, la construcción de red interior de drenaje sanitario con descarga directa al registro de rejillas de retención de sólidos, utilizado tubería de concreto simple de 20 cm de diámetro en una longitud de 30 m. Esto es únicamente para la casa del operador, por otro lado se tiene el pavimento de patio de maniobras construido a base de relleno de tezontle apisonado de 10 cm de espesor y cerca perimetral a la planta a base de malla ciclónica con altura de 3.00 m.

d) Lavaderos.

En esta actividad se distinguen dos obras, una que es la caja protectora de la tubería de acero al carbón y que va ahogada en el borde donde descargan dichas tuberías, para la construcción de esta caja trinchera hubo necesidad de bajar el borde a la altura de 1.30 m, para que posteriormente colar una plantilla de concreto pobre de 100 kg/cm^2 , sobre esta se arma la cimentación de la caja con varilla del No. 4 a cada 20 cm, posteriormente se cimbra y se cuela conjuntamente con los muros laterales, una vez colados los muros se cuela la losa tapa, previa cimbra y armado de ésta.

La otra parte de esta obra que hemos llamado lavadero consiste en excavar y rellenar las paredes para dar las secciones del canal, tomando en cuenta que el enrocamiento es de 30 cm de espesor, finalmente se coloca la piedra braza pegándola con mezcla mortero – arena proporción 1-3.



5.5 PRESUPUESTO

Presupuesto para la realización del Cárcamo de bombeo de aguas pluviales y aguas negras. Para la unidad de Infonavit en San José de la Palma Ixtapaluca.

CONCEPTO

IMPORTE

1.- Cárcamo de Bombeo

Trabajos preliminares	179'050,089.45
Tanques de almacenamiento	7'238,538.71
Cárcamo de bombeo aguas negras	85'611,725.15
Cuarto de generación	23'509,397.84
Obra exterior	140'277,523.11
Caseta de operación	23'556,443.69
Subestación eléctrica	61'559,901.64

Subtotal 520'803,619.59

2.- Equipo de Bombeo

Equipo de bombeo	490'137,347.00
Fontanería para equipo de bombeo	176'195,650.43
Rejilla compuertas y polipastos	116'340,753.77
Red de fuerzas	57'880,799.73
Red de tierras	21'598,552.86
Rejillas Irving	55'908,898.00
Grúa viajera	31'785,350.00

Subtotal 949'847,351.78

Total = 1,470'650,971.38
Indirecto y utilidades 24% = 352'956,233.13

10% IVA. 1,823'607,204.51
182'360,720.00

2,005'967,924.00
Actualización Julio 91 a Mayo 92. 393'169,713.00

TOTAL **2,399'137,638.00**



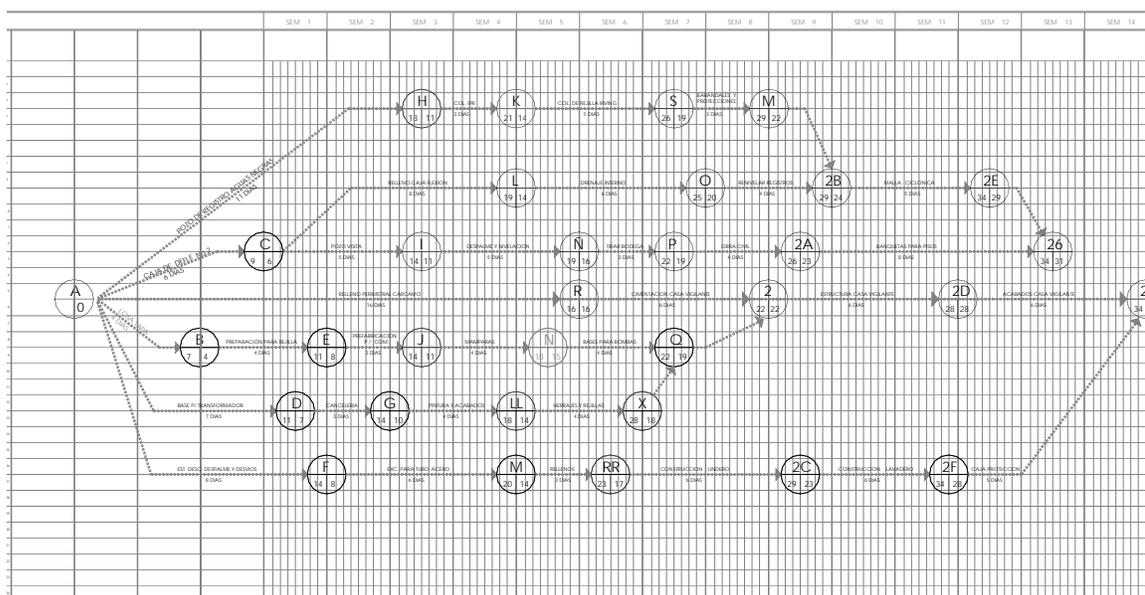
5.6 PROGRAMA DE OBRA

Es necesario en toda obra prever el tiempo de ejecución y también llevar un control, es por esto que para la construcción de esta obra se determino el uso del sistema de ruta crítica, que es un sistema lógico y parcial de plantación, programación y control de las actividades que intervienen en la realización del proyecto.

Así mismo nos permite conocer todas las actividades que intervienen dentro de un proyecto de ingeniería, con las que se define la duración total del programa.

1.- Para la determinación del tiempo se utilizó el sistema C.P.M. (Método de la Ruta Crítica) en el que el tiempo de ejecución esta estimado de acuerdo a la experiencia gráfica No. 1. (Ver plano RC-01)

GRAFICA No. 1





Se puede ver claramente que actividades se deben empezar, con que diferencia de tiempo ó también saber cuando alguna actividad no se ha iniciado a su debido tiempo, cuenta además con las holguras que amerite la obra ya que en el proceso constructivo real de obra existen por menores que afectan el avance, por ejemplo, la lluvia, nevadas, algún material que no se encuentre en existencia en el mercado, descomposturas de maquinaria, descompostura de equipo, falta de agua, falta de luz eléctrica, etc

Este sistema al igual que los diagramas de Gantt mejor conocido por el diagrama de barras, nos sirven para programar y controlar un proceso. El problema de la utilización del diagrama de barras es que muestra objetivamente las duraciones, fecha de inicio y terminación de actividades principales sin perder de vista que éste es un escalar de tiempo de ejecución del volumen de una actividad.

La secuencia de ejecución de las actividades al integrar un diagrama de barras, se efectúa en la fase de progresión estimando que parte de otras actividades deben estar terminadas para iniciar la actividad en estudio. Por eso es que la duración total resulta arbitraria y es notorio que existe una mezcla de programación y planeación.

No es posible objetivar que actividades controlan la duración del proceso, aparentemente todas son de igual importancia; lo que indica una necesidad de acelerar todas las actividades que pueden esperar, determinados lapsos de tiempo, sin afectar la determinación del proceso en tiempo.

Otro de los problemas cuando se utiliza el diagrama de barras, es que no es posible prever con seguridad los requerimientos para la adjudicación de materiales, equipo, personal y capital; porque es posible que se tenga cantidades de material innecesario almacenado, equipo desocupado y quizá exista la necesidad de despedir personal que posteriormente se requiera sobre el programa de obra, se puede llevar adicionalmente otro programa que nos marque el avance real en obra y poder saber cuando iniciamos una actividad y cuando se termina, comparando si tenemos holguras positivas ó negativas que en su caso se debe resolver inmediatamente.



REPORTE FOTOGRAFICO

FOTO 1

ACTIVIDAD. EXCAVACIONES DEL CANAL DE LLEGADA Y CARCAMO.

OBJETIVO. ALCANZAR EL NIVEL DE DESPLANTE DE LA ESTRUCTURA.

**PLANTA DE BOMBEO
DRENAJE PLUVIO SANITARIO
SAN JOSE DE LA PALMA, IXTAPALUCA
ESTADO DE MÉXICO**



FOTO 2

ACTIVIDAD. INSTALACION DE TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO DE 30 CM DE DIÁMETRO.

OBJETIVO. CONEXIÓN DEL DRENAJE PLUVIAL AL CANAL DE LLEGADA.

**PLANTA DE BOMBEO
DRENAJE PLUVIO SANITARIO
SAN JOSE DE LA PALMA, IXTAPALUCA
ESTADO DE MÉXICO**



FOTO 3

ACTIVIDAD. EXCAVACION PARA TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO DE 50 CM DE DIÁMETRO.

OBJETIVO. CONEXIÓN DEL DRENAJE PLUVIAL AL CANAL PLUVIAL.

**PLANTA DE BOMBEO
DRENAJE PLUVIO SANITARIO
SAN JOSE DE LA PALMA, IXTAPALUCA
ESTADO DE MÉXICO**



FOTO 4

ACTIVIDAD. EXCAVACION MANUAL Y MECANICA PARA DESPLANTE DE TUBERIA.

OBJETIVO. ENCONTRAR FIRME DE TERRENO OPTIMO, PARA COLOCACION

TOPOGRAFICA DE TUBERIA Y REGISTROS DE DRENAJE.

**PLANTA DE BOMBEO
DRENAJE PLUVIO SANITARIO
SAN JOSE DE LA PALMA, IXTAPALUCA
ESTADO DE MÉXICO**



FOTO 5

ACTIVIDAD. TRAZO TOPOGRAFICO DE TUBERIAS Y REGISTROS .

OBJETIVO. EFICIENCIA DE DRENAJE Y CAPTACION PARA UN FUNCIONAMIENTO

OPTIMO EN SU CONSTRUCCION.

**PLANTA DE BOMBEO
DRENAJE PLUVIO SANITARIO
SAN JOSE DE LA PALMA, IXTAPALUCA
ESTADO DE MÉXICO**



FOTO 6

ACTIVIDAD. CONSTRUIR UN AREA DE LAVADEROS.

OBJETIVO. DAR LA ESTETICA A LA OBRA CIVIL.

**PLANTA DE BOMBEO
DRENAJE PLUVIO SANITARIO
SAN JOSE DE LA PALMA, IXTAPALUCA
ESTADO DE MÉXICO**



FOTO 7

ACTIVIDAD. ARMADO DE ACERO PARA LAVADEROS Y REGISTRO PLUVIAL.

OBJETIVO. DAR EFICIENCIA A LAS NECESIDADES DEL LUGAR.

