

CAPITULO 5 DISEÑO BASICO

5.1 Política Básica

En este capítulo se determina la envergadura y las especificaciones de la instalaciones de agua potable necesarias, basándose en el contenido del proyecto descrito en el Capítulo 4 de este informe. La política básica relativa al diseño se menciona a continuación :

- (1) Las condiciones de diseño de las Instalaciones de suministro de agua potable siguen el "Manual de Diseño de Instalaciones de Suministro de Agua Potable (1977)" publicado bajo la supervisión del Ministerio de Sanidad y Seguridad Social de Japón. Por otro lado, las normas aplicables a instalaciones de este tipo que se usan en la República de Bolivia serán usadas como referencia.
- (2) Las normas aplicables a los materiales y equipos que serán suministrados dentro del ámbito de este proyecto, son las Normas Industriales Japonesas (JIS por su sigla en idioma inglés). En el caso que dichos bienes sean adquiridos en otros países por ser más ventajosos en precio u otros aspectos afines, las normas del país productor serán aplicables.
- (3) Los procedimientos constructivos serán determinados en conformidad con las normas establecidas por el Colegio de Ingenieros Civiles del Japón, tomando además en consideración la facilidad de ejecución de las obras y otros factores afines.
- (4) Las estaciones de bombeo serán construidas de conformidad con especificaciones técnicas más apropiadas en la República de Bolivia.

5.2 Plan Básico

5.2.1 Area Proyectada para el Suministro de Agua

El área proyectada para el suministro de agua es el Area A mencionada en la clausula 4.3.1 Area Objeto del Suministro de Agua (Area de Servicio) de este informe y algunas partes al sur de la Avenida Periférica que tiene el plan de urbanización ya definido, totalizando aproximadamente 2,000 ha.

5.2.2 Dotación de Agua per Cápita

El volúmen de agua a suministrar se determinó considerando una dotación de agua máxima de 160 litro/día/persona, de acuerdo con los planes futuros formulados por SAMAPA.

5.2.3 Proyección de la Demanda de Agua

SAMAPA está haciendo la proyección de la población futura del área de servicio del proyecto localizada dentro del Distrito de El Alto, dividiéndola en 46 partes según el grado de urbanización. Las proyecciones futuras de la demanda de agua y de la población de cada una de dichas áreas, se indican en el Cuadro 5.2.3.

CUADRO 5.2.3 POBLACION FUTURA Y CANTIDAD PLANIFICADA DE SUMINISTRO

		1987	1990	2000	2009
Zona A	Población	7,804	10,206	50,487	138,090
	Cantidad de Suministro	1,249	1,633	8,078	22,094
Zona B	Población	11,275	13,994	30,824	51,899
	Cantidad de Suministro	1,804	2,239	4,932	8,304
Total	Población	19,079	24,200	81,311	189,989
	Cantidad de Suministro	3,053	3,872	13,010	30,000

5.2.4 Nivel del Servicio de Suministro de Agua Potable

Este proyecto suministrará agua potable en el Area A. El ámbito de las obras del presente proyecto comprenderá hasta la construcción de las tuberías principales con diámetros de $\varnothing 200$ mm o más, puesto que actualmente no existen redes de agua potable en esta área. Por otro lado, SAMAPA se encargará de la construcción de las redes de servicio. En cuanto al Area B, el suministro de agua potable se llevará a cabo conectando las nuevas redes a las ya existentes.

5.2.5 Volúmen de Agua Proyectado para el Suministro

El volúmen de agua proyectado para el suministro en el año 2009, que es el año de referencia del proyecto, es de 30,000m³/día.

En el Area A, el suministro de agua potable se hará para hacer frente a la demanda según el crecimiento demográfico y, por otro lado en el Area B, el suministro de agua potable se llevará a cabo según la demanda en períodos de sequía y en otras circunstancias afines.

Los volúmenes de agua potable disponibles para el suministro por área en el año de referencia del proyecto, se muestran en la Figura 5.2.3. Por otro lado, las curvas de demanda del Area A y del Area B se muestran en la Figura 5.2.5-2.

Zona	Posibilidad de Suministro de Agua	Cantidad de Suministro de Agua	Población de Suministro de Agua
A ₁	9,090		56,800
A ₂	6,170		38,600
A ₃	6,540		40,900
B ₁	4,450		27,800
B ₂	3,750		23,400
Total	30,000	(m ³ /d)	187,500 (hab.)

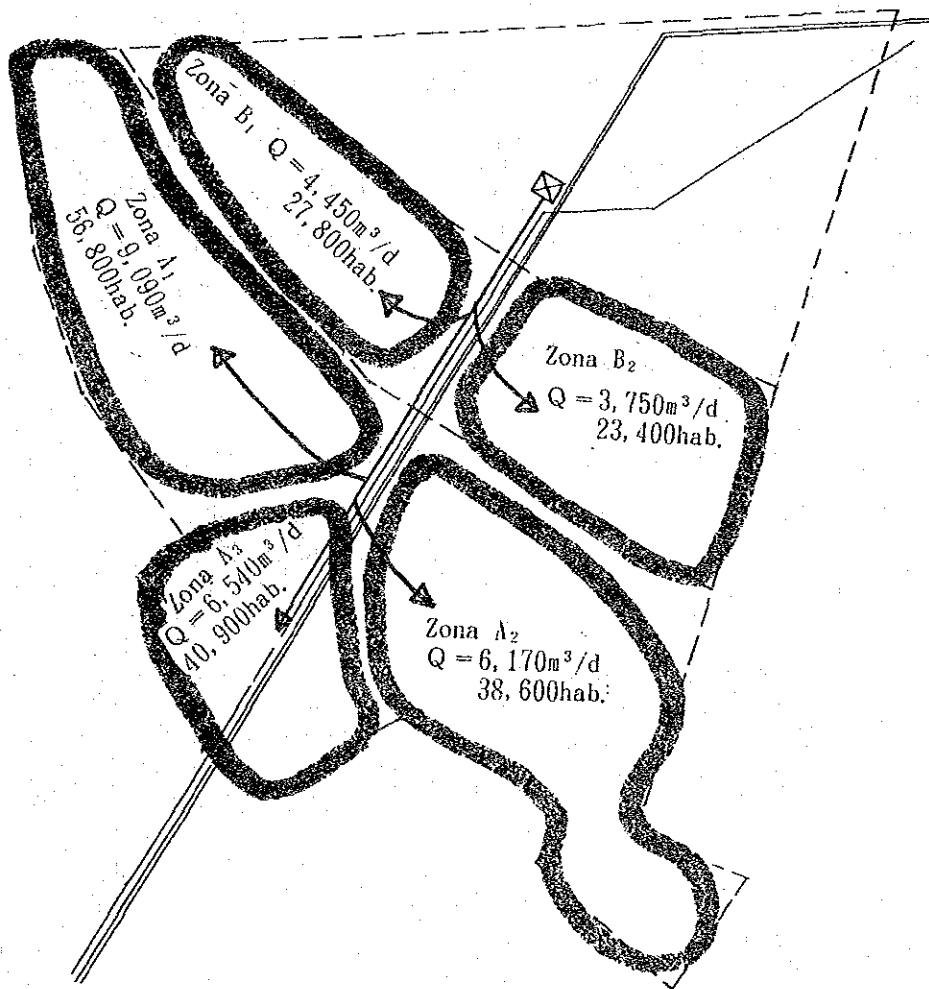


FIGURA 5.2.5-1. VOLUMEN DE AGUA POTABLE DISPONIBLE PARA EL SUMINISTRO EN EL AÑO 2009

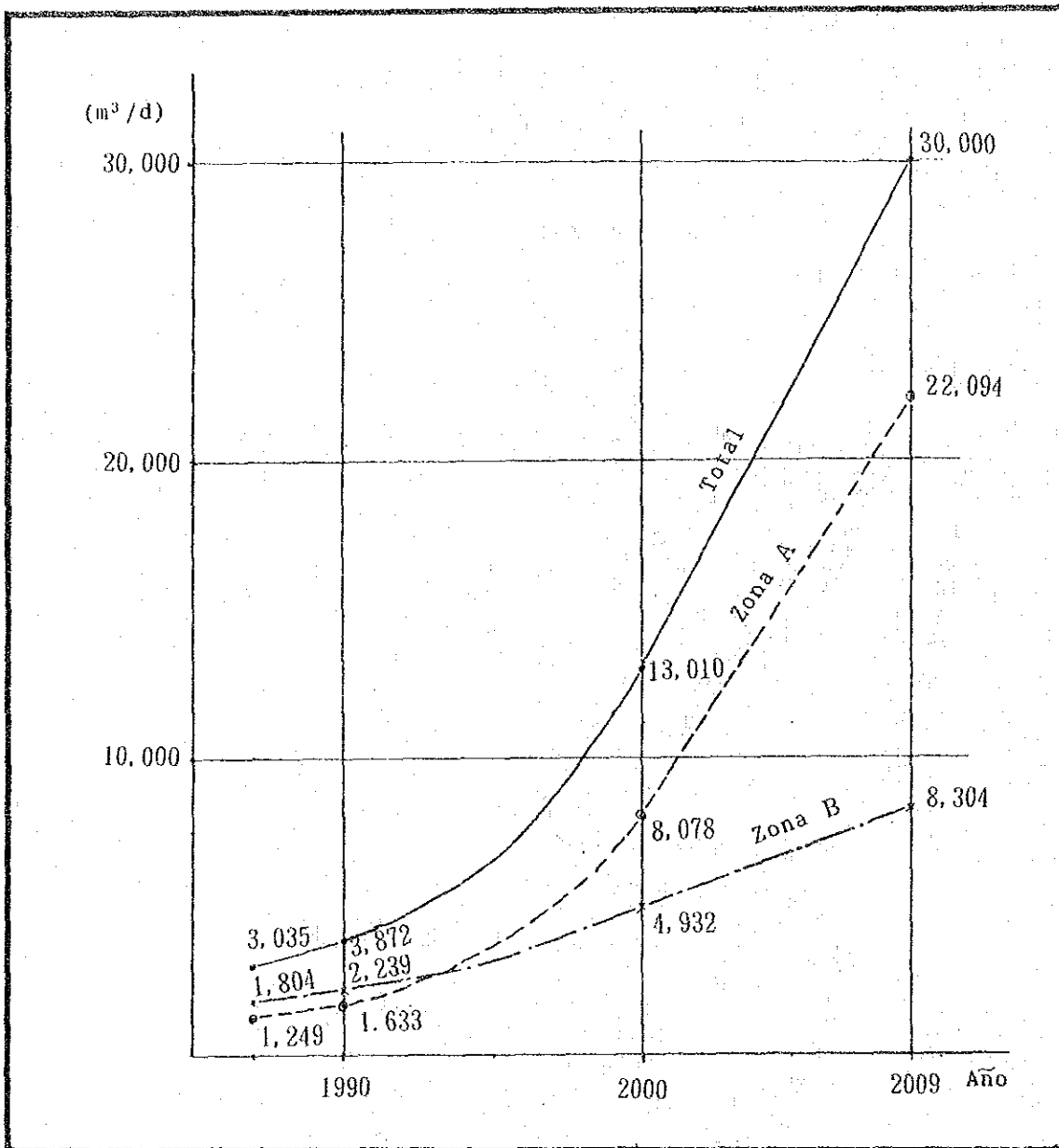


FIGURA 5.2.5-2 CURVA DE DEMANDA DE AGUA

5.3 Plan de las Instalaciones

5.3.1 Exámen del sistema de Suministro de Agua Potable

Las tres alternativas mencionadas a continuación fueron examinadas antes de elegir el sistema de suministro de agua potable. (1) Conducción directa del agua al reservorio de distribución del área de servicio por medio de las bombas de los pozos, (2) Bombeo del agua al área de servicio después de almacenarla en el reservorio, localizado cerca de los pozos, y (3) Recolección del agua en la cisterna y rebombeo al reservorio de distribución del área de servicio. (Vease la Figura 5.3.1-1).

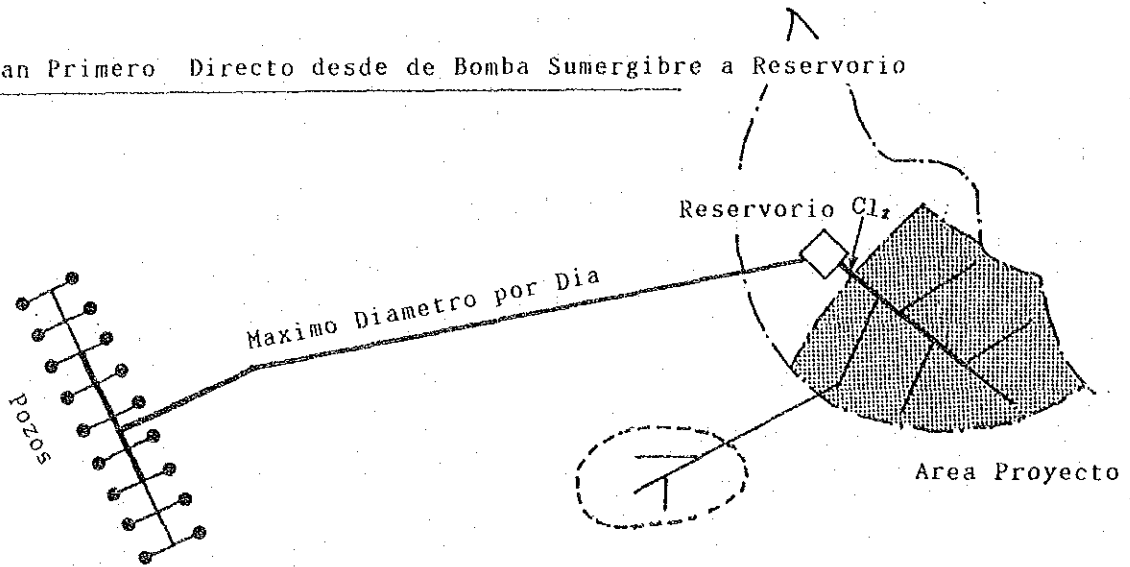
La alternativa (1) es desventajosa, desde el punto de vista económico, puesto que requiere bombas sumergibles con gran altura de impulsión en cada pozo, debido a la gran distancia entre el reservorio y el grupo de pozos, además de la dificultad relativa en el control de las bombas de los pozos. La alternativa (2), no requiere reservorio de distribución pero requiere grandes costos de mantenimiento y control, además del considerable costo de construcción, puesto que la capacidad de las bombas para conducción de agua es grande, la operación de las bombas es difícil, debido a la necesidad de regular las presiones por medio de las bombas, asimismo, y las capacidades de las bombas y los diámetros de las tuberías de conducción de agua son determinadas en términos del caudal máximo.

Se decidió adoptar la alternativa (3), puesto que los costos de construcción, así como los costos de mantenimiento y control son bajos, en comparación con las demás alternativas y por su fácil operación.

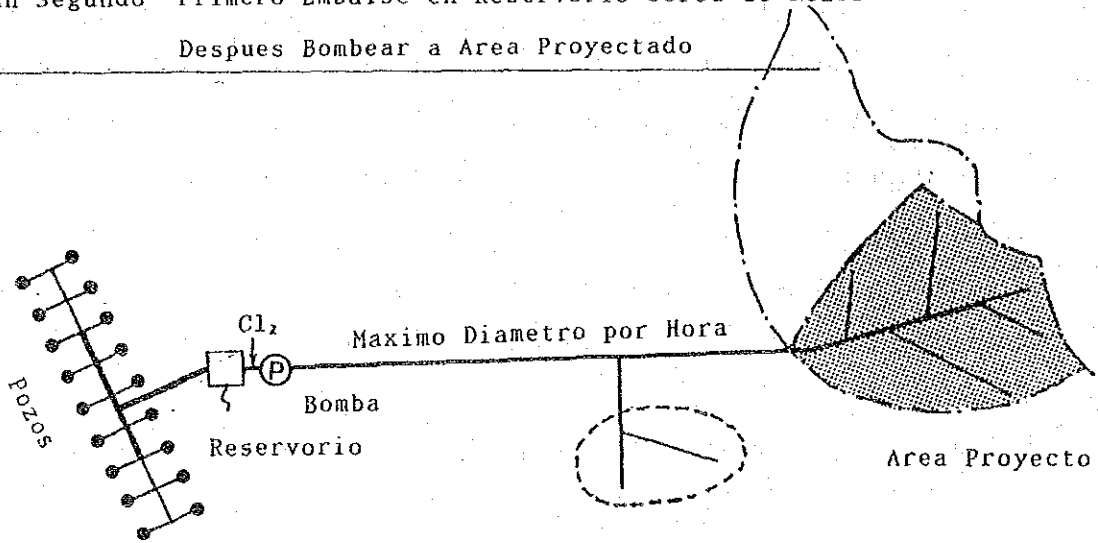
(1) Pozos

Las líneas axiales de los 2 grupos de pozos separados aproximadamente 1 kilómetro uno del otro, con los centros localizados en el Distrito Chijihí Chico cerca del Camino a Viacha, distante cerca de 10 kilómetros hacia el sudoeste del municipio de la ciudad de El Alto, están definidas en dirección NO-SO. Las dos líneas axiales tienen un largo total de aproximadamente 11 kilómetros y hay 30 pozos en total.

Plan Primero Directo desde de Bomba Sumergible a Reservorio



Plan Segundo Primero Embalse en Reservorio Cerca de Pozos
Despues Bombear a Area Proyectado



Plan Tercero Embalse en Pantano Despues Bombear a Reservorio

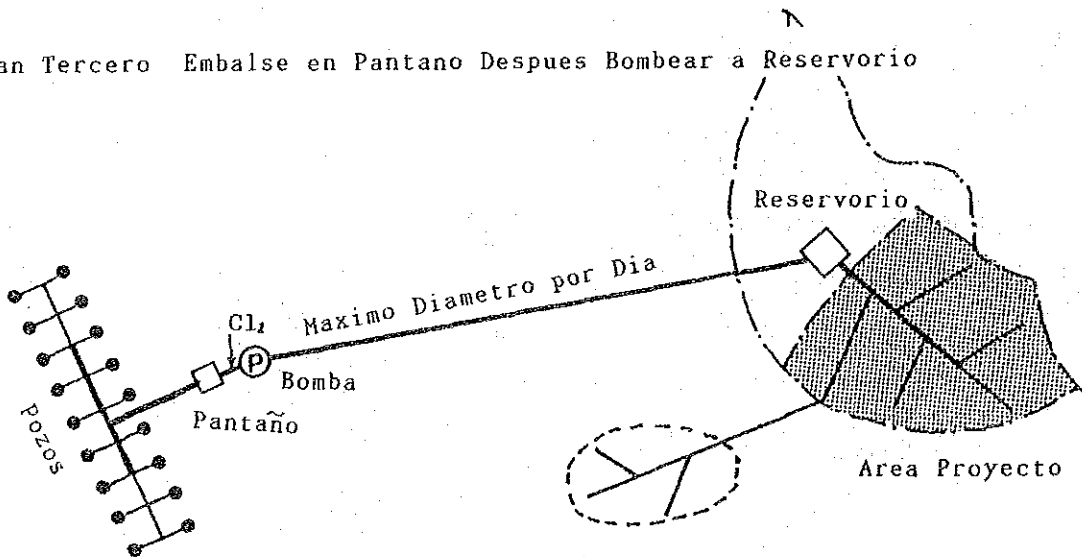
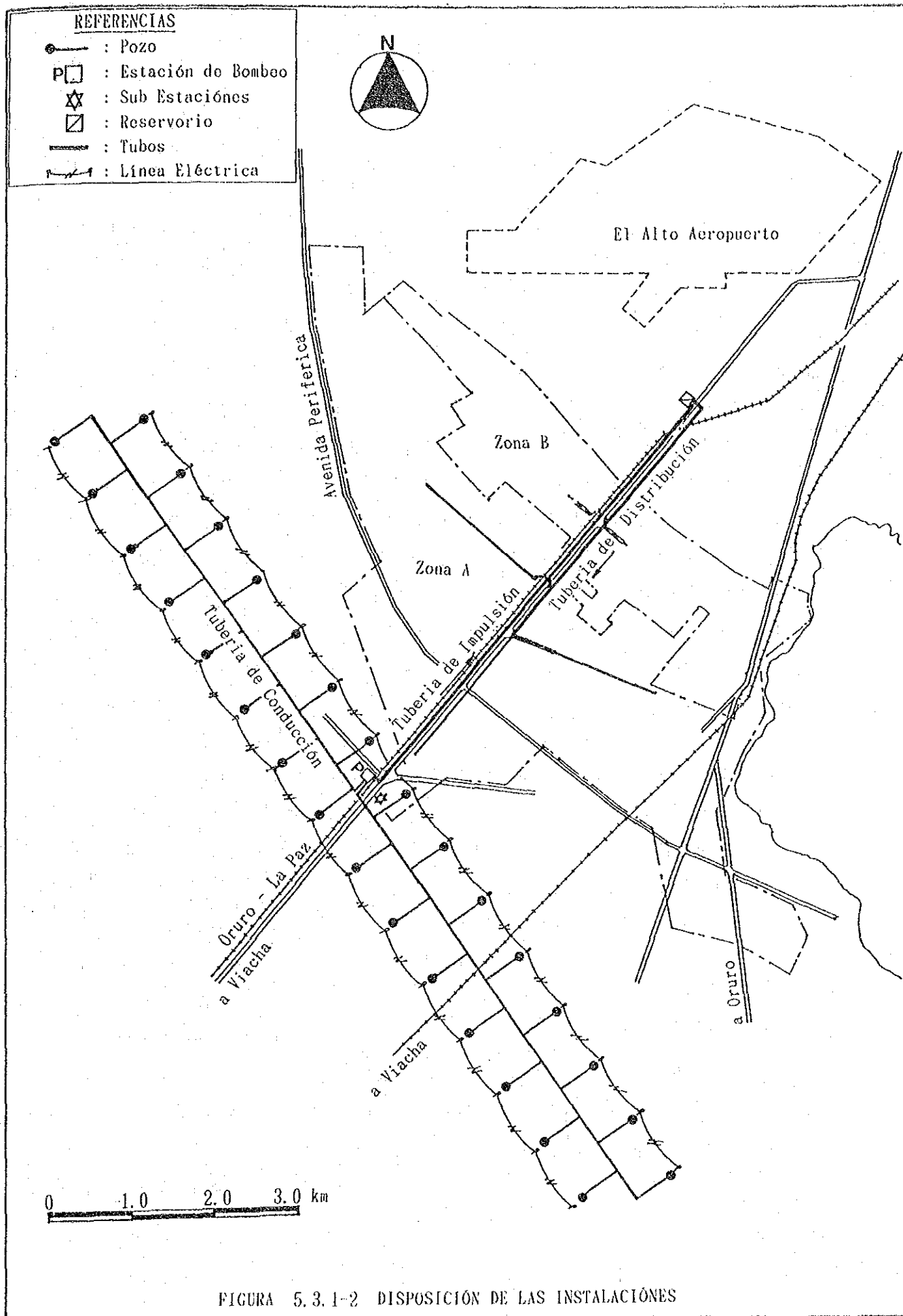


FIGURA 5.3.1-1 PLANO COMPARACION DE INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA



(2) Grupo de pozos y estación de rebombeo

El bombeo de agua de los pozos al reservorio de distribución se hará por medio de la estación de rebombeo de servicio, que será instalada en la vecindad del centro del grupo de pozos. Por consiguiente, las bombas que serán instaladas en los pozos, deberán tener capacidad suficiente para bombear el agua hasta la estación de rebombeo antes mencionada.

(3) Estación de rebombeo - reservorio de distribución

El reservorio de distribución de agua que será construido en el Distrito de Villa Bolívar, deberá tener altitud suficiente para hacer el suministro de agua a las Area A y B por gravedad y deberá además estar localizada en un lugar donde se cuente con terreno disponible. Las bombas de servicio serán usadas sólo para bombear el agua hasta el reservorio de distribución.

