

0
X.12
C2ba
II

MFO-14

Z. L. L. L.

38596

PROVINCIA DE SANTA FE

II

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROGRAMA DE DESARROLLO
DE PROYECTOS VIALES

Avenida de Circunvalación
a la ciudad de Santa Fe.
Tramo Ruta Nacional N°11 -
Autopista Rosario / Santa Fe.



PROYECTO DE ADECUACION
DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO

Informe Parcial N° 2.

Ing. Rubén FORMICHELLI

0/x.12
C2ba
II

Santa Fe, Febrero 1994.

Santa Fe, 8 de febrero de 1994.-

Señor Secretario General

Consejo Federal de Inversiones

INGRESO
21/FEB 1994
Nº 753

Inq. Juan José CIACERA

Tengo el agrado de dirigirme a usted a fin de remitirle de acuerdo al Contrato de Obra, Expediente N° 2591 para la realización del proyecto "Avenida de Circunvalación a la Ciudad de Santa Fe, tramo Ruta Nacional N°11 - Autopista Rosario / Santa Fe", el Informe Parcial N°2 de acuerdo al punto 5, Informes, del Anexo I , Plan de Trabajo.

Por tal motivo, solicito a usted se proceda a la Certificación de la presentación para el pago del 25% del monto global del Contrato según el ANEXO V - Plan de Pagos. Adjuntamos las facturas correspondientes.

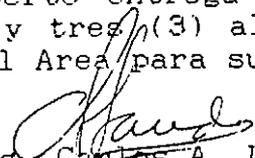
Sin otro particular lo saludo muy atentamente.



Ing. Rubén FORMICELLI

D.N.I. 10.315.826

De acuerdo con el contrato el experto entrega un (1) ejemplar directamente a la D.P.V. Santa Fe y tres (3) al CFI. De ellos, dos (2) ejemplares se reservan en el Area para su evaluación.


Ing. Carlos A. Landó

EQUIPO DE TRABAJO

EXPERTO : Ing. Rubén FORMICHELLI

COLABORADOR : Ing. Juan Daniel CREMONA PARMA

AYUDANTE ADMINISTRATIVA : Leticia N. DEBUCK FANTIN

INDICE

I. PROYECTO DE ADECUACION DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO N° 1 Y N° 2

- I.1. Introducción.
- I.2. Modificaciones propuestas.
 - I.2.1 Estación de bombeo N° 1
 - a) Zona de confluencia de los canales reservorios.
 - b) Zona de aducción.
 - c) Zona de pilas.
 - d) Rejas.
 - e) Compuertas.
 - f) Sistema de accionamiento de rejas y compuertas.
 - I.2.2 Estación de bombeo N° 2
 - a) Modificación de la zona de toma y canal de llegada.
 - b) Zona de aducción.
 - c) Zona de pilas.
 - d) Rejas.
 - e) Compuertas.
 - f) Sistema de accionamiento de rejas y compuertas.
- I.3 Cálculo estructural
 - I.3.1. Diseño.
 - I.3.2. Esfuerzos.
 - I.3.3. Dimensionamiento.
 - I.3.4. Materiales.
 - I.3.5. Pórticos de izaje de compuertas y rejas.
- I.4. Fotografías de las estaciones de bombeo N° 1 y N° 2.

II. PROYECTO DE ESTACION DE BOMBEO N° 3

- II.1. Introducción.
- II.2. Estudios realizados.
 - II.2.1. Topografía.
 - II.2.2. Mecánica de suelos.

III. DESCRIPCION GENERAL.

- III.1. Introducción.
- III.2. Ubicación.

IV. DISEÑO HIDRAULICO.

- IV.1. Areas de aporte y política de bombeo.
- IV.2. Equipamiento.
 - IV.2.1. Capacidad de bombeo - Características técnicas.
 - IV.2.2. Altura de bombeo y potencia de las bombas.
 - IV.2.3. Determinación de la potencia de los motores.
- IV.3. Componentes de la estación.
 - IV.3.1. Acceso a la planta de bombeo.
 - IV.3.2. Zona de toma.
 - IV.3.3. Zona de compuerta y rejas.
 - a) Compuertas.
 - b) Rejas.
 - IV.3.4. Pozo de bombeo.
 - IV.3.5. Cañería de descarga.
 - IV.3.6. Zona de descarga.
 - IV.3.7. Casilla operario.
 - IV.3.8. Zona montaje y desmontaje de equipos.
 - IV.3.9. Instalación eléctrica.

V. CALCULO ESTRUCTURAL.

V.1. Diseño.

V.2. Esfuerzos.

V.3. Dimensionamiento.

V.4. Materiales.

V.5. Pórticos de izaje de compuertas y rejas.

I. PROYECTO DE ADECUACION DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO N° 1 Y N° 2.

I.1. Introducción.

Para dar solución a los problemas que presentan las estaciones de bombeo existentes, de acuerdo al diagnóstico efectuado en el Informe Parcial N° 1, era necesario realizar una serie de modificaciones en las mismas.

Dichos problemas que hacen a la capacidad operativa y funcional de las estaciones de bombeo tienen que ver con: el estado actual de los equipos de bombeo, la falta de volumen de almacenamiento para manejar las crecidas, el mal estado de los sistemas de rejillas, la falta de órganos de cierres o compuertas, la falta de confiabilidad en la alimentación del sistema eléctrico y la falta de espacio adecuado para realizar las tareas de mantenimiento de los equipos.

En este proyecto se presentan las modificaciones propuestas en las estaciones de bombeo N° 1 y N° 2 que tienden, por un lado a adaptar las mismas a las nuevas condiciones de trabajo de acuerdo al proyecto de canales reservorios y por otro a solucionar los problemas antes mencionados.

Cabe señalar que no se contempla en este proyecto de adecuación, el reequipamiento electromecánico, la ampliación de la sala de bombas para taller y la descarga de las bombas, ya que de tales aspectos se encargará la Municipalidad.

En cuanto a la alimentación e instalación eléctrica, será encarada por la Empresa Provincial de la Energía como proyecto complementario.

I.2. Modificaciones propuestas.

Se han encarado las siguientes modificaciones:

I.2.1.- Estación de bombeo N° 1 (Plano N° 1)

a) Zona de confluencia de los canales reservorios.

La función de los canales reservorios, será la de almacenar parte de la crecida y conducir los aportes superficiales de las distintas cuencas urbanas hacia las estaciones de bombeo, para desaguar dichos excesos hacia el río Salado.

A esta estación de bombeo confluyen los canales reservorios tramo 2 (lateral norte), tramo 7 (lateral sur) y tramo 3 que llega de frente a la estación.

Si bien tienen todos la misma cota de solera de 9.30 m, y conservan un talud de 1:2 en las paredes de los canales, en ellos varía el ancho de boca.

El canal que descarga frontalmente a la estación (tramo 3) es el más grande de todos con un ancho de boca aproximado de 21 m; luego le sigue el canal reservorio lateral norte (tramo 2) de un ancho de boca de 17 m y finalmente el canal sur (tramo 7) con un ancho de boca de 14 m.

Los ejes de los canales laterales norte y sur corren paralelos al eje del terraplén de defensa y existe una distancia de 35 m y 26 m respectivamente entre ejes.

Para lograr la confluencia de los colectores a la estación de bombeo se realizó el encuentro de los tres canales variando los radios de curvatura de manera de lograr la coincidencia de los anchos de solera y anchos de boca.

En la entrada hacia la estación de bombeo se deberá construir una obra de hormigón en la cual se produzca la transición hacia el canal de aducción rectangular a la casabomba de un ancho de 6,10 m.

b) Zona de aducción.

Debido a que los ejes de los canales laterales no se encuentran a la misma distancia del eje del terraplén, se observará un desfase en los muros alas, por lo cual, dicha resolución no será simétrica.

Esta obra deberá ser de hormigón ya que es una zona de encuentro de los tres canales que aportan desde direcciones diferentes.

Los muros alas permitirán realizar la transición desde los taludes inclinados de los canales laterales a los muros verticales del canal de aducción de la estación.

Para la construcción de los empalmes de los canales al canal de aducción, será necesario demoler todas las obras de arte existentes, tales como muros de ala, pasarelas sobre los canales y confluencia de los canales de llegada.

c) Zona de pilas.

Actualmente la estación de bombeo N° 1 presenta antes de entrar a la zona de aspiración de las bombas un muro que llega hasta cota 10.20 m aproximadamente y luego

una platea a cota 8.20 m, de 2.50 m de ancho en los tres vanos.

De acuerdo a la cota de solera de los canales reservorios se llevó esta zona de entrada a la misma cota, es decir 9.30 m. De esta manera se deberá hacer un relleno con hormigón y una loza inclinada de encuentro con la existente que lleva hasta el fondo del pozo de aspiración.

Las pilas existentes que dividen a la estación en dos vanos de 2.00 m y uno de 1.50 m se prolongarán hasta la terminación de la platea existente a cota 8.20 m donde también se construirán pilotes verticales para contener el ingreso de basura gruesa tal como, ramas, troncos, etc., y consisten en columnas de hormigón de 20 cm de diámetro separados 30 cm aproximadamente entre bordes de columnas. También se instalarán las recatas para la colocación de las rejas y compuertas en cada vano. La cota superior de las pilas, será coincidente con las existentes sobre las cuales se apoyarán las losas para las tareas de limpieza de basura, mantenimiento de rejas y colocación de compuertas.

d) Rejas.

Se han proyectado rejas de barrotes rectangulares con una inclinación de 65° respecto a la horizontal. Cada vano entre pilas tendrá dos tramos de rejas a los efectos de su fácil colocación y extracción para reparación y mantenimiento. Serán construídas con planchuelas de 1/2" x 2 1/2" de acero al carbono soldadas a perfiles transversales U N° 6 de acuerdo al plano N° 3.

Su colocación en los vanos se realizará por medio de un aparejo de accionamiento manual, desde un pórtico emplazado sobre la línea de las recatas para rejas.

Serán ubicadas en los respectivos vanos a través de las recatas inclinadas donde cada tramo de reja deslizará por las mismas con los pernos guía de deslizamiento soldados en cada extremo.

La limpieza de la misma se realizará por medio de un elemento construído para tal fin que consistirá en un rastrillo con púas de acero de separación coincidente con la separación de los barrotes de las rejas.

Características principales (Plano N° 3)

- Cantidad de tramos: 2 tramos por vano; total 6 tramos
- Ancho de tramo:
 - tramos inferiores: 2 tramos de 2 m
1 tramo de 1.50 m
 - tramos superiores: 2 tramos de 2 m
1 tramo de 1.50 m
- Tipo de barrotes: rectangular
- Separación entre barrotes: 50 mm
- Longitud de cada tramo: 1.44 m
- Peso de cada tramo: 350 kg

- Fuerza de extracción en condiciones desfavorables: 1800 kg
- Capacidad del aparejo: 2500 kg
- Material constructivo:
 - barrotos de acero al carbono
 - perfiles normales U N° 6 (tratamiento anticorrosivo)
 - pernos guía de acero inoxidable

e) Compuertas.

A los efectos de poder secar el pozo de bombeo para realizar tareas de inspección, reparación o mantenimiento, se diseñaron órganos de cierre que consisten en compuertas planas construídas en madera dura.

Las mismas están armadas por medio de tablas de madera de lapacho o similar de 0.25 m de ancho, 2.14 m de largo y 0.08 m de espesor solidarizadas entre sí por uniones tipo machimbre.

El conjunto del tablero compuesto por 6 tablas idénticas será rigidizado por medio de planchuelas de acero longitudinales que en la parte superior se une para originar el orificio de izaje. Cada par de planchuelas será fijado por medio de bulones de acero pasantes y tuerca. En todo el apoyo de la compuerta sobre las recatas y la losa de fondo, se aplicará un sello de neopreno tipo nota musical, fijado a la compuerta por medio de una planchuela atornillada a la madera.

Características principales (Plano N° 3)

- Cantidad de tramos: 3
- Ancho de tramo: 2 tramos de 2 m
1 tramo de 1.50 m
- Tipo de compuerta: plana de madera
- Altura de compuerta: 1.50 m
- Colocación y extracción: con aparejo de accionamiento manual
- Peso compuerta: 200 kg
- Fuerza de extracción: 600 kg
- Capacidad de aparejo: 1000 kg

f) Sistema de accionamiento de rejas y compuertas.

El mismo está compuesto de dos pilares verticales de hormigón armado y un travesaño horizontal materializado por un perfil normal N° 20.

Sobre este último se desplazará un aparejo manual con capacidad suficiente para elevar las compuertas y las rejas según el caso.

I.2.2.- Estación de bombeo N° 2 (Plano N° 2)

a) Modificación de la zona de toma y canal de llegada.

Originalmente la obra de toma de esta estación era similar a la de la N° 1 y consistía en la confluencia de 2 canales colectores paralelos al terraplén y otro que ingresaba de frente a la casabomba.

Ahora, en esta estación y a diferencia de la anterior solo llega un solo canal colector que recibe el aporte de los canales reservorios tramo 1, 2, 4 y 5.

Como el canal de llegada tiene una sección trapecial con un ancho de boca de 16.90 m en la zona de ingreso a la estación, y taludes de 1:2 en las paredes del canal, conservando la misma cota de fondo de 9.30 m, se deberá realizar una obra de transición en la aducción de la estación de bombeo.

Dicha obra consistirá en un muro ala de hormigón que continuando los muros laterales del canal de aducción de un ancho de 6.10 m, empalmará mediante la transición, con el ancho de boca del canal de llegada.

b) Zona de aducción.

En esta zona igualmente que en la estación de bombeo N° 1 deberán demolerse todas las obras de arte existentes en las proximidades al canal de aducción para permitir la adecuación del proyecto.

c) Zona de pilas.