**PLANTA DE BOMBEO
DRENAJE PLUVIO SANITARIO
SAN JOSE DE LA PALMA, IXTAPALUCA
ESTADO DE MÉXICO**



FOTO 8

ACTIVIDAD. ARMADO DE ACERO DE ZAPATAS Y LOSAS DE CONCRETO.

OBJETIVO. REFORZAR LOS SISTEMAS DE CONSTRUCCION EN DRENAJES.

**PLANTA DE BOMBEO
DRENAJE PLUVIO SANITARIO
SAN JOSE DE LA PALMA, IXTAPALUCA
ESTADO DE MÉXICO**





CONCLUSIONES Y COMENTARIOS



Finalmente en la Ingeniería hay una enorme necesidad de pensadores más originales (en todos los campos).

Hay demasiadas soluciones, que son el producto de manuales ó de prácticas tradicionales, que no tienen más virtud. Que su longevidad, muy pocas soluciones provienen de un pensamiento verdaderamente original. La inercia hace que se perpetué una multitud de soluciones deficientes en el mundo que nos rodea dejando grandes oportunidades.

Para todos de solucionar los problemas, de trabajar intensamente en su propia inventiva.

Las soluciones tenderán hacer poco imaginativas si se confía demasiado en el conjunto de soluciones “en existencia” ó rutinarias que se han acumulado en el curso de los años el recurrir a esta fuente es tentador, pues es un camino de mínima resistencia y proporciona soluciones en las que puede tenerse, una confianza razonable en general, cuanto mas se sepa a cerca de una rama especializada del conocimiento será mayor el numero de soluciones rutinarias con que se estará familiarizando y tanto mas fácil será confiar excesivamente en la fuente de soluciones de rutina.

Para terminar coincidimos en que en el desarrollo de un plan para una comunidad en expansión, debe tomarse en cuenta la necesidad en un futuro inmediato al contar con la infraestructura necesaria para la creación de un sistema de desalajo de aguas pluviales y negras de una población para un equilibrio en lo que sea socialmente deseable, técnicamente practicable y económicamente posible.

La construcción de esta planta de bombeo justifica plenamente las necesidades de una población ya que con esto se resuelve el problema de impacto ambiental, tanto en el aspecto de higiene y de seguridad, previniendo inundaciones que repercuten directamente a la comunidad.

Así pues el objetivo de este trabajo, nos permite conocer ampliamente el proceso de ejecución de este proyecto.

El cual presenta una solución a un problema específico tan apremiante en las nuevas zonas de expansión urbana.



BIBLIOGRAFÍA



- **PERFIL HISTÓRICO Y CULTURAL DE IXTAPALUCA**
Folleto publicado en Enero de 1990
por la Presidencia Municipal de Ixtapaluca
Estado de México.

- **ESTACIONES DE BOMBEO**
Apuntes del curso: Drenaje y Alcantarillado
Ing. Arnulfo Paz Sánchez
Facultad de Ingeniería, UNAM.

- **ALCANTARILLADO**
Ing. Jorge Luis Lara González
Editorial División de Ingeniería Civil Topográfica
y Geodesica.

- **TRATADO DE TOPOGRAFÍA**
Dabas Foote Keelly
Editorial Colección Ciencia y Técnico Aguilar.

- **MÉTODOS TOPOGRÁFICOS**
Ing. Ricardo Toscano
Editorial Porrúa, S. A.

- **MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA DEL EMISOR
DE AGUAS PLUVIALES**
Ing. José Cruz Solís Rivera.

- **MEMORIA DESCRIPTIVA DRENAJE SANITARIO**
Ing. José Cruz Solís Rivera.

- **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**
Tecnología en Control de Suelos y Concreto, S.A. de C.V.
Empresa especialista en el ramo.

- **MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL**
Ing. José Cruz Solís Rivera
(Perito responsable).

- **NUEVO REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL D. F.**
Editorial Libros Económicos 1992

- **DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO**
Bresler, Lin y Scalzi
Editorial Limusa Waley, S. A.



ANEXOS

FIG. 27

1° ALTERNATIVA

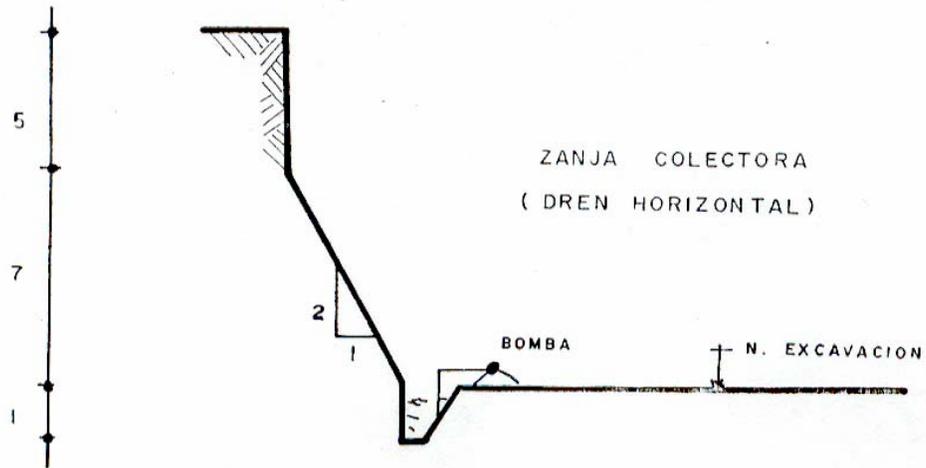


FIG. 28

2° ALTERNATIVA

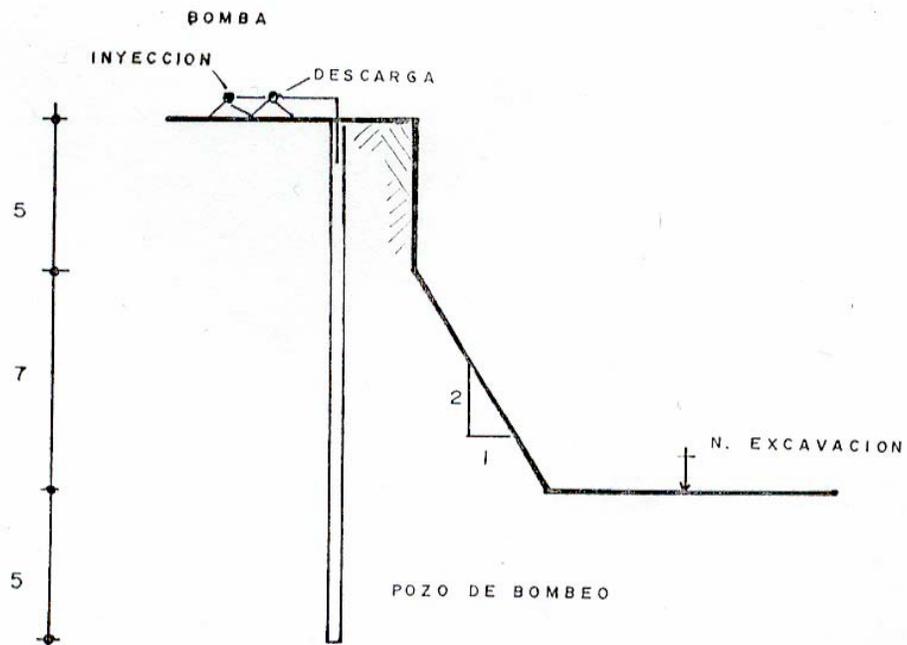
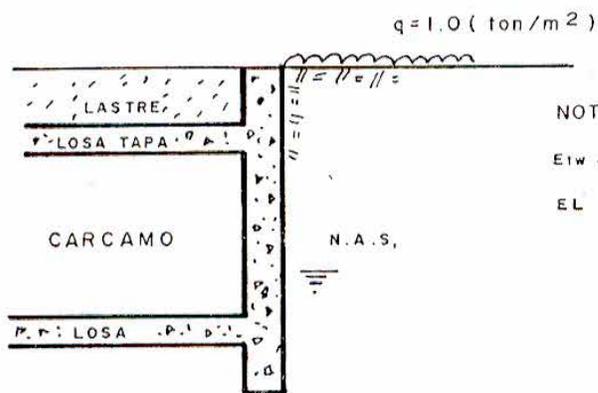
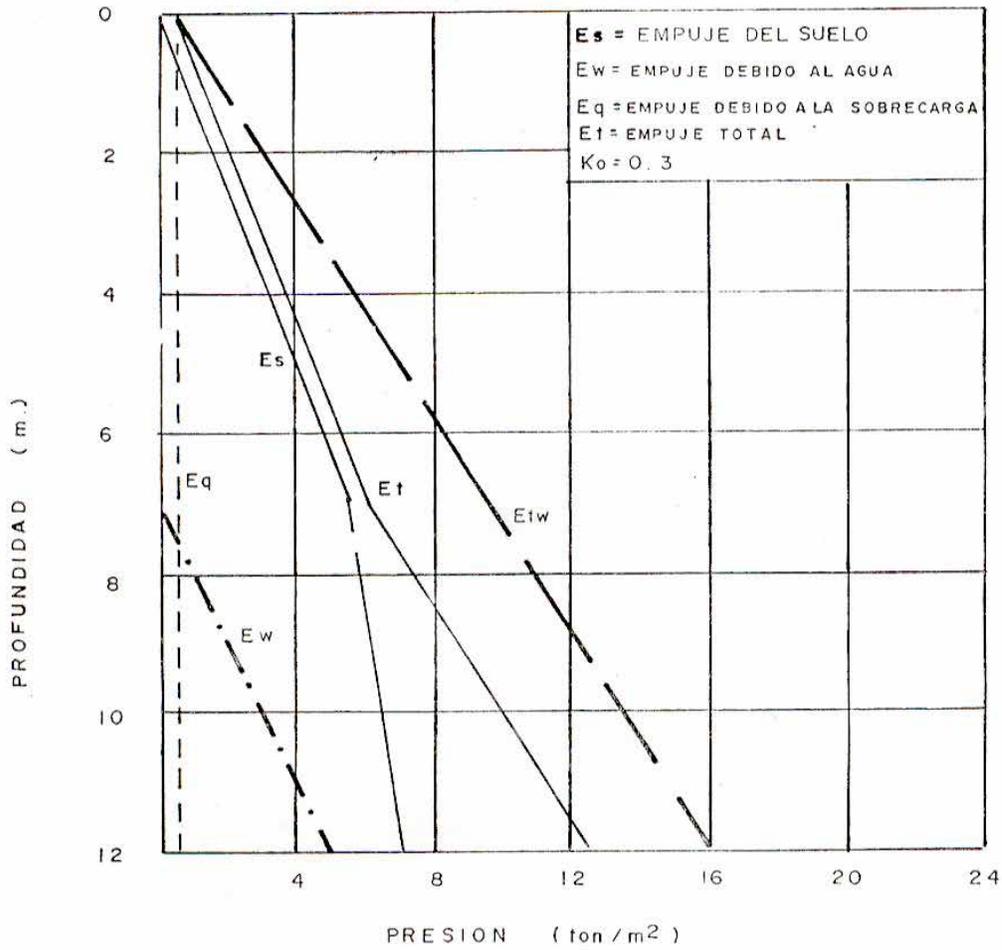