(4) Reservorio de Distribución - Areas de servicio

El suministro de agua del reservorio de distribución a los consumidores del área de servicio será por gravedad.

5.3.2 Elección de los Materiales de Construcción

Los materiales de construcción que se producen en la República de Bolivia son materiales básicos, tales como: cemento, agregados, etc., además de cristal, azulejo, baldoza, ladrillo, teja, etc. Sin embargo, la mayoría de la maquinaria necesaria en este proyecto es importada. Por consiguiente, con respecto a la construcción de las instalaciones, los materiales que serán usados en las estructuras de concreto armado del reservorio de distribución y de la cisterna de la estación de rebombeo, etc., serán adquiridos en la República de Bolivia y los demás materiales serán de origen japonés. Sin embargo, las tuberías de fierro fundido serán importados de los países vecinos puesto que son más ventajosas desde los puntos de vista del costo, flete, etc.

5.4 Plan Básico de las Instalaciones

5.4.1 Idea General del Plan de las Instalaciones

La idea general del plan de las instalaciones se describe a continuación.

(1) Instalaciones de Captación

- | | | | |
|-----------------------|--------------------|---------------------|-------------|
| 1) Pozos | Caudal de bombeo | 11.6 litro/s/pozo | 30 Pozos |
| 2) Bombas Sumergibles | | | |
| | Capacidad de bomba | 11.6 litro/s/equipo | 30 unidades |
| 3) Casetas de Bombeo | | | 30 casetas |

(2) Instalaciones de Conducción

- | | | |
|------------------------|---|---------------|
| 1) Línea de Conducción | Largo total : | 27,600 metros |
| | Tubería de PVC \varnothing 125 mm | |
| | Tubería de fierro fundido dúctil \varnothing 200 - \varnothing 500 mm | |

(3) Instalaciones de Bombeo

- | | | | |
|---|---|----------------------------|----------|
| 1) Estación de rebombeo (cisterna de 570 m ³) | | 1 unidad | |
| 2) Sala de Bombeo | | | |
| | Capacidad de las bombas | 30,000 m ³ /día | 1 caseta |
| 3) Instalaciones auxiliares | | | 1 juego |
| 4) Tubería de Impulsión | Largo total : | 6,000 metros | |
| | Tubería de fierro fundido dúctil \varnothing 600 mm | | |

(4) Instalaciones para Distribución de Agua

- | | | | |
|---|---|--------------|--|
| 1) Reservorio (Capacidad 5,000 m ³) | | 1 unidad | |
| 2) Instalaciones auxiliares | | 1 juego | |
| 3) Distribución Tubería | Largo total : | 9,350 metros | |
| | Tubería de fierro fundido dúctil \varnothing 200 - \varnothing 600 mm | | |

(5) Instalaciones Eléctricas

- | | | |
|------------------------|--------------------------------|-------------|
| 1) Subestaciones | | 1 unidad |
| 2) Transformadores | | |
| | - para los pozos | 30 unidades |
| | - para la estación de rebombeo | 1 unidad |
| 3) Alambrado Eléctrico | | 25 km |

5.4.2 Diseño de las Instalaciones

(1) Diseño de las Instalaciones de captación

1) Determinación de la especificaciones del pozo y del caudal de bombeo

a) Especificaciones del pozo

Tres perforaciones con profundidad de 100 metros fueron llevadas a cabo durante las investigaciones de campo.

Los resultados del análisis granulométrico se muestran en la referencia de la Figura 5.4.2-1. Los valores de los coeficientes de permeabilidad son estimados a partir de los resultados de la prueba granulométrica por medio del método de CREAGER haciendo uso de valor 20 (D_{20} del cuadro abajo) de la curva granulométrica.

CUADRO 5.4.2 METODO DE CREAGER Y COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

D_{20} (mm)	k (cm/sec)	Suelo Clasificado	D_{20} (mm)	k (cm/sec)	Suelo Clasificado
0.005	3.00×10^{-6}	Arcilla	0.18	6.85×10^{-3}	Arena Fina
0.01	1.05×10^{-5}		0.20	8.90×10^{-3}	
0.02	4.00×10^{-5}	Limo	0.25	1.40×10^{-2}	
0.03	8.50×10^{-5}		0.3	2.20×10^{-2}	Arena Media
0.04	1.75×10^{-4}		0.35	3.20×10^{-2}	
0.05	2.80×10^{-4}		0.4	4.50×10^{-2}	
0.06	4.60×10^{-4}	Arena Fina	0.45	5.80×10^{-2}	
0.07	6.50×10^{-4}		0.5	7.50×10^{-2}	
0.08	9.00×10^{-4}		0.6	1.10×10^{-1}	Arena Gruesa
0.09	1.40×10^{-3}		0.7	1.60×10^{-1}	
0.10	1.75×10^{-3}		0.8	2.15×10^{-1}	
0.12	2.60×10^{-3}		0.9	2.80×10^{-1}	
0.14	3.80×10^{-3}		1.0	3.60×10^{-1}	
0.16	5.10×10^{-3}		2.0	1.80	Grava

La formación de morrenas, que es el acuífero, tiene características desiguales con muchas variaciones. Por consiguiente, el coeficiente de permeabilidad se determina para cada estrato.

- | | | |
|--|---------------------------|--------------------|
| i. Grava | 1.4×10^{-2} cm/s | (Muestra No.2 18m) |
| ii. Grava arenosa mezclada con guijarros | 4.5×10^{-2} cm/s | (Muestra No.2 49m) |
| iii. Grava arenosa mezclada con arena | 2.5×10^{-2} cm/s | (Muestra No.2 34m) |
| iv. Estrato de guijarros | 1.8 cm/s | |

El valor medio de los coeficientes de permeabilidad i. - iv. es 1.3×10^{-1} cm/s.

En cuanto al coeficiente de permeabilidad para determinar el volumen de bombeo del agua, se usa 0.83×10^{-3} cm/s que es el valor más pequeño de entre los resultados de las pruebas de bombeo y las pruebas de permeabilidad llevadas a cabo durante las investigaciones de explotación de los recursos de aguas subterráneas y los resultados del análisis granulométrico llevado a cabo esta vez.

En cuanto al filtro o rejilla del pozo se utiliza un equipo con tasa de abertura de 15%, puesto que es necesario reducir en lo posible la resistencia que tiene lugar a la entrada del agua del estrato acuífero al pozo.

La velocidad límite de flujo de las aguas subterráneas es de 18-30 mm/s, puesto que los resultados del análisis granulométrico indican que la relación de vacíos es de 0.35 y que el diámetro efectivo de los gránulos D_{10} es de 0.5 mm. Considerando que la velocidad límite de flujo es de 18 mm/s, el volumen de aguas subterráneas disponible para bombeo por metro será 0.000744 m³/s. Puesto que la tasa de abertura del colador es de 15%, el caudal de afluencia será $0.00496 \times 0.15 = 0.00074$ m³/s/m. Por

consiguiente, considerando que el volumen necesario de agua es $1000 \text{ m}^3/\text{D}$, que corresponde a $0.0116 \text{ m}^3/\text{s}$, la longitud del filtro será $0.0016 \div 0.000744 = 15.59 \approx 16\text{m}$.

De esa manera, será necesario instalar un filtro con 16 metros de largo. Sin embargo, el largo real del filtro será de 18m puesto que se necesita un margen de seguridad de aproximadamente 10% en vista de la necesidad de bombear agua por un período prolongado. El diámetro del tubo de forro será calculado por medio fórmula abajo mostrada: siendo Q el caudal necesario, l el largo del colador, V el límite de flujo del arena del acuífero, P la tasa de vacíos, N la tasa de abertura del filtro y D el diámetro interno del tubo de forro.

$$Q/l = q, \quad q/V = a, \quad a/(P.N) = A, \quad A/\pi = D$$

De esa manera, se obtiene $D=21.05 \text{ cm}$. En las instalaciones de suministro de agua del presente proyecto se usarán tubos de forro con diámetro interno de 25cm en vista de las especificaciones de los tubos. La bomba sumergida con capacidad suficiente para hacer el bombeo con la altura y el caudal necesarios deberá ser instalado dentro del tubo de forro. Es indispensable usar un forro con diámetro interno de 25 cm, puesto que la bomba sumergida con la capacidad requerida tiene un diámetro externo máximo de 19.2 cm.

El diámetro de perforación del pozo para toma de agua será calculado por medio de la fórmula siguiente considerando que el tamaño del forro del colador es D.

$$(1.5 - 3D) \geq 140 \text{ mm} + D$$

En este proyecto el diámetro de perforación del pozo para toma de agua será de 450 mm puesto que el acuífero es una formación que contiene mucho cascajo.

La profundidad del pozo será de 90 metros, adicionando 10 metros como margen de seguridad para acumulación de sedimentos a la formación de morrenas que tiene 80 metros de espesor.

Especificaciones del pozo

Diámetro de perforación	450 mm
Diámetro del tubo de forro	250 mm
Largo del filtro	18 m
Profundidad	90 m

b) Caudal de bombeo de aguas subterráneas

El sitio propuesto para perforación de los pozos tiene altitud media de 3,926 metros y el nivel medio de las aguas subterráneas es de 3,921 metros. Por consiguiente, los cálculos se han hecho considerando un nivel de aguas subterráneas de 5 metros debajo de la superficie del suelo.

El caudal de bombeo de las aguas subterráneas será de 30,000 m³/día en el año 2009 que es el año de referencia del proyecto, y el nivel de las aguas subterráneas usadas en el diseño básico es el valor obtenido como resultado del análisis de simulación. El descenso del nivel dinámico de las aguas subterráneas en el año 2009 será de 21.2 metros (refiérase a la Figura 5.4.2-2). Eso significa una pérdida de altura de 30.9 metros en el bombeo y en ese caso el nivel de las aguas subterráneas será de 52.1 metros. En vista de las consideraciones ya mencionadas se puede concluir que será posible bombear la cantidad necesaria de agua en el año de referencia del proyecto, incluso cuando se toma en consideración los 10 metros para acumulación de sedimentos y los 18 metros de largo del filtro.

Fórmula de equilibrio

$$Q = \pi \times k \times (H^2 - h^2) / (2.3 \log (R / r_0))$$

- donde, Q : Caudal de bombeo (m^3/min)
 k : Coeficiente de permeabilidad (cm/s)
 H_0 : Profundidad del pozo (m)
 H' : Nivel estático de las aguas subterráneas (N.E. m)
 H : Profundidad del nivel estático de las aguas subterráneas (m)
 h : Nivel dinámico de las aguas subterráneas (N.O. m)
 r_0 : Radio de perforación del pozo (m)
 R : Radio del círculo de influencia del pozo (m/min)

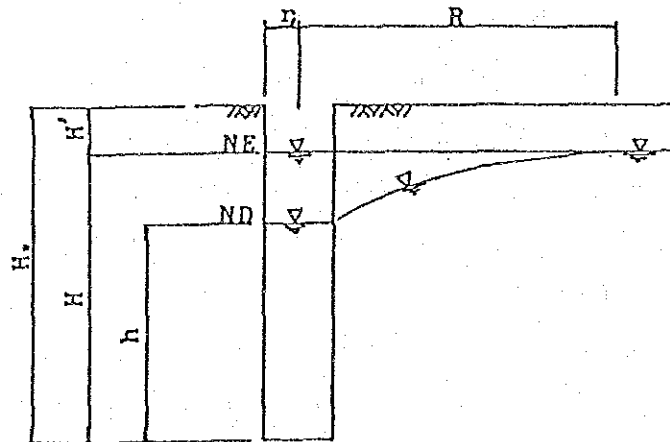


FIGURA 5.4.2-2

Arreglando la fórmula de equilibrio de manera apropiada para calcular la pérdida de altura en el bombeo en el año 2009 se tiene :

$$h = \sqrt{H^2 - \frac{Q \times 2.3 \log R/r_0}{\pi k}}$$

donde,

$$Q = 1,000 \text{ m}^3/\text{d} = 0.694 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$H = 90 - 21.2 = 68.8 \text{ m}$$

$$R = 400 \text{ m}$$

$$r_0 = 0.23 \text{ m}$$

$$k = 0.83 \times 10^{-3} \text{ (cm/sec)} \approx 0.5 \times 10^{-3} \text{ (m/min)}$$

$$\therefore h = \sqrt{68.8^2 - \frac{0.694 \times 2.3 \log 400 / 0.23}{3.14 \times 0.5 \times 10^{-3}}} = 37.9$$

Por consiguiente, el abatimiento será $68.8 - 37.9 = 30.9 \text{ m}$.

c) Elección del equipo de perforación

La elección del equipo de perforación se hizo basandose en los resultados de los sondeos y tomando en consideración los siguientes puntos.

- (i) Las condiciones geológicas (formación aluvional con mucho contenido de cascajo).
- (ii) Las especificaciones del pozo (diámetro de perforación de 445 mm, profundidad de 90 metros, número total de 30 pozos).
- (iii) Las condiciones del sitio de construcción (Altiplano con altitud de 4000 metros).

De esa manera, el equipo de perforación deberá tener capacidad suficiente para hacer perforaciones de diámetros de 445 mm y profundidades de 200 metros. Además, el equipo deberá ser capaz de llevar a cabo la perforación por medio de la operación en sentido inverso teniendo en cuenta la tasa de perforación de cascajo. Por otro lado, el equipo deberá ser del tipo montado en camión, y garantizar un alta rendimiento en el eficiencia trabajo, puesto que será necesario perforar muchos pozos dentro de un corto período de tiempo.

Tomando en consideración el período de tiempo total para ejecución de las obras, el período máximo disponible para la construcción de los pozos es de 16 meses, y eso significa un período de construcción de 20 días para cada pozo. De esa manera, serán necesarios dos equipos de perforación, puesto que con una sola máquina perforadora serían necesarios aproximadamente 22 meses (que incluye el período de construcción, de preparación, y de entrega).

El tiempo necesario para la construcción de un pozo se indica a continuación.

- Transporte y preparación	1 día
- Perforación	12 días
Nota : La velocidad de perforación de 7.6 m/día es el valor mencionado en el documento "EFICIENCIA NORMAL DE PERFORACION POR TIPO DE SUELO" de los Materiales de Referencia para Perforación de Pozos de la Asociación Nacional de Perforadores de Pozos.	
- Verificación del acuífero	1 día
- Inserción del tubo de forro y del filtro	1 día
- Relleno de grava	1 día
- Acabado (lavado, chorro, etc.)	3 días
- Remoción del equipo de perforación	1 día
Total	20 días

Sin embargo, se debe tener presente que el período mencionado no incluye el tiempo necesario para la instalación de la bomba sumergible para las pruebas de bombeo.

El período necesario para la construcción de todos los pozos será de 12 meses, considerando que cada equipo perforador se encargará de 15 pozos.

- Perforación	12 días x 15 pozos	180 días
- Otros trabajos además de la perforación proplamente dicha	8 días x 15 pozos ÷ 0.8	150 días
	(tomando en consideración días feriados, días lluviosos, etc.)	
- Período de preparación		18 días
- Período de remoción de los equipos		14 días
	Total	362 días

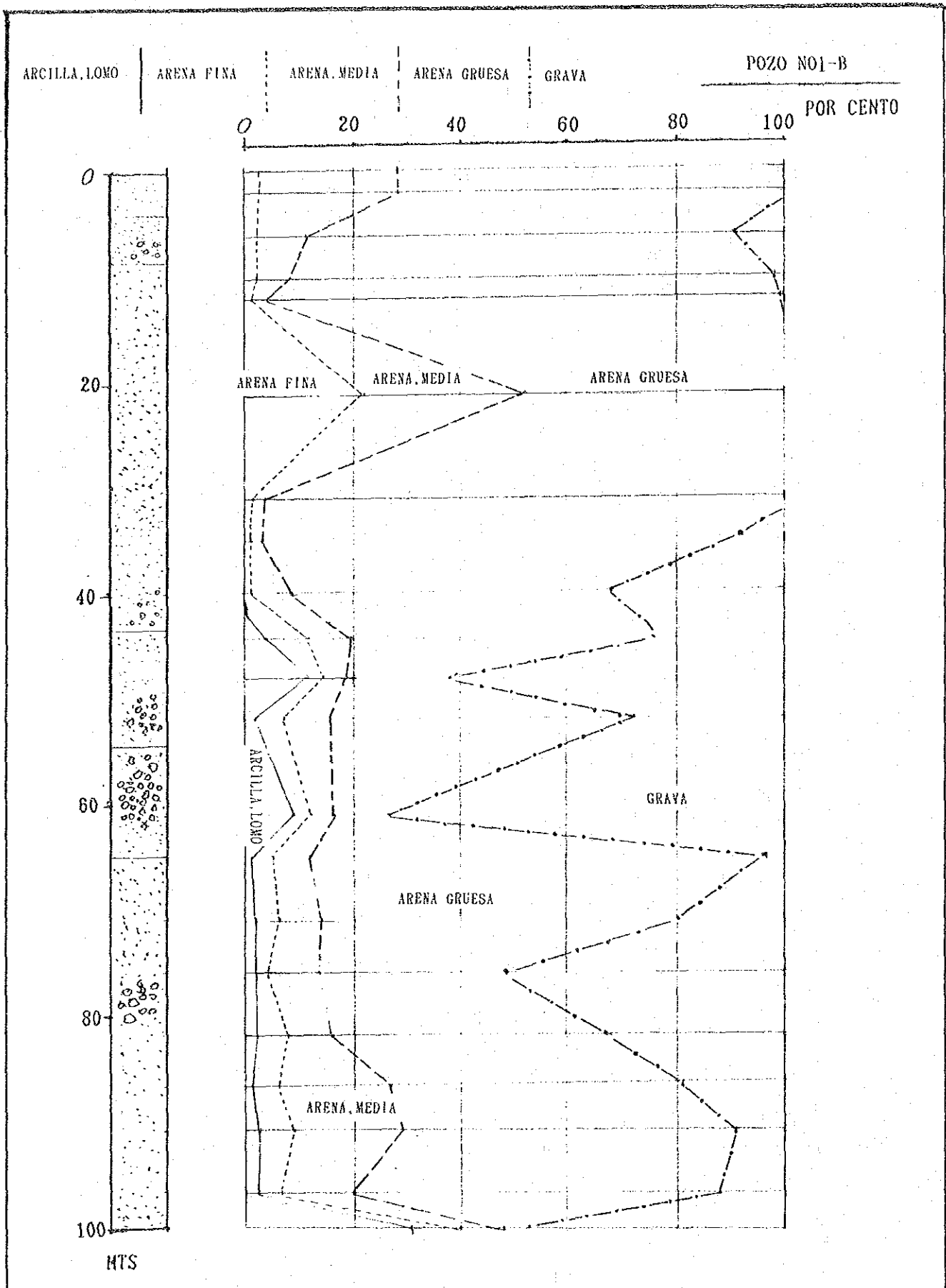


FIGURA 5.4.2-1 PERFIL DE POZO Y RESULTADO DE TAMANO DE GRANO (POZO NO.1)

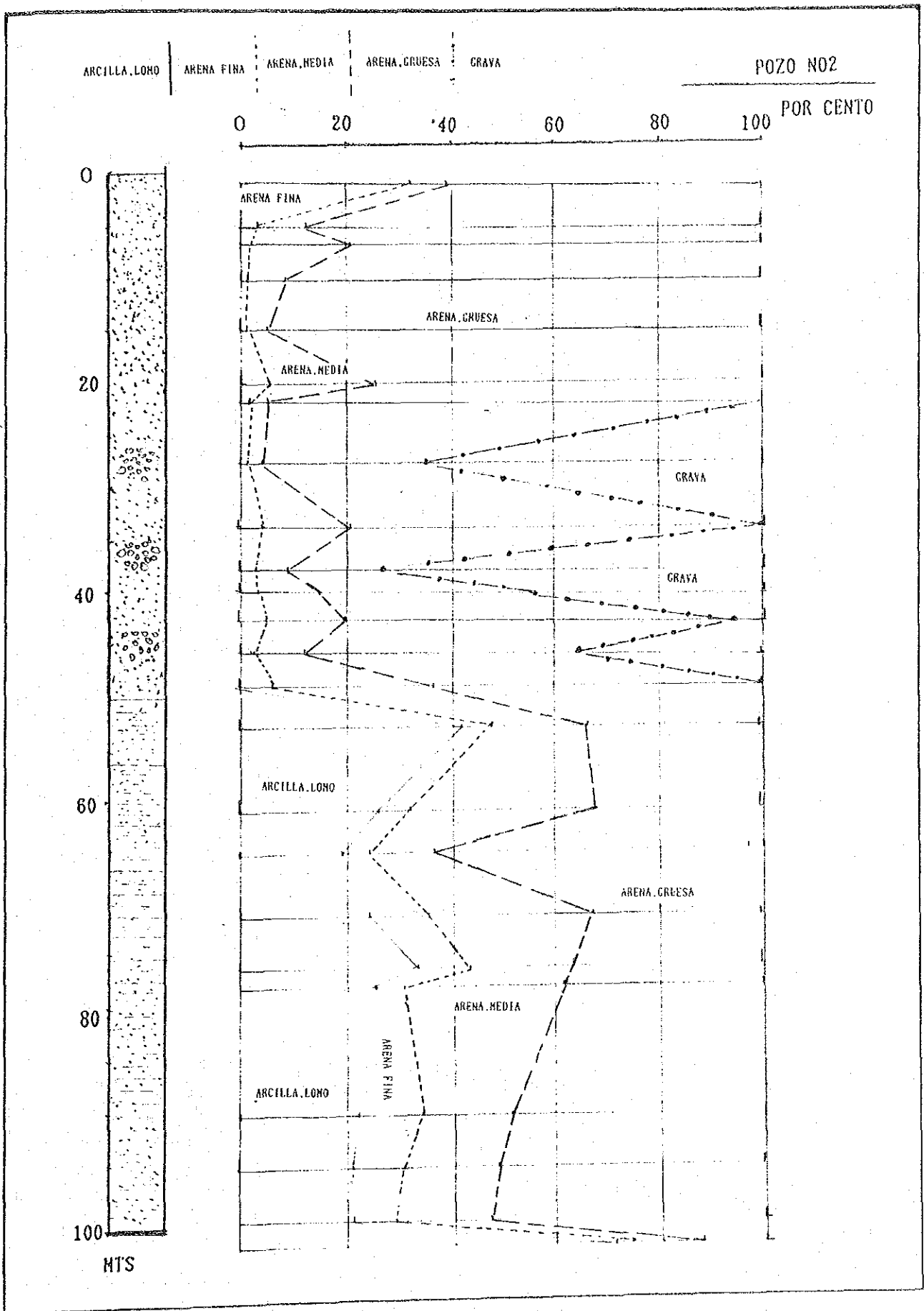


FIGURA 5.4.2-1 PERFIL DE POZO Y RESULTADO DE TAMANO DE GRANO (POZO NO. 2)