Las modificaciones a realizar en esta zona al igual que en la estación N° 1 consistirán en la prolongación de las pilas existentes hasta el muro de la platea ubicado a cota 7.50 m, la construcción de una losa de fondo a cota 9.30 m coincidente con la cota de solera del canal de llegada y también la construcción de las losas superiores a cota 12.00 m, para la operación en la zona de compuertas y rejas.

La bajada desde esta losa de fondo hacia el pozo de bombeo se deberá realizar con una losa inclinada de modo que empalme con la existente. Para ello deberá rellenarse con hormigón todo el espacio que quede entre las losas a construir y el fondo de la platea existente a cota 7.50 m.

También en las pilas se instalarán las recatas para la colocación de las rejas y compuertas de cada vano.

Para los mismos fines y de igual forma que en la estación N° 1, también se prevé la construcción de pilotes verticales en la zona de ingreso.

d) Rejas.

Idem diseño estación de bombeo N° 1.

e) Compuertas.

Idem diseño estación de bombeo N° 1.

f) Sistema de accionamiento de rejas y compuertas.

Idem estación de bombeo N° 1.

I.3.- Cálculo Estructural.

I.3.1.- Diseño.

Desde el punto de vista estructural, la adecuación de las estaciones de bombeo N° 1 y 2 consistió en proyectar losas continuas a niveles de cotas superiores a las existentes y la modificación de la zona de pilas y acceso a las mismas.

Las losas continuas proyectadas, se consideraron hiperestáticas de tres tramos.

La zona de pilas se consideró como una estructura hiperestática consistente en una losa inferior (platea), tabiques verticales y las paredes limitantes de la estructura, y las losas superiores de operación de las compuertas.

I.3.2.- Esfuerzos.

El estado de cargas actuantes sobre el nivel superior de la estructura es el resultado de una sumatoria de esfuerzos provenientes del peso propio y de las cargas accidentales.

Para el análisis de las cargas horizontales sobre los tabiques verticales se consideró el empuje de los suelos y los líquidos para sus niveles máximos y mínimos, actuantes sobre la superficie exterior. Se consideraron los casos de presencia y ausencia de líquidos sobre el lado interno de acuerdo a las posibilidades. Para su determinación y cálculo, se aplicó la teoría Rankine de empuje de los suelos.

Los esfuerzos actuantes sobre las losas de apoyos, son consecuencia de la reacción del suelo por efecto de las cargas existentes por encima de la superficie de apoyo, y las subpresión ejercida por los líquidos, evaluados en sus niveles máximos y mínimos.

Se verificó la posibilidad de desplazamientos horizontales de la estructura, descartándose tal posibilidad por efecto del confinamiento lateral del suelo circundante.

I.3.3.- Dimensionamiento.

Calculados los esfuerzos en la forma indicada precedentemente, se dimensionó la estructura de Hormigón Armado, por el Método de Rotura, de acuerdo a la Norma CIRSOC 201.

Se garantizó mediante el dimensionamiento, lo siguiente:

- a) Un margen de seguridad suficiente entre las cargas de servicios, y las cargas teóricas de rotura.
- b) Un adecuado funcionamiento de la estructura bajo cargas de servicios.

Se dimensionó utilizando un hormigón con una resistencia característica $\beta_{cn} = 170 \text{ kg/cm}^2$, y como armadura, acero tipo ADM 420, con una tensión de fluencia $\beta_s = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

I.3.4.- Materiales.

Hormigón:

Agregado fino : arena gruesa del Paraná.

Agregado grueso : piedra calcárea o granítica.

Cemento : de alta resistencia a los sulfatos.

Armadura : acero torsionado y estirado en frío.

I.3.5.- Pórticos de izaje de compuertas y rejas.

El mismo está compuesto de dos pilares verticales de hormigón armado y un travesaño horizontal materializado por un perfil normal N° 20.

Sobre este último se desplazará un aparejo manual con capacidad suficiente para elevar las compuertas y las rejas según el caso.

I.4. Fotografías de las estaciones de bombeo N° 1 y N° 2.

- Foto N° 1 : Estación de Bombeo N° 1 - Vista Frente.
- Foto N° 2 : Estación de Bombeo N° 1 - Zona Pilas y Rejas.
- Foto N° 3 : Estación de Bombeo N° 1 - Confluencia Canales Colectores.
- Foto N° 4 : Estación de Bombeo N° 1 - Pasarela Canal de Ingreso Lateral Norte.
- Foto N° 5 : Estación de Bombeo N° 1 - Canal de Ingreso Frontal.
- Foto N° 6 : Estación de Bombeo N° 1 - Pasarela sobre Canal de Ingreso Frontal.
- Foto N° 7 : Estación de Bombeo N° 2 - Zona de Pilas y Rejas.
- Foto N° 8 : Estación de Bombeo N° 2 - Pasarela Cruce Canal Lateral Norte.
- Foto N° 9 : Estación de Bombeo N° 2 - Pasarela y Canal de Ingreso Lateral Sur.
- Foto N° 10 : Estación de Bombeo N° 2 - Canal de Ingreso Frontal.