FIG. 29

DISTRIBUCIÓN DE EMPUJES



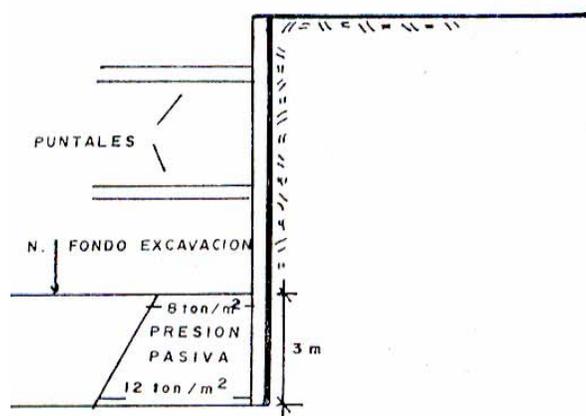
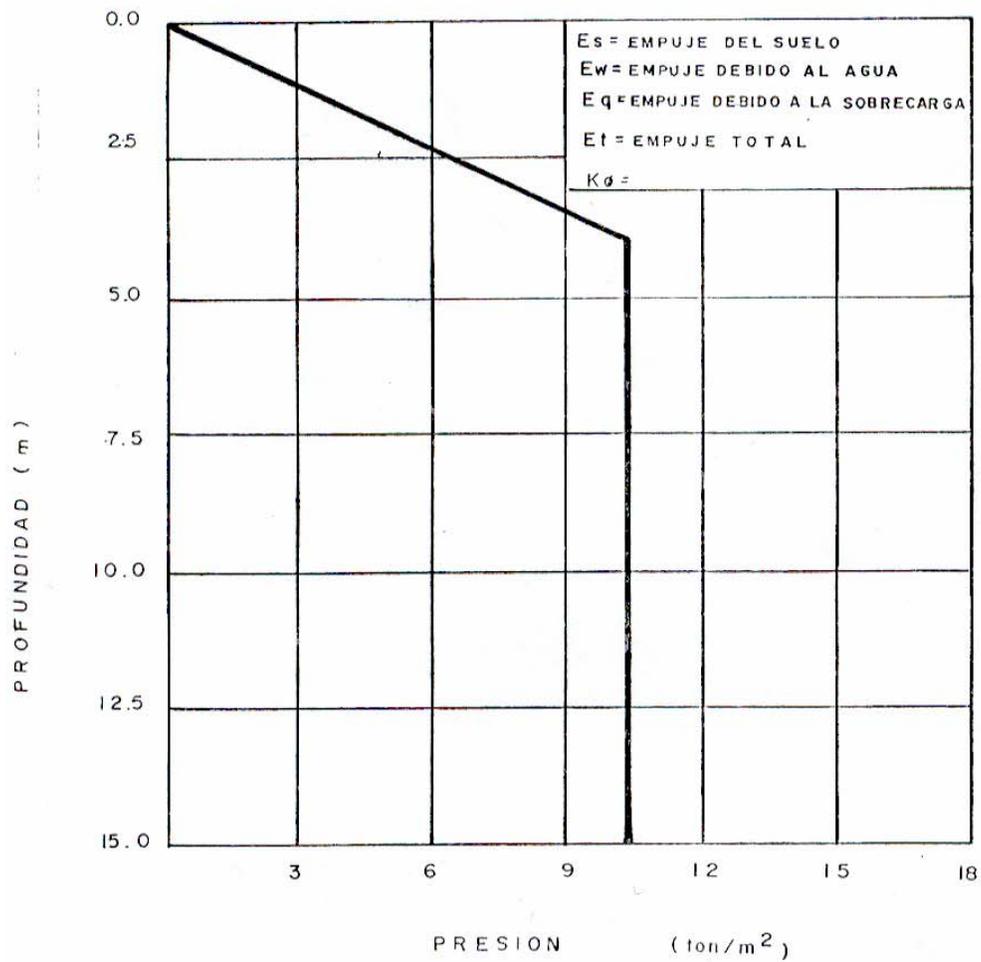
NOTA:

E_{tw} - INCREMENTO EN EL EMPUJE TOTAL POR ELEVARSE
 EL NIVEL DE AGUAS SUPERFICIALES (N.A.S.)