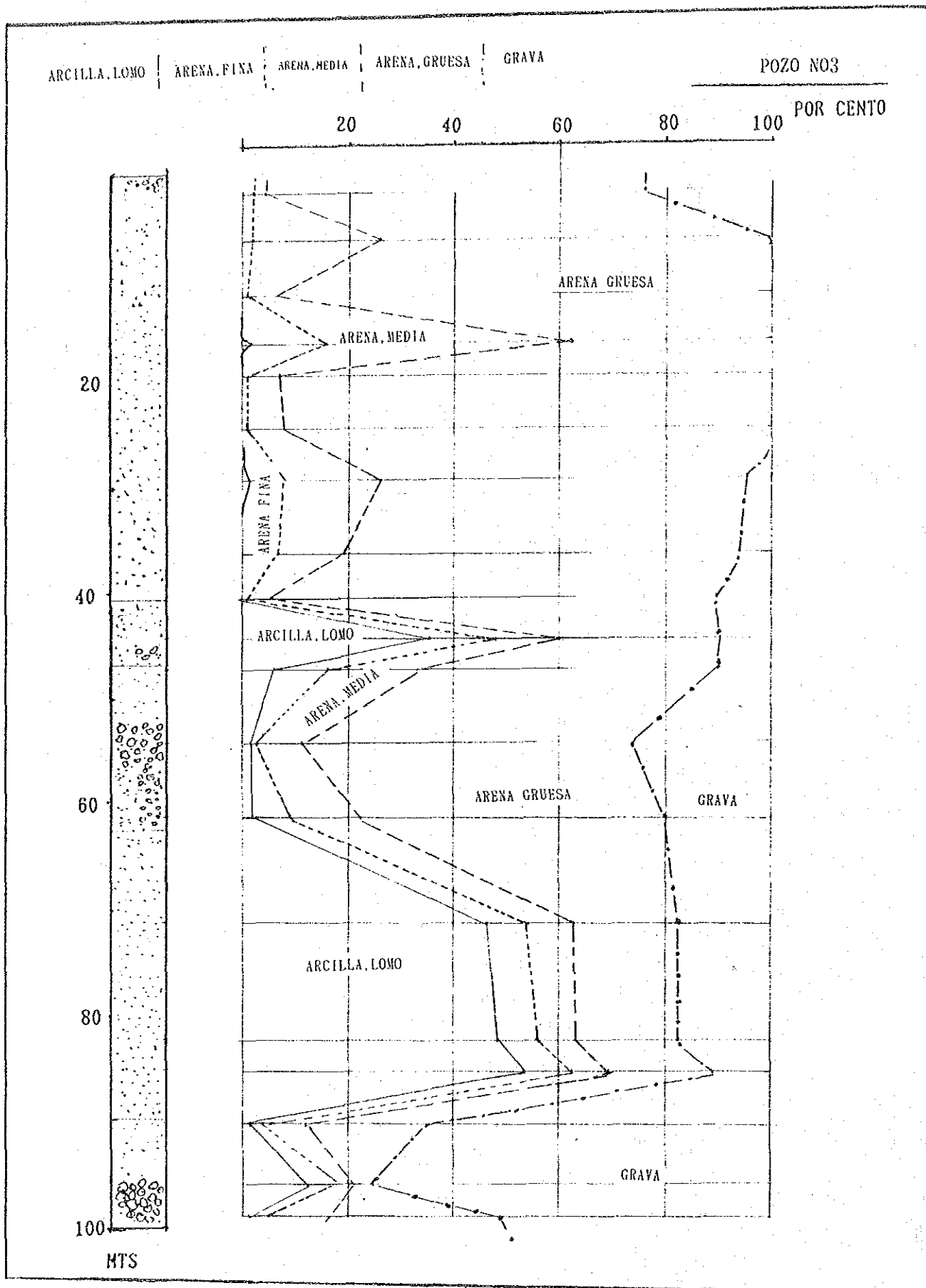


FIGURA 5.4.2-1 PERFIL DE POZO Y RESULTADO DE TAMANO DE GRANO (POZO NO.3)

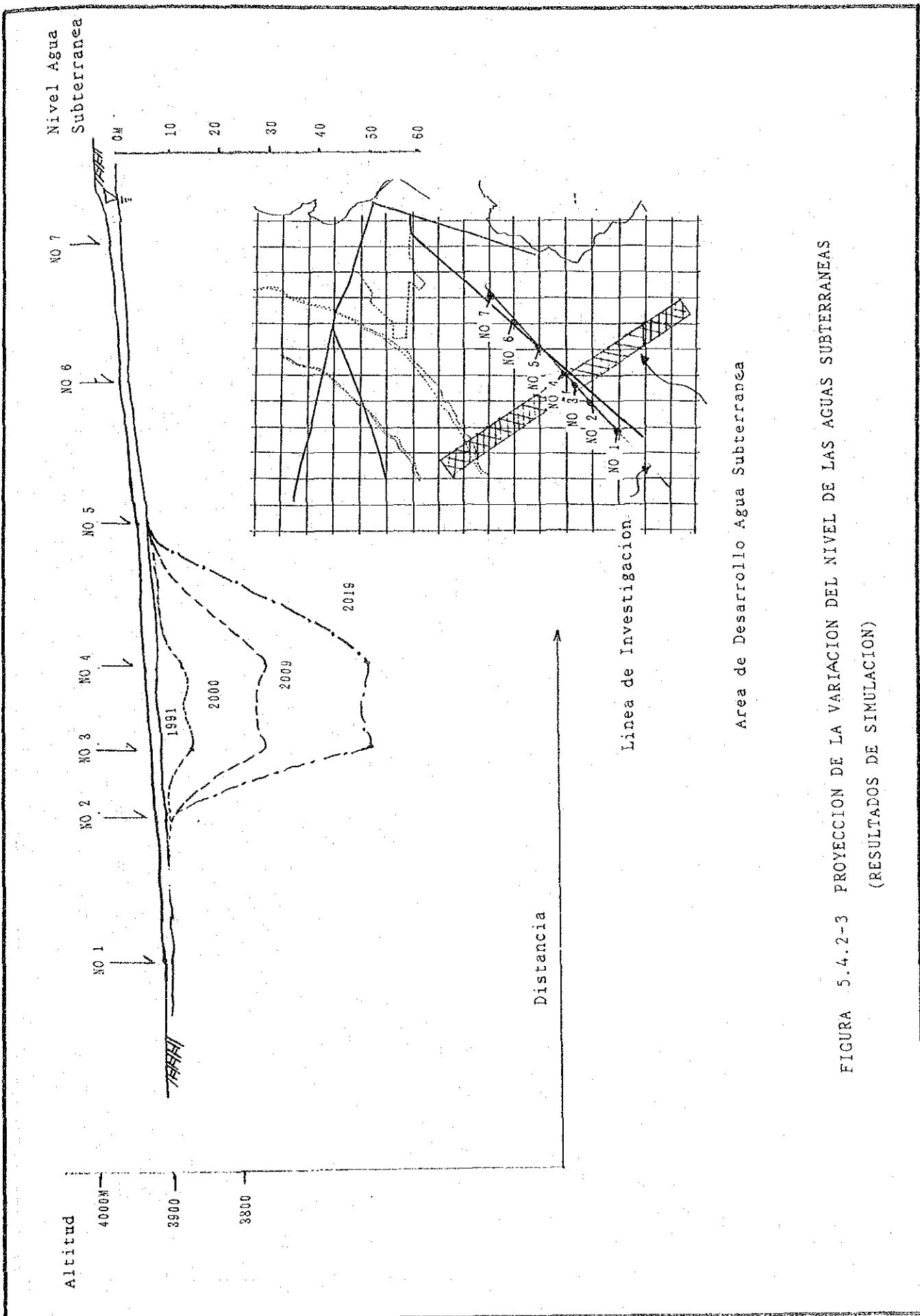
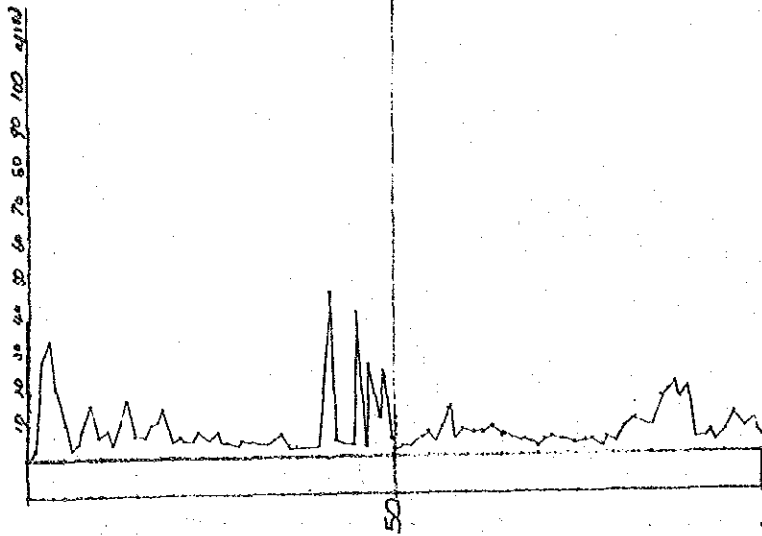
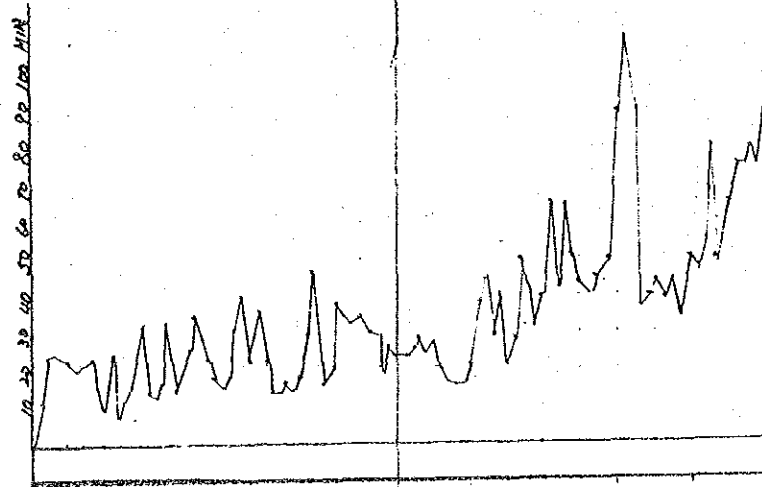


FIGURA 5.4.2-3 PROYECCION DE LA VARIACION DEL NIVEL DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS
(RESULTADOS DE SIMULACION)

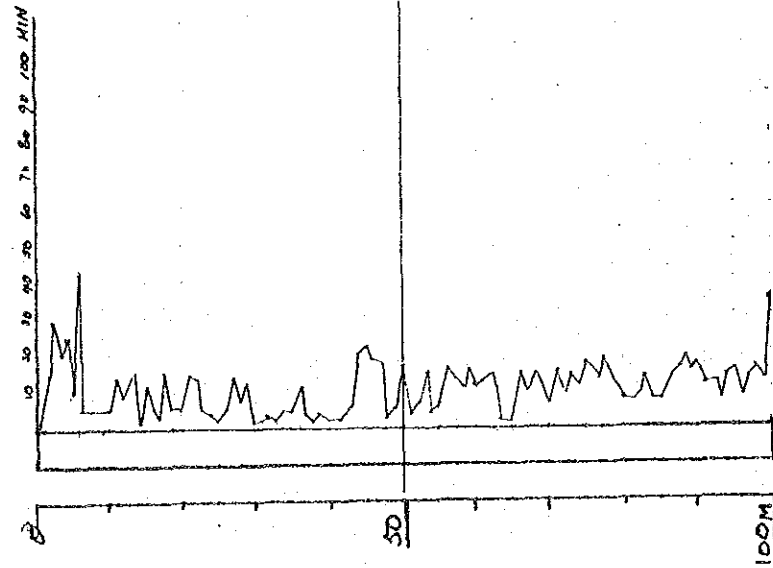
POZO N03



POZO N02



POZO N01-B



Tricon Bit 8 1/2 INTS
 Presion de Avance 45~50 kg/cm²
 Presion de Rotacion 40~50 kg/cm²
 Rotacion 50~55 rpm/min

FIGURA 5.4.2-4 REGISTRO DE PERFORACION LOS POZOS

2) Bombas para Toma de Agua

a) Cálculo del caudal de bombeo y del diámetro interno de la bomba

El cálculo se hace considerando que el bombeo de cada pozo se hace con operación ininterrumpida de las bombas durante 24 horas. Por consiguiente el caudal de bombeo de cada bomba será calculado por la fórmula : $Q = 1,000 \text{ (m}^3\text{/día)}/(24 \times 60 \times 60)$. Por lo tanto, el caudal de bombeo será $0.0116 \text{ (m}^3\text{/s)}$, o sea $11.6 \text{ (litros/segundo)}$.

Por otro lado, el diámetro de la bomba se calcula por medio de la siguiente fórmula :

$$D = 146 \sqrt{Q / V}$$

donde, D : Diámetro de la bomba (mm)

Q : Caudal de servicio de la bomba ($\text{m}^3\text{/min}$)

V : Velocidad de flujo de succión o de descarga ($1.5 \sim 3.0 \text{ m}^3\text{/sec}$)

Por lo tanto, el diámetro de la bomba será $\varnothing 80 \text{ mm}$.

$$D = 146 \sqrt{(0.696 / 2.5)} = 77.0 \text{ mm.}$$

b) Cálculo de la altura de bombeo

La altura de bombeo de bombas de elevación para pozos se calcula a través de la suma del nivel dinámico de las aguas del pozo, la diferencia de nivel del pozo de la bomba de conducción de agua, las pérdidas de las tuberías de conducción de agua, las pérdidas alrededor de la bomba y un cierto margen de seguridad.

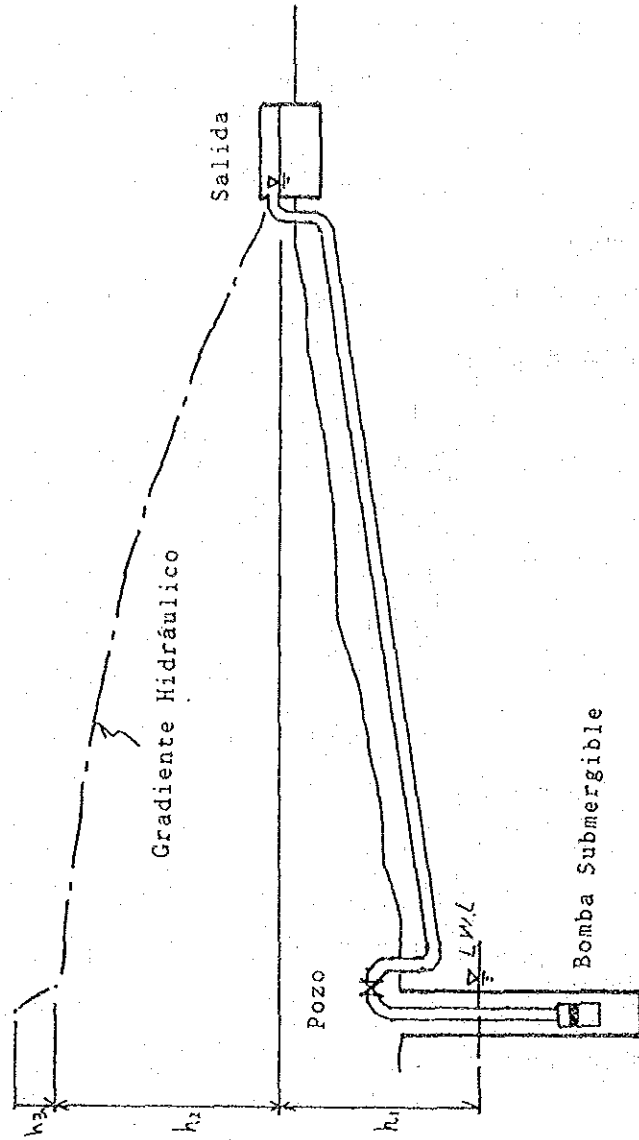


FIGURA 5.4.2-5 MODELO PARA CALCULO DE BOMBAS PARA POZOS

$$H = (h_1 + h_2 + h_3) \times (1 + \alpha)$$

donde, H : Altura de bombeo deseada

h_1 : Altura de bombeo real (diferencia entre el nivel dinámico deseado dentro del pozo y el nivel superior de agua del pozo de bombeo para conducción de agua)

h_2 : Pérdida de carga dentro de la tubería de impulsión de agua

h_3 : Pérdida de carga alrededor de la bomba

α : Margen de seguridad. El valor usado en este caso es de (= 0.5)

La pérdida de carga en la línea de impulsión de agua se calcula por medio de la Fórmula de Hazen Williams que se indica a continuación :

$$I = 10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85}$$

donde, I : Gradiente dinámico

C : Coeficiente de la velocidad de flujo (C=110 cuando se incluyen las pérdidas en los accesorios)

D : Diámetro interno del tubo (m)

Q : Caudal (m^3/s)

Por otro lado, las pérdidas de fricción de la tubería se calcula multiplicando el gradiente hidráulico por el largo total de la tubería.

$$h_2 = I \times L$$

donde, h_2 : Altura de las pérdidas por fricción (m)

L : Largo total de la tubería (m)

Las pérdidas alrededor de la bomba consta de las pérdidas causadas por el tubo de elevación, accesorios, válvulas de retención, válvulas controladoras, reductores, etc. El cálculo de las

pérdidas por accesorios se hace convirtiendo todos los accesorios en longitud de tubería equivalente del mismo diámetro y multiplicando el largo total obtenido por el gradiente hidráulico obtenido por medio de la fórmula de Hazen Williams.

Puesto que el diámetro del tubo de elevación es de 80 mm, el largo equivalente del tubo especial correspondiente se calcula como se indica a continuación :

Tubo acodado de 90°	1.3 m
Válvula de retención	8.2 m
Válvula controladora	0.9 m
Caño reductor	0.2 m
Total	10.6 m

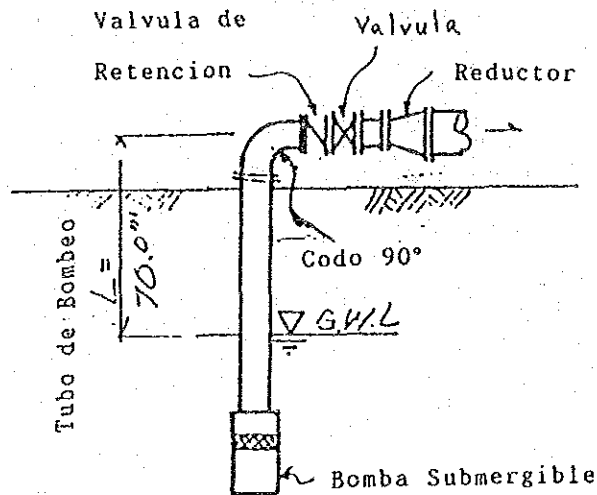


FIGURA 5.4.2-6

Adicionando el largo total de 70 metros del tubo de elevación, se obtiene el largo equivalente de 80.6 metros. El gradiente hidráulico según la Fórmula de Hazen Williams es :

$$I = 10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85}$$

$$h = I \times L$$

donde, I : Gradiente hidráulico

C : Coeficiente de pérdidas de carga (Valor usado para cálculo separado de tubos encoados y accesorios. El valor usado en este caso es 130.)

D : Diámetro del tubo (= 0.08 m)

Q : Caudal (= 0.0116 m³/segundo)

h : Pérdida de altura

L : Largo equivalente de la tubería (= 80.6 m)

Por consiguiente,

$$I = 10.666 \times 130^{-1.85} \times 0.08^{-4.87} \times 0.0116^{1.85}$$

$$= 0.07558$$

$$h = 0.07558 \times 80.6 = 6.09 \text{ (m)}$$

En vista de los resultados se considera que la pérdida alrededor de la bomba es de 6.1 metros.

La altura real de elevación es la diferencia entre el nivel superior de agua deseado (3,937.4 m) de la cisterna de reunión y el nivel de agua dinámico de cada pozo. El nivel dinámico de diseño de cada pozo se considera -65 metros, igual para todos los pozos, en vista de los valores mencionados a continuación.

- Nivel de agua estático

: Altitud de la superficie del suelo en el punto de bombeo de cada pozo -10 m

- Nivel de agua estático

: Nivel de agua estático -15 m

- Descenso del nivel de agua

: Descenso del nivel de las aguas subterráneas resultante del bombeo durante 20 años -40 m

Por consiguiente, la altura de bombeo de diseño se calcula como se indica a continuación.

Altura real de bombeo = 3,937.4 - 60 (altitud de la superficie del terreno en el sitio del pozo)

Por consiguiente, las alturas de bombeo de diseño de cada bomba se calcula según los Cuadros 5.3, 5,4)

c) Potencia del eje de la bomba

La potencia del eje necesaria de la bomba se calcula por medio de la fórmula abajo indicada, haciendo uso del caudal, de la altura de elevación de diseño y de la eficiencia de la bomba.

$$P = 0.163 \times Q \times H / n \times (1+\alpha)$$

donde, P : Potencia del eje de la bomba (kw)

Q : Caudal de la bomba (m³/min)

n : Eficiencia de la bomba (de la figura abajo)

α : Margen de seguridad (10%)

$$P = 0.163 \times 0.694 \times H / 0.63 \times 1.1$$

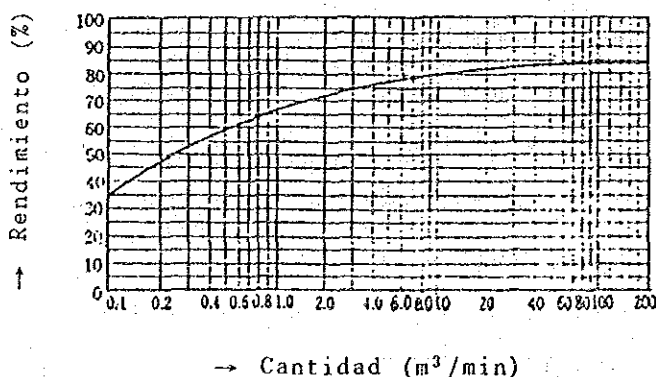


FIGURA 5.4.2-7 EFICIENCIA NORMAL DE BOMBAS PARA USO GENERAL

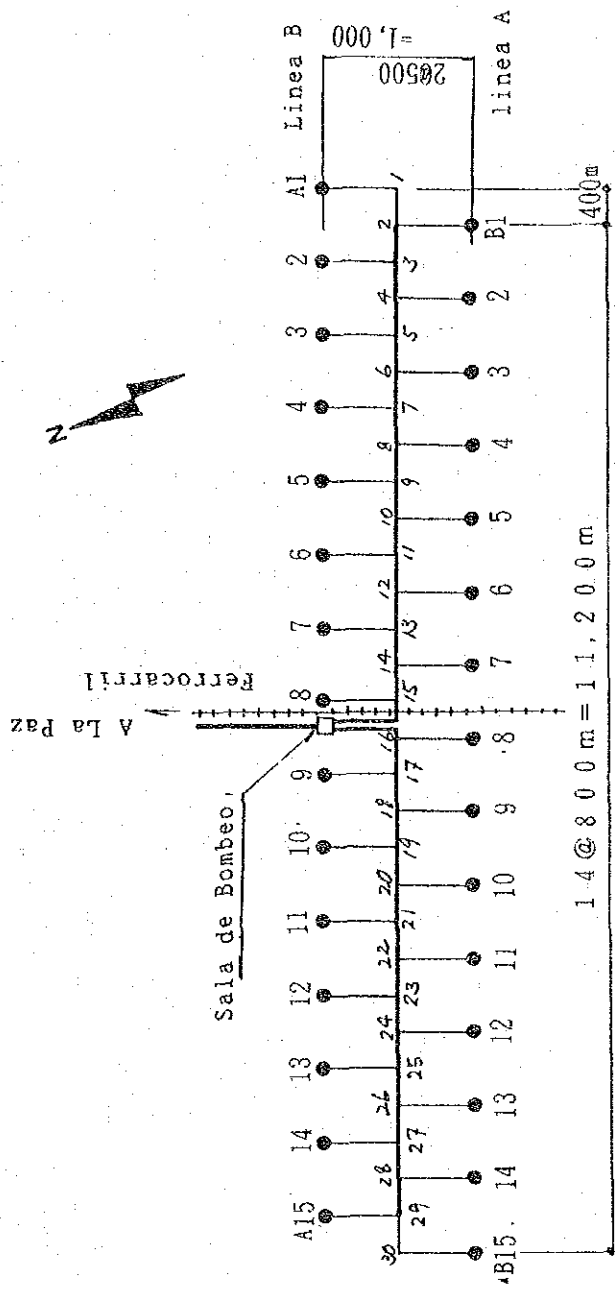


FIGURA 5.4.2-8 DIAGRAMA PARA CALCULOS DE BOMBA SUMERGIBRE

CUADRO 5.4.2-2 TUBO CONDUCCION Y CALCULO DE CAPACIDAD DE BOMBA (1)-1

	Distancia	Diámetro	Caudal Hidráulico	Gradiente	Perdida	Velocidad
	ℓ (m)	D (mm)	Q (ℓ/sec)	I (‰)	$I \times \ell$ (m)	V (m/sec)
A ₁ ~ 1	500	φ 125	11.6	11.7	5.85	0.95
1 ~ 2	400	φ 125	11.6	11.7	4.68	0.95
2 ~ 3	"	φ 200	23.2	4.28	1.71	0.73
3 ~ 4	"	φ 250	34.8	3.06	1.22	0.71
4 ~ 5	"	φ 250	46.4	5.21	2.08	0.95
5 ~ 6	"	φ 300	58.0	3.24	1.30	0.82
6 ~ 7	"	φ 300	69.6	4.54	1.82	0.98
7 ~ 8	"	φ 350	81.2	2.85	1.14	0.84
8 ~ 9	"	φ 350	92.8	3.65	1.46	0.96
9 ~ 10	"	φ 350	104.4	4.53	1.81	1.08
10 ~ 11	"	φ 400	116.0	2.88	1.15	0.92
11 ~ 12	"	φ 400	127.6	3.43	1.37	1.02
12 ~ 13	"	φ 450	139.2	2.27	0.91	0.88
13 ~ 14	"	φ 450	150.8	2.63	1.05	0.95
14 ~ 15	"	φ 450	162.4	3.02	1.21	1.02
15 ~ P/S	800	φ 500	174.0	2.05	1.74	0.89