Foto N° 1

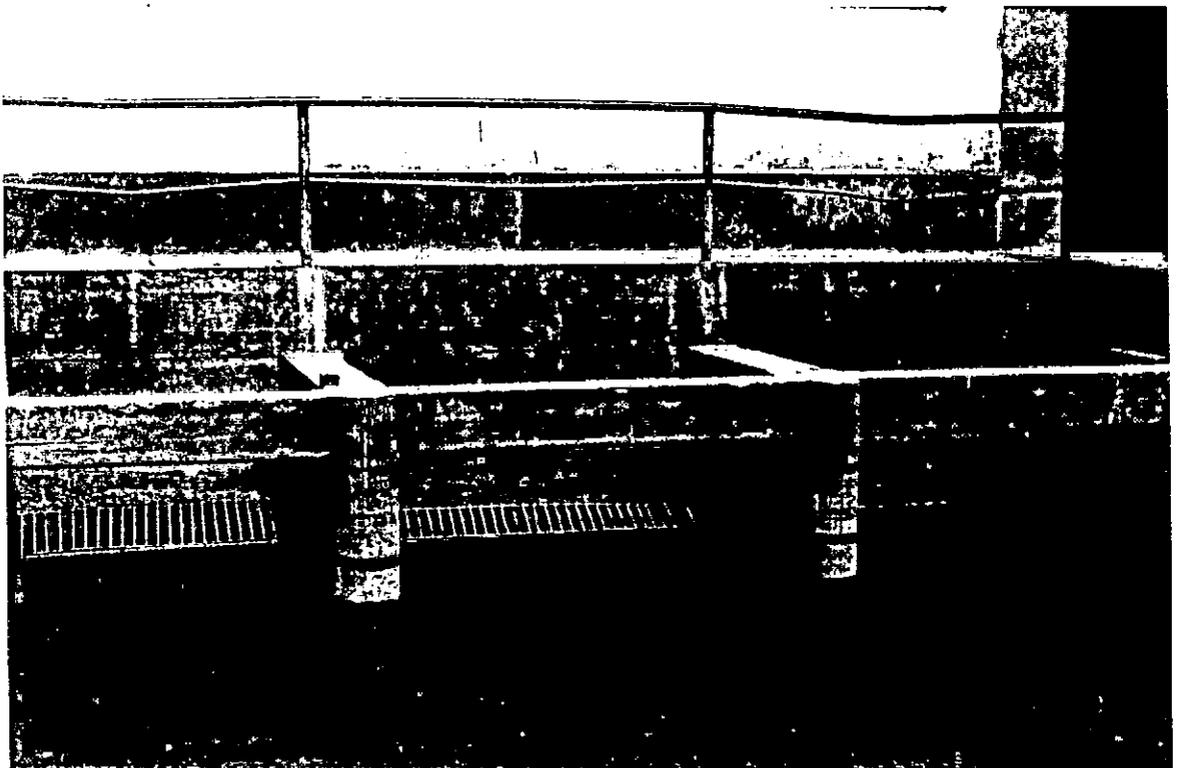


Foto N° 2

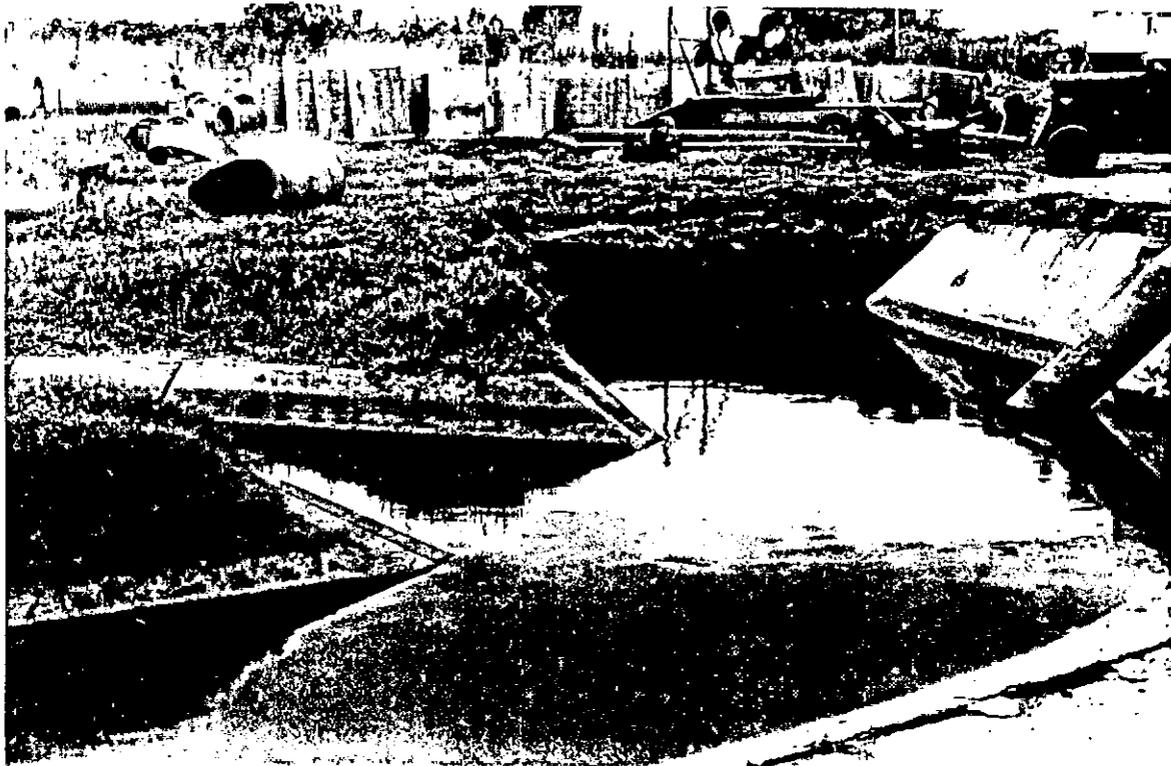


Foto N° 3

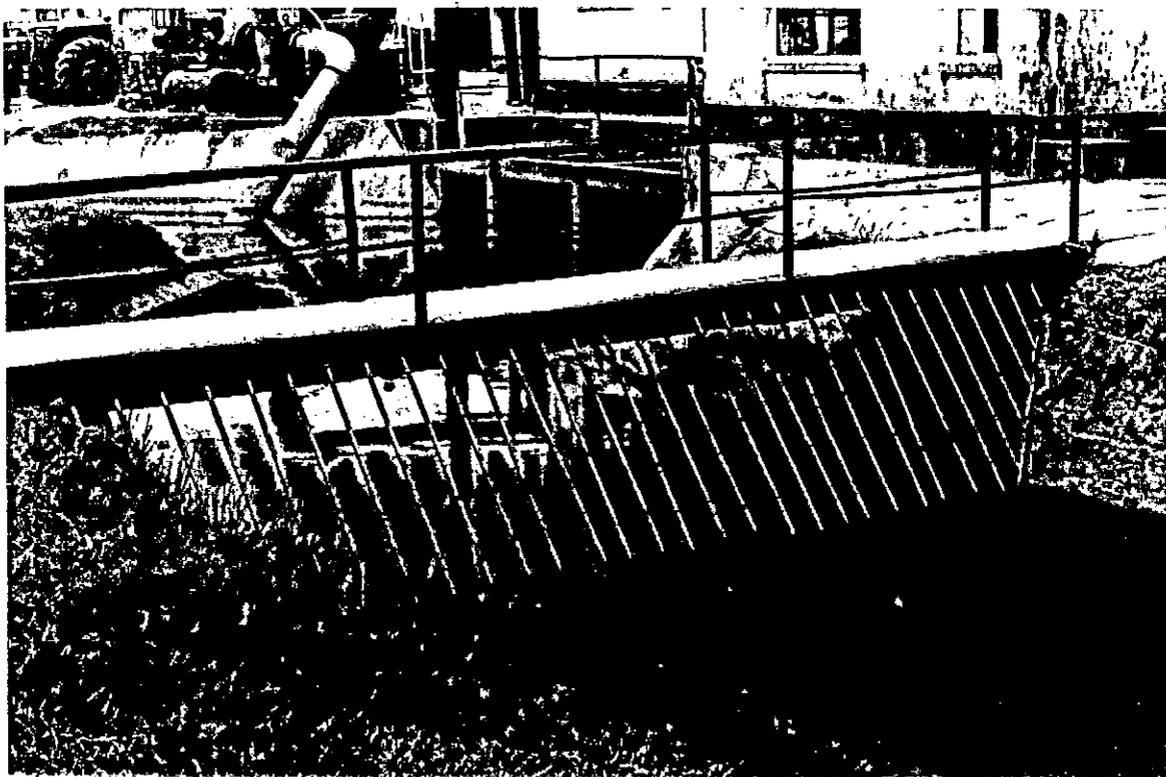


Foto N° 4

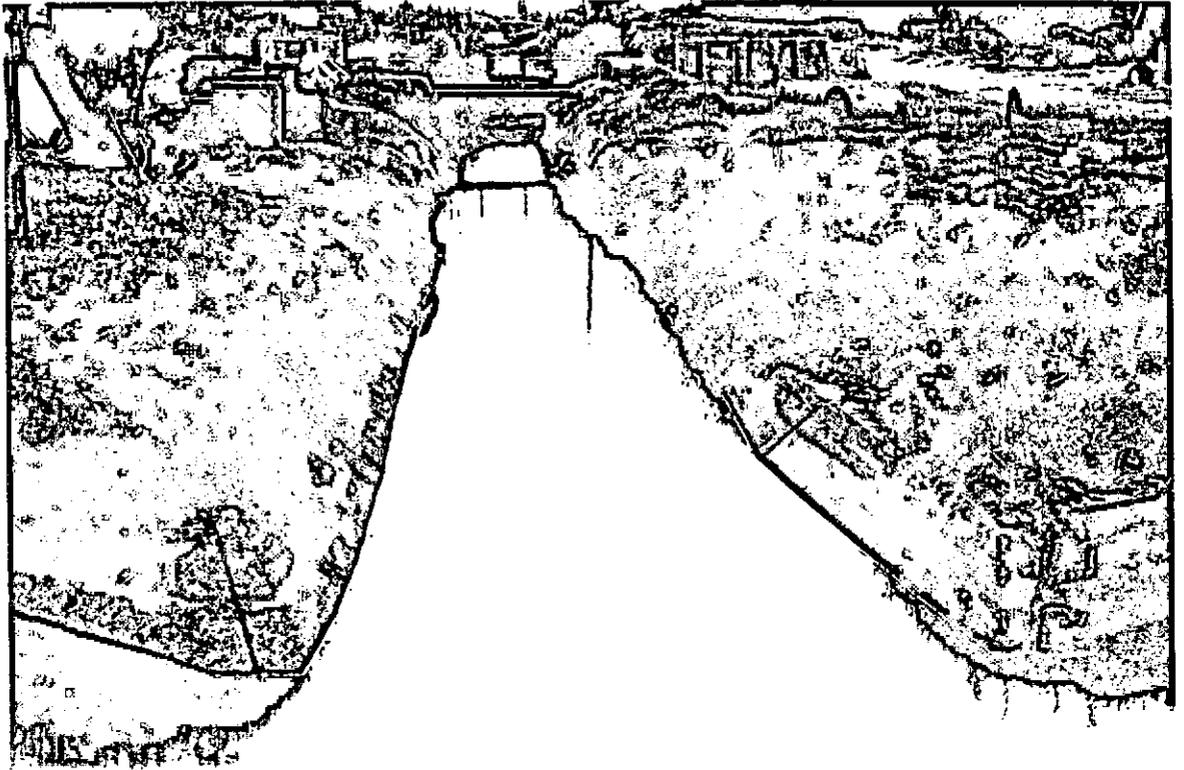


Foto N° 5

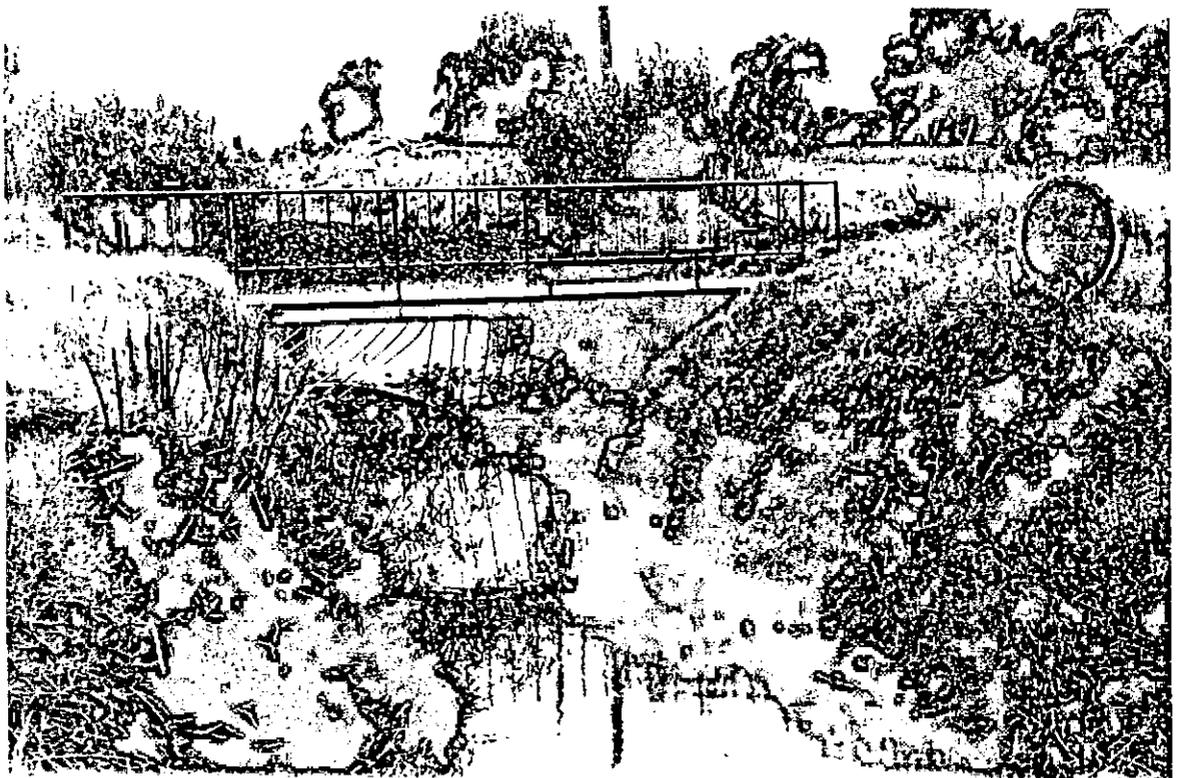


Foto N° 6

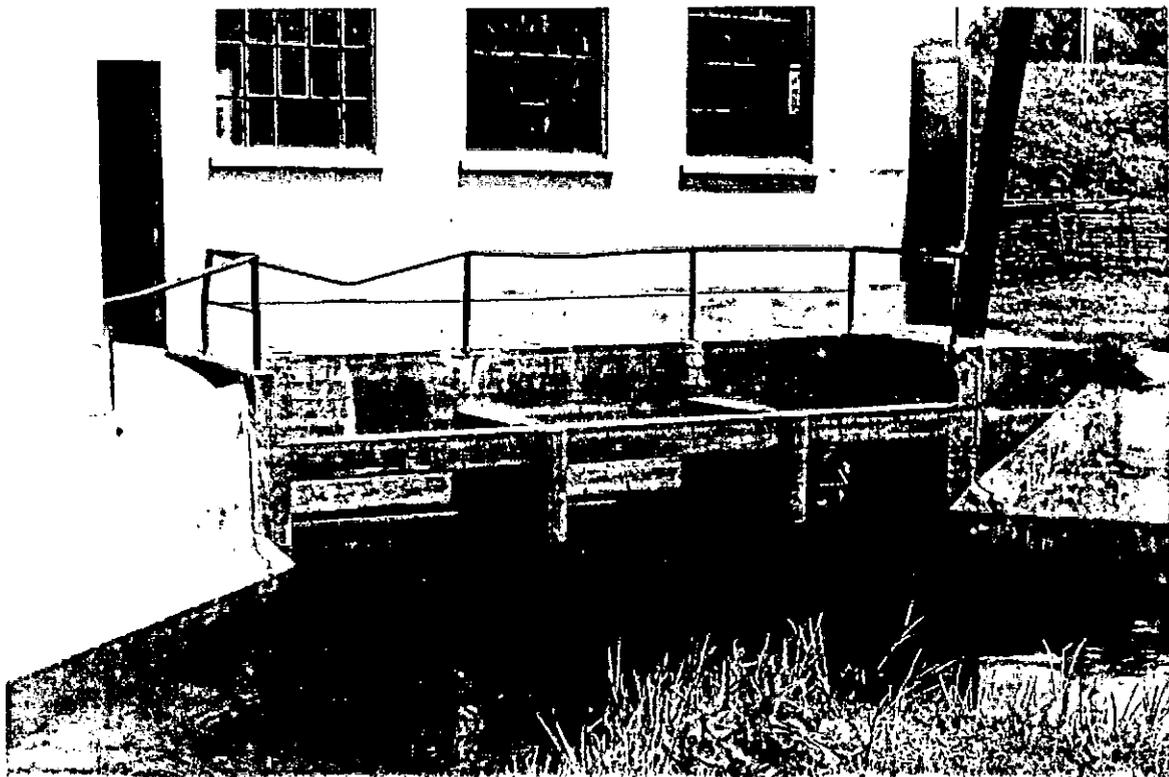


Foto N° 7

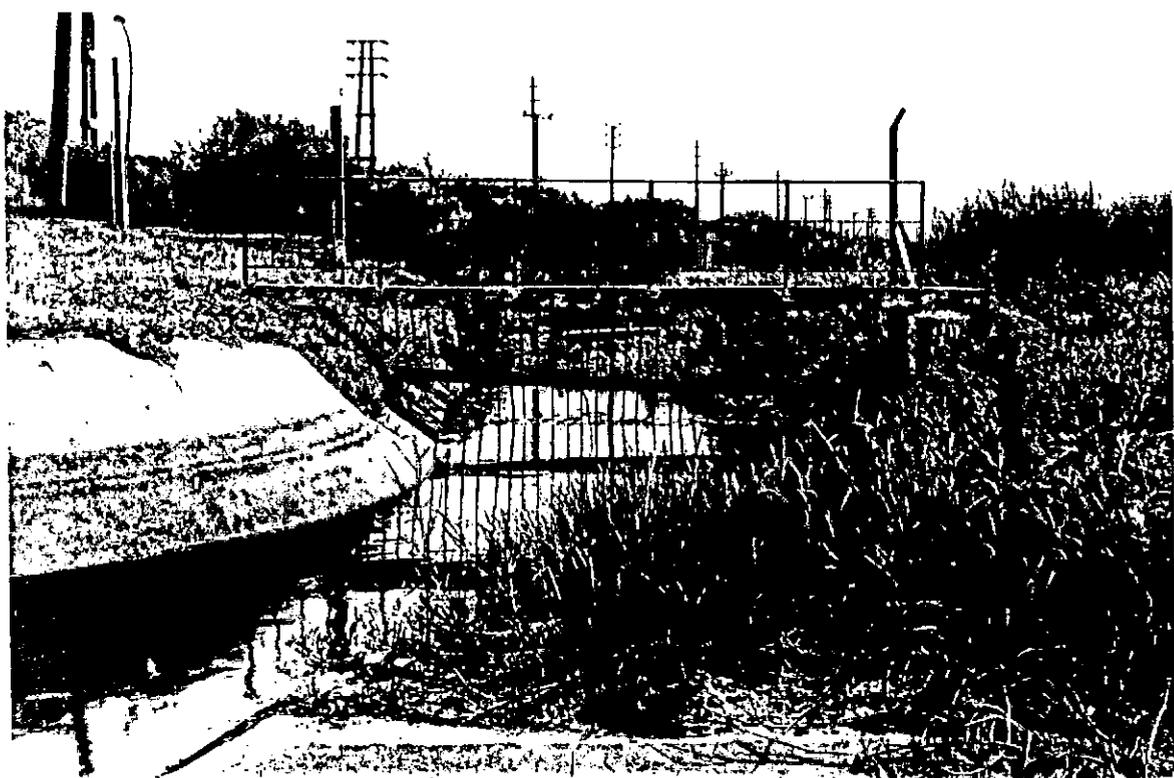


Foto N° 8

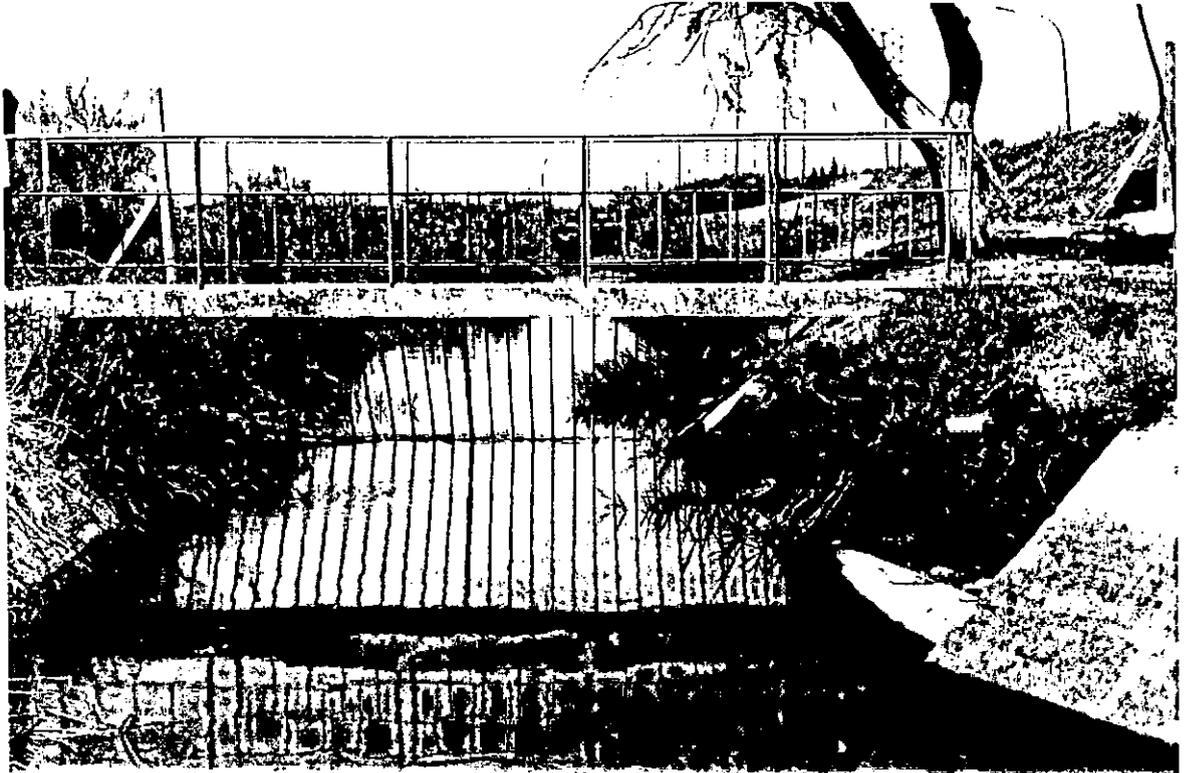


Foto N° 9

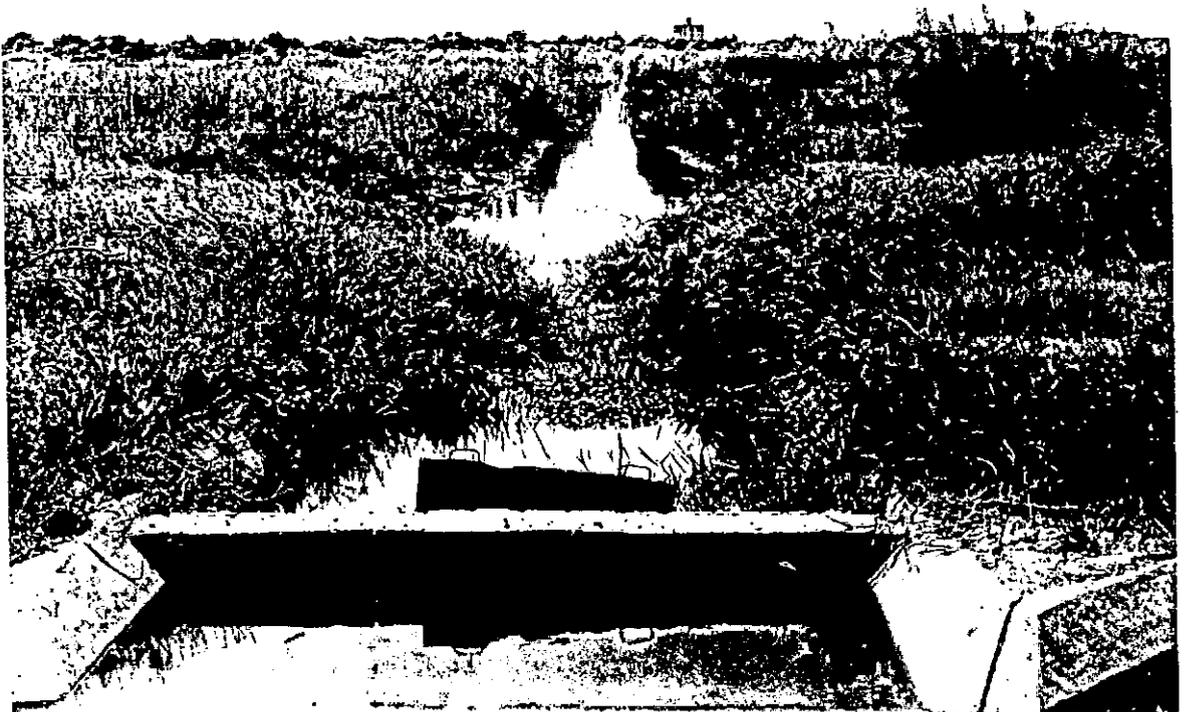


Foto N° 10

II. PROYECTO DE ESTACION DE BOMBEO N° 3.

II.1. Introducción.

En este informe se describe el Proyecto de la estación de bombeo N° 3 que cumplirá la función de desaguar los excesos pluviales provenientes de las áreas IV y V hacia el río Salado. Esta estación estará emplazada sobre el nuevo tramo del terraplén de defensa y dejará sin efecto a la casabomba N° 4 que actualmente se encuentra ubicada en el barrio Villa del Parque.

El tramo mencionado está comprendido entre la Estación Transformadora Santa Fe Oeste y la Autopista Santa Fe - Rosario y forma parte del Proyecto de Defensa y Saneamiento urbano de la zona oeste de la ciudad de Santa Fe.

La construcción del terraplén determinará la formación de un "pólder" aislando una superficie aproximada de 70 ha, que actualmente forma parte de los bañados del río Salado y que está sujeta al régimen de inundaciones del mismo.

Esta superficie al no ser afectada directamente por el río Salado, será factible de ser recuperada para fines exclusivamente recreativos, forestales y otros y no podrá utilizarse para asentamientos de viviendas.

Dentro de esta zona se dejará un área de unas 16 ha que será destinada para reservorio cuya función será la de permitir realizar un manejo adecuado de los excedentes hídricos a bombear por la estación de bombeo.

Este reservorio se denominará Lago 1 para diferenciarlo de otro similar que se creará al norte de la Autopista conforme al Proyecto antes mencionado.

II.2. Estudios realizados.

II.2.1. Topografía.

Para la realización del proyecto se contó con perfiles topográficos perpendiculares al eje de estudio, que coinciden con el eje de proyecto de la multitrocha.

Dichos perfiles fueron efectuados cada 100 m y tienen 300 m de longitud.

II.2.2. Mecánica de suelos.

La estación de bombeo N° 3 estará ubicada sobre el talud aguas arriba del terraplén de defensa a construir.

Se cuenta con los siguientes estudios de mecánica de suelos para analizar las características de la fundación:

- Sondeos realizados por la Consultora Griamux y Asociados SAT : SG 10, SG 11, SG 12, SG 13 y SG 14.

- Sondeo (N° 15) hasta los 10 m de profundidad en la intersección de la Autopista con la Avda. de Circunvalación, realizado por A y E.

- Sondeos realizados por la Dirección Provincial de Vialidad en el tramo Alto nivel Ruta Nac. N°11 - Autopista Santa Fe / Rosario.

Todos los sondeos mencionados tanto de la Consultora Grimaux como de Agua y Energía Eléctrica, se efectuaron con muestreo continuo y ensayo S.P.T. cada metro.

III. DESCRIPCION GENERAL.

III.1. Introducción.

Como al construirse la nueva defensa, la estación N° 4, que actualmente funciona en Villa del Parque dejará de operar. Por lo tanto será necesario construir una nueva estación de bombeo que reemplace y optimice a la casabomba mencionada.