FIG. 30

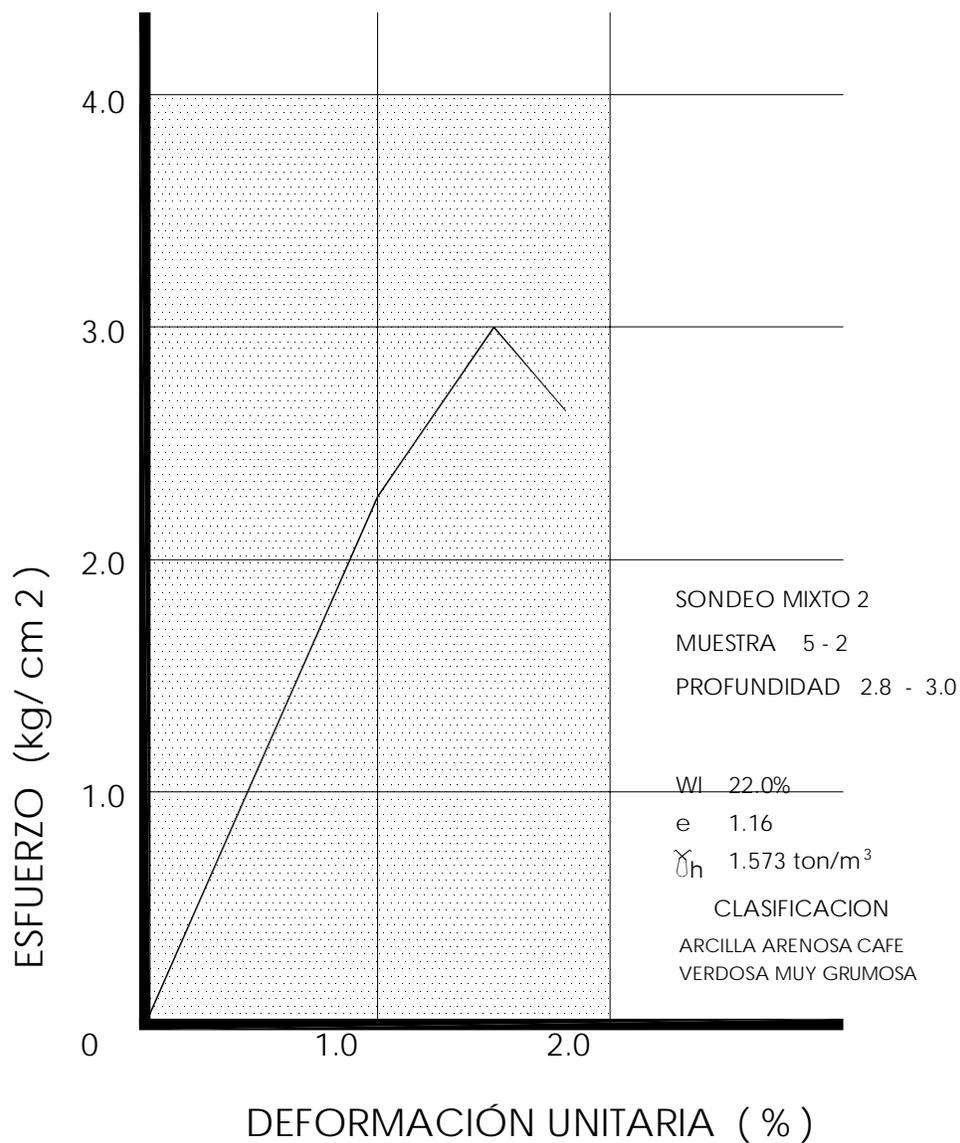


DISTRIBUCIÓN DE EMPUJES EN ATAGUIAS O TABLAESTACAS



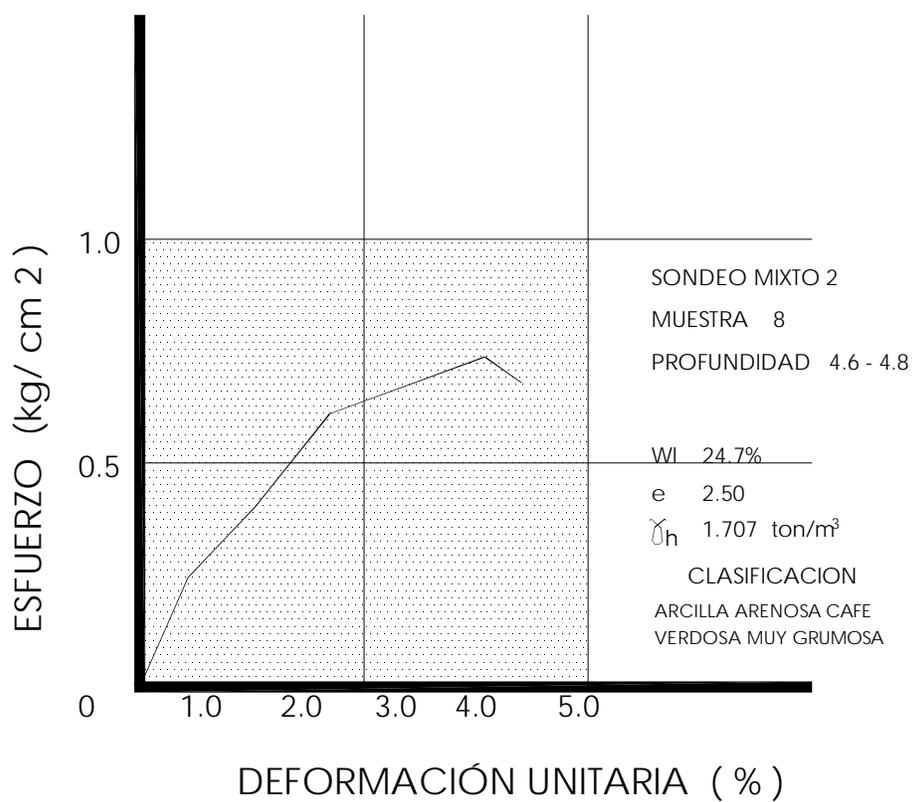


ENSAYE DE COMPRESIÓN SIMPLE



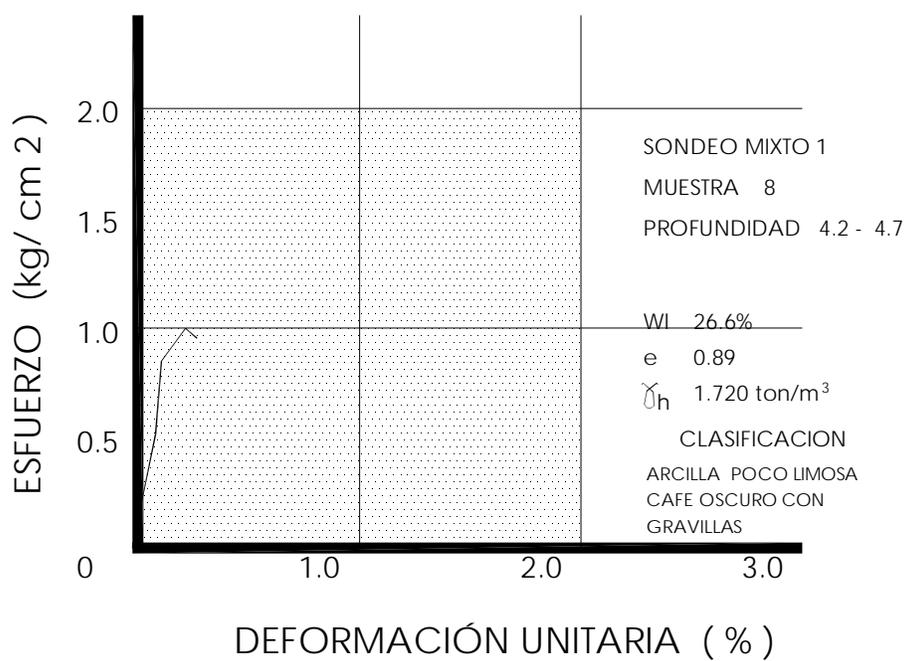


ENSAYE DE COMPRESIÓN SIMPLE



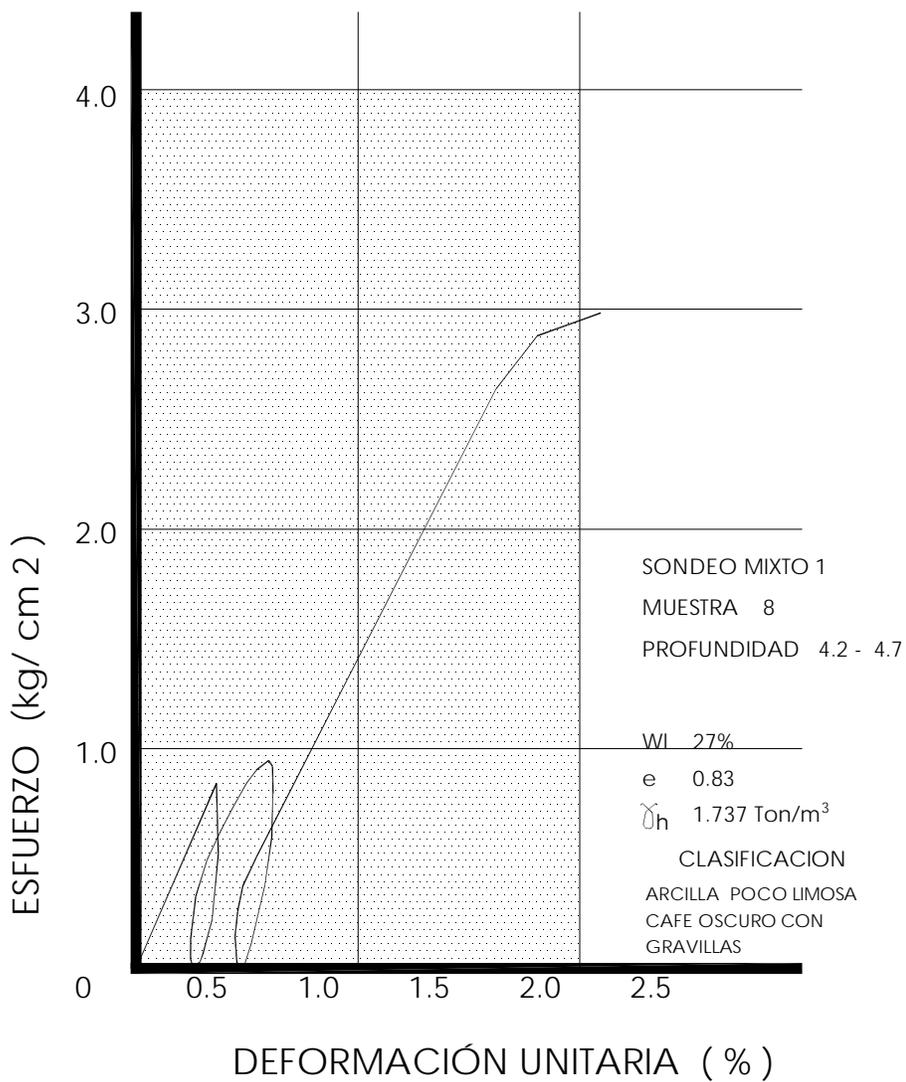


ENSAYE DE COMPRESIÓN SIMPLE





ENSAYE DE COMPRESIÓN SIMPLE





PRUEBAS DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CÁRCAMO DE BOMBEO

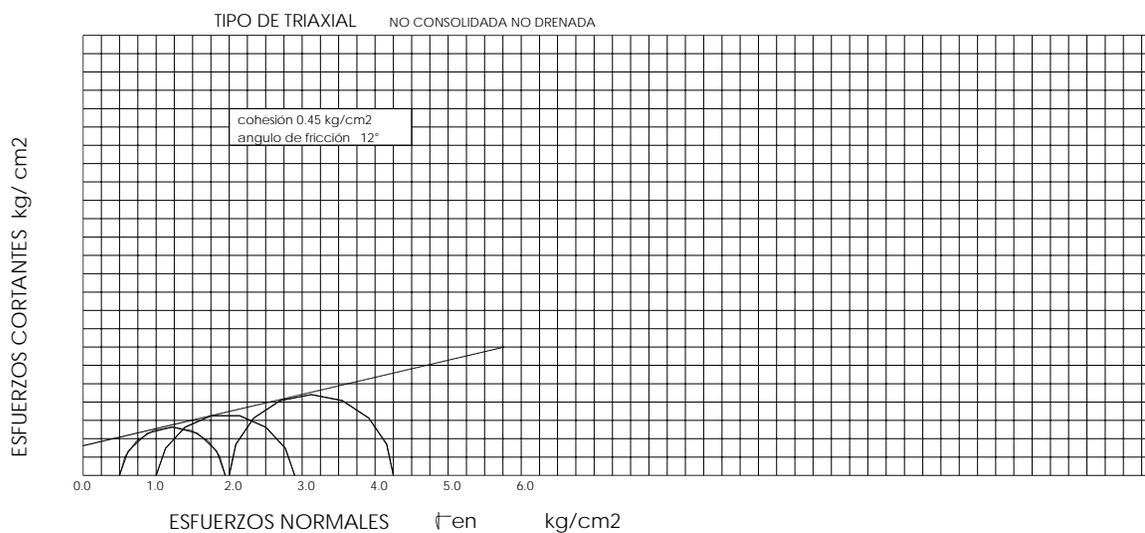
UBICACIÓN: IXTAPALUCA EDO. MEX.

FECHA: JUL/93 O.T.T.C.M. 8942

SONDEO No. : MIXTO -2 PROFUNDIDAD : 8.30 - 8.90

DESCRIPCIÓN: ARCILLA LIMOSA GRIS CON TONO VERDE

No.	CONTENIDO DE AGUA		DENSIDAD DE SÓLIDOS S _s	PESO VOLUMÉTRICO NATURAL γ _h kg/m ³		RELACIÓN DE VACÍOS e _i	GRADO DE SATURACIÓN G ₁	ESFUERZO PRINCIPAL EN LA FALLA		DEFORMACIÓN UNITARIA AXIAL EN LA FALLA %
	W _i %	W _f %		menor τ ₃	mayor τ ₁					
1	98.0	—	2.45	1260	—	—	0.5	1.98'	—	
2	95.0	—	2.45	1230	—	—	1.0	2.75'	—	
3	97.0	—	2.45	1280	—	—	2.0	4.24'	—	





PRUEBAS DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROYECTO: CÁRCAMO DE BOMBEO

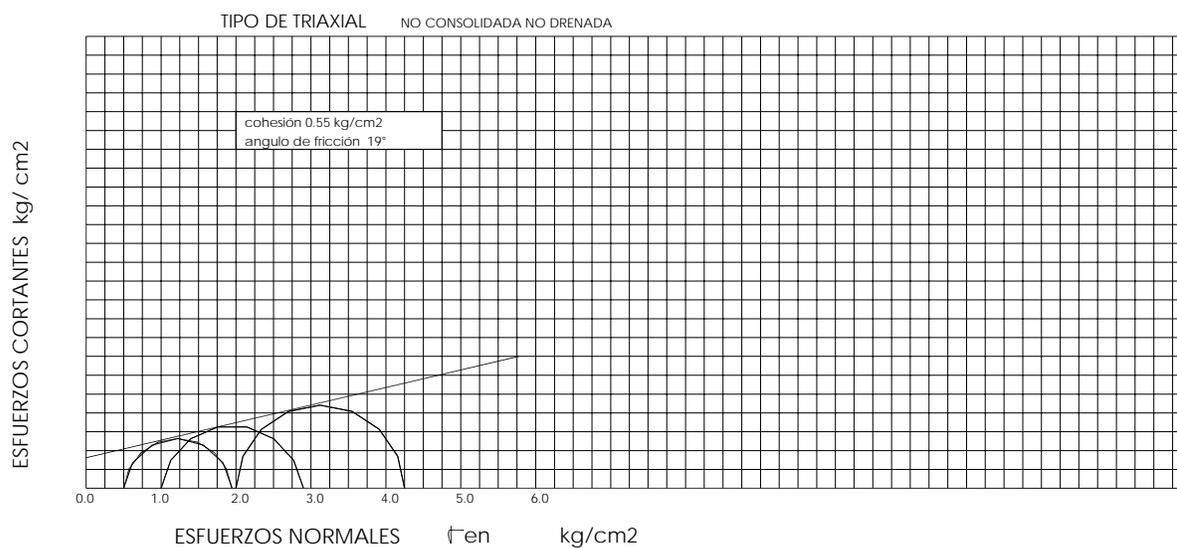
UBICACIÓN: IXTAPALUCA EDO. MEX.