CUADRO 5.4.2-3 TUBO CONDUCCION Y CALCULO DE CAPACIDAD DE BOMBA (2)-1

	Distancia	Diámetro	Caudal Hidráulico	Gradiente	Perdida	Velocidad
	ℓ (m)	D (mm)	Q (ℓ/sec)	I (‰)	$I \times \ell$ (m)	V (m/sec)
B15~30	500	φ 125	11.6	11.7	5.85	0.95
30~29	400	φ 125	11.6	11.7	4.68	0.95
29~28	"	φ 200	23.2	4.28	1.71	0.73
28~27	"	φ 250	34.8	3.06	1.22	0.71
27~26	"	φ 250	46.4	5.21	2.08	0.95
26~25	"	φ 300	58.0	3.24	1.30	0.82
25~24	"	φ 300	69.6	4.54	1.82	0.98
24~23	"	φ 350	81.2	2.85	1.14	0.84
23~22	"	φ 350	92.8	3.65	1.46	0.96
22~21	"	φ 350	104.4	4.53	1.81	1.08
21~20	"	φ 400	116.0	2.88	1.15	0.92
20~19	"	φ 400	127.6	3.43	1.37	1.02
19~18	"	φ 450	139.2	2.27	0.91	0.88
18~17	"	φ 450	150.8	2.63	1.05	0.95
17~16	"	φ 450	162.4	3.02	1.21	1.02
16~15	600	φ 500	174.0	2.05	1.95	0.89

CUADRO 5.4.2-4 CALCULO DE ALTURA TOTAL Y FUERZA DE BOMBA

Pozo No.	Nivel de Ubicacion(m)	Perdida de Carga							⑤ Altura	⑥=④+⑤ (m)	⑥x(1.05) Excedente	P (kw) Fuerza
		Seccion h ₁	① Adicion	② Rama	③ Bomba	④=①+②+③						
A 8	3938.04	15~P/S	1.64	1.64	5.85	6.10	13.59	64.36	77.95	81.8	16.2	
B 7	3926.81	14~15	1.21	2.85	"	"	14.80	75.59	90.39	94.9	18.7	
A 7	3937.15	13~14	1.05	3.90	"	"	15.85	65.35	81.20	85.3	16.8	
B 6	3926.29	12~13	0.91	4.81	"	"	16.76	76.11	92.87	97.5	19.3	
A 6	3937.26	11~12	1.37	6.18	"	"	18.13	65.14	83.27	87.4	17.3	
B 5	3926.70	10~11	1.15	7.33	"	"	19.28	75.70	94.98	99.7	19.7	
A 5	3937.10	9~10	1.81	9.14	"	"	21.09	65.30	86.39	90.7	17.9	
B 4	3925.88	8~9	1.46	10.60	"	"	22.55	76.52	99.07	104.0	20.5	
A 4	3936.58	7~8	1.14	11.74	"	"	23.69	65.82	89.51	94.0	18.6	
B 3	3925.80	6~7	1.82	13.56	"	"	25.51	76.60	102.11	107.2	21.2	
A 3	3936.28	5~6	1.30	14.86	"	"	26.81	66.12	92.93	97.6	19.3	
B 2	3925.70	4~5	2.08	16.94	"	"	28.89	76.70	105.59	110.9	21.9	
A 2	3936.16	3~4	1.22	18.16	"	"	30.11	66.24	96.35	101.2	20.0	
B 1	3925.66	2~3	1.71	19.87	"	"	31.82	76.74	108.56	114.0	22.5	
A 1	3936.93	1~2	4.68	24.55	"	"	36.50	65.47	101.97	107.1	21.2	

CUADRO 5.4.2-5 CALCULO DE ALTURA TOTAL Y FUERZA DE BOMBA

Pozo No.	Nivel de Ubicacion(m)	Perdida de Carga							⑤ Altura	⑥=④+⑤ Altura Total	⑥X(1.05) Excedente	P (kw) Fuerza
		Seccion h ₁	① Adicion	② Rama	③ Bomba	④=①+②+③						
B 8	3927.33	16~P/S	1.23	5.85	6.10(m)	13.18	75.07	88.25	92.7	18.3		
A 9	3937.87	17~16	1.21	"	"	14.39	64.53	78.92	82.9	16.4		
B 9	3927.79	18~17	1.05	"	"	15.44	74.61	90.05	94.5	18.7		
A 10	3938.35	19~18	0.91	"	"	16.35	64.05	80.40	84.4	16.7		
B 10	3929.16	20~19	1.37	"	"	17.72	73.24	90.96	95.5	18.9		
A 11	3937.98	21~20	1.15	"	"	18.87	64.42	83.29	87.5	17.3		
B 11	3928.48	22~21	1.81	"	"	20.68	73.92	94.60	99.3	19.6		
A 12	3936.82	23~22	1.46	"	"	22.14	65.58	87.72	92.1	18.2		
B 12	3926.68	24~23	1.14	"	"	23.28	75.72	99.00	104.0	20.5		
A 13	3935.76	25~24	1.82	"	"	25.10	66.64	91.74	96.3	19.0		
B 13	3924.29	26~25	1.30	"	"	26.40	78.11	104.51	109.7	21.7		
A 14	3934.58	27~26	2.08	"	"	28.48	67.82	96.30	101.1	20.0		
B 14	3923.76	28~27	1.22	"	"	29.70	78.64	108.34	113.8	22.5		
A 15	3934.43	29~28	1.71	"	"	31.41	67.97	99.38	104.3	20.6		
B 15	3923.33	30~29	4.68	"	"	36.09	79.07	115.16	120.9	23.9		

(2) Instalaciones de Conducción de Agua

1) Estación de rebombeo de agua

La estación de rebombeo para la conducción de agua consta de cisterna de reunión, que tiene el objeto de hacer la sedimentación de la arena, y la cisterna de rebombeo. La cisterna de reunión tendrá una capacidad para asegurar un tiempo de retención de 8 minutos.

$$30,000 \times 8 / (24 \times 60) = 166.7 \text{ m}^3$$

Las dimensiones de construcción serán 3.0 m x 7.0 m x 4.0 m (profundidad efectiva) x 2 cisternas (capacidad 168 m³). El tiempo de parada ininterrumpida de la cisterna de rebombeo será de aproximadamente 20 minutos, tomando en consideración la frecuencia de arranque de las bombas.

$$30,000 \times 20 / (24 \times 60) = 416.7 \text{ m}^3$$

Las dimensiones de construcción serán 7.5 m x 7.0 m x 4.0 m (profundidad efectiva) 2 cisternas (capacidad 420.0 m³).

2) Equipo para el rebombeo

El equipo para el rebombeo de agua es la instalación que tiene la función de conducir agua, de la cisterna al reservorio de distribución.

a) Condiciones

Caudal máximo de diseño	: 30,000 m ³ /día
Línea de impulsión	: 6,000 metros
Tipo de la tubería de impulsión	: Tubería de fierro fundido ductil
Diámetro de la tubería de impulsión	: ø 600 mm

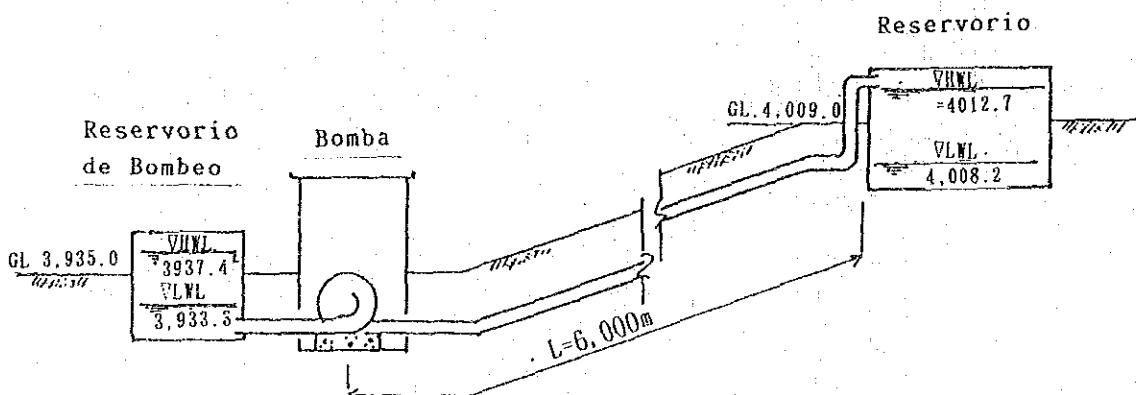


FIGURA 5.4.2-9 DIAGRAMA PARA CALCULOS DE BOMBEO DE SERVICIO

b) Número de Bombas

La conducción de agua se llevará a cabo por medio de 4 bombas en operación permanente, y el control del caudal se hará por medio del número de bombas de funcionamiento simultáneo.

Caudal de bombeo de cada bomba

$$= 30,000 \text{ m}^3 / (24 \times 60 \times 4 \text{ bombas}) = 5.2 \text{ m}^3/\text{min}.$$

c) Diámetro de la bomba

$$D \text{ (mm)} = 146 \times \sqrt{Q / V}$$

donde, $Q = 5.2 \text{ m}^3/\text{min}$, $V = 2.5 \text{ m/s}$

$D = 146 \times \sqrt{(5.2 / 2.5)} = 210 \text{ (mm)}$, y por consiguiente el diámetro de la bomba será $\varnothing 250 \text{ (mm)}$.

d) Altura total de bombeo

$$H = h_a + \sum h_f + h_o$$

donde, H : Altura total de bombeo (m)

h_a : Altura real de bombeo (m)

$\sum h_f$: Suma total de las pérdidas de carga de la tubería (m)

h_o : Altura residual de elevación en la extremidad de la línea (m)

- La altura efectiva de bombeo h_a es la diferencia entre el nivel superior de agua (H.W.L) del reservorio de distribución (4012.7 m) y el nivel inferior de agua (L.W.L) de la cisterna de bombeo (3933.2m).

$$h_a = 4,012.7 - 3,933.3 = 79.4 \text{ metros}$$

- La pérdida de altura por fricción en la tubería Δh_{f1} será calculado por medio de la Fórmula de Hazen Williams.

$$\Delta h_{f1} = I \times L = 10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$$

donde, I : Gradiente hidráulico

C : Coeficiente de fricción cuando se incluyen pérdidas en los accesorios de la línea (= 110)

Q : Caudal (= 0.347 m³/s)

L : Largo de la línea (m)

$$\Delta h_{f1} = 10.666 \times 110^{-1.85} \times 0.60^{-4.87} \times 0.347^{1.85} \times 6,000$$
$$= 18.2 \text{ m}$$

Por otro lado, la pérdida de altura alrededor de la bomba Δh_{f2} es 2.4 metros.

- Altura residual en la extremidad de la línea, $h_o = 5.0$ (m)

De esa manera, la altura total de bombeo será :

$$H = h_a + \sum h_f + h_o = 79.4 + (18.2+2.4) + 5.00 = 105 \text{ metros}$$

e) Cálculo de la potencia de salida del motor

$$P_m = P (1 + \alpha)$$

donde, P_m : Potencia de salida del motor

α : Margen de seguridad (10 ~ 15 %)

P : Potencia de salida del eje del motor (kw)

$$P = 0.163 \times \gamma \times Q \times H / \eta$$

donde, γ : Peso por unidad de volumen del líquido bombeado. El valor de este parámetro es 1.0 (kg/l) en el caso del agua.

Q : Caudal (= 5.2 m³/min)

H : Altura total de bombeo (= 105 m)

η : Eficiencia de la bomba (= 0.78)

$$P = 0.163 \times 1.0 \times 5.2 \times 105 / 0.78 = 114.1 \text{ (Kw)}$$

Por consiguiente tenemos,

$$P_m = 114.1 \times (1 + 0.10 \sim 0.15) = 125.5 \sim 131.2$$

De esa manera, bombas centrífugas de doble succión de etapas múltiples de 50 Hz, 4P, 130Kw serán usadas en este proyecto. Diámetro de succión \varnothing 250 mm, diámetro de descarga \varnothing 150 mm.

(3) Instalaciones de distribución de agua

El reservorio de distribución de agua tiene la función de ajustar las

variaciones horarias en el volumen de suministro de agua. Por otro lado, cuando el reservorio de distribución está situado en un punto apropiado dentro del área de servicio, permite garantizar una presión suficiente para todos los usuarios, esto posibilita realizar el suministro de agua por gravedad y por consiguiente es un sistema muy económico.

La capacidad del reservorio de distribución será para 4 horas de almacenamiento con el caudal de suministro máximo (máximo horario).

$$Q = 30,000 \times 4 / 24 = 5,000 \text{ m}^3$$

(4) Diseño de las tuberías de distribución

1) Tipos de tubería

a) Líneas de impulsión

Las líneas de impulsión serán instaladas entre los pozos y la estación de bombeo. Los diámetros de los tubos serán de $\varnothing 125$ mm hasta $\varnothing 500$ mm. La presión interna de las tuberías de $\varnothing 125$ mm será aproximadamente entre 3.0 kg/cm^2 y 5.5 kg/cm^2 y por otro lado la presión externa será relativamente pequeña, puesto que los tubos serán instalados en áreas exclusivas para las tuberías. En vista de estas consideraciones, los tubos serán de cloruro de polivinilo. Tubos de fierro fundido dúctil serán usados en los demás casos, puesto que serán instalados en áreas proyectados vías de tráfico pesado en el futuro. El tipo de tubo será el T-3, puesto que la presión interna de los tubos es pequeña.

b) Línea de Conducción

La línea de conducción será instalada en el tramo de 6 km entre la estación de bombeo y el reservorio de distribución de agua. El diámetro del tubo será de 600 mm y la presión interna de la tubería será superior a 10 kg/cm^2 . Tubos de fierro fundido dúctil tipo T-3 serán usados en este caso, tomando en consideración los posibles golpes de ariete que puedan ocurrir en el momento de la parada repentina de las bombas.

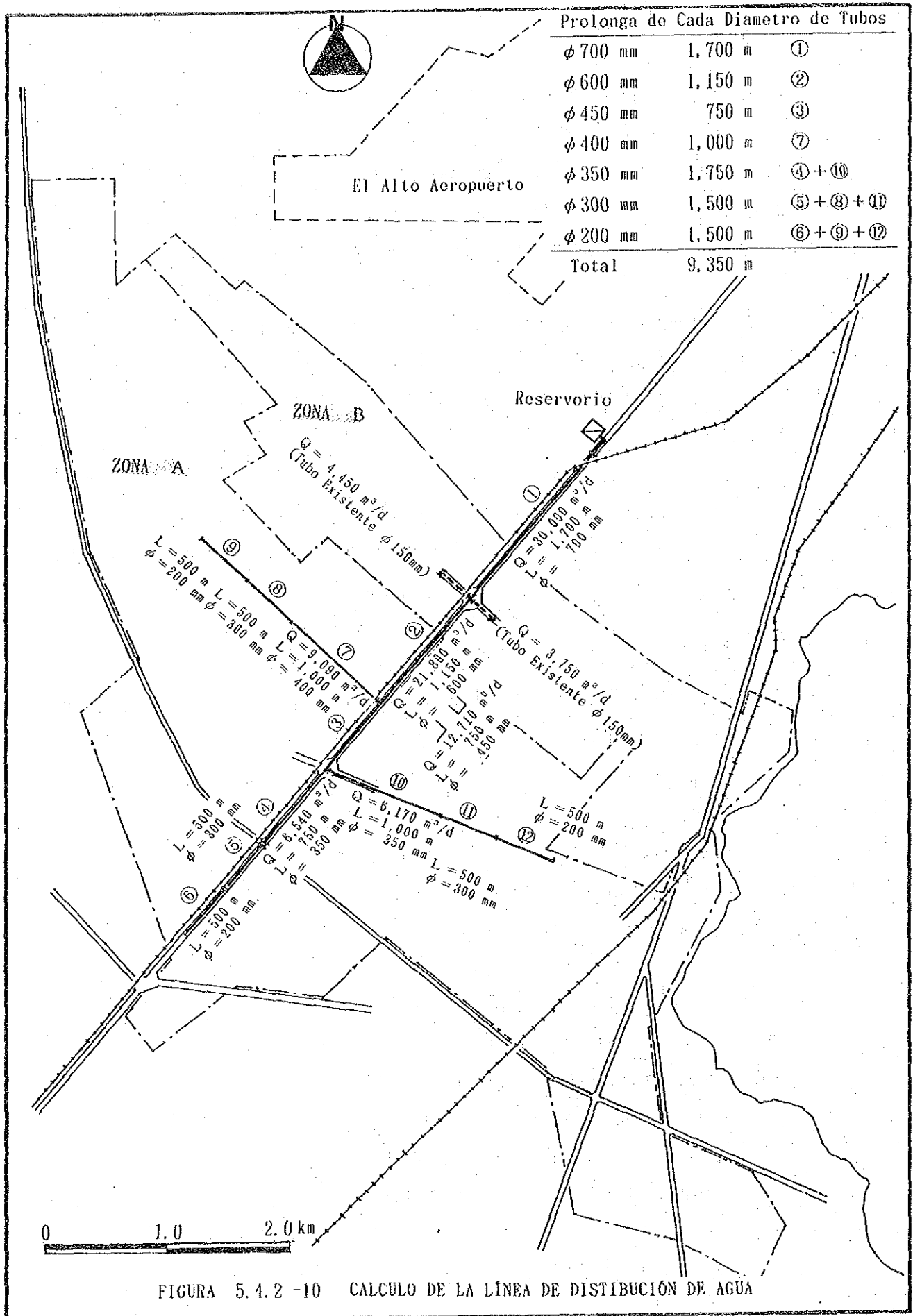


FIGURA 5.4.2 -10 CALCULO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

c) Tubería de distribución

La tubería de distribución será instalada entre el reservorio de distribución y el área de servicio. Los tubos tendrán diámetros de entre 200 mm y 700 mm. La presión interna de la tubería será de aproximadamente 6 kg/cm² en el extremo más bajo, y tubos de fierro fundido dúctil tipo T-3 serán usados en este caso tomando en consideración las facilidades para su mantenimiento y reparación.

2) Ejecución de las obras

Todas las obras de instalación de las tuberías serán ejecutadas por medio de excavación a cielo abierto. El espesor de recubrimiento de las tuberías será de 1.0 metro según las normas de la SAMAPA. Por otro lado, línea en paralelo serán usadas en los tres puntos donde hay cruce de la tubería y la línea férrea. Un tubo de forro será instalado en primer lugar y en seguida el tubo principal dentro de ese. Por otro lado, el sistema de sifón invertido será adoptado en el punto donde la línea cruza el Río Seco.

3) Instalaciones auxiliares

Las válvulas de retención, las válvulas de drenaje de la línea, las válvulas de purga de aire, etc., serán instaladas de manera apropiada según la "NORMAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE" mencionadas en la sección 5.1 de este informe.

(5) Diseño de los equipos eléctricos

La alimentación de energía eléctrica a las estaciones de bombeo y a los pozos profundos será llevada a cabo después de rebajar el voltaje de 69KV a 6.9KV en la sub-estación principal que será construida en la vecindad. La energía eléctrica recibida con voltaje de 6.9KV será suministrada a los tres grupos de cargas con que cuentan las estaciones de bombeo y a los grupos de pozos de la LINEA A y de la LINEA B.

Los grupos de pozos de la LINEA A y de la LINEA B reciben la energía eléctrica por medio de los circuitos de 6.9KV. En seguida la

tensión es reducida a 380V/220V 3Ø 4W por medio de transformadores instalados en la vecindad de cada pozo y la energía eléctrica a baja tensión es suministrada al tablero de control de cada bomba.

El tablero de control que recibe la energía eléctrica opera la bomba sumergida.

Los equipos eléctricos instalados en el reservorio de distribución reciben energía eléctrica de un circuito separado del circuito de las bombas de los pozos. Dicho circuito está conectado a la línea de distribución de energía eléctrica existente en la vecindad del reservorio de distribución de agua.

1) Equipo de la sub-estación principal

a) Localización de los equipos de la sub-estación principal

En vista del acuerdo efectuado con COBEE, las estaciones de bombeo serán instaladas debajo de las líneas de transmisión existentes. La energía eléctrica suministrada será de 3Ø 3w 69,000V 50Hz.

b) Capacidades de los equipos de transformación de energía eléctrica

La capacidad de los transformadores (T) será calculada por medio de la siguiente expresión :

$$T = P / \cos\theta \times \beta \times d$$

donde, P : Carga total (kw)

cosθ : Factor de potencia total (= 0.85)

β : Factor de demanda (= 1.0)

d : Margen de seguridad (= 1.1)

Cargas :	Estaciones de bombeo		528.431 kw
	Pozos	15 kw x 4	60 kw
	Pozos	18.5kw x 24	444 kw
	Pozos	22 kw x 2	44 kw
	Consumo interno		20 kw
		Total	1,096.431kw

$$T = 1,096.431 / 0.85 \times 1.0 \times 1.1 = 1,418.9 \text{ KVA}$$

Por consiguiente, un transformador con las siguientes especificaciones será instalado en este proyecto.

Voltaje primario 3Ø 3w 69,000V 50Hz

Voltaje secundario 3Ø 3w 6,900V 50Hz

Capacidad del transformador 1,500KVA

Enfriamiento por aceite

Dotado de conmutador de tomas

c) Circuito de conexión de carga

El sistema de conexión de cargas constará de un circuito de 6,900V de alambres elevados.

d) Equipos para protección de la subestación

Los equipos para protección de la subestación constarán de las siguientes funciones.