Para simular el manejo integral del sistema de drenaje de la zona oeste, se aplicó un modelo matemático que permitió optimizar el volumen del reservorio y la capacidad de bombeo instalada y su distribución, en las existentes y proyectada.

El caudal de bombeo de cada estación se evaluó en función de la capacidad de bombeo existente, el estado actual de los equipos de bombeo y la necesidad de ampliar la capacidad de las estaciones, de acuerdo a los resultados arrojados por el modelo mencionado.

Ello permitió fijar diferentes políticas de bombeo, teniendo como premisa que todos los caudales aportados por las diferentes áreas, no necesariamente deberán ser evacuadas inmediatamente, sino que una parte se podrá ir almacenando en los canales reservorios y reservorios Lago 1 pero sin superar ciertas cotas máximas de almacenamiento.

III.2. Ubicación.

En principio, la estación de bombeo podría ubicarse en cualquier punto del tramo de defensa entre Santa Fe Oeste y la Autopista pero, la definición de

AREAS DE APORTES A LAS ESTACIONES DE BOMBEO N°1,2 y 3

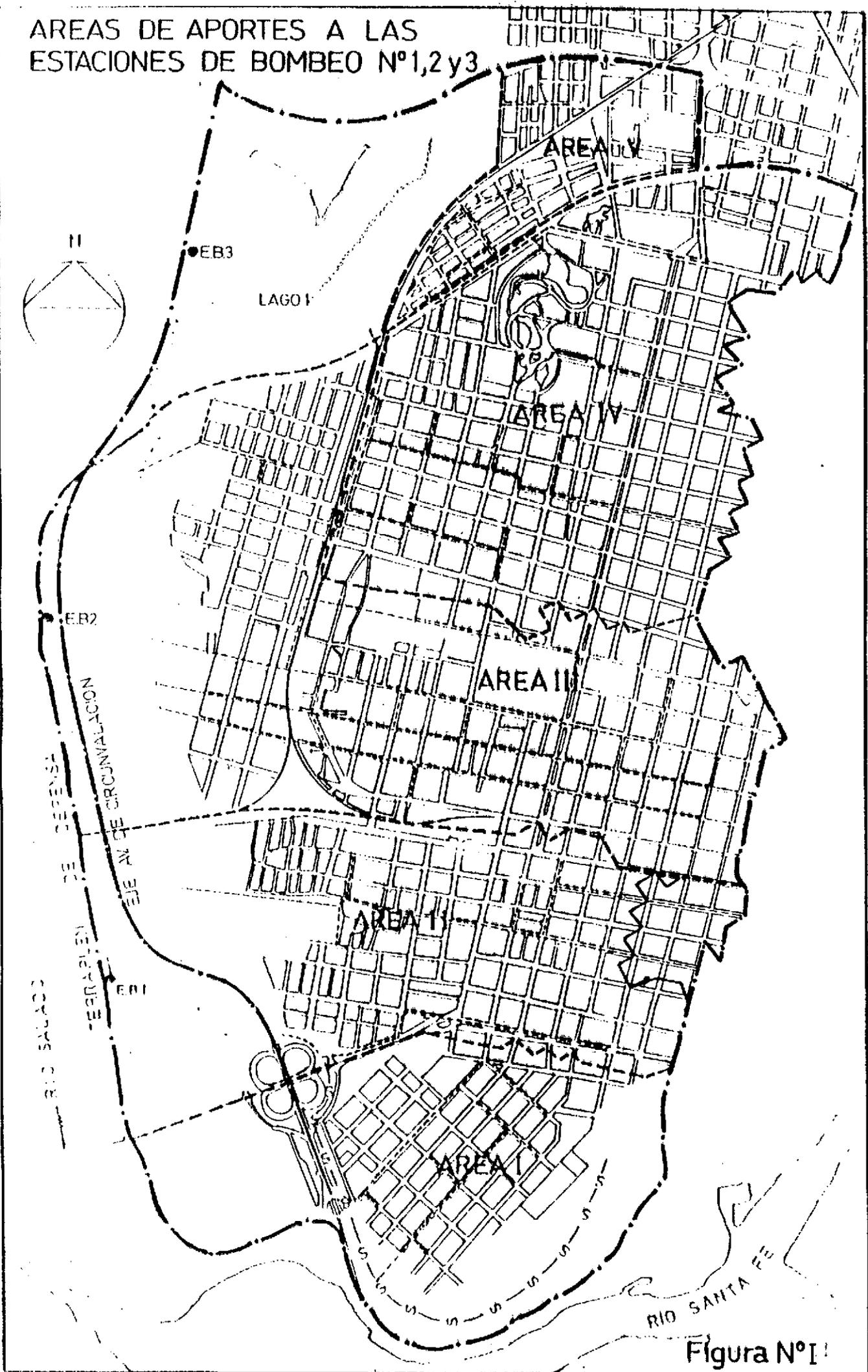


Figura N° I

realizar el proyecto para una futura construcción del acceso de calle Suipacha, dividirá en dirección este - oeste al área definida para el Lago 1, restringiendo entonces, el desarrollo de éste, a la zona que quedará comprendida entre dicho acceso al sur y la Autopista al norte.

Por otra parte, la construcción del distribuidor de tránsito vehicular de la autopista, ocupará una longitud aproximada de 320 m de la traza, lo cual condiciona su ubicación fuera de estos límites, quedando su emplazamiento definitivo, a la altura de la progresiva de estudio cp 4375 sobre el talud oeste del terraplén de defensa. La planta de bombeo ocupará una superficie aproximada de 312 m², separada del eje de la defensa y el eje de la multitrocha a 9.15 m al oeste y 34.55 m al este respectivamente.

IV. DISEÑO HIDRAULICO.

El criterio utilizado para el diseño de la estación de bombeo N° 3 se basó en normas utilizadas para selección e instalación de electrobombas sumergibles, respetando la voluntad de la Municipalidad de Santa Fe de emplear dichos equipos debido a los buenos resultados obtenidos en su aplicación.

IV.1. Areas de aporte y política de bombeo.

Como se mencionara en el informe anterior, la falta de reservorios para almacenamiento de los excedentes pluviales hace a veces inmejorables las crecidas que se producen ya que las estaciones de bombeo no fueron dimensionadas para bombear los picos.

El criterio adoptado en el proyecto de drenaje y saneamiento para la zona oeste de Santa Fe, contempla la construcción de canales reservorios y la creación del Lago 1, con el objeto de lograr la máxima capacidad de almacenamiento y de esta manera realizar una política de bombeo que permita manejar adecuadamente las tormentas que se presenten dentro de la recurrencia adoptada.

Actualmente la estación de bombeo Villa del Parque, con una capacidad de bombeo de 0.90 m³/s, recibe el aporte superficial de las áreas IV y V (Figura N° 1), es decir de unas 294 ha y debido a la falta de reservorio en dicha zona es común el anegamiento de calles y viviendas.

La nueva traza del terraplén de defensa, al avanzar hacia el río Salado en el tramo que va desde la Estación Transformadora Santa Fe Oeste hasta la autopista Santa Fe - Rosario, permite aprovechar el área encerrada, para la construcción del reservorio denominado Lago 1, desde el cual bombeará la nueva estación de bombeo N° 3.