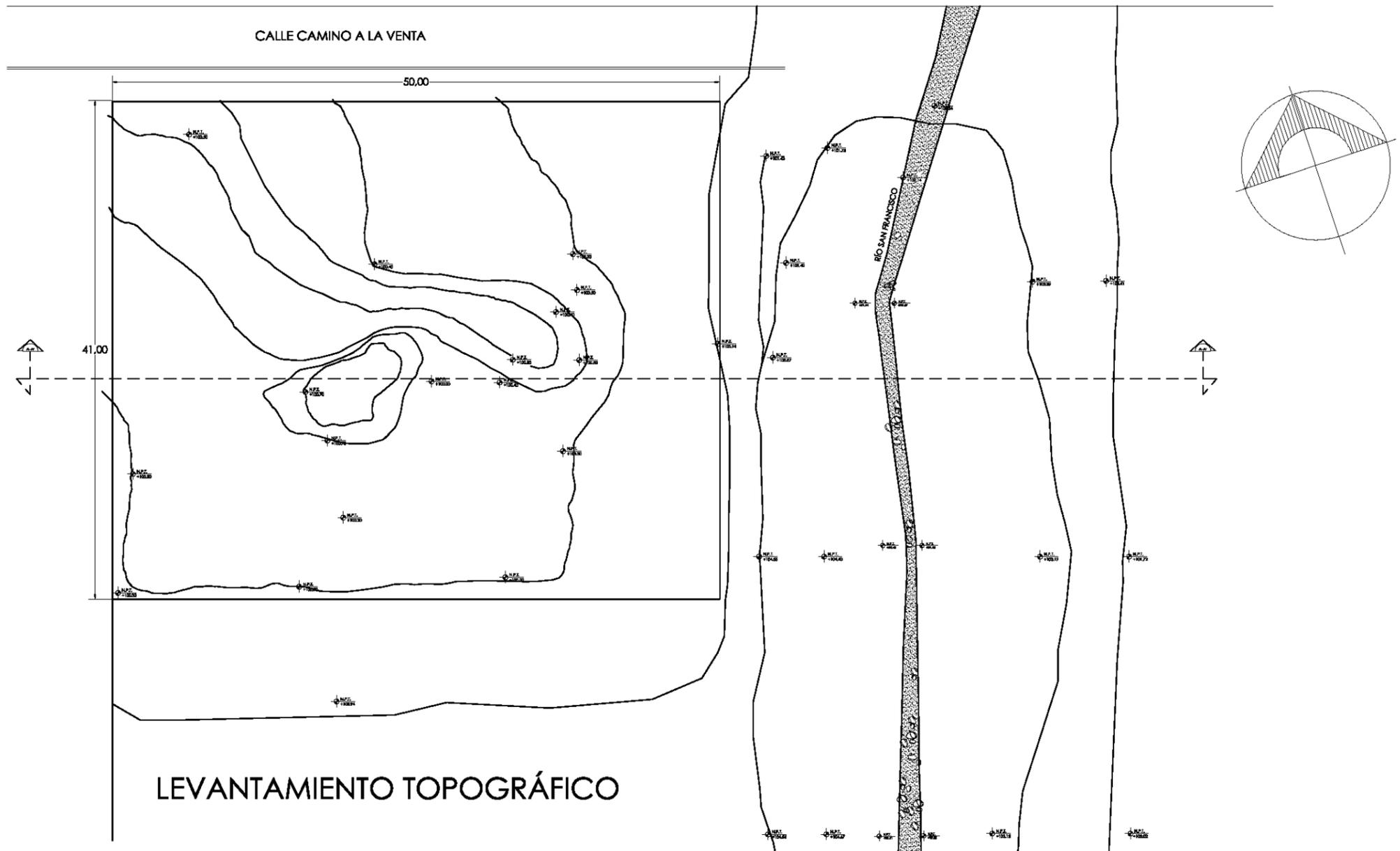
FECHA: JUL/93 O.T.T.C.M. 8942

SONDEO No. : SM - 2 PROFUNDIDAD : 2.80 - 3.00

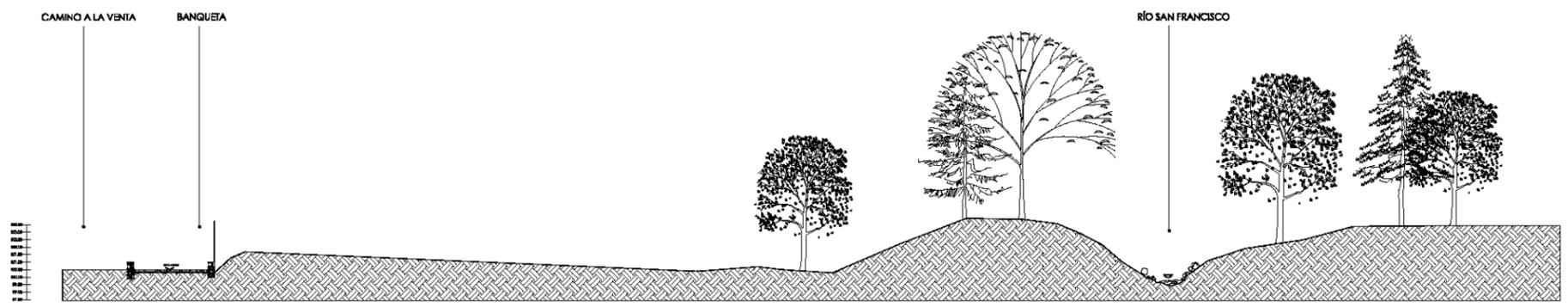
DESCRIPCIÓN: ARCILLA ARENOSA; CAFE; MUJY GRUMOSO

No.	CONTENIDO DE AGUA		DENSIDAD DE SÓLIDOS Ss	PESO VOLUMÉTRICO NATURAL γ_h kg/m ³	RELACIÓN DE VACÍOS ei	GRADO DE SATURACIÓN G1	ESFUERZO PRINCIPAL EN LA FALLA		DEFORMACIÓN UNITARIA AXIAL EN LA FALLA %
	Wi %	Wf %					MENOR τ_3	MAYOR τ_1	
1	23.6	—	2.46	1.462	1.32	—	0.5	2.60'	3.53
2	23.3	—	2.46	1.711	1.10	—	1.0	3.65'	5.21
3	24.4	—	2.46	1.573	2.05	—	2.0	5.60'	4.57





LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



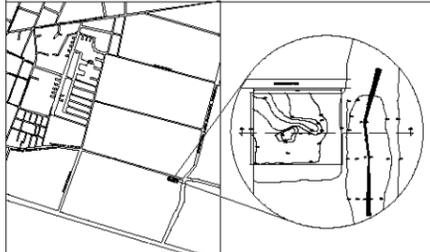
SECCIÓN A - A'



SIMBOLOGÍA

- N.P.T. NIVEL PISO TERMINADO
- N.P. NIVEL DE PRETIL
- N.S.V. NIVEL SUPERIOR DE VIGA
- N.I.V. NIVEL INFERIOR DE VIGA
- N.S.M. NIVEL SUPERIOR DE MURO
- N.B. NIVEL DE BANQUETA
- N.S.A. NIVEL SUPERIOR DE ANTEPECHO
- N.I.A. NIVEL INFERIOR DE ANTEPECHO
- NAZ. NIVEL DE AZOTEA
- N.S.L. NIVEL SUPERIOR DE LOSA
- N.P.AL. NIVEL DE PISO DE ALBAÑILERÍA
- INDICA NIVEL EN PLANTA
- INDICA NIVEL EN ALZADO
- INDICA CAMBIO DE NIVEL
- COTAS DADAS EN METROS
- INDICA CORTE DE ELEMENTO ARQUITECTÓNICO
- INDICA CORTE ARQUITECTÓNICO
- INDICA DETALLE DEL ELEMENTO