- Protección de sobrecarga
- Protección de corto circuito a la tierra
- Temperatura del aceite del transformador
- Presión diferencial del transformador
- Pararrayos
- Transformador para alimentación de la sub-estación
- Edificio de la sala de control (a cargo del Gobierno de la República de Bolivia)

2) Equipos eléctricos de cada pozo

Transformadores serán instalados en los postes erigidos por el Gobierno de la República de Bolivia y la energía eléctrica de alta tensión de 6.9KV 3Ø 3w será reducida a 380V/220V 3Ø 4w y luego suministrada al tablero de control.

Las capacidades y la cantidad de bombas sumergibles se indican a continuación.

15 kw	3Ø	3W	380V x 4
18.5kw	3Ø	3W	380V x 24
22 kw	3Ø	3W	380V x 2

La capacidad (T) del transformador de cada pozo será calculada por medio de la siguiente expresión :

$$T = P(\text{kw}) / \cos\theta \times \beta \times d$$

donde, P : carga de los equipos (15kw, 18.5kw y 22kw)

cos θ : factor de potencia total (= 0.85)

β : factor de demanda (= 1.0)

d : margen de seguridad (=1.15 tomando en consideración la corriente de arranque)

Cargas con P = 15 kw,

$$T = 15 / 0.85 \times 1.0 \times 1.15 = 20.29 \text{ KVA}$$

Cargas con P = 18.5kw,

$$T = 18.5 / 0.85 \times 1.0 \times 1.15 = 25.63 \text{ KVA}$$

Cargas con P = 22 kw,

$$T = 22 / 0.85 \times 1.0 \times 1.15 = 26.76 \text{ KVA}$$

De esa manera la capacidad de los transformadores será 25KVA 3Ø 4w, 380V/220V para bombas de 18.5kw y de 22kw.

Además, pararrayos serán instalados con el objeto de proteger los equipos contra el efecto de los voltajes anormales que se presentan en la caída de rayos.

3) Equipos eléctricos de las estaciones de bombeo para conducción de agua

La energía eléctrica suministrada con un voltaje de 6.9KV será reducido a 380V/220V 3Ø 4w por medio de transformadores instalados delante de la sala de control y suministrada al tablero de distribución. La energía eléctrica que llega al tablero de distribución será suministrada al tablero de control por medio de cables y en seguida a las cargas.

a) Transformadores

La capacidad (T) del transformador se calcula por medio de la siguiente fórmula :

$$T = P / \cos\theta \times \beta \times d$$

donde, P : Carga de los equipos (= 528.431kw)

cos θ : Factor de potencia total (= 0.75)

β : Factor de demanda (= 0.95)

d : Margen de seguridad (= 1.1)

Carga : Cálculo de P

Bomba de conducción de agua	130kw	3 \emptyset 3w	380V x 4
Equipo clorador	1.5kw	3 \emptyset 3w	380V x 1
Equipo de alumbrado	5.431kw	1 \emptyset 2w	220V x 1
Tablero de control	1.5KVA x 1		
	Total	528.431kw	

Por lo tanto, 1 unidad de transformador con capacidad de 750KVA 3 \emptyset 4w será instalado en este proyecto en vista de los resultados de los cálculos con la fórmula siguiente.

$$T = 528.431 / 0.75 \times 0.95 \times 1.1 = 736.28KVA$$

b) Tablero de distribución y conductor de barra colectora

El tablero de distribución tiene la función de distribuir la energía eléctrica del transformador al tablero de control y será de tipo a prueba de agua y a prueba de lluvia, puesto que será instalado al aire libre.

Conductores de barras colectoras serán usadas en este proyecto, puesto que los alambres de los transformadores hasta los tableros de distribución son de gran capacidad.

La capacidad de los conductores de barras colectoras se indican a continuación :

$$I = P / (\sqrt{3}V \times \cos\theta) \times d$$

donde, I : corriente del conductor de barra colectora (m)

P : capacidad de la carga (= 528.431 kw)

- V : voltaje usado (= 380V)
- $\cos\theta$: factor de potencia total (= 0.75)
- d : margen de seguridad (= 1.1)

De esta manera, se tiene el siguiente resultado :

$$I = 528.431 \text{ kw} / (\sqrt{3} \times 380 \times 0.75) \times 1.1 = 1,178 \text{ A}$$

Por lo tanto, el conductor de barra colectora tendra capacidad de 1,500A 380V 3Ø 4 w.

c) capacitores

Los capacitores serán instalados con el objeto de mejorar el factor de potencia y aumentar la eficiencia de transmisión de energía eléctrica. Puesto que la mayoría de las cargas son motores de gran potencia, es necesario hacer frente a las variaciones en el consumo de potencia causadas por la variación del número de bombas en operación.

La capacidad de los capacitores será calculada por medio de la siguiente expresión :

$$\theta_c / W = \sqrt{(1 / \cos^2\theta_c - 1)} - \sqrt{(1 / \cos^2\theta - 1)}$$

- donde, w : Capacidad de la carga (= 528.431 kw)
- $\cos\theta_c$: Factor de potencia total (= 0.75)
- $\cos\theta$: Factor de potencia después de mejoramiento (= 0.95)
- θ_c : Capacitancia deseada

$$\theta_c / 528.431 = \sqrt{(1 / 0.75^2 - 1)} - \sqrt{(1 / 0.95^2 - 1)}$$

$$\theta_c = 292.3 \text{ KVA}$$

Por lo tanto, la capacitancia será de 300KVA y dos unidades en total, que constan de una unidad de 200KVA y una unidad de 100KVA, se instalarán para hacer frente a las necesidades de este proyecto.

d) pararrayos

Pararrayos se instalarán con el objeto de evitar daños causados por la caída de rayos en el Distrito de El Alto.

4) Alambrado

La energía eléctrica con el voltaje reducido a 6.9KV por medio de la subestación principal, se suministrará a la Línea de Bombeo A y a la Línea de Bombeo B por medio de los alambrados respectivos. Los tamaños de los alambres serán elegidos tomando en consideración la capacidad de corriente permisible y la caída de voltaje.

La forma del alambrado será del tipo elevado, y constará de alambres ACSC, que se usan normalmente para voltajes de 6,900V. Los alambres tendrán revestimiento de alta seguridad, tomando en consideración las severas condiciones meteorológicas de este distrito, y serán alambres del tipo "Núcleo de Acero, Conductores de Aluminio y Revestimiento de Polietileno (ACSR-OE) para Exterior".

- a) Elección del alambre desde el punto de vista de la corriente permisible

El cálculo de la corriente permisible que se indica en la Figura 5-10 se hace por medio de la siguiente fórmula.

$$I = P / (\sqrt{3} V \times \cos \theta) \text{ ----- Corriente del alambre}$$

donde, P : Carga (kw)

V : Voltaje (= 6,900V)

$\cos \theta$: Factor de potencia total (= 0.85)

El valor de la corriente del alambre obtenido por medio de la expresión arriba indicada deberá satisfacer la siguiente relación :
"Corriente permisible de alambre" > "Corriente del alambre"

- b) Elección del alambre tomando en consideración la caída de voltaje

Cuando el alambre haya sido elegido desde el punto de vista de la caída de voltaje, la caída de voltaje permisible deberá ser inferior a 20% en el extremo del cable. El cálculo de la caída de voltaje (e) se hace por medio de la siguiente expresión :

$$e = \sqrt{3} \times I \times R \times (\cos\theta + X \times \sin\theta)$$

donde, e : Caída de voltaje (V)

I : Corriente del alambre (< 135A)

R : Impedancia por unidad de longitud del cable
(= 1.19 Ω /km)

X : Reactancia por unidad de longitud del
alambre (Ω)

$\cos\theta$: Factor de potencia de la carga (= 0.85)

Sin embargo, el cálculo de la caída de voltaje se hace por medio de la siguiente expresión, considerando nula la reactancia puesto que el alambrado es de tipo elevado.

$$e = \sqrt{3} \times I \times R \times \cos\theta$$

El diámetro del cable que a ser usado en este proyecto será de 25mm² de acuerdo con el cuadro para cálculo de la relación entre la corriente y la caída de voltaje. Conductores de tierra elevados serán instalados sobre el alambrado y serán conectados a la tierra en cada pozo, con el objeto de hacer frente a las caídas de rayos.

CUADRO 5.4.2-6 FLUIDO ELECTRICO Y DISMINUCION DEL VOLTAJE (LINEA-A)

T R A M O	A1~A2	A2~A3	A3~A4	A4~A5	A5~A6	A6~A7	A7~A8	A8~①	①~②	Total
Capacidad P (Kw)	18.5	37.0	55.5	74.0	92.5	111.0	126.0	141.0	263.5	263.5
Linea Fluida I (A)	1.82	3.64	5.46	7.28	9.11	10.93	12.4	13.88	25.94	25.94 < 135
Distancia de Tramo (m)	800	800	800	800	800	800	800	700	500	6,800
Impedancia R (Ω)	0.952	0.952	0.952	0.952	0.952	0.952	0.952	0.833	0.595	8.092
Disminucion Vol. e (V)	2.55	5.10	7.65	10.20	12.77	15.32	17.38	17.10	22.72	93.69 1.36%

① : PUNTO DE CAMBIO, ② : SUBESTACION

CUADRO 5.4.2-7 FLUIDO ELECTRICO Y DISMINUCION DEL VOLTAJE (LINEA-B)

T R A M O	B1~B2	B2~B3	B3~B4	B4~B5	B5~B6	B6~B7	B7~B8	B8~①	①~②	Total
Capacidad P (Kw)	22.0	40.5	59.0	77.5	96.0	114.5	133.0	151.5	284.5	284.5
Linea Fluida I (A)	2.17	3.99	5.81	7.63	9.45	11.27	13.09	14.90	28.00	28.00 < 135
Distancia deTramo (m)	800	800	800	800	800	800	800	600	500	6,700
Impedancia R (Ω)	0.952	0.952	0.952	0.952	0.952	0.952	0.952	0.714	0.595	7.973
Disminucion Vol. e (V)	3.04	5.60	8.14	10.70	13.25	15.80	18.35	15.70	24.53	115.1 1.67%

① : PUNTO DE CAMBIO, ② : SUBESTACION

5.4.3 Resumen de Plan de Diseño

Las especificaciones y las cantidades de las Instalaciones, determinadas a través de los estudios afines, se indican en el cuadro siguiente.

CUADRO 5.4.3 RESUMEN DE INSTALACIONES PLANIFICADAS

CLASE	TIPO	CANTIDAD
INSTALACIONES DE CAPTACION		
(1) Pozos	ϕ 250 mm, Profundidad 90 m, Longitud de Filtro 18 m	30 pozos
(2) Bomba Sumergible	ϕ 80mm, Head= 82~ 85m, 15kw	4 piez
	ϕ 80mm, Head= 93~107m, 18.5kw	24 piez
	ϕ 80mm, Head=114~121m, 22kw	2 piez
(3) Caseta de Bombeo	10 m ² /casa	30 casas
INSTALACIONES DE CONDUCCION		
(1) Tuberia de Conduccion	ϕ 125mm, Cloruro de Vinilo	15,800 m
	ϕ 200mm, Fierro Ductil T-3	800 m
	ϕ 250mm, "	1,600 m
	ϕ 300mm, "	1,600 m
	ϕ 350mm, "	2,400 m
	ϕ 400mm, "	1,600 m
	ϕ 450mm, "	2,400 m
	ϕ 500mm, "	1,400 m
INSTALACIONES DE BOMBEO		
(1) Reservorio de Rebombeo	Capacidad 588 m ³ , Tipo Semienterrado con Estructura de Concretoamiento	
(2) Sala de Bombeo	Concretoamiento y Albañileria	207 m ²
	- Sala de Bombas	96 m ²
	- Sala de Control y Electronico	27 m ²
	- Laboratorio	24 m ²
	- Oficina	24 m ²
	- Cuarto de Cloracion	9 m ²
	- Cuarto para Botellas de Cloro	9 m ²
(3) Instalacion de Bombeo	ϕ 250x150mm, Head=105m, 130kw Q=5.2m ³ /min/unidad, Una es Repuesto	5 piez
	- Red de Interno	1 unidad
	- Sistema de Cloración	1 unidad
	- Malacate de Mano	1 unidad
	- Panel Controlar	1 unidad
(4) Tuberia de Impulsion	ϕ 600mm, Fierro Ductil T-3	6,000 m

CLASE	TIPO	CANTIDAD
INSTALACIONES PARA DISTRIBUCION DE AGUA		
(1) Reservorio	5,000m ³ , Estilo de Semienterrado con Estrsutura de concretoamiento	1 unidad
(2) Distribucion Tuberia	Tubo de Fierro Ductil T-3 - ϕ 200mm - ϕ 300mm - ϕ 350mm - ϕ 400mm - ϕ 450mm - ϕ 600mm - ϕ 700mm	9,350 m 1,500 m 1,500 m 1,750 m 1,000 m 750 m 1,150 m 1,700 m
Instalaciones Electricas		
(1) Subestaciones	69 kv/6.9 kv, 1,500 KVA, 50 Hz	1 UNIDAD
(2) Alambrado Eléctrico	25km 6.9 kv, 3 ϕ 3w, ϕ 25 mm ²	1 UNIDAD
(3) Linea Transmisión	6.9 kv/380 v/220 v, 25 KVA	4 piez
para Pozos	6.9 kv/380 v/220 v, 30 KVA	26 piez
(4) Para Bomba	6.9 kv/380 v/220 v, 750 KVA	1 piez

5.5 Estimación de Costos

El costo estimado del proyecto a cargo de la parte Boliviana es aproximadamente (Bs.4,600,000.-) cuatro millones seiscientos mil bolivianos. Este monto incluye lo siguiente :

- (1) Desaduanaje y transporte al lugar de la obra de los equipos y materiales de construcción.
- (2) Adquisición y alquiler de terrenos para y durante la ejecución de las obras.
- (3) Preparación y nivelación de los terrenos para las obras, construcción de accesos y caminos para las obras así como para el mantenimiento de los pozos.
- (4) Construcción de las casetas para los pozos.
- (5) Adquisición e instalación de postes para el transporte de la energía eléctrica.
- (6) Construcción de la caseta para la sub-estación y cerco de protección.
- (7) Construcción del cerco de protección para la estación de rebombeo.

5.6 Planos de Diseño básico

La relación de los planos de diseño básico se indica a continuación.

- Plano general de todas las instalaciones
- Planos de construcción de los pozos planificados
- Planos de construcción de los edificios de los pozos
- Planos de las estaciones de bombeo
- Plano de construcción de los pozos de bombeo (pozo de reunión, pozo de bombeo)
- Plano de construcción de la sala de bombas
- Plano de disposición de las bombas
- Plano de construcción del reservorio de distribución
- Diagrama de alambrado
- Plano de las instalaciones de la sub-estación principal
- Diagrama de alambrado de la estación de bombeo
- Planos de las instalaciones auxiliares

(tubería, equipos de cloración y detalles de cruce de la vía férrea)

Todos los dibujos se anexan en los planos del diseño básico al final de este volumen.

CAPITULO 6 PLAN PARA EJECUCION DEL PROYECTO

6.1 Organismo Ejecutor

6.1.1 Régimen de Ejecución

Este proyecto será ejecutado a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón, y SAMAPA será el organismo ejecutor del Gobierno de la República de Bolivia. Después de la firma y del Canje de Notas (E/N por su sigla en Inglés), que estipula el objeto de la ayuda, el contenido de la ayuda, el monto de los recursos financieros proporcionados, el período del suministro y otros detalles afines, entre el Gobierno del Japón y el Gobierno de Bolivia, el consultor japonés elegido por SAMAPA y por JICA firmará el contrato relativo a los trabajos del diseño ejecutivo. El consultor llevará a cabo la licitación dentro del ámbito del diseño ejecutivo, y el Gobierno de Bolivia firmará el contrato con la firma contratista que tenga nacionalidad japonesa. La ejecución de las obras podrá ser comenzada cuando el Gobierno del Japón haya homologado el contrato firmado por el vencedor de la licitación. El contratista podrá hacer uso de los servicios de subcontratistas bolivianos según la necesidad, para llevar a cabo las obras del proyecto y deberá terminar éste después de ejecutar las operaciones de prueba y los ajustes necesarios.

6.1.2 Plan Ejecutivo y Supervisión de las Obras

Es de incumbencia del contratista la formulación del diseño ejecutivo y la supervisión de las obras, tales como :

(1) Diseño ejecutivo

1) Investigación de campo

Conseguir de los datos relativos a la situación de la meteorología, hidrología, topografía, geología, materiales de construcción, mano de obra, métodos de construcción, etc., obtenidos del diseño básico y confirmación de las condiciones necesarias para el diseño ejecutivo.

2) Diseño ejecutivo

Formulación del diseño ejecutivo detallado, estimación detallada de los costos de las obras y preparación de los planes para ejecución de las obras, antes de la preparación de los documentos de licitación.

3) Licitación de obras

Preparación de los documentos de licitación, ayuda en la licitación, presencia en la licitación, evaluación de los resultados de la licitación, ayuda en las negociaciones del contrato de las obras y ayuda en los trabajos de firma del contrato de las obras.

(2) Supervisión de la ejecución las obras

1) Servicio de supervisión

Discusiones con los interesados antes de comenzar las obras, trabajos de aprobación de los planos, inspección de los materiales antes de su embarque, supervisión de las instalaciones en los lugares de construcción, presencia en las obras de instalación de los equipos, formulación de los informes de trabajo durante el período de obras, emisión de los certificados de finalización de obras y de los certificados de pago, ejecución de la inspección de finalización de las obras, etc.

2) Incumbencias en la finalización

Emisión del certificado de finalización de las obras, trámite de entrega de las obras terminadas al propietario, formulación del informe final de trabajo, ejecución de los trámites de finalización de los trabajos, etc.

3) Operación, Mantenimiento y Control

Definición de la política de operación, mantenimiento y control y preparación de los planes de mantenimiento y control de los pozos, subestaciones, equipos de distribución de agua, instalaciones de almacenamiento de agua y tuberías de conducción.

6.1.3 Método de Construcción

El programa de ejecución de los trabajos, desde el inicio de las obras hasta su finalización, será llevado a cabo según el plan de ejecución de obras formulado por el contratista y aprobado por el consultor. El plan de ejecución de obras mencionará en detalles, el cronograma de ejecución de las obras, la supervisión de las obras, el curriculum vitae de las personas encargadas, el plan de recursos humanos, los métodos de ejecución de las obras, etc.

6.2 Alcance de la Repartición de las Responsabilidades

Este proyecto será ejecutado a través de la cooperación del Gobierno del Japón y del Gobierno de la República de Bolivia, y las incumbencias de cada parte se indican a continuación :

Responsabilidad	Encargado	
	Japón	Bolivia
- Transporte en Bolivia (Aduanas de El Alto-Lugar de las obras)		<input type="radio"/>
- Exención de los derechos aduaneros, impuestos internos y otras tasas y derechos aplicables a los materiales, equipos y servicios		<input type="radio"/>
- Obtención de los terrenos necesarios		<input type="radio"/>
- Construcción de las carreteras de las obras		<input type="radio"/>
- Preparación de los terrenos para las instalaciones		<input type="radio"/>
- Perforación de los pozos	<input type="radio"/>	
- Construcción de las casetas de los pozos		<input type="radio"/>
- Instalación de la tubería para conducción de agua	<input type="radio"/>	

Responsabilidad	Encargado	
	Japón	Bolivia
- Construcción de los pozos de bombeo y de las casetas de bombas	<input checked="" type="radio"/>	
- Obras exteriores de las estaciones de bombeo		<input type="radio"/>
- Obras civiles relacionadas con la transmisión de energía eléctrica		<input type="radio"/>
- Obras civiles de la sub-estación principal		<input type="radio"/>
- Obras de las instalaciones eléctricas	<input type="radio"/>	
- Obras de construcción de la tubería para conducción de agua	<input type="radio"/>	
- Obras de construcción del reservorio de distribución de agua	<input type="radio"/>	
- Obras exteriores del reservorio de distribución de agua		<input type="radio"/>
- Suministro de agua y drenaje fuera de los terrenos y obras telefónicas		<input type="radio"/>

6.3 Plan de Suministro de Equipos y Materiales

En principio, los materiales y los equipos serán de origen japonés y de origen boliviano, además de bienes originarios de terceros países en casos especiales.

Los bienes de origen japonés y de terceros países, deberán ser sometidos a inspección por el consultor para verificar si los contenidos de los documentos de solicitud de aprobación satisfacen las condiciones de calidad, resistencia, etc., mencionadas en las especificaciones. Además, los materiales y equipos deberán ser sometidos a las inspecciones, pruebas y exámenes por el consultor durante y después de su fabricación en las plantas del fabricante y deberán ser empaquetadas sólo con la aprobación del consultor. Después de embalados, los materiales y los equipos deberán ser embarcados con la aprobación del consultor.

Los bienes de origen japonés, deberán ser transportados por vía marítima, del Japón al Puerto de Arica en Chile. Posteriormente, deberán ser transportados hasta las Aduanas de El Alto en Bolivia donde deberán pasar por los debidos despachos y en seguida deberán ser transportado hasta el lugar de las obras. Los bienes originarios de terceros países, deberán ser transportados directamente del país de origen hasta las aduanas. El Gobierno del Japón se encargará de los costos de transporte hasta las aduanas de El Alto y, por otro lado, el Gobierno de Bolivia, se encargará de los costos de transporte de las aduanas hasta los almacenamiento en el lugar de las obras.

6.4 Programa de ejecución del Proyecto

El programa de ejecución del proyecto, se indica en el Cuadro 6.4.1. El período de tiempo necesario para la ejecución del proyecto, será de 24 meses después de la firma del Canje de Notas (E/N por su sigla en inglés) .

CRONOGRAMA PROYECTO DE DESARROLLO DE AGUAS SUBTERRANEAS EL ALTO-LA PAZ

ACTIVIDADES	MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
CANJE DE LAS NOTAS	(1)	△																								
	(2)								□																	
FABRICACION DE EQUIPO																										
EN JAPON : - PARA POZOS																										
- TUBERIA	(1)																									
	(2)																									
- BOMBAS																										
- EQUIPO ELECTRICO																										
EN BOLOVIA : - TRAMITES																										
- CONTRATOS (INST. FAENA)																										
- PERFORACION E INST. BOMBAS	(1)																									
	(2)																									
- INST. TUBERIA DE CONDUCCION	(1)																									
	(2)																									
- CONST. ESTACION DE BOMBEO																										
- INST. TUBERIA DE TRANSMISION																										
- CONST. ESTANQUE DISTRIBUCION																										
- INST TUBERIA DE DISTRIBUCION	(1)																									
	(2)																									
- PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	(1)																									
	(2)																									

△ E/N INTERCAMBIO DE NOTAS (1) 1° ETAPA
 ▲ FIRMA DE CONTRATO (2) 2° ETAPA
 □ A/P AUTORIZACION DE PAGO
 ▨ FABRICACION
 - - - - - TRANSPORTE MARITIMO
 ■ CONSTRUCCION

6.5 Plan de Mantenimiento y Control

6.5.1 Régimen de mantenimiento y control

SAMAPA se encargará del establecimiento del régimen de mantenimiento y de control del presente proyecto. SAMAPA cuenta actualmente con 4 departamentos en su División de Mantenimiento y Control. Sin embargo, el Departamento de Aguas Subterráneas será organizado después del inicio de las obras de este proyecto, teniendo el personal del equipo de trabajo que se encargó de los estudios para el diseño básico de este proyecto como miembros principales, y de esa manera pasará a funcionar con 5 departamentos (Refiérase a la Figura 4.3.6).

Durante el período de ejecución de las obras, los Ingenieros y los técnicos del Departamento de Aguas Subterráneas serán sometidos al entrenamiento práctico en el sitio de trabajo, y los ingenieros japoneses intentarán hacer la transferencia de tecnología y conocimientos. Después de la finalización de las obras y su entrega, el Departamento de Aguas Subterráneas y otras secciones afines, que contarán con recursos humanos totalizando 21 personas incluso 11 operadores, se encargarán del mantenimiento y del control, incluso la planificación, operación y expansión, según el manual de mantenimiento y control preparado por los consultores durante el diseño ejecutivo.