HIDROGRAMA DE ENTRADA LAGO 1

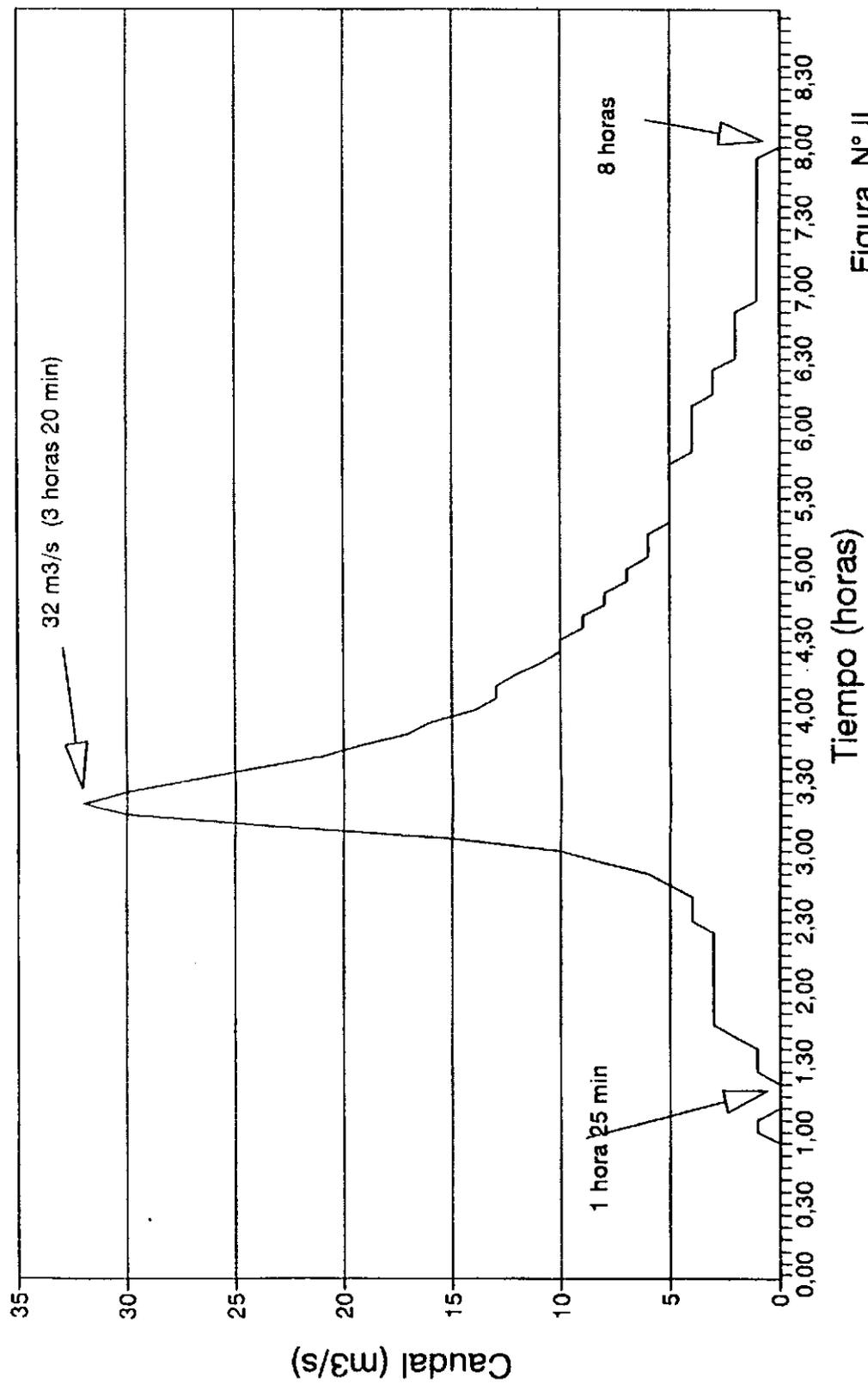


Figura N° II

HIDROGRAMA DE ENTRADA LAGO 1 Y POLITICA DE BOMBEO N° 3

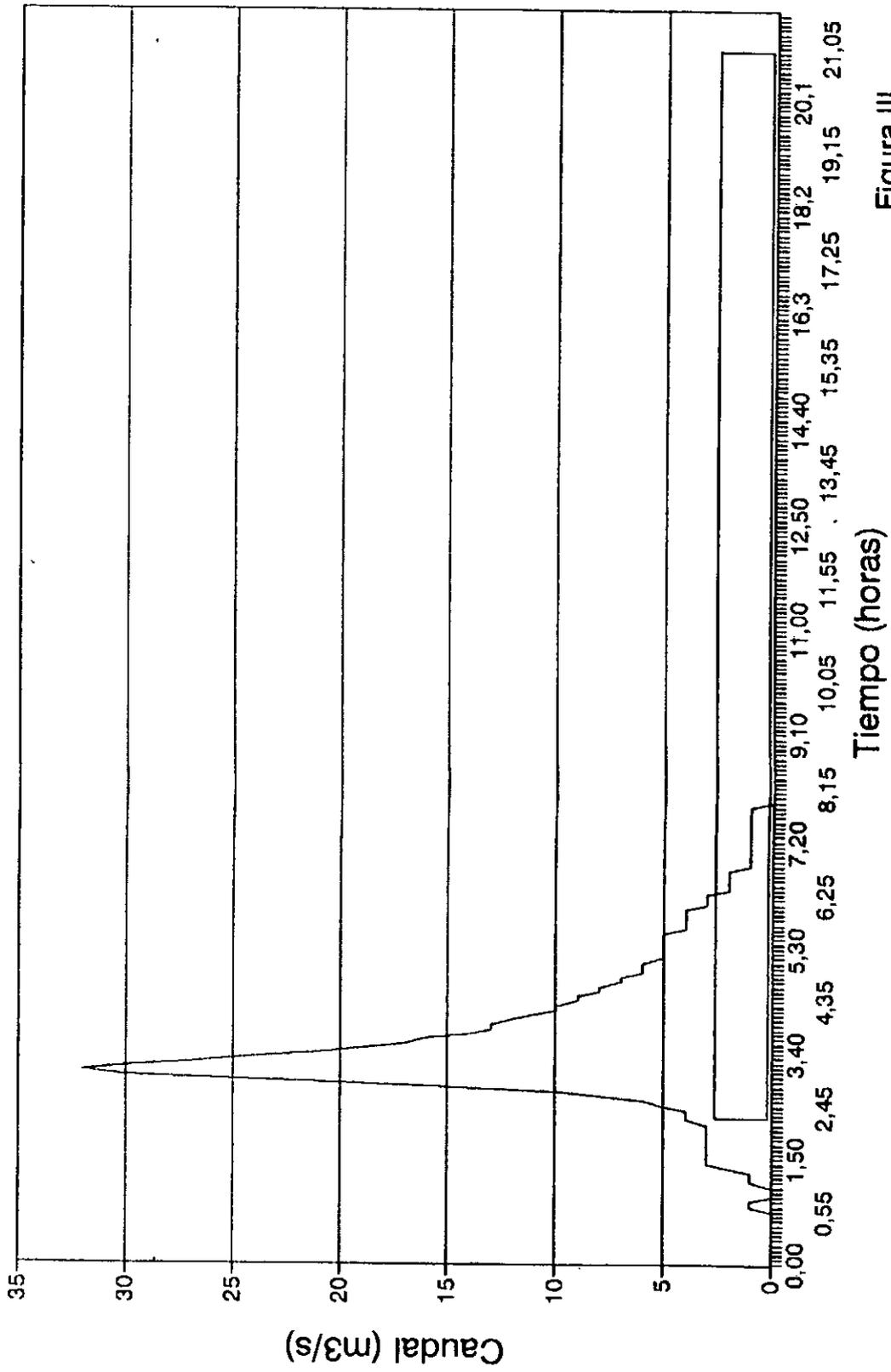


Figura III

La aplicación del modelo matemático, permitió trabajar con varias alternativas de políticas de bombeo, donde se evaluó en cada una de ellas, volumen de almacenamiento versus capacidad de bombeo.

Finalmente se adoptó una capacidad máxima de bombeo de $2.60 \text{ m}^3/\text{s}$, con lo cual la política a aplicar para una lluvia de diseño, arroja un tiempo de bombeo de 21 horas comenzando a las 2 horas aproximadamente del comienzo de la lluvia (ver hidrogramas Figura N° 2 y N° 3)

IV.2. Equipamiento.

IV.2.1. Capacidad de bombeo - Características técnicas.

De acuerdo a los datos arrojados por el modelo matemático aplicando, el caudal de diseño para la estación de bombeo N° 3 resultó ser de $2.60 \text{ m}^3/\text{s}$.

A los efectos de satisfacer los requerimientos de la Municipalidad, las bombas consideradas para el equipamiento de la estación serán electrobombas sumergibles. Se tomó como criterio adoptar equipos similares a los que la Municipalidad prevé instalar en la casabomba N° 1 en reemplazo de los existentes con el objeto de uniformar las máquinas para su mejor mantenimiento. De esta forma se optó por equipar a la estación de bombeo N° 3 con, 4 bombas de 600 l/s y una de 145 l/s . Esto permitirá manejar el bombeo utilizando principalmente las bombas grandes para eventos importantes y la bomba de menor capacidad para el manejo del bombeo de rutina en la estación.

Un problema que se presenta actualmente en la operación de las bombas, es el arrastre de basura, que proviene de los volcaderos existentes.

Para minimizar dicho problema y evitar los inconvenientes que causan a los equipos de bombeo, se han adoptado bombas con impulsores inobstruibles de paso sólido de 100 milímetros de diámetro como mínimo. Esta medida sumada a un sistema de pilotes de contención de basura gruesa y rejas instalada antes de las bombas tienden a solucionar el problema en cuestión.

Con los antecedentes expuestos y el lugar de ubicación de la estación se tuvieron los elementos necesarios para la selección del equipamiento adecuado.

IV.2.2. Altura de bombeo y potencia de las bombas.

Para obtener la altura de bombeo se consideró el diámetro de la cañería adoptada, el material de la misma, su longitud, el caudal de bombeo y las singularidades que se presentan en la instalación.

La bomba de menor capacidad tiene una salida de 200 mm de diámetro y las bombas grandes 350 mm. A los efectos de reducir las pérdidas de carga y siguiendo los criterios de los fabricantes para el mejor funcionamiento de las bombas, se trabajó con cañerías de descarga de 350 y 500 mm respectivamente. Para ello deberá colocarse una reducción de 350 - 200 mm a la salida de la bomba chica y de 500 - 350 mm a la salida de cada una de las bombas grandes.

El nivel mínimo de agua previsto en el pozo de bombeo, será de 10.50 m, pudiendo llegar hasta 10.00 m que es la cota de la losa a la entrada de la estación de bombeo.

Si consideramos el nivel mínimo de bombeo a cota 10.00 m, el desnivel máximo que se obtiene es de 7.00 m, ya que la descarga se efectuará por encima del nivel máximo en el río Salado calculado en 16.50 m.

Para obtener la altura de bombeo total se calcularon las pérdidas por rozamiento y singularidades en cada caso.

En la bomba de 145 l/s la altura de bombeo máxima será de 7.80 m y en las bombas de 600 l/s la altura total será de 8.50 m.

IV.2.3. Determinación de la potencia de los motores.

La altura de bombeo permitió calcular la potencia que deberán tener los motores en las bombas.

$$N = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{75 \cdot \eta} \cdot K$$

N = la potencia en HP

γ = peso específico del agua en kg/m³

H = altura de bombeo en m

η = rendimiento de la bomba ($\eta = 0.85$)

K = coeficiente de seguridad para la selección de la potencia del motor

Valores de K usualmente utilizados:

N (HP)	K
< 2	1.50
2 - 5	1.30
5 - 10	1.20
10 - 20	1.15
> 20	1.10

Aplicando la fórmula indicada se obtuvieron los valores de la potencia para los dos modelos de bomba considerados:

BOMBA	Q [m ³ /s]	N [HP]	N [Kw]
menor capacidad	0.145	20	16
mayor capacidad	0.600	88	67

Por lo tanto la potencia de bombeo instalada total en la estación será de 284 Kw.

Los motores de las bombas serán de 1000 r.p.m.

IV.3. Componentes de la estación. (Plano N° 4)

Consideraremos las siguientes componentes de la estación de bombeo :

- . Acceso a la planta de bombeo.
- . Zona de toma.
- . Zona de compuertas y rejas.
- . Pozo de bombeo.
- . Cañería de descarga.
- . Zona de descarga.
- . Casilla de tableros y comandos.
- . Zona de montaje y desmontaje de equipos.
- . Instalación eléctrica.

IV.3.1. Acceso a la planta de bombeo.

El acceso a la estación de bombeo, se realizará desde el coronamiento del terraplén de defensa mediante una bajada desde cota 16.75 hasta 14.00 m por el lado sur.

Permitirá el ingreso del camión grúa mediante el cual se realizará la colocación y extracción de las bombas desde el pavimento articulado a cota 14.00 m.

También contempla el ingreso de un vehículo para desalojar la basura extraída de las rejas de protección y en los pilotes de contención de basura gruesa.

IV.3.2. Zona de toma.

En esta zona se produce la entrada del agua desde el reservorio hacia el interior de la estación de bombeo donde es desalojada por las bombas.

La obra de toma consiste en una embocadura compuesta por dos muros de ala laterales y dos pilas centrales para producir la orientación del flujo hacia la zona de aspiración.

Comienza con un ancho de 8.50 m y disminuye a 6.50 m en la línea de los pilotes de contención.