LOCALIZACIÓN

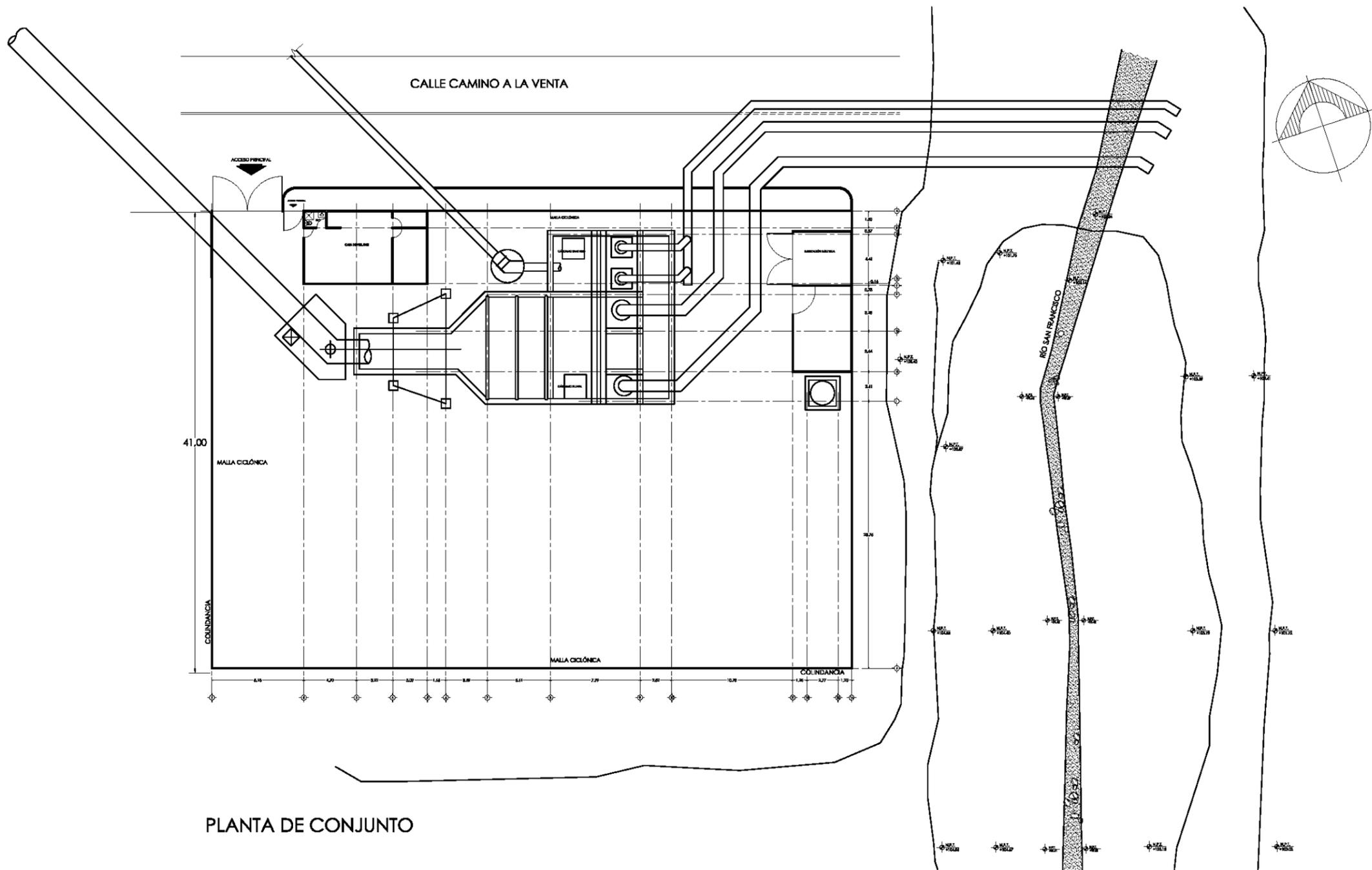


PROYECTO
CÁRCAMO DE AGUAS PLUVIALES Y AGUAS NEGRAS

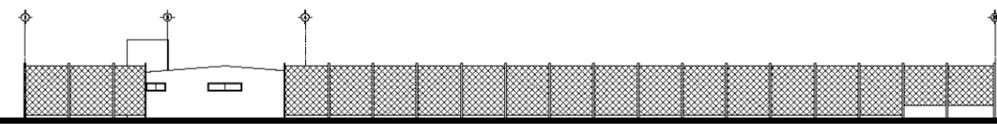
DESCRIPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA

NOMBRE DEL PLANO
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

ESCALA: 1:400	COTAS: METROS	CLAVE DEL PLANO: A-01
FECHA: JULIO 1993	DIBUJÓ: H.E.B.E.	ESCALA GRÁFICA:



PLANTA DE CONJUNTO



FACHADA PRINCIPAL

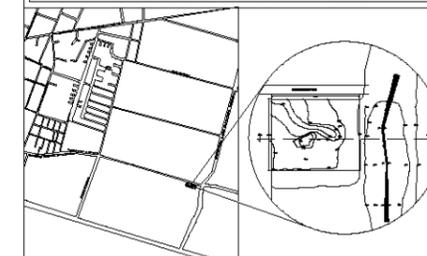


SIMBOLOGÍA

- N.P.T. NIVEL PISO TERMINADO
- N.P. NIVEL DE PRETIL
- N.S.V. NIVEL SUPERIOR DE VIGA
- N.I.V. NIVEL INFERIOR DE VIGA
- N.S.M. NIVEL SUPERIOR DE MURD
- N.B. NIVEL DE BANQUETA
- N.S.A. NIVEL SUPERIOR DE ANTEPECHO
- N.I.A. NIVEL INFERIOR DE ANTEPECHO
- N.AZ. NIVEL DE AZOTEA
- N.S.L. NIVEL SUPERIOR DE LOSA
- N.P.AL. NIVEL DE PISO DE ALBAÑILERÍA

- INDICA NIVEL EN PLANTA
- INDICA NIVEL EN ALZADO
- INDICA CAMBIO DE NIVEL
- COTAS DADAS EN METROS
- INDICA CORTE DE ELEMENTO ARQUITECTÓNICO
- INDICA CORTE ARQUITECTÓNICO
- INDICA DETALLE DEL ELEMENTO

LOCALIZACIÓN



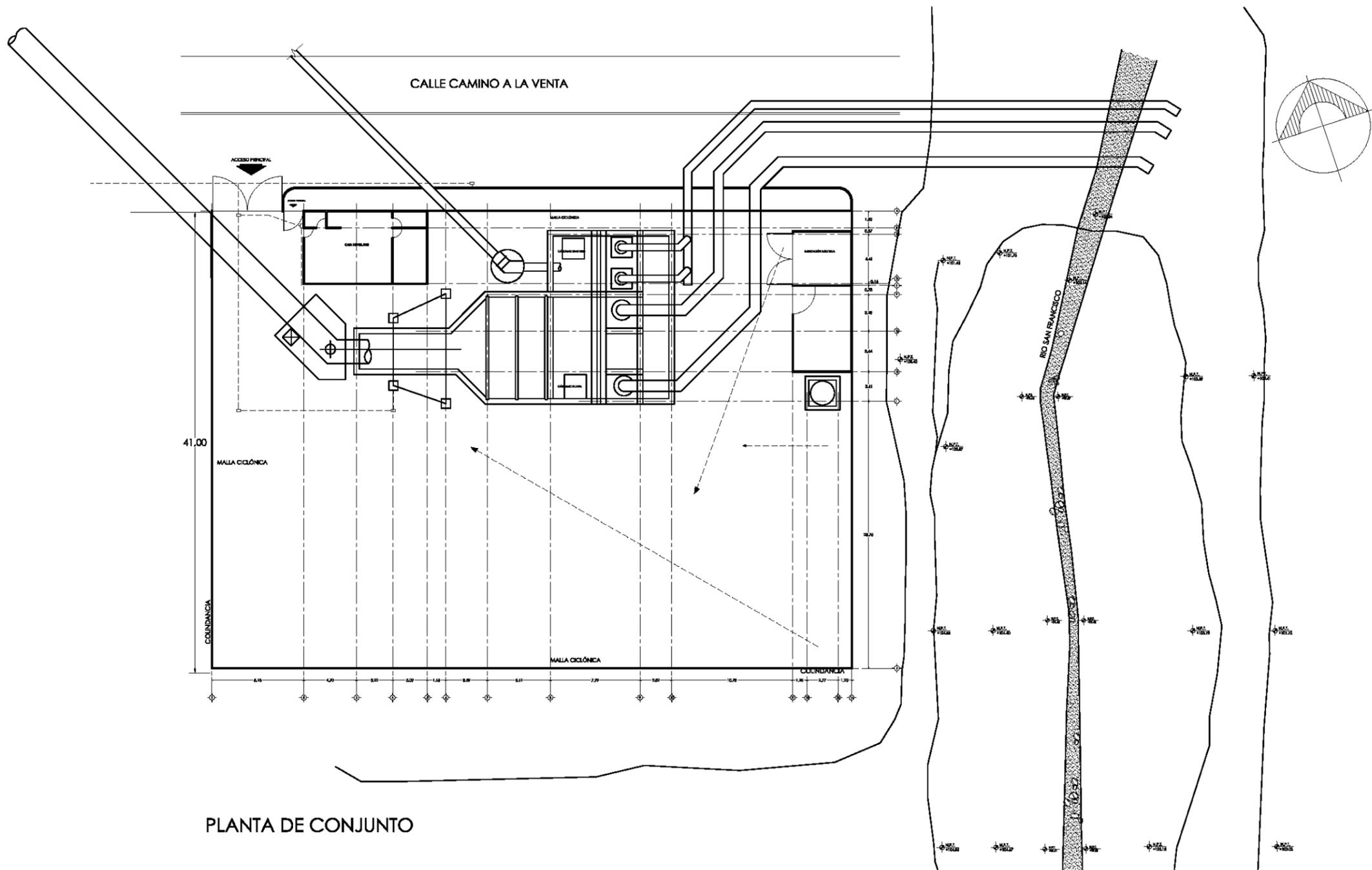
PROYECTO
CÁRCAMO DE AGUAS PLUVIALES Y AGUAS NEGRAS

DESCRIPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA

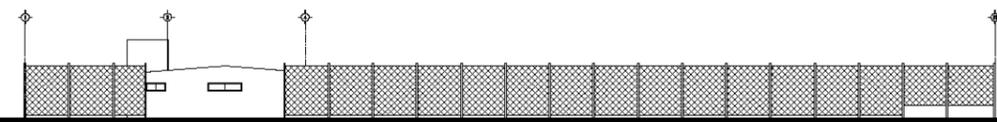
NOMBRE DEL PLANO
PLANTA DE CONJUNTO

ESCALA: **1:400** COTAS: **METROS** CLAVE DEL PLANO: **A-02**

FECHA: **JULIO 1993** DIBUJÓ: **H.E.B.E.** ESC. GRÁFICA:



PLANTA DE CONJUNTO



FACHADA PRINCIPAL

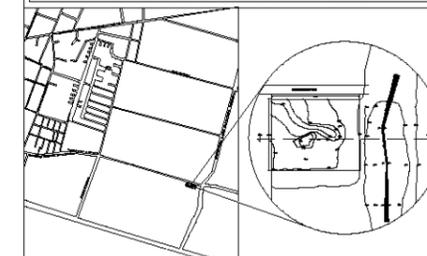


SIMBOLOGÍA

- N.P.T. NIVEL PISO TERMINADO
- N.P. NIVEL DE PRETIL
- N.S.V. NIVEL SUPERIOR DE VIGA
- N.I.V. NIVEL INFERIOR DE VIGA
- N.S.M. NIVEL SUPERIOR DE MURD
- N.B. NIVEL DE BANQUETA
- N.S.A. NIVEL SUPERIOR DE ANTEPECHO
- N.I.A. NIVEL INFERIOR DE ANTEPECHO
- N.AZ. NIVEL DE AZOTEA
- N.S.L. NIVEL SUPERIOR DE LOSA
- N.P.AL. NIVEL DE PISO DE ALBAÑILERÍA

- INDICA NIVEL EN PLANTA
- INDICA NIVEL EN ALZADO
- INDICA CAMBIO DE NIVEL
- COTAS DADAS EN METROS
- INDICA CORTE DE ELEMENTO ARQUITECTÓNICO
- INDICA CORTE ARQUITECTÓNICO
- INDICA DETALLE DEL ELEMENTO