En cuanto a la capacidad técnica y la destreza que serán necesarias para el mantenimiento y el control, se piensa que no habrá ningún problema en vista del estado de mantenimiento y control de las instalaciones existentes y la capacidad demostrada por el personal boliviano, durante la investigación para el desarrollo de los recursos de aguas subterráneas, los estudios para el diseño básico, etc.

Después de la finalización de las obras, se piensa que serán necesarias 43 personas en total para mantenimiento y control, como resultado del aumento del volumen de suministro de agua y la expansión de las instalaciones hasta el año 2009, que es el año de referencia del proyecto. De dicho total, 6 personas

trabajarán en la Oficina Principal SAMAPA, 13 personas se dedicarán a la operación de las instalaciones y 24 personas pertenecerán a la sucursal de El Alto de SAMAPA. Se piensa que no habrá ningún problema relativo al reclutamiento de dicho personal, en vista de los niveles de pago de SAMAPA, la situación de desempleo en Bolivia y otros factores afines. Los recursos humanos necesarios en el año de referencia del proyecto se indican a continuación.

CUADRO 6.5.1 MIEMBROS DEL EQUIPO DE DEPARTAMENTO AGUA SUBTERRANEA

CLASE	NO.	CONTENIDO	DISPOSICION
Administración	2	Administración Total	① 1, ② 1
Planificación	2	Planificar de Expansión y Reparación	① 1, ② 1
Técnico	13	Operación, Reparación y Expansión	① 1, ② 12
Operación	6	Asunto, Información Públicas y Negociación	① 1, ② 5
Financiera	20	Medir, Cobrar, Contabilidad y Presupuesto	① 2, ② 18

6.5.2 Costo de mantenimiento y control

El mantenimiento y el control satisfactorio de las instalaciones, a través de la recaudación de las tarifas de agua, además de la operación satisfactoria de las finanzas de SAMAPA, incluso de las demás instalaciones, serán indispensables para garantizar el suministro de agua potable de buena calidad, después de la finalización del presente proyecto.

Anteriormente SAMAPA sufría de déficit crónico, se piensa que las finanzas de SAMAPA, pasarán a un estado de superávit de ahora en adelante, puesto que la instalación de los medidores de agua está progresando de manera satisfactoria.

Las tarifas de agua de SAMAPA son determinadas, tomando en consideración las condiciones financieras del consumidor y el volumen consumido de agua. Por ejemplo, la tarifa básica más cara, es de

consideración las condiciones financieras del consumidor y el volumen consumido de agua. Por ejemplo, la tarifa básica más cara, es de aproximadamente 1Bs por 1m³ se aplica a las grandes industrias. Por otro lado, la tarifa básica más barata es de 0.16Bs por 1m³ se aplica a los residentes del Distrito de El Alto, que es el área objeto del presente proyecto y tiene consumidores con bajo nivel de ingresos. Como se puede observar, hay una diferencia de aproximadamente 6 veces entre las dos tarifas.

Los costos de mantenimiento y control después de la finalización del presente proyecto, serán calculados usando el costo unitario medio del Distrito de El Alto, que es de 0.18Bs y los costos de mano de obra, productos químicos, etc., de abril de 1988. Los resultados obtenidos se indican en el siguiente cuadro. Se supone que la tarifa es aplicable al 80% del agua suministrada. Para detalles relativos al cálculo de los costos de mantenimiento y de control, refiérase a los materiales anexos al final de este informe.

CUADRO 6.5.2 INGRESOS Y DESEMBOLSOS

AÑO	1991	2000	2004	2009
DEMANDO (M ³ /D)	4,785	13,010	20,738	30,000
A INGRESOS (Bs)	689.0	1,873.4	2,986.3	4,320.0
CONTRIBUCIÓN	580.4	678.6	680.7	1,055.4
GASTO DE PERSONAL	473.2	735.7	966.1	1,232.1
GASTO DE MEDICINA	3.6	12.5	19.6	28.6
GASTO DE CONSUMO	51.8	83.9	128.6	230.4
B DESEMBOLSOS (Bs)	1,109.0	1,510.7	1,975.0	2,547.5
A / B	0.62	1.24	1.51	1.70

La tarifa básica de electricidad es fija, independiente de la cantidad de energía consumida. Por consiguiente, el costo de electricidad será relativamente caro inmediatamente después de la finalización del proyecto, a pesar del consumo relativamente reducido al volumen relativamente pequeño

de suministro de agua, y eso es una de las causas del déficit. Por otro lado, con el aumento gradual del volumen de suministro de agua, el balance entre los ingresos y egresos mejorará, pasando a registrar superávit en 1997. En el año de referencia del proyecto (año 2009), se piensa realizar lucros brutos de 40%, con superávit anual superior a 536 mil Bs.

Sin embargo, se debe tener presente que los cálculos arriba citados suponen el sistema de tarifa eléctrica fija de COBEE. En este proyecto COBEE tendría originalmente la incumbencia de hacer los arreglos necesarios para garantizar el suministro de electricidad hasta los sitios de consumo. Sin embargo, las instalaciones necesarias serán suministradas por SAMAPA, o sea, por la Ayuda Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón. Por consiguiente, en este caso recomendamos que se lleven a cabo discusiones entre SAMAPA, COBEE y otras autoridades afines, con el objeto de garantizar el suministro de electricidad a costo reducido para este proyecto, tomando en consideración los factores indicados.

CAPITULO 7 EVALUACION DEL PROYECTO

7.1 Efectos del Proyecto

La Paz, es la capital de la Republica de Bolivia y es la ciudad más grande del país con aproximadamente 1 millón de habitantes. Esta ciudad, juntamente con las áreas vecinas, presenta un crecimiento demográfico notable. La ciudad se desarrolla en el desfiladero del Río Choqueyapu, y está actualmente saturada, desde el punto de vista demográfico, no tiene capacidad para aceptar más habitantes. De esa manera, la ciudad de El Alto que es vecina de La Paz, está aceptando la creciente masa demográfica y la solución de problemas urbanos, tales como: la construcción de nuevos bloques residenciales, la construcción de viviendas para los mineros desempleados que vienen de otras partes del país, etc., requieren solución urgente.

De las funciones urbanas básicas necesarias, la construcción de las carreteras y calles y el suministro de electricidad están siendo llevadas a cabo simultaneamente con la construcción de los bloques residenciales. Sin embargo, la población que vive fuera de las áreas servidas por los sistemas de suministro de agua existentes, están siendo obligadas a comprar agua a precios caros, de camiones o usar agua contaminada de pozos de poca profundidad. La construcción de sistemas de suministro de agua, para garantizar el abastecimiento de agua potable de buena calidad a precios reducidos en una de las necesidades más urgentes de este área.

El sistema de agua existente en la ciudad de El Alto, tiene como fuente la Laguna Tuní, localizada a una altitud de 4,500m. El agua cruda de dicha laguna es conducida hasta la estación purificadora de El Alto, por medio de aceducto con extensión total de 35km y es suministrada a los consumidores después de purificada. La demanda en los últimos años está superando al volumen de agua disponible hay falta crónica de agua durante la estación de sequía, incluso en las áreas actualmente servidas por el sistema existente. Por otro lado, esta fuente está siendo utilizada de la manera más eficiente además

no hay recursos financieros ni tiempo para llevar a cabo nuevos desarrollos. Por lo tanto, es indispensable utilizar aguas subterráneas para solucionar el problema de falta de agua potable en ésta área.

Después de finalización el presente proyecto, será posible garantizar el suministro en un volumen diario de aproximadamente 30,000m³ de agua potable de buena calidad, de manera estable a la ciudad de El Alto durante aproximadamente 20 años. Puesto que el área de servicio del proyecto cubre el área del Plan Maestro que SAMAPA está ejecutando en el presente, SAMAPA podrá usar sus recursos hídricos disponibles para servir otras áreas eso hará que, mejore la situación de suministro de agua de la ciudad de El Alto como un todo.

En vista de las consideraciones antes mencionadas, la pronta y urgente ejecución del presente proyecto, tiene el objeto de garantizar el suministro estable de agua potable a la población de está área a través de la Ayuda Economica No Reembolsable del Gobierno del Japón. Contribuirá de manera decisiva a mejorar las condiciones de salud pública y el nivel de vida en la ciudad de El Alto, a través de los beneficios proporcionados a la población servida por el sistema de agua. También, contribuirá para la estabilización de la vida del pueblo, que es una de las metas más importantes del Gobierno de la Republica de Bollivia.

El desarrollo de los recursos de aguas subterráneas es una tarea de importancia fundamental a ser considerada de ahora en adelante en Bolivia. El entrenamiento técnico relativo al desarrollo de aguas subterráneas que será proporcionado a través de la ejecución de este proyecto, tendrá significado especial por la transferencia de tecnología, puesto que será de utilidad en proyectos similares en otras áreas además del Distrito de El Alto.

7.2 Propósito del Proyecto

7.2.1 Técnico

Este proyecto garantizará el suministro estable de agua potable de buena calidad hasta el año 2009, que es el año de referencia del proyecto, con cantidades suficientes para hacer frente a la demanda. Además, el proyecto posibilitará la operación y control apropiados a la capacidad técnica actual de SAMAPA.

7.2.2 Económica

En un comienzo los gastos operacionales superarán los Ingresos, pero en 1997 se alcanzará el equilibrio y año 2009, que es el año de referencia del proyecto, se espera realizar superavit acumulativo. Por otro lado, se espera poder realizar un régimen presupuestario apropiado referente la situación financiera de SAMAPA.

7.2.3 Mantenimiento

Cuando este proyecto haya sido finalizado y el bombeo de agua haya sido iniciado, el nivel de las aguas subterráneas comenzará a bajar, principalmente en los grupos de los pozos. Según los resultados de la simulación, en el año 2000 el nivel de las aguas subterráneas deberá bajar 6 metros en los pozos, llegando a 21 metros en año 2009.

Además, el círculo de influencia deberá alcanzar un radio de aproximadamente 1.5 km alrededor de los pozos.

Actualmente los sitios propuestos para la construcción de los pozos, están siendo usados como zonas de pasteo de ganado. Se piensa que al bajar el nivel freático, se producirá una disminución de las aguas disponibles para consumo humano en esa zona. Por consiguiente, será necesario considerar el suministro de agua requerida.

Actualmente hay pozos de INSA y de COVIMA en las áreas propuestas, para la construcción de los pozos de este proyecto. El pozo de INSA no está

siendo usado, y por otro lado COVIMA espera usar un volúmen diario de aproximadamente 30 m³. Para eso será necesario suministrar agua potable de este proyecto a COVIMA. Se piensa que este proyecto no ejercerá influencia sobre los demás pozos existentes en el Distrito de El Alto.

CAPITULO 8 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusión

Estamos seguros que la ejecución de este proyecto a través de la Ayuda Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón contribuirá de manera decisiva al mejoramiento de la Salud Pública y del nivel de vida de la población local.

8.2 Recomendaciones

Este proyecto será decisivo para estabilizar y mejorar el nivel de vida de la población local y, es muy necesario que se ejecute el proyecto lo más pronto posible.

Por lo tanto, recomendamos al Gobierno de la República de Bolivia que tome las medidas que a continuación se indican :

- (1) Tener listos los asuntos a cargo del Gobierno Boliviano antes del inicio de las obras.
- (2) Prestar atención especial a los asuntos que mencionamos a continuación para mantener un equilibrio satisfactorio entre los ingresos y egresos y garantizar un mejor mantenimiento y control para la confección de las obras :

- 1) Revisión de las tarifas de agua

La tarifa de agua del área objeto del presente proyecto, es inferior al nivel necesario para garantizar la operación satisfactoria del suministro, debido a razones de orden política causadas por el bajo nivel de ingresos de la población local. Sin embargo, será necesario hacer revisiones en el sistema de tarifas según el estado de desarrollo de este área, para garantizar una operación satisfactoria del sistema de agua potable.

2) Revisión del contrato de tarifa eléctrica

En situaciones normales, las obras para suministro de electricidad son de incumbencia de la compañía suministradora de energía. Sin embargo, en este proyecto parte de dichas obras serán llevadas a cabo con recursos financieros proporcionados por la Ayuda No Reembolsable del Gobierno del Japón. Además, el presente proyecto tiene el objeto de contribuir para estabilizar las condiciones de vida de la población con bajo nivel de ingreso. Por lo tanto, es recomendable que las partes interesadas hagan esfuerzos especiales para posibilitar el suministro de electricidad a bajo costo.

- 3) La ejecución del presente proyecto, posibilitará el suministro de agua potable al área de servicio del Plan Maestro que está siendo actualmente ejecutado por SAMAPA. Por consiguiente es recomendable que SAMAPA haga una revisión en su Plan Maestro tomando en consideración el presente proyecto para la utilización efectiva de sus recursos.
- 4) El año de referencia del presente proyecto es el año 2009 y los recursos de aguas subterráneas disponibles son limitados. Por consiguiente, es necesario formular nuevos planes para asegurar las fuentes preparar medidas para hacer frente al aumento de la demanda, después del año de referencia.
- 5) El aumento del suministro de agua potable estará necesariamente acompañado del aumento de conexiones domiciliarias. Por consiguiente, es indispensable considerar la construcción del alcantarillado. SAMAPA tiene planes para construcción del alcantarillado en un futuro próximo, según el Plan Maestro preparado con la ayuda técnica de la República Federal de Alemania. Se recomienda hacer la revisión de dicho Plan Maestro, tomando en consideración el presente proyecto.

APENDIX

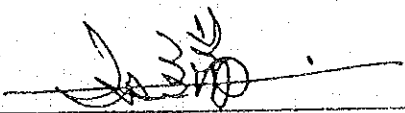
MINUTES OF DISCUSSIONS
ON
THE BASIC DESIGN STUDY
ON
THE PROJECT FOR GROUNDWATER DEVELOPMENT
AT EL ALTO CITY
IN
THE REPUBLIC OF BOLIVIA

In response to the request made by the Government of the Republic of Bolivia for Groundwater Development Project at El Alto City (hereinafter referred to as "the Project"), the Government of Japan decided to conduct a Basic Design Study on the Project and entrusted the Japan International Cooperation Agency (JICA) to send the Basic Design Study Team (hereinafter referred to as "the Team") headed by Mr. Norio Nishihata, Deputy Head of the First Basic Design Study Division, Grant Aid Planning and Survey Department, JICA from March 25 to April 8, 1988.

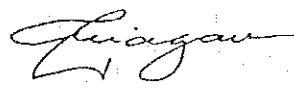
The Team had a series of discussions with the authorities concerned of the Government of the Republic of Bolivia, headed by Ing. Luis Aliaga Doria Medina, General Manager of Servicio Autónomo Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SAMAPA), and conducted a field survey in El Alto City.

As a result of the Study, both parties have agreed to recommend to their respective Governments that the major points of understandings reached between them as attached herewith should be examined towards the realisation of the Project.

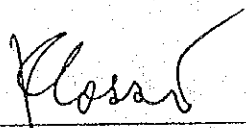
La Paz, April 4, 1988



Mr. Norio Nishihata
Leader
Basic Design Study Team
JICA



Ing. Luis Aliaga Doria Medina
General Manager
SAMAPA

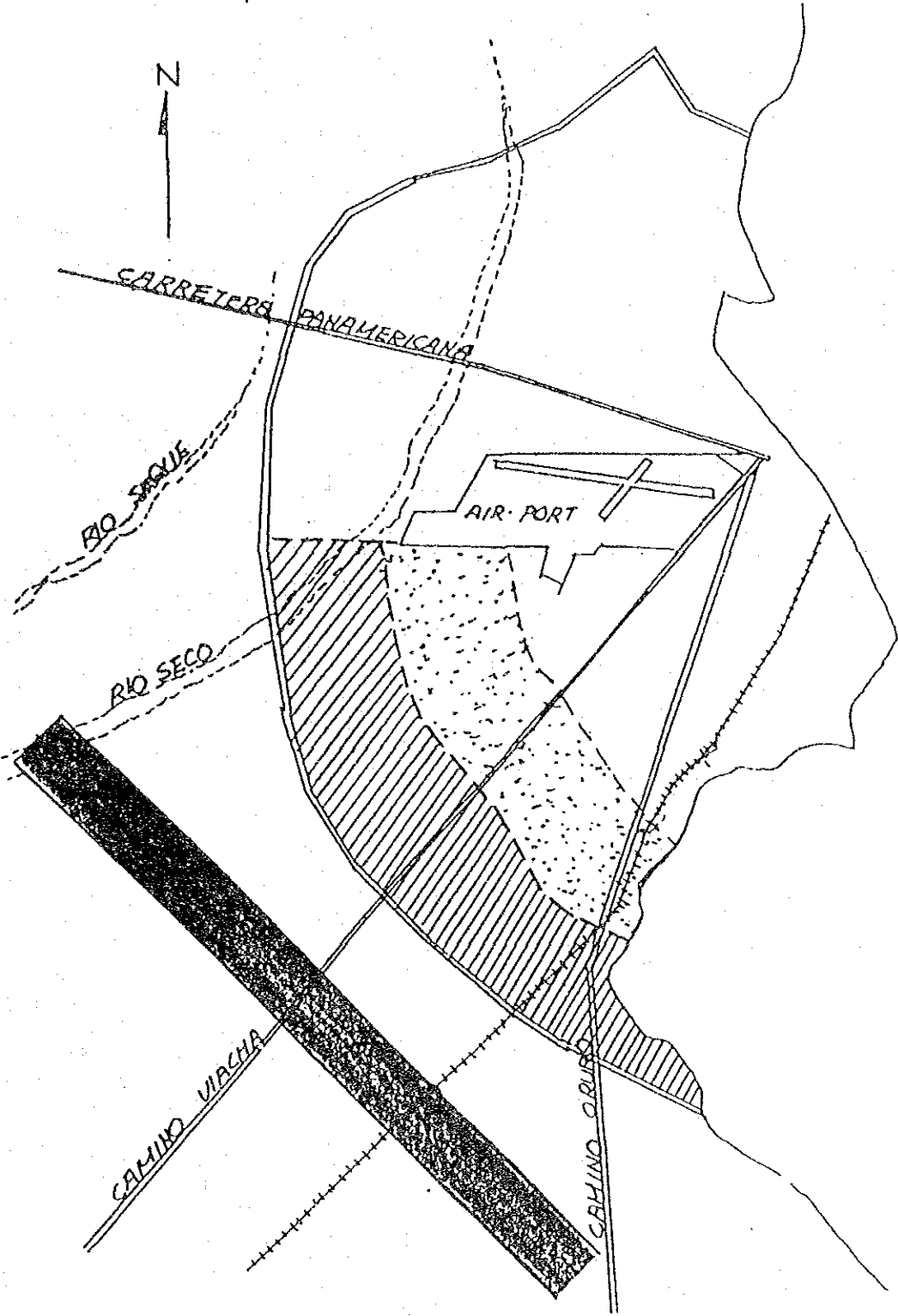


Lic. Fernando Cossio
Vice-Minister in charge of Public Investment
and International Cooperation,
Ministry of Planning and Coordination

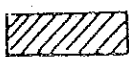
ATTACHMENTS

1. The objective of the Project is to develop a water supply system, using the groundwater as water source, in the southern part of El Alto City.
2. The project area is in the southern part of El Alto City, which is shown in Annex I.
3. The Servicio Autónomo Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SAMAPA) will be responsible for the administration and execution of the Project.
4. The Team will convey to the Government of Japan the desire of the Government of the Republic of Bolivia which is listed in Annex II under the Japan's Grant Aid Scheme.
5. The Government of Bolivia understood Japan's Grant Aid System as explained by the Team.
6. The Government of Bolivia will take necessary measures listed in Annex III on condition that Grant Aid by the Government of Japan is extended to the Project.

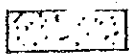
The project area



SA
R



Supply Area A



Supply Area B
(excluding distribution pipes)



Well Site

Requests made by the Government of the Republic of Bolivia

Main facilities to be provided for the project under the Japan's Grant Aid are as follows;

- a. Intake facilities
- b. Conveyance facilities
- c. Pumping station and transmission facilities
- d. Reservoir and distribution facilities
- e. Electrical facilities
- f. Appurtenant facilities

Handwritten mark

Handwritten mark

Handwritten mark

Arrangements to be taken by the Government
of the Republic of Bolivia

1. To secure land necessary for the construction of the facilities and to clear, fill and level the site as needed before the start of the construction.
2. To construct and prepare the access road to the project site.
3. To provide facilities for the distribution of electricity, gas, telephone and other incidental facilities.
4. To provide the space necessary for temporary offices, working areas, stock yards and others.
5. To ensure prompt unloading, tax exemption and customs clearance at port of disembarkation and prompt internal transportation therein of the products purchased under the grant.
6. To exempt Japanese nationals engaged on the Project from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the Republic of Bolivia with respect to the supply of the products and the services under the verified contracts.
7. To accord without delay to Japanese national whose services may be required in connection with the supply of the products and services under the verified contract such facilities as may be necessary for their entry into the Republic of Bolivia and their entry into the performance of their work.
8. To maintain and use properly and effectively the facilities constructed under the grant .
9. To bear all the expenses, other than those to be borne by the grant, necessary for the construction of the facilities.

List of Participants

The Basic Design Study Team

Mr. Norio NISHIHATA :Leader
Deputy Head,
First Basic Design Study Division,
Grant Aid Planning and Survey Dept., JICA

Mr. Masaaki KINOSHITA :Water Supply Planner
Deputy Director, Planning Division,
Water Supply &
Environmental Sanitation Dept.,
Ministry of Health and Welfare

Mr. Masaaki SHINDO :Facility Planner,
Kyowa Engineering Consult. Co., Ltd (KEC)

Mr. Suenori ISAYAMA :Civil Engineer (KEC)

Mr. Mitsurou TACHIMOTO :Power Supply & Equipment Planner (KEC)

Mr. Masayuki IGAWA :Hydrogeologist/Drilling Supervisor (KEC)

Bolivia Side

SAMAPA

Ing. Luis Aliaga Doria Medina :Gerente General

Ing. Enrique Medina :Gerente Técnico

Ing. Alfonso Pomarino :Jefe Dirección Asesoría de
Planificación

Ing. José Antonio López :Dirección Planificación

Ing. Alberto Chávez :Dpto. de Plantas de Tratamiento

Ing. Marco Romay :Dpto. de Mantenimiento

Ing. Angel Zeballos Deheza :Dpto. de Hidrología

Ing. José Lisarazu :Jefe Dpto. de Geología Aplicada
(GEOBOL)

Ing. Alfredo Soria :Subjefe Dpto. de Geología
Aplicada (GEOBOL)

Ministerio de Planeamiento y Coodinación

Lic. Fernando Cossio :Subsecretario de Inversiones
Públicas

Dr. José Luis Ergueta :Director de Cooperación
Internacional

Lic. Victor Hugo Bacarreza :Cooperación Japonésa

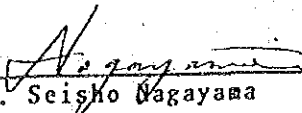
MINUTES OF DISCUSSIONS
ON
THE BASIC DESIGN STUDY
ON
THE PROJECT FOR GROUND WATER DEVELOPMENT
AT EL ALTO CITY
IN
THE REPUBLIC OF BOLIVIA


In response to the request made by the Government of the Republic of Bolivia, the Government of Japan decided to conduct a basic design study on the Project for Ground Water Development at El Alto City (hereinafter referred to as "the Project") and the Japan International Cooperation Agency (JICA) sent a basic design study team headed by Mr. Norio Nishihata, Deputy Head, First Basic Design Study Division, Grant Aid Planning and Survey Department, JICA from March 25 to May 8, 1988.