La cota de fondo es de 10.00 m y está formada por una losa horizontal armada que llega hasta la reja. Inmediatamente al ingresar el agua, se encuentran los pilotes para la contención de la basura gruesa, tales como ramas, maderas, troncos, etc. Estos consisten en columnas de hormigón de 20 cm de diámetro y 2.00 m de altura con una separación de 15 cm entre borde de columna y columna.

Para desalojar toda la basura que se va acumulando durante los períodos de bombeo, se ha proyectado una losa a cota 12.00 m donde el personal de operación de la estación puede acceder para extraer dichos elementos y llevarlos con una carretilla fuera de la planta.

IV.3.3. Zona de compuertas y rejas.

Para poder operar las compuertas y rejas de la estación se han proyectado 2 pilas que dividen a esta zona en 3 vanos de 2.00 m de luz cada uno.

Los niveles mínimos y máximos de agua previstos en el Lago 1, para una lluvia de proyecto oscilan entre 10.50 m y 11.60 m cota IGM respectivamente, dando una altura máxima de agua por encima de la losa de 1.60 m, ya que la misma tiene cota 10.00 m.

a) Compuertas.

Tienen por función evitar el ingreso de agua hacia el interior y dejar en seco la cámara de bombeo para realizar operaciones de mantenimiento, desbarre, inspecciones y/o reparaciones.

Debido a que las pilas no fueron proyectadas a lo largo de toda la estación, para secar el pozo de bombeo será necesario la colocación de todas las compuertas.

La colocación y extracción de las mismas se realizará por medio de una estructura de izaje compuesta por 2 pilares de hormigón de 1 x 0.20 m y una viga horizontal que une a ambos y consiste en un perfil normal doble T N° 20.

Cada compuerta estará construída en madera de lapacho o similar armada con tablas de 0.25 m de ancho unidas entre sí por medio de machimbres, de 3 pulgadas de espesor y 2.14 m de largo.

La altura total de cada compuerta será de 1,50 m. El sistema de vínculo entre aparejo y compuerta debe ser de tal forma que tenga libertad de movimiento de modo que por peso propio se logre el cierre hermético y en la operación de extracción se produzca una pequeña separación que actuará como bypass para inundar todo el pozo de bombeo

y lograr el equilibrio de presiones en ambas caras de las compuertas y en estas condiciones realizar el izaje.

Características principales (Plano N° 5)

- Ancho de vano: 2.00 m
- Ancho de compuerta: 2.14 m
- Altura de compuerta: 1.50 m
- Tipo de compuerta: plana, apoyada sobre patines de deslizamiento.
- Cantidad de compuertas: 3
- Material constructivo: madera dura, lapacho o similar.
- Peso de cada compuerta: 200 kg
- Elemento de hermeticidad: bandas de neopreno
- Colocación y remoción: con aparejo y con presiones equilibradas
- Fuerza de extracción: 600 kg
- Capacidad del aparejo: 1000 kg

b) Rejas.

En cada vano se han proyectado 2 tramos de rejas de acero al carbono, inclinadas unos 65° respecto a la horizontal (Plano N°).

Los barrotes se construirán con planchuelas de acero de 1/2"x 2 1/4" pulgadas con una separación de 50 mm. Estos barrotes estarán soldados a 4 perfiles U transversales N° 6.

Las rejas serán alojadas en recatas inclinadas, que permitirán su deslizamiento por medio de 2 pares de pernos de acero inoxidable, soldados a los extremos de cada reja.

La colocación y extracción se realizará con un aparejo de operación manual colgado en el pórtico proyectado en la línea superior de las rejas.

Cada reja tendrá un ancho de 2.00 m y un largo de 1.05 m.

La limpieza de las rejas se hará manualmente con un elemento construido para tal fin consistente en un rastrillo con puas de acero. Esta operación se realizará desde la losa proyectada a cota 12.00 m IGM.

La basura extraída en la operación de limpieza se depositará con una carretilla fuera de la planta, para ser desalojada del lugar desde el camino de acceso a la estación.

Características principales (Plano N° 5)

- Cantidad de tramos: 2 tramos por vano; total: 6 tramos
- Ancho de vano: 2.00 m
- Ancho de reja: 2.00 m
- Largo de reja: 1.05 m
- Tipo de barrotes: rectangular
- Separación entre barrotes: 50 mm
- Peso de cada tramo: 350 kg
- Fuerza de extracción: 1800 kg
- Capacidad del aparejo: 2500 kg
- Material constructivo: barrotes de acero al carbono soldados - pernos de acero inoxidable-perfiles U N° 6 con tratamiento anticorrosivo.

IV.3.4. Pozo de bombeo.

Luego de las rejas se produce una transición hacia el pozo de bombeo que consiste en un ensanchamiento gradual de la sección desde 6.50 m hasta 9.50 m, y una profundización que va desde cota 10.00 m hasta cota 7.00 m en la losa de fondo. En este tramo se realizará un relleno de hormigón con una pendiente de 8° hacia el fondo del pozo, por razones de diseño de la zona de operación de las bombas.

En el pozo de bombeo se encuentran las bases con los soportes inferiores de las electrobombas y los caños de salida de cada bomba que son, de 500 mm de diámetro para las bombas más grandes y de 350 mm de diámetro para la más chica. Para realizar el empalme desde el codo de salida de cada bomba con la cañería de salida, se deberá colocar una reducción que en las cañerías de 500 mm será de 500 - 350 mm y en la cañería de 350 mm dicha reducción deberá ser de 350 - 250 mm.

La separación de las bombas en el pozo de bombeo se realizó respetando las normas y criterios para instalación y construcción de bombas y cámaras de bombeo.

Para bajar las bombas al pozo, cada equipo dispone de 2 barras guías de acero galvanizado de 3" de diámetro.

El acoplamiento de las bombas, una vez que son bajadas por las barras guías, se produce automáticamente debido al sistema que posee este tipo de equipos.

IV.3.5. Cañería de descarga.

La descarga de las bombas hacia el río Salado se realiza por cañerías independientes.

Desde el codo de salida superior en el pozo de bombeo la cañería se hace converger hasta la línea de borde del coronamiento del terraplén, donde a partir de allí la descarga se realiza en forma horizontal y las cañerías son paralelas.

A los efectos de soportar y absorber los esfuerzos a que se somete la conducción durante el bombeo se deberán construir dos anclajes en cada cañería.

El eje de la cañería de descarga en la parte horizontal se encuentra a cota 17.00 m, 0.50 m por encima del nivel máximo del río Salado.

La tapada de la cañería en el cruce del terraplén de defensa será de unos 0.60 m con suelo seleccionado, donde la cota de coronamiento en esta sección del terraplén será de 17.85 m IGM.

En el extremo de cada cañería de descarga se colocará una válvula clapeta equilibrada para evitar la circulación del agua en sentido inverso.

El anclaje final de las cañerías de descarga consistirá en una obra de hormigón armado que luego continúa para formar el cuenco amortiguador de descarga.

IV.3.6. Zona de descarga.

La descarga de las bombas se realizará aguas abajo del terraplén por lo cual el talud deberá protegerse para evitar la erosión del mismo por efecto del bombeo.

Para ello se ha proyectado un cuenco amortiguador de descarga que continúa con un recubrimiento sobre el talud del terraplén.

IV.3.7. Casilla operario.

Estará ubicada entre la estación de bombeo y la sala de alojamiento de los tableros (E.P.E.).

Sus dimensiones internas serán de 3.00 m x 4.00 m y alojarán en su interior un baño.

Se proyectó asentada sobre una platea de fundación, mampostería de ladrillos comunes, ladrillos vistos exteriormente y revoques impermeables, grueso y fino interiormente.

La cubierta será liviana de chapa galvanizada trapezoidal.

El cielorraso será de yeso independiente, con lana de vidrio para aislación, colocada entre éste y la cubierta.

Las aberturas serán de chapa N° 13 con protección antióxido.

IV.3.8. Zona montaje y desmontaje de equipos.

Por simplicidad y costos de instalación se ha proyectado una estación sin puente grúa para operación de montaje e izaje de las bombas.

Para ello se ha previsto dejar el espacio para la entrada y disposición de un camión grúa que permitirá realizar tales maniobras desde la zona de montaje que consiste en un pavimento articulado de 4.00 m de ancho a cota 14.00 m.

En la losa superior del pozo de bombeo a cota 14.00 m, las bombas tienen una abertura con tapa rebatible por donde se bajan hasta el fondo del pozo a través de las barras guías.

IV.3.9. Instalación eléctrica.

Incluye el proyecto de alimentación e instalación eléctrica de la estación de bombeo, a cargo de la Empresa Provincial de la Energía y la Municipalidad.

Este proyecto deberá contemplar la seguridad del suministro eléctrico para las bombas, e iluminación exterior de la planta e interior de la casilla del operario y de alojamiento de tableros, celdas y comandos.

V. CALCULO ESTRUCTURAL.

V.1. Diseño.

La característica de esta obra, nos enfrenta con el diseño y cálculo de una estructura subterránea con problemas para la fundación de la misma dadas las características del suelo en la zona de emplazamiento.

Observando el perfil geotécnico del suelo del lugar, se estimó en un principio realizar un fundación indirecta por medio de pilotes. Estos soportarían las cargas por la resistencia de punta, despreciándose la resistencia por fricción lateral. En este caso la super estructura estaría compuesta de tabiques y losas que descargarían sobre los cabezales de los pilotes.

Se determinó la cota + 3.80 como cota de apoyo del pilote, con lo que se obtendrían pilotes de aproximadamente de 3.00 m en la zona de ubicación de las bombas y de 7.50 m en las zonas de acceso, rejas y compuertas de la estación elevadora. En dicho nivel, nos encontramos con arenas con alta resistencia a la penetración (N=32). El perfil del suelo para el estudio de fundación se muestra en la Perforación N° 1.



Un análisis técnico-económico pormenorizado de las cargas actuantes y de las resistencias disponibles nos indicó la posibilidad de reemplazar el sistema de fundación indirecta mediante pilotes, por fundaciones directas mediante plateas.

En función de lo up-supra antes mencionado, se analizó la resistencia admisible del terreno a cota + 10.00 m, donde se fundaría la zona de acceso, rejas y compuertas y la resistencia admisible del terreno a cota + 7.00, donde se fundaría la zona de ubicación de las bombas, obteniéndose valores de 0.50 kg/cm^2 en el primer caso y valores de 2.00 kg/cm^2 en el segundo.

Las tensiones de trabajos bajo las cargas de servicios en ambos casos, no superan los $0.10 - 0.15 \text{ kg/cm}^2$, es decir nos encontramos ante cargas distribuidas en una superficie holgada.

Por lo expuesto no fué necesario pilotaje, ya que estamos en presencia de una cimentación compensada (se saca más carga de la que se agrega), además bajo los niveles de fundación, crece en profundidad la capacidad portante.

También fueron verificadas las características constructivas para ver la viabilidad de ejecución de lo proyectado.

Definido el tipo de fundación, se optó como diseño estructural, sistemas hiperestáticos, compuestos por losas de fundación y tabiques formando un sistema continuo.

Con el objeto de evitar los problemas producidos por los asentamientos diferenciales, la zona de la estación de bombeo que sale desde la zona de rejas y se ensancha hasta la zona de ubicación de las bombas, fue aislada mediante juntas de trabajo con respecto a las zonas lindantes de la misma, ya que las cargas difieren sustancialmente.

V.2. Esfuerzos.

El estado de cargas actuantes sobre el nivel superior de la estructura, es el resultado de una sumatoria de esfuerzos provenientes del peso propio y de las cargas accidentales.

En el análisis de las cargas horizontales sobre los tabiques verticales se consideró el empuje de los suelos y los líquidos para sus niveles máximos y mínimos, actuantes sobre la superficie exterior. Se consideraron los casos de presencia y ausencia de líquidos sobre el lado interno de acuerdo a las posibilidades. Para su determinación y cálculo, se aplicó la teoría Rankine de empuje de los suelos.

Los esfuerzos actuantes sobre las losas de apoyos, son consecuencia de la reacción del suelo por

efecto de las cargas existentes por encima de la superficie de apoyo, y la subpresión ejercida por los líquidos, evaluados en sus niveles máximos y mínimos.

Se verificó la posibilidad de desplazamientos horizontales de la estructura, descartándose tal posibilidad por efecto del confinamiento lateral del suelo circundante.

V.3. Dimensionamiento.

Calculados los esfuerzos en la forma indicada precedentemente, se dimensionó la estructura de Hormigón Armado, por el Método de Rotura, de acuerdo a la Norma CIRSOC 201.

Se garantizó mediante el dimensionamiento, lo siguiente:

- a) Un margen de seguridad suficiente entre las cargas de servicios, y las cargas teóricas de rotura.
- b) Un adecuado funcionamiento de la estructura bajo cargas de servicios.

Se dimensionó utilizando un hormigón con una resistencia característica $f_{ck} = 170 \text{ kg/cm}^2$, y como armadura, acero tipo ADM 420, con una tensión de fluencia $f_s = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

V.4. Materiales

Hormigón:

Agregado fino : arena gruesa del Paraná.

Agregado grueso : piedra calcárea o granítica.