LOCALIZACIÓN



PROYECTO
**CÁRCAMO DE AGUAS PLUVIALES
Y AGUAS NEGRAS**

DESCRIPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA

NOMBRE DEL PLANO
PROYECTO OBRA EXTERIOR

ESCALA: 1:400	COTAR: METROS	CLAVE DEL PLANO: A-03
-------------------------	-------------------------	---------------------------------

FECHA: JULIO 1993	DISUJO: H.E.B.E.	ESCALA GRÁFICA:
-----------------------------	----------------------------	---------------------

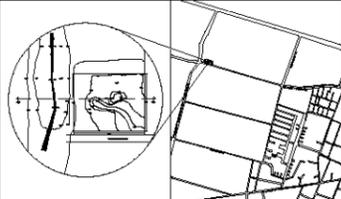
PROYECTO	FECHA	HOJA
CARCAMO DE AGUAS PIVIALES Y AGUAS NEGRAS	JUNIO 1998	H.B.B.E.
ESCALA	PROYECTANTE	PROYECTANTE
1:500	METROS	E-01

PLANO ESTRUCTURAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

BOGOTÁ



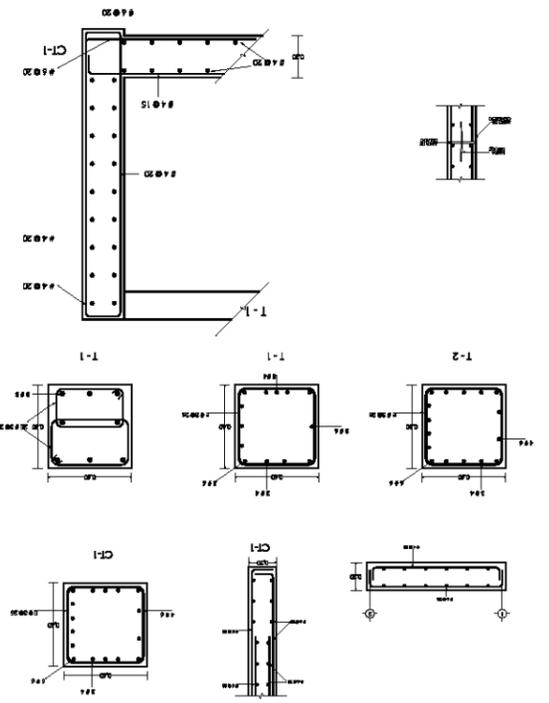
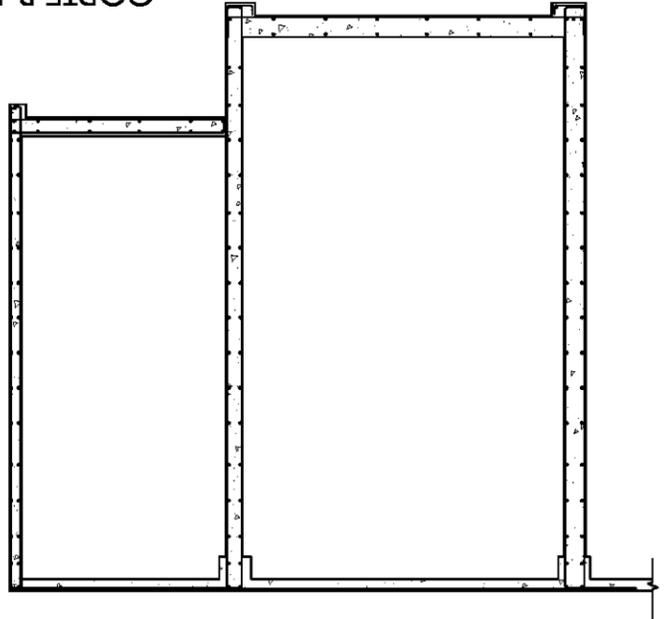
LOCALIZACIÓN

INDICAR DETALLE DEL ELEMENTO	
INDICAR CORTE ARQUITECTÓNICO	
INDICAR CORTE DE ELEMENTO	
COTAS DADAS EN METROS	
INDICAR CAMBIO DE NIVEL	
INDICAR NIVEL EN ALZADO	
INDICAR NIVEL EN PLANTA	
NIVEL DE PISO DE ALABRUELA	N.P.A.L.
NIVEL SUPERIOR DE LOSA	N.A.L.
NIVEL DE AZOTÁ	N.A.Z.
NIVEL SUPERIOR DE ANTEPECHO	N.A.S.A.
NIVEL SUPERIOR DE ANTEPECHO	N.A.S.A.
NIVEL DE BANQUETA	N.B.
NIVEL SUPERIOR DE MURO	N.S.M.
NIVEL INTERIOR DE VIGA	N.I.V.
NIVEL SUPERIOR DE VIGA	N.S.V.
NIVEL DE PARED	N.P.
NIVEL PISO TERMINADO	

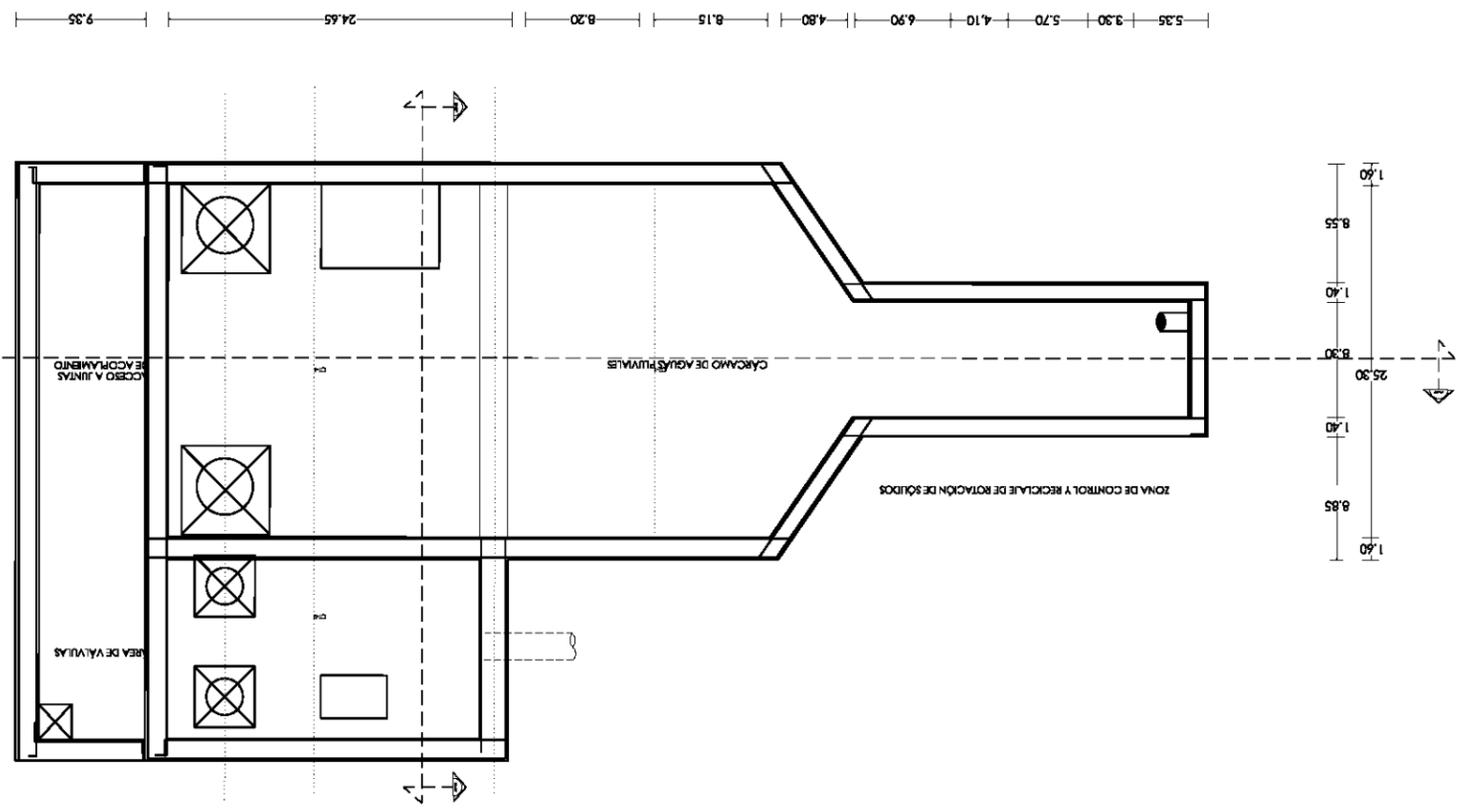
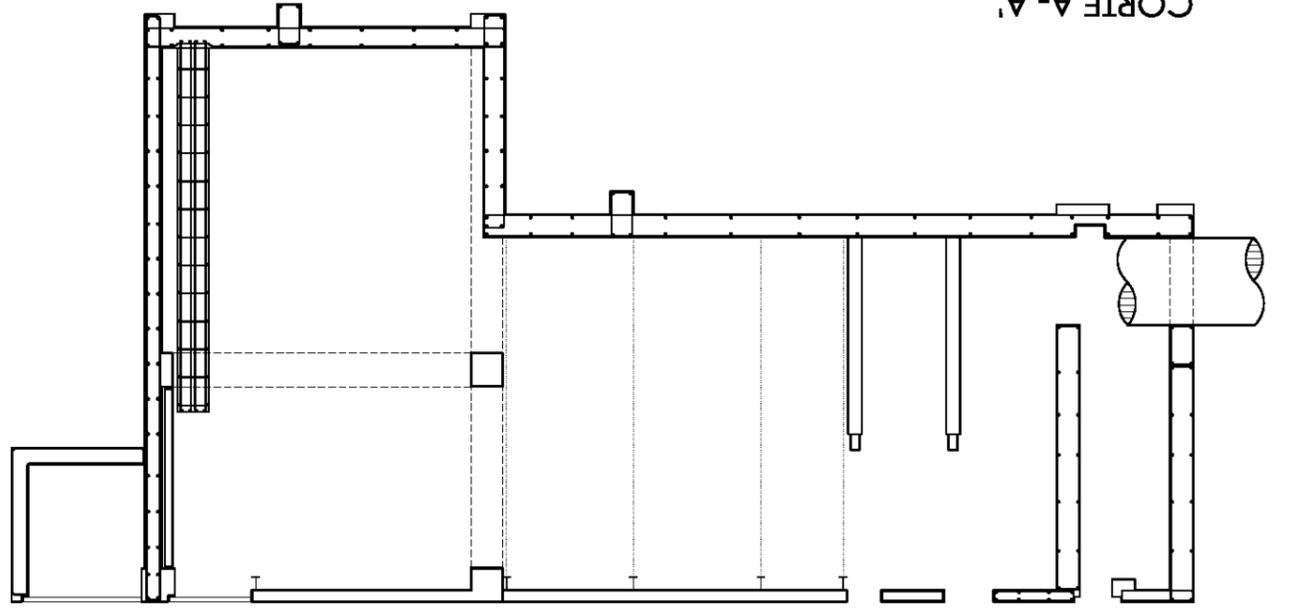
SIMBOLOGÍA