As a result of the study, JICA prepared a Draft Final Report and dispatched a team headed by Mr. Seisho Nagayama, Deputy Head, General Affairs Division, Okinawa International Center, JICA to explain it and discuss with the relevant authorities of the Government of Bolivia from July 22 to August 7, 1988.

As a result of the discussions both parties agreed to recommend to their respective Governments that the major points of understanding reached between them, attached herewith, should be examined towards the realization of the Project.

July 29, 1988


Mr. Seisho Nagayama
Team Leader
Basic Design Study Team
Japan International Cooperation
Agency


Ing. Luis Aliaga Doria Medina
General Manager
SAMAPA


Lic. Fernando Cossio
Vice- Minister in charge of Public
Investment and International Cooperation
Ministry of Planning and Coordination

ATTACHEMENT

1. The Bolivian side has in principle agreed to the basic design proposed in the draft final report.
2. The Bolivian side has reconfirmed that the necessary measures to be taken by Bolivian side for the realization of the Project shown in Annex-3 as agreed upon in the Minutes of Discussions dated April 4, 1988.
3. The final report (10 copies) will be submitted to the Government of Bolivia by the end of September, 1988.

Naga
R

4

2. MIEMBROS DE LA MISION

Ing. Norio Nishihata	Jefe de la Misión
Ing. Masaaki Kinoshita	Planificación del Sistema de Abastecimiento de Agua
Ing. Masaaki Shindo	Planificación de las Instalaciones
Ing. Suenori Isayama	Diseño de las Instalaciones
Ing. Mitsuo Tachimoto	Electricidad e Instrumentación
Ing. Masayuki Igawa	Hidrología, Geología y Perforación de Pozos

3. ACTIVIDADES DE LA MISION EN BOLIVIA

No.	FECHA	PROGRAMADO
1	3/25	Salida de Narita
2	3/26	
3	3/27	Llegada a La Paz
4	3/28	Oficina JICA, Embajada, Ministerio de Planeamiento y Coordinación Alcalde de La Paz Protocolo
5	3/29	SAMAPA Protocolo
6	3/30	Alcalde de El Alto Protocolo, Consultación SAMAPA
7	3/31	SAMAPA, Ministerio de Planeamiento y Coordinación, JICA y Embajada Consulta Sobre Minuta
8	4/1	Confirmación del Proyecto Básico
9	4/2	- do -
10	4/3	- do -
11	4/4	Firma de la Minuta
12	4/5	Salida de la Misión Oficina de Bolivia
13-41	4/6 - 5/4	Exploración, Geodecia, Sondaje Plano de Suministro de Agua Plan de Instalaciones Plan Instaraciones de Eléctrica
25	4/19	Ing. Mitsuo Tachimoto Salida de Bolivia

- | | | |
|----|------|--|
| 42 | 5/5 | Ing. Masaaki Shindo y Ing. Suenori Isayama Salida de Bolivia |
| 45 | 5/8 | Llegada a Narita |
| 49 | 5/12 | Ing. Masayuki Igawa Salida de Bolivia |

4. RELACION DE LAS PERSONAS ENTREVISTADAS

(1) SAMAPA (Servicio Autónomo Municipal de Agua Potable y Alcantarillado)

Ing. Luis Allaga Doria Medina	Gerente General
Ing. Enrique Medina	Gerente Técnico
Ing. Alfonso Pomarino	Asesoría de Planificación
Ing. Jose Antonio Lopez	Asesoría de Planificación
Ing. Alberto Chavez	Dpto. de Plantas de Tratamiento
Ing. Marco Romay	Dpto. de Mantenimiento
Ing. Angel Zeballos	Dpto. de Higrología

(2) Ministerio de Planeamiento y Coodinación

Lic. Fernando Cossio	Subsecretario de Inversiones Públicas
Dr. José Ergueta	Director de Cooperación Internacional
Lic. Victor Hugo Bacarreza	Cooperación Japonesa

(3) GEOBOL (Servicio Geológico de Bolivia)

Ing. José Lisarazu	Jefe Dpto. de Geología Aplicada
Ing. Alfredo Soria	Sub-Jefe Dpto. de Geología Aplicada
Ing. René Enriquez	Sub-Jefe Dpto. de Geología Aplicada

(4) GTZ (Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit)

Lic. Joachim Rushe	Asesor Jefe de Fortalecimiento Institucional
--------------------	---

(5) Alcaldía Municipal de El Alto

Lic. julio Muñoz Vargas	Alcalde de El Alto
Ing. Ruben Fernandez	Asesor de Técnico

(6) Embajada del Jpon en Bolivia

Sr. Takeyoshi Ito

Embajador

Sr. Shinzo Uchimura

Consejero

Sr. Tsuyoshi Takano

Secretario

Lic. Jorge Omoya Benitez

Secretario

(7) Oficina JICA en La Paz

Sr. Shiro Imayuki

Representante

Sr. Saburo Yamaguchi

Adjunto

Sr. Takahiko Kasama

Adjunto







5. SITUACION DEL SANEAMIENTO EN LATINOAMERICA

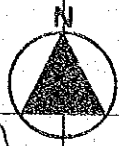
PAIS, REGION	Población	Tasa de		Vida Promedio	Mortalidad de		Morbilidad de		Población sin	
		Crecimiento	P B I		Lactantes por cada 1,000 nacimientos	Lactantes por cada 100,000 habitantes	Agua Potable	Alcantarillado		
BRASIL	127,942	2.4	-	64	57	-	-	-	-	-
MÉXICO	77,900	2.1	1,095	69	32	6,566	30	51	31	51
ARGENTINA	26,525	1.5	1,095	-	-	-	46	-	-	31
COLOMBIA	27,476	2.0	1,112	63	57	8,000	-	-	-	-
PERU	19,698	2.6	585	59	99	900	48	53	-	53
VENEZUELA	17,317	2.7	1,118	70	36	4	-	-	-	-
CHILE	12,172	1.7	2,408	68	20	186	14	15	-	15
ECUADOR	9,378	2.9	724	64	45	6,162	43	46	-	46
GUATEMALA	7,963	2.9	1,535	61	65	672	42	46	-	46
BOLIVIA	6,429	2.8	-	53	-	-	57	79	-	79
DOMINICA	6,243	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HAITI	5,269	1.4	320	54	125	50,000	62	79	-	79
EL SALVADOR	4,773	1.9	1,143	60	65	10,250	39	46	-	46
HONDURAS	4,372	3.4	733	62	80	4,462	55	72	-	72
PARAGUAY	3,681	2.9	1,526	65	30	1,146	78	51	-	51
NICARAGUA	3,272	3.4	-	-	-	-	52	-	-	-
COSTARICA	2,463	2.5	1,262	74	19	8	7	5	-	5
PANAMA	2,141	2.2	898	71	26	-	20	19	-	19
TORINIDADADY TOBAGO	1,176	1.6	-	67	19	-	2	1	-	1
GUYANA	817	1.1	-	-	41	634	18	90	-	90
SURINAM	402	3.0	-	66	34	-	3	0	-	0
BARBADOS	253	0.2	4,889	73	-	-	1	-	-	-
BAHAMAS	231	1.9	7,556	-	22	683	-	-	-	-
BELIZE	162	3.0	-	-	-	-	34	15	-	15
CAIMAN	21	4.0	13,000	75	11	1,841	-	-	-	-
TURKYCALCOS	9	-	-	-	32	-	-	-	-	-

FUENTE : JICWELS

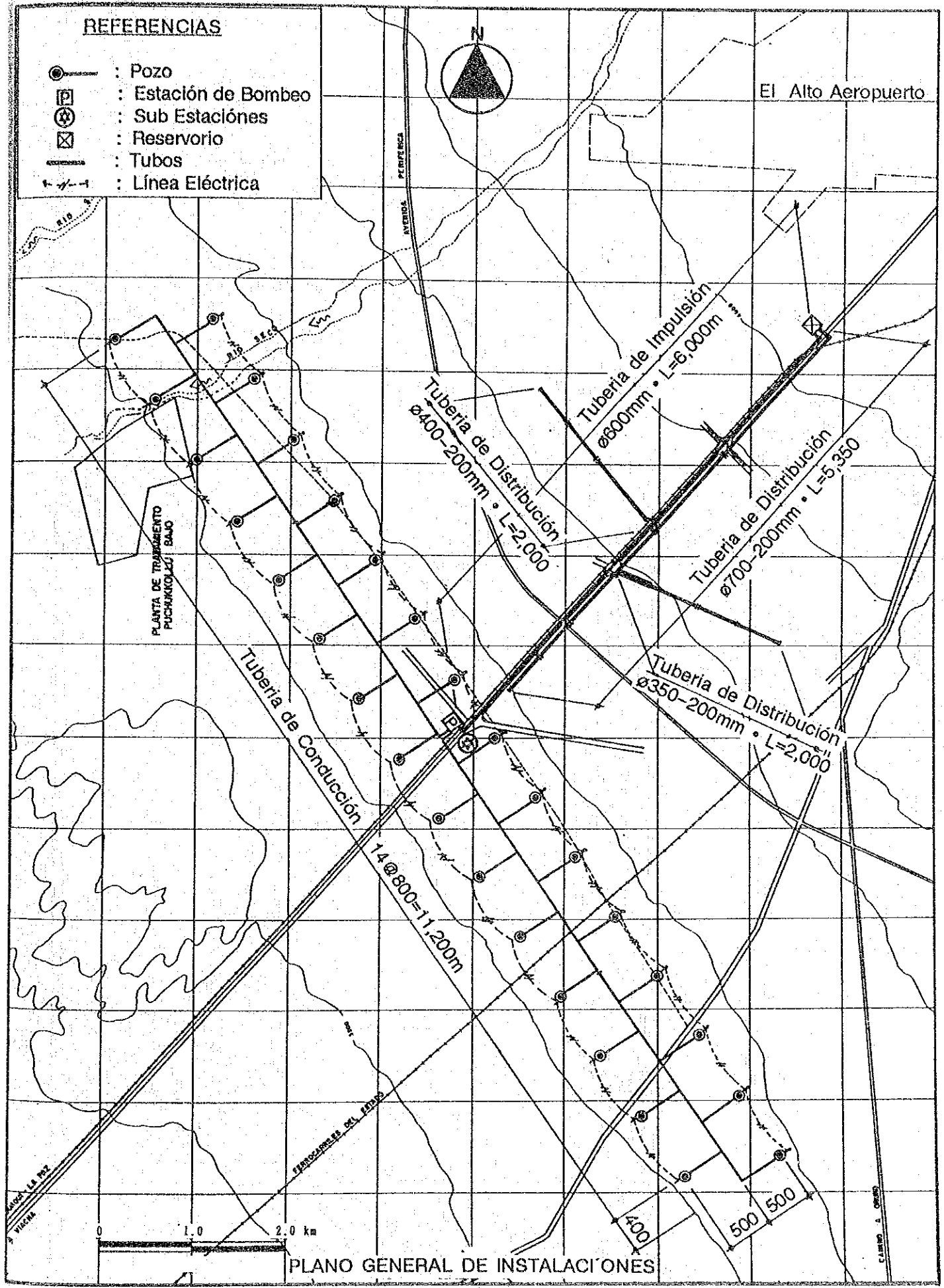
PLANOS DE DISEÑO BASICO

REFERENCIAS

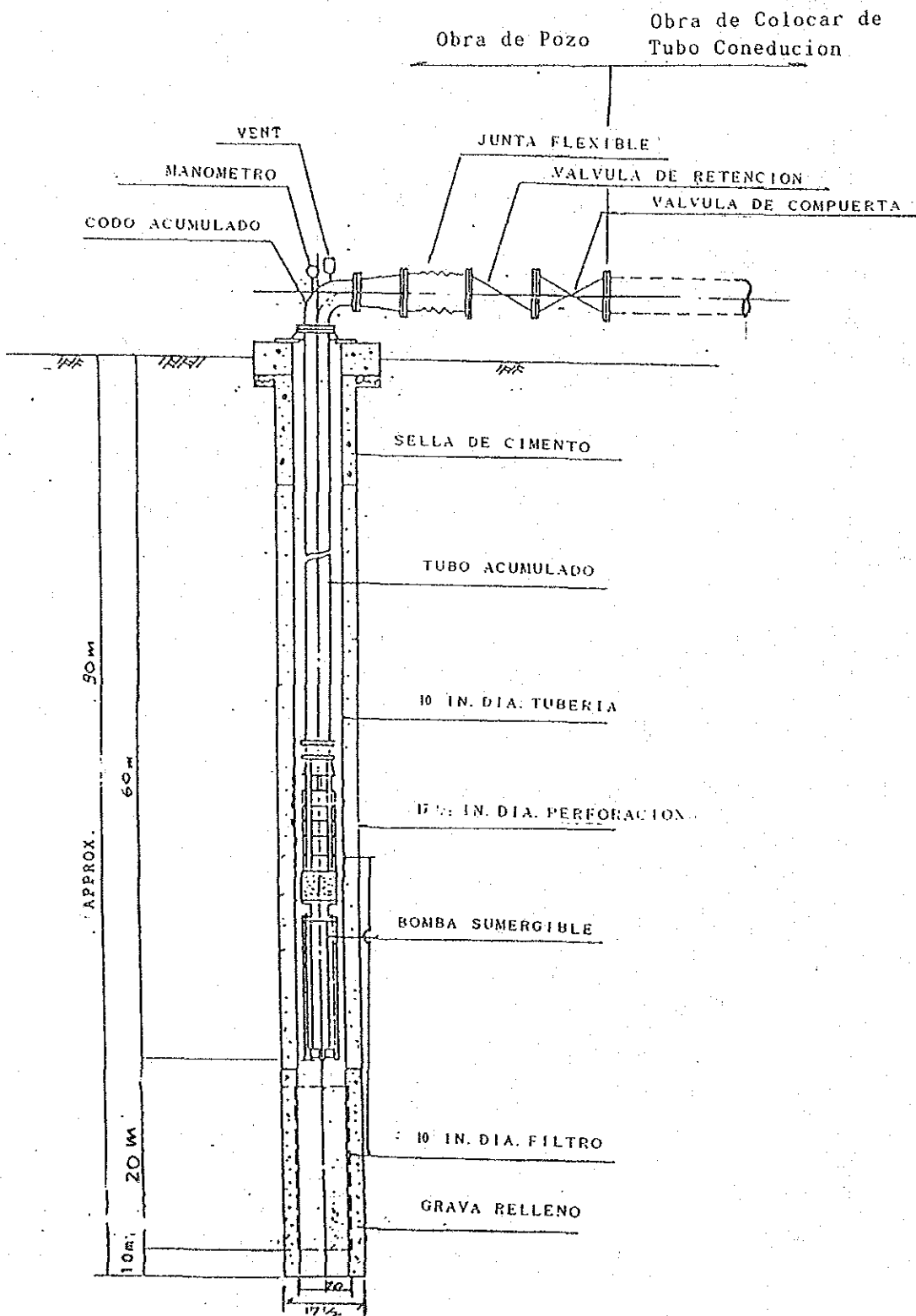
-  : Pozo
-  : Estación de Bombeo
-  : Sub Estaciones
-  : Reservorio
-  : Tubos
-  : Línea Eléctrica