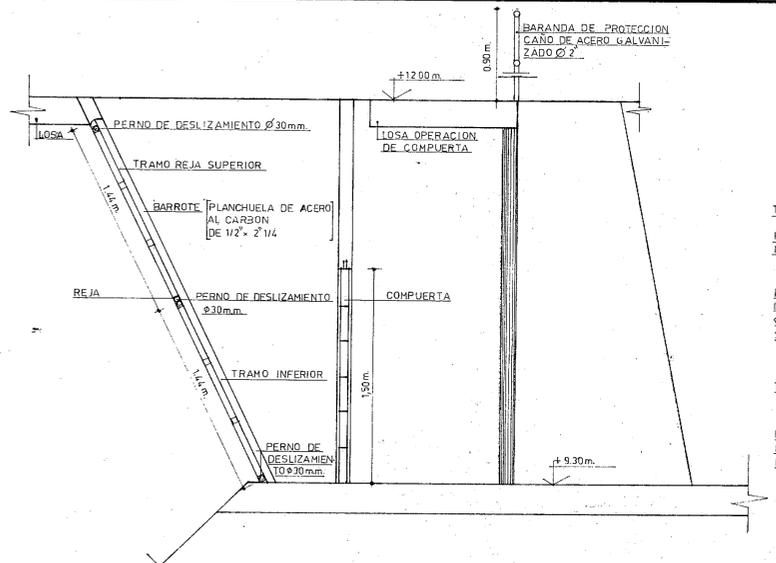
Cemento : de alta resistencia a los sulfatos.

Armadura : acero torsionado y estirado en frío.

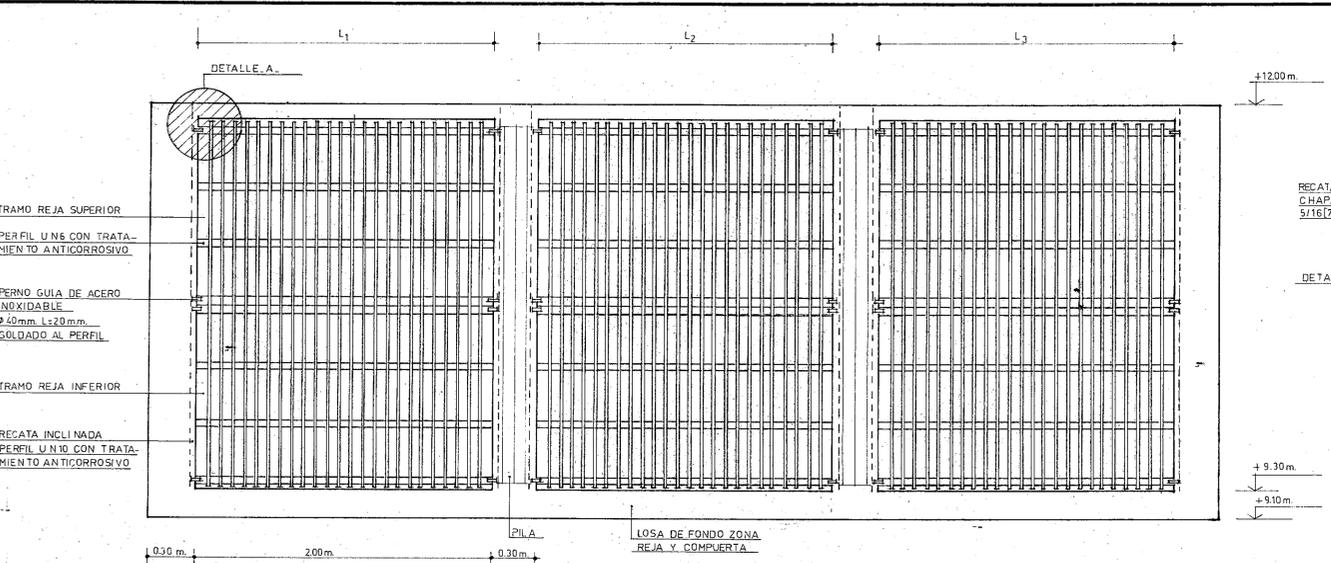
V.5. Pórticos de izaje de compuertas y rejas

El mismo está compuesto de dos pilares verticales de hormigón armado y un travesaño horizontal materializado por un perfil normal N° 20.

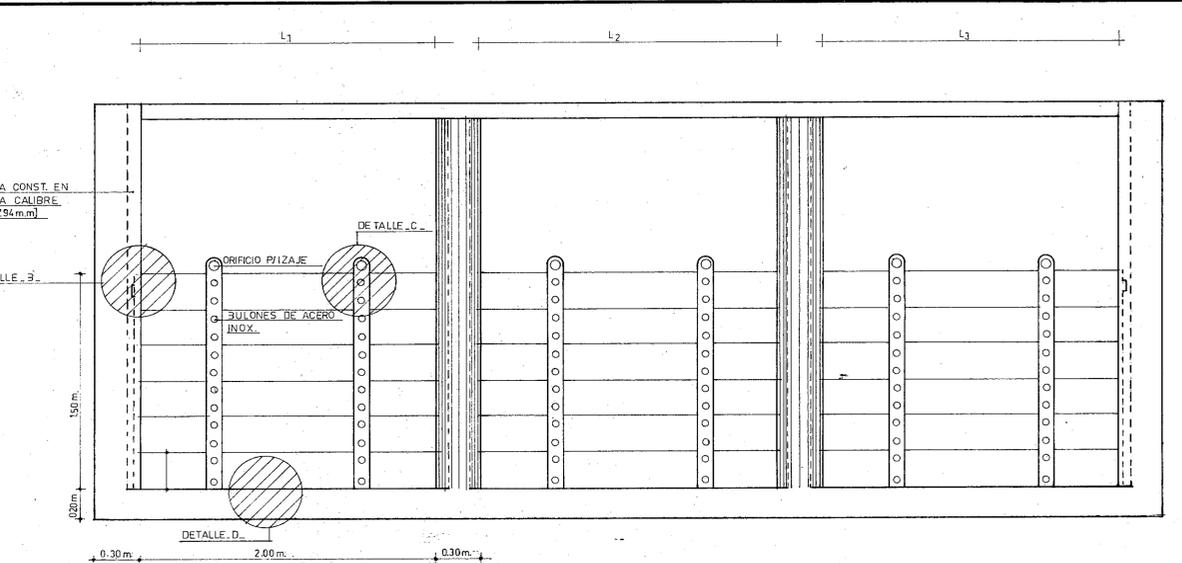
Sobre este último se desplazará un aparejo manual con capacidad suficiente para elevar las compuertas y las rejas según el caso.



REJA Y COMPUERTA ESTACION DE BOMBEO N1 Y N2 ESC. 1:20



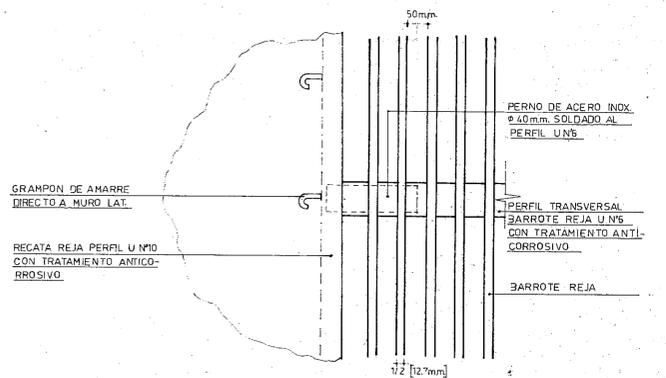
VISTA DE FRENTE REJA ESC. 1:20



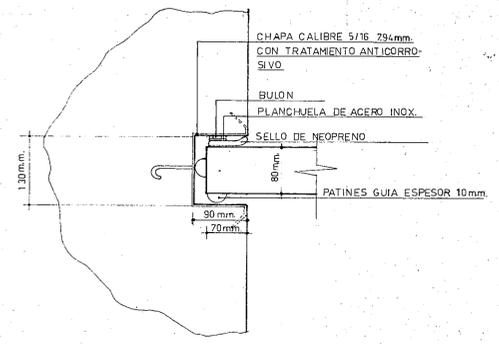
VISTA DE FRENTE COMPUERTA ESC. 1:20

NOTA - MEDIDAS DE LAS LUCES DE VANOS DE REJAS Y COMPUERTAS

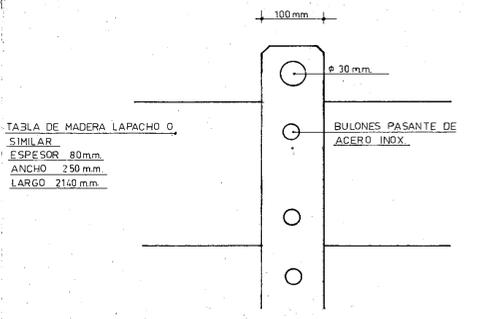
L [m]	ESTACION DE BOMBEO	
	N 1	N 2
L ₁	1.50	2.00
L ₂	2.00	2.00
L ₃	2.00	1.50



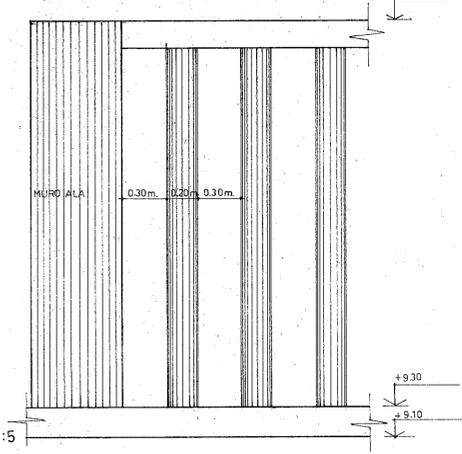
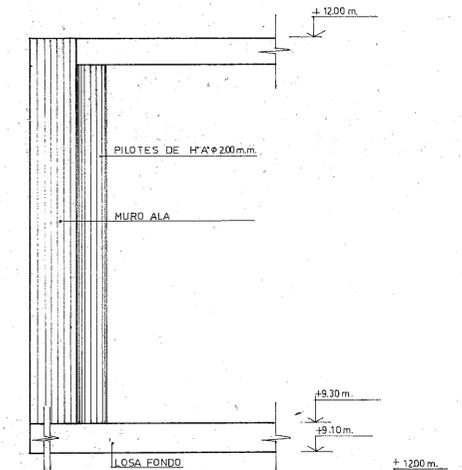
DETALLE A ESC. 1:5