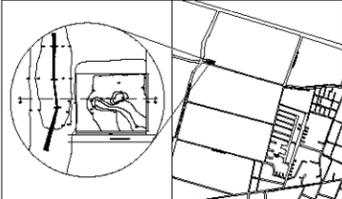
CORTE B-B'



CORTE A-A'



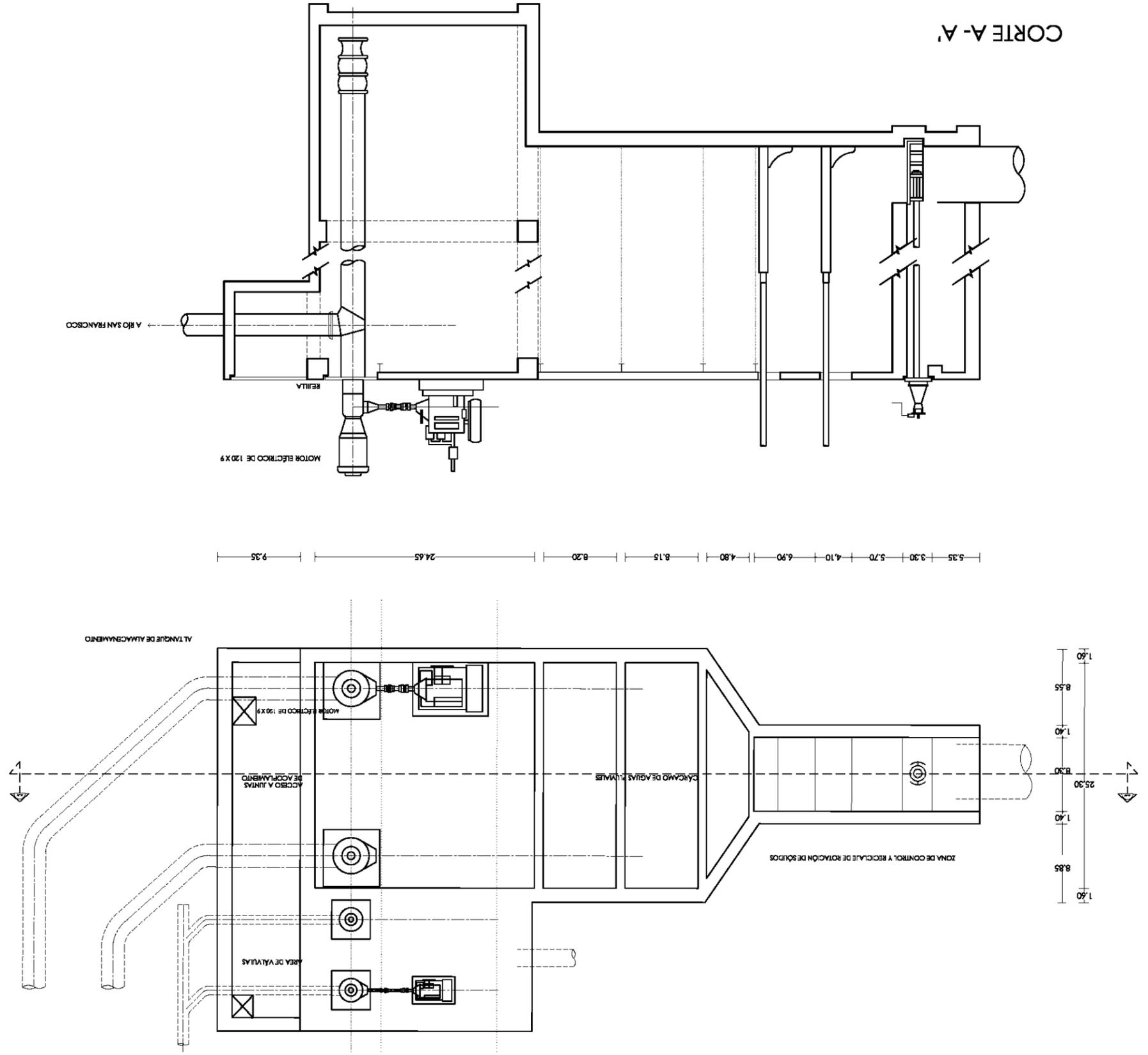
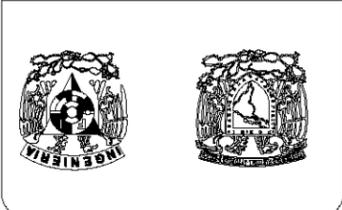
FACULTAD DE INGENIERIA Y AGUAS PLUVIALES	
PROYECTO ELECTROMECANICO	
FECHA: JULIO 1998	DISEÑO: H.E.B.E.
ESCALA: 1:500	GOBIERNO: METROS
CLASE DEL PLANO: PE-01	



LOCALIZACIÓN

	INDICA NIVEL EN PLANTA
	INDICA NIVEL EN ALZADO
	INDICA DIMASO DE NIVEL
	OTRAS DIMAS EN METROS
	INDICA CORTE DE SECCION
	INDICA DETALLE DEL ELEMENTO

SIMBOLOGIA



CORTE A-A'

A RIO SAN FRANCISCO

5.35 | 3.90 | 5.70 | 4.10 | 6.90 | 4.80 | 8.15 | 8.20 | 24.65 | 9.35

TANQUE DE ALMACENAMIENTO

CARGAMO DE AGUAS PLUVIALES

ZONA DE CONTROL Y RECICLAJE DE ROTACION DE SOLIDOS

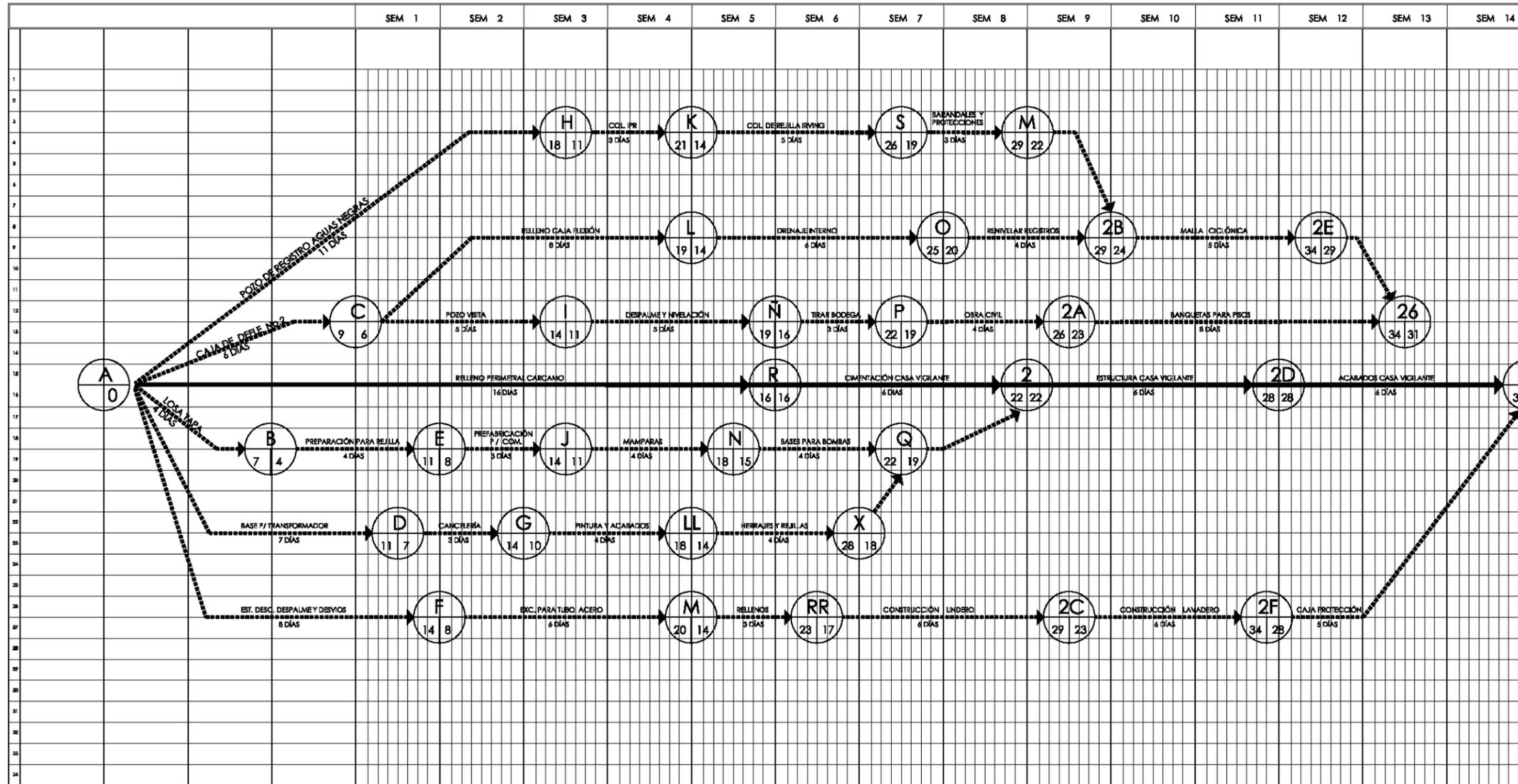
AREA DE VALVULAS

1.60 | 8.55 | 1.60 | 8.30 | 1.60 | 8.85 | 1.60



SIMBOLOGIA

— RUTA CRÍTICA



PROYECTO
CÁRCAMO DE AGUAS PLUVIALES Y AGUAS NEGRAS

DEPARTAMENTO
FACULTAD DE INGENIERÍA

NOMBRE DEL PLANO
RUTA CRÍTICA

ESCALA	COPIAS	CLASE DEL PLANO
---	---	RC-01

FECHA	DISEÑO	ECG. GRÁFICA
JULIO 1993	H.E.B.E.	