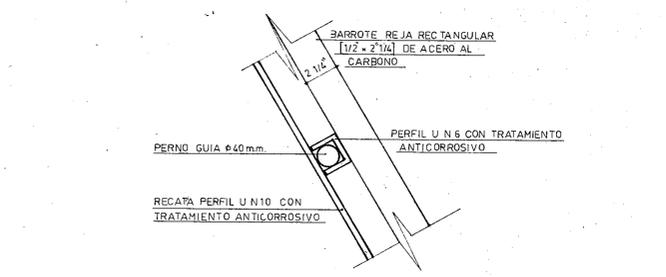
DETALLE B ESC. 1:5



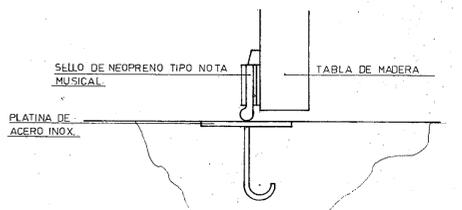
DETALLE C ESC. 1:5



CORTE DETALLE C ESC. 1:5



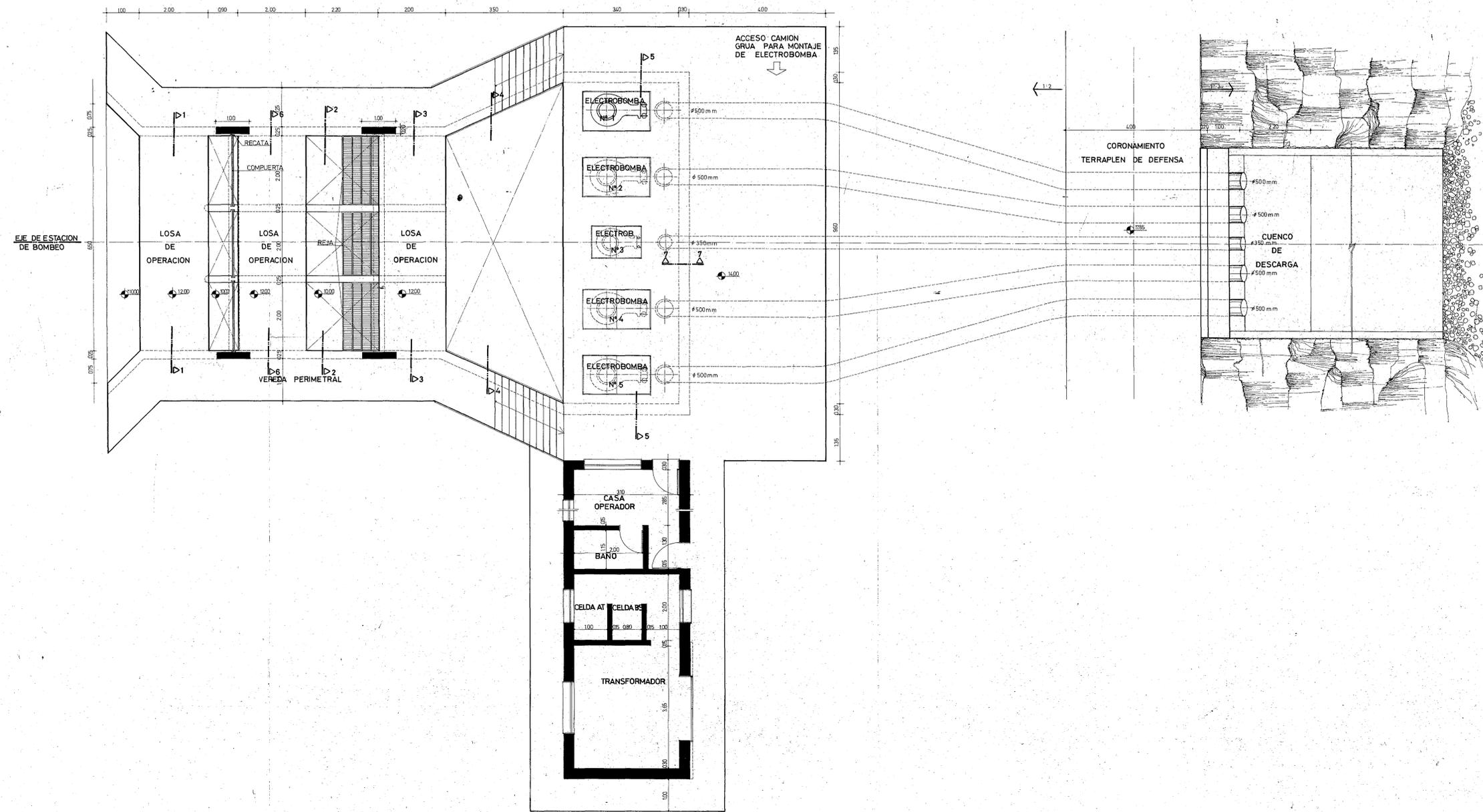
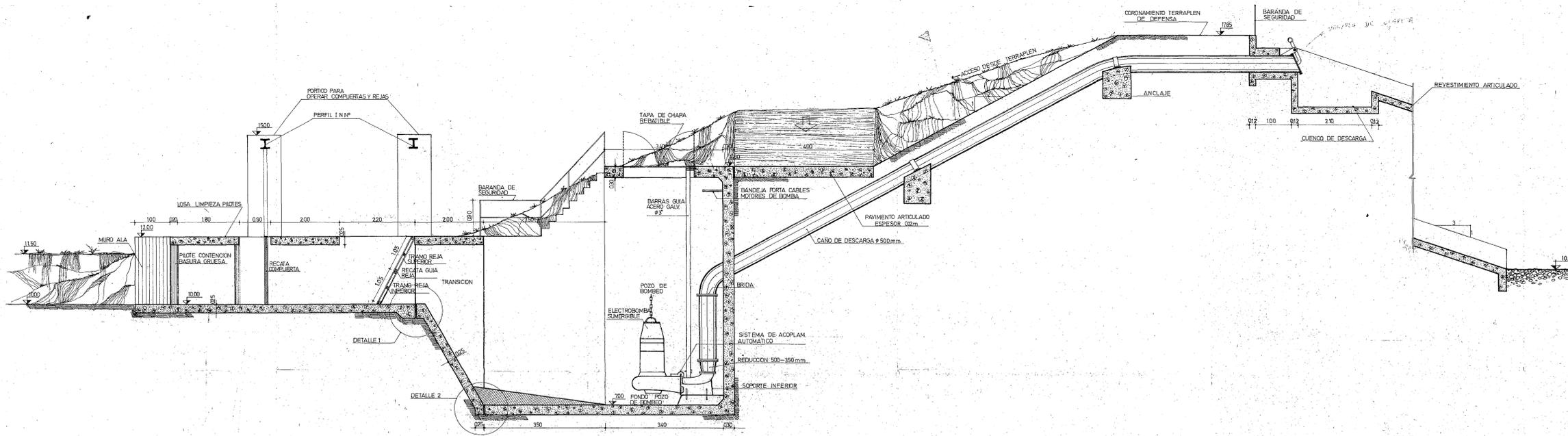
CORTE DETALLE A ESC. 1:5



DETALLE D ESC. 1:5

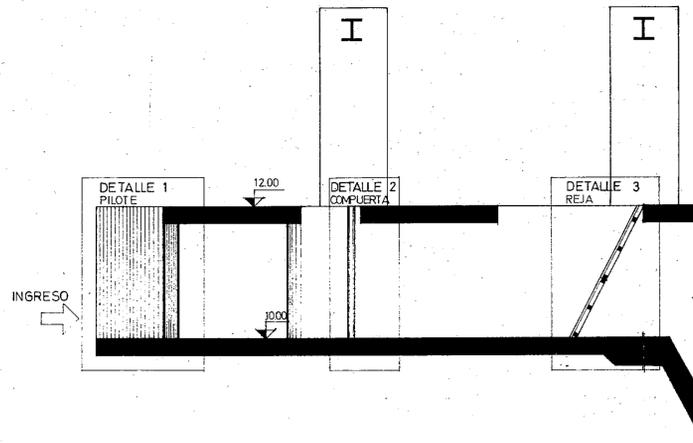
MARCAR LOS CORTES

ESTACION DE BOMBEO Nº 3
CORTE GENERAL Y PLANTA
ESCALA 1:50

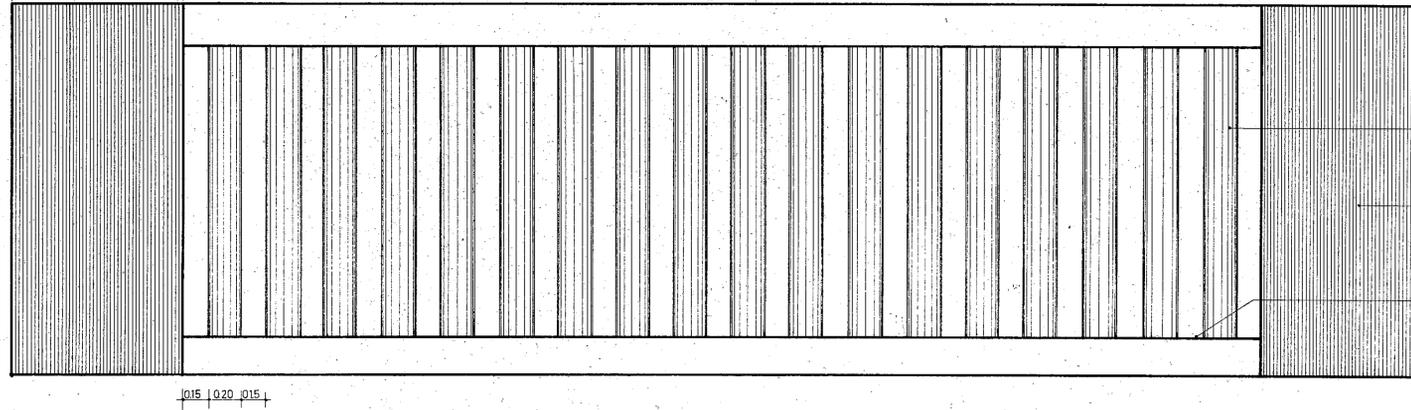


PROVINCIA DE SANTA FE
UNIDAD DE PROYECTO
AVDA. DE CIRCUNVALACION SANTA FE
TRAMO: ALTO NIVEL RUTA NAC. Nº 11 AVDA. BLAS PARERA
P. SECCION: ALTO NIVEL RUTA NAC. Nº 11 AUTOPISTA AP-01
MINISTERIO DE OBRAS SERVICIOS PUBLICOS Y VIVIENDA
DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD

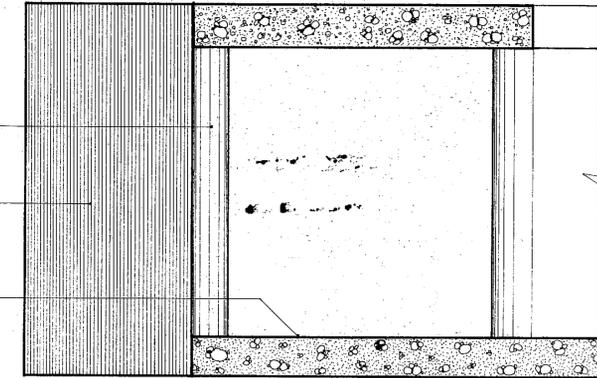
ZONA DE ENTRADA A ESTACION DE BOMBEO



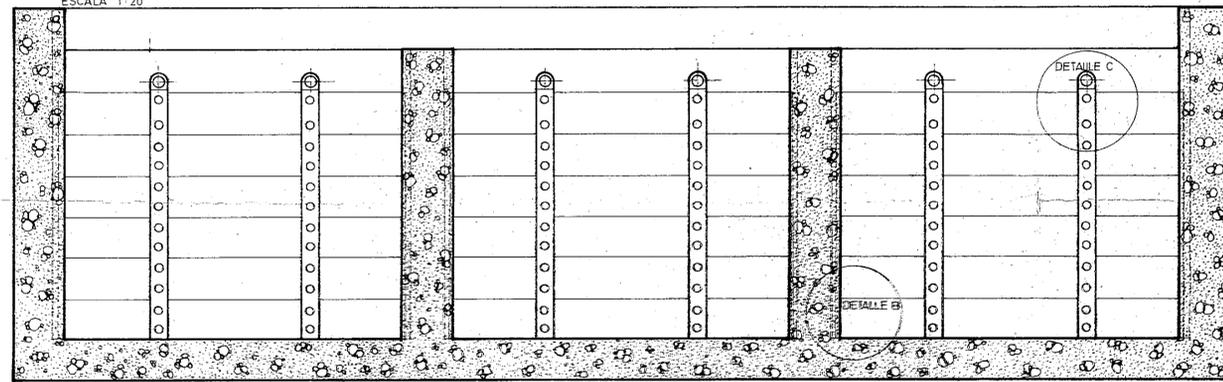
DETALLE 1
VISTA FRONTAL
ZONA PILOTES CONTENEDORES DE BASURA
ESCALA 1:20



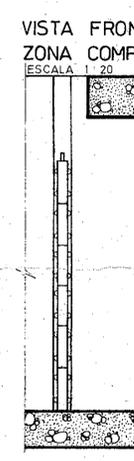
VISTA LATERAL
ZONA PILOTES
ESCALA 1:20



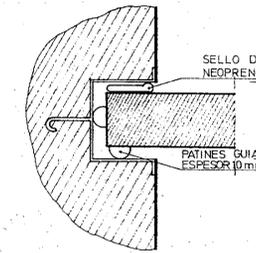
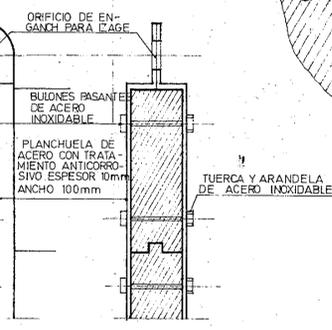
DETALLE 2
VISTA FRONTAL
ZONA COMPUERTAS
ESCALA 1:20



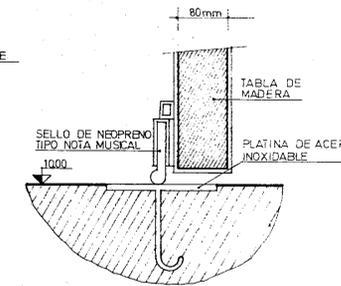
VISTA FRONTAL
ZONA COMPUERTAS
ESCALA 1:20



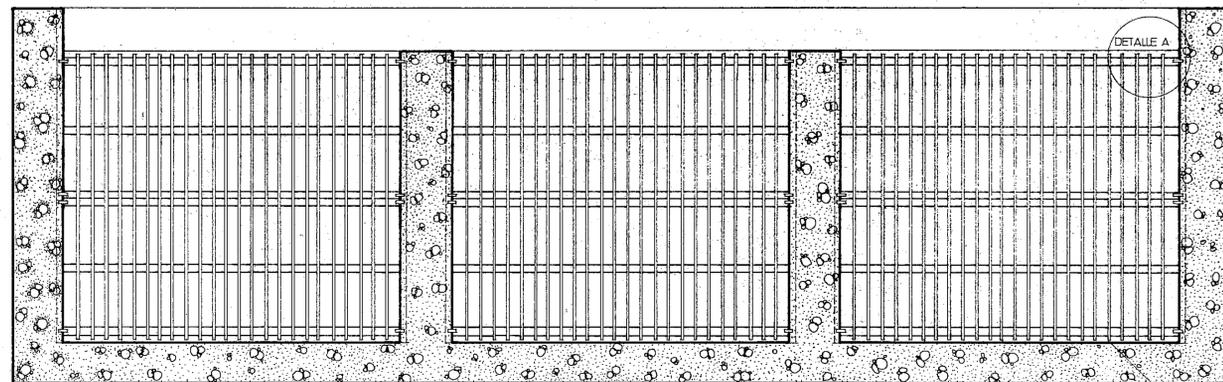
DETALLE C
ESCALA 1:5
VISTA Y CORTE



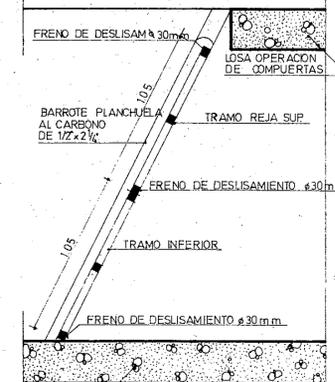
DETALLE B
ESCALA 1:5
PLANTA Y CORTE



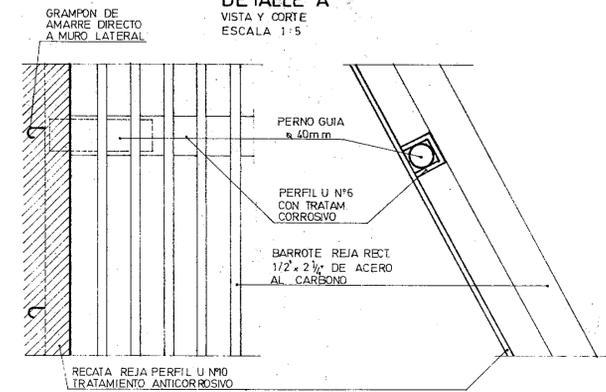
DETALLE 3
VISTA FRONTAL
ZONA DE REJAS
ESCALA 1:20



VISTA LATERAL
ZONA DE REJAS
ESCALA 1:20



DETALLE A
VISTA Y CORTE
ESCALA 1:5



LOSA DE FONDO ZONA DE REJAS