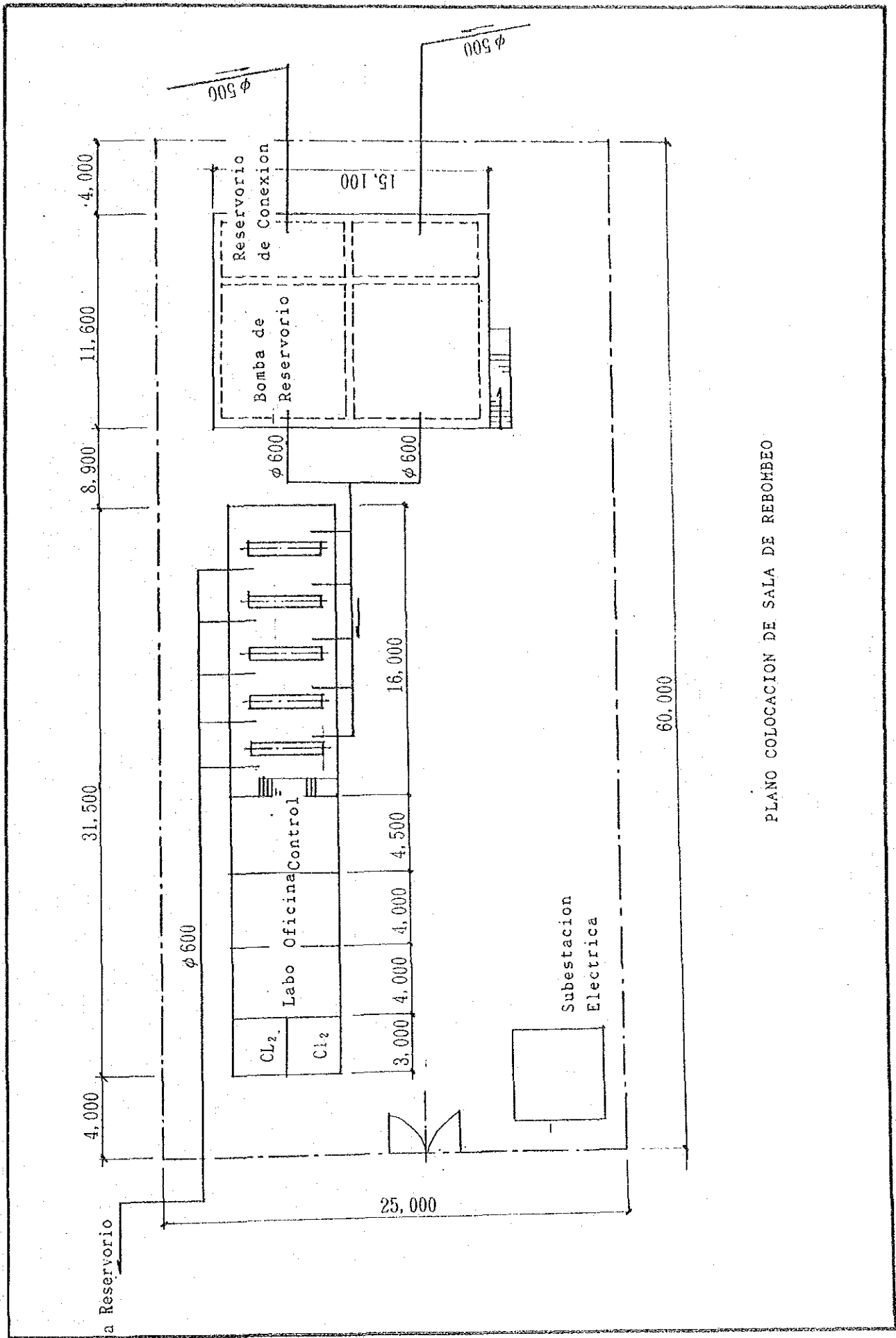
El Alto Aeropuerto



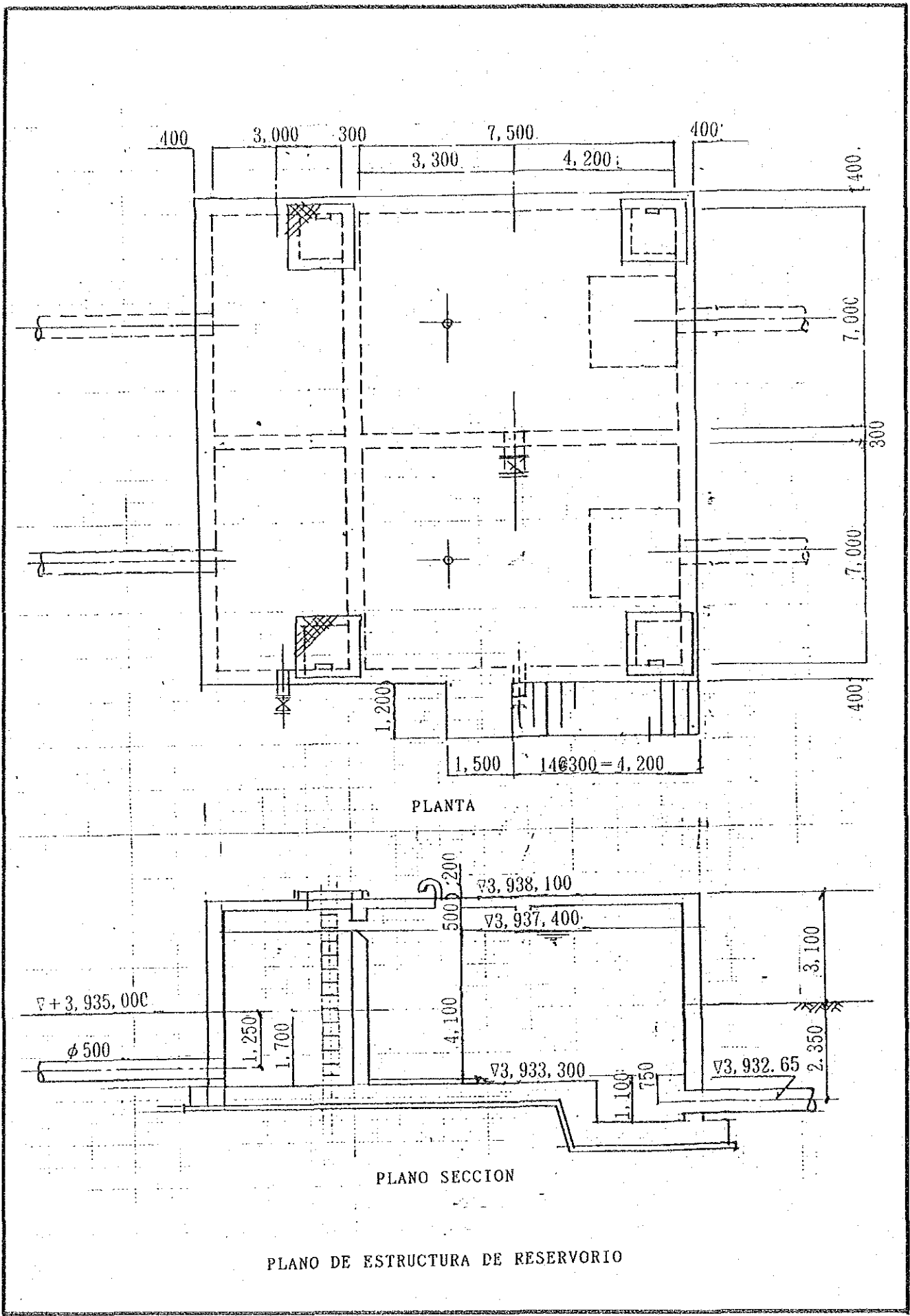
PLANO GENERAL DE INSTALACIONES



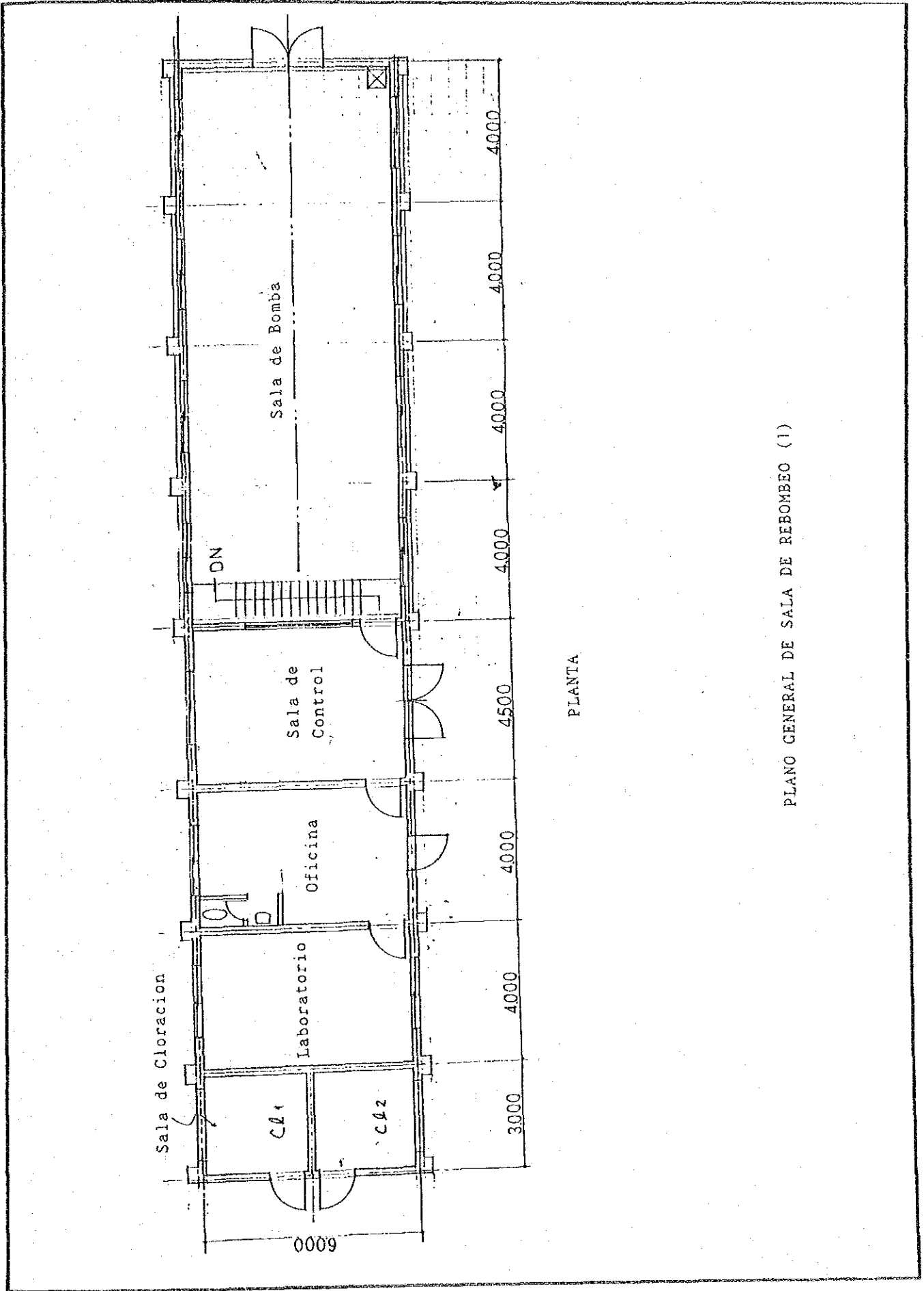
PLANO ESTRUCTURA DE POZO



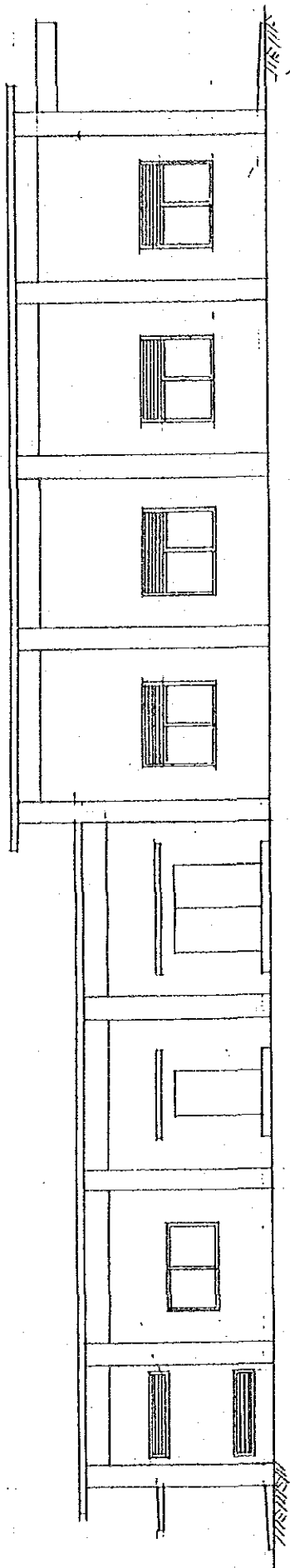
PLANO COLOCACION DE SALA DE REBOMBEO



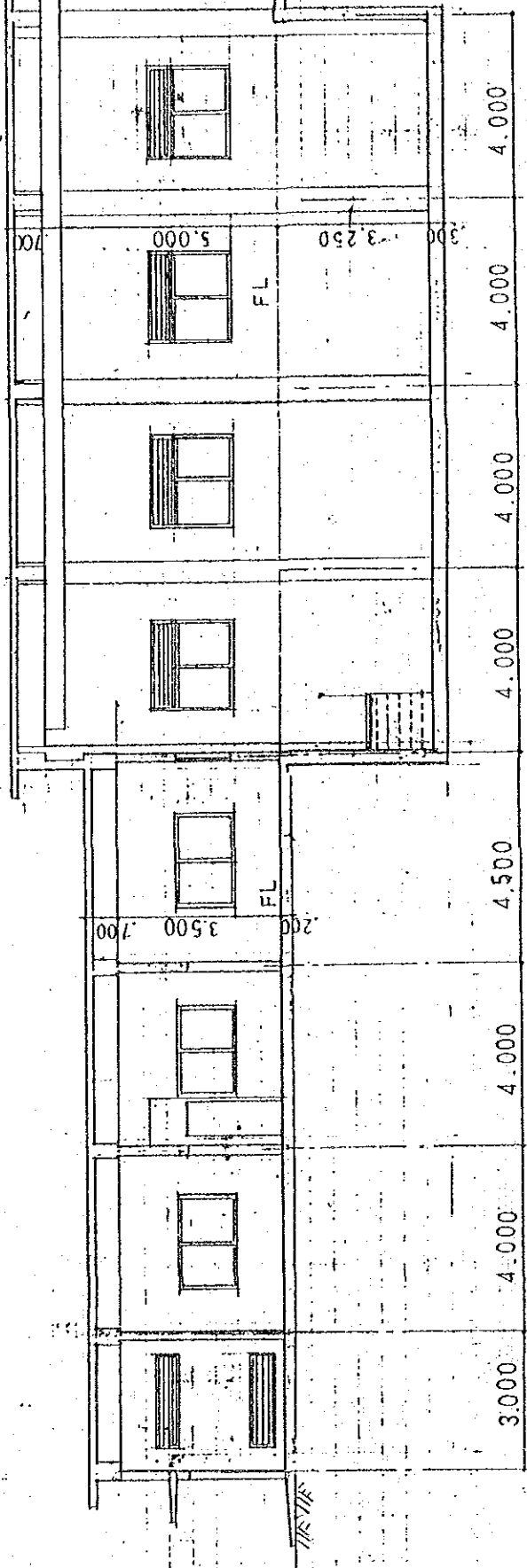
PLANO DE ESTRUCTURA DE RESERVORIO



PLANO GENERAL DE SALA DE REBOMBEO (1)

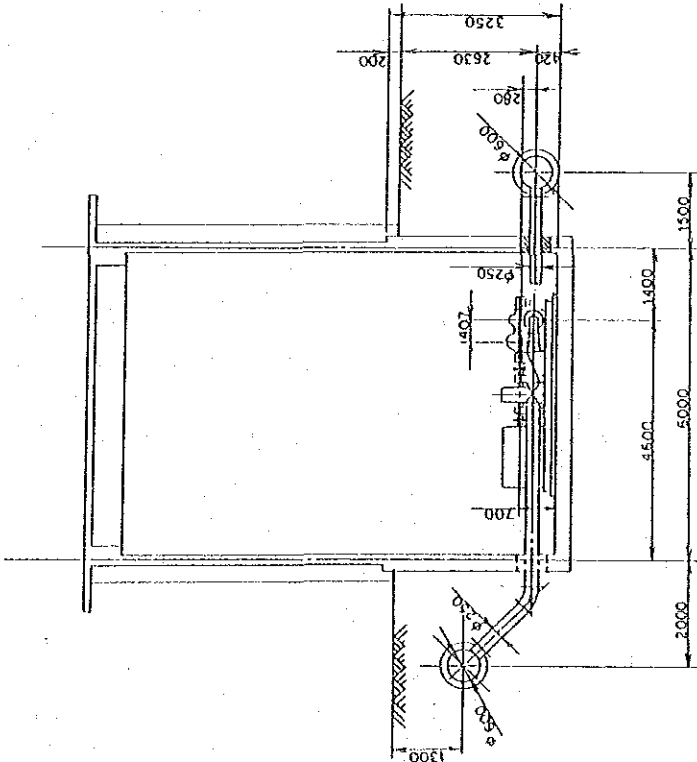
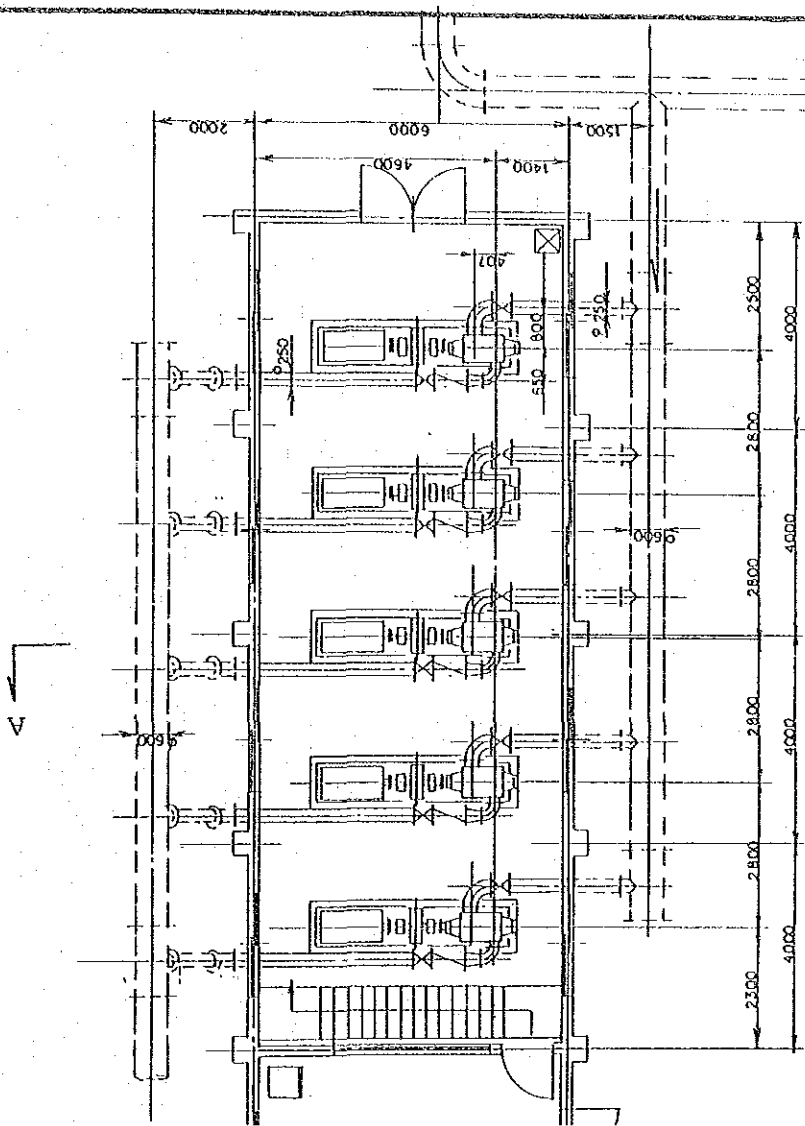


ELEVACION



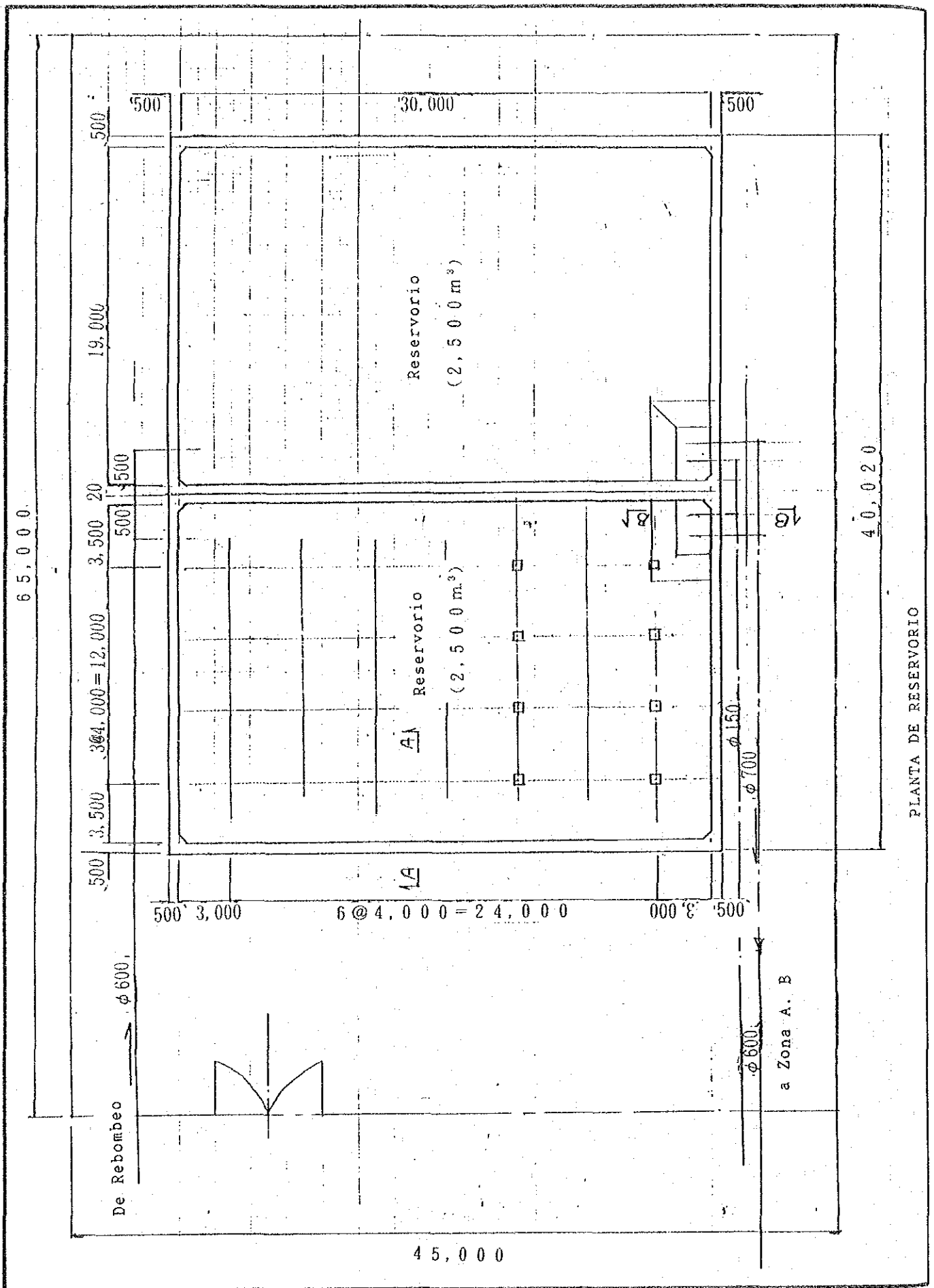
PLANO SECCION

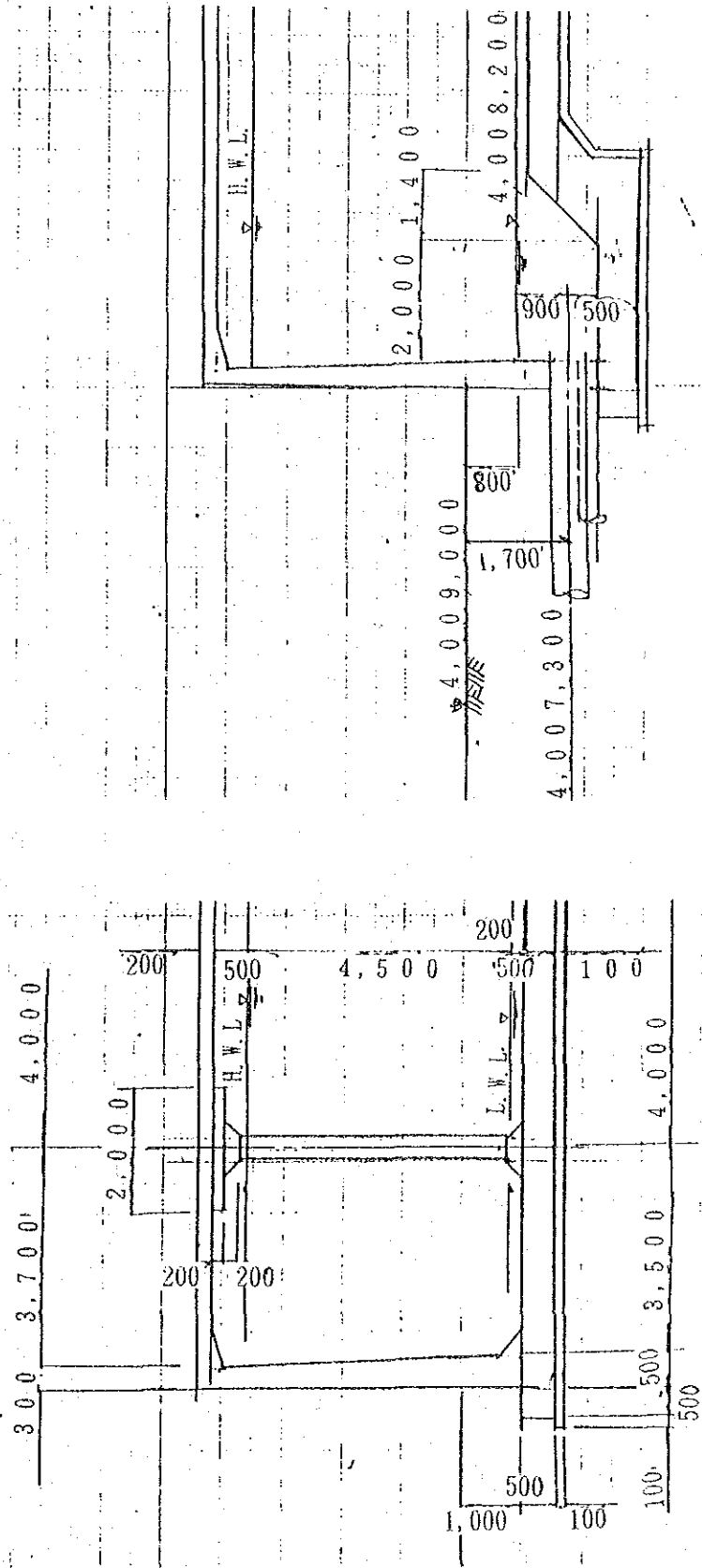
PLANO GENERAL DE SALA DE REBOMBEO (2)



A - A SECCION

PLANO DE COLOCAR DE INSTALACION DE BOMBA

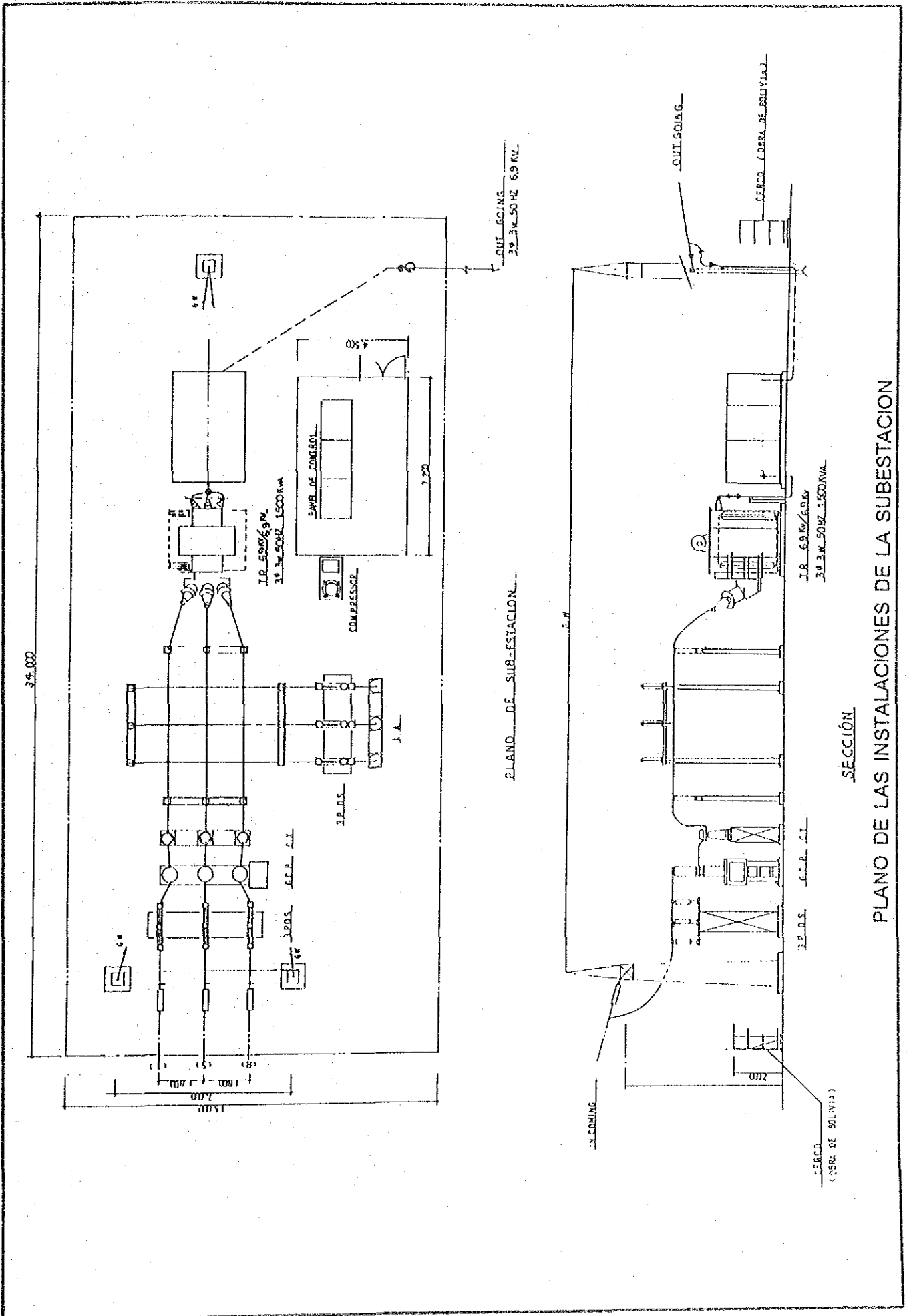




B - B SECCION

A - A SECCION

PLANO DE ESTRUCTURA DE RESERVORIO



EXISTING 69 KV 3.3 MW 50HZ

CABLE DE 25 MM²

0.5 3P ST
72 KV 600A
200M

G.C.B.
72 KV 800A
25 KA

O.C.H.
3

O.C.R.
1.500 KVA

I.R.
3.3 3W
69 KV 6.9 MW
1.500 KVA

I.R.S.
72 KV
200A

I.A.
3.3 3W
69 KV 6.9 MW
25 KVA

O.C.B.
72 KV 600A
O.C.R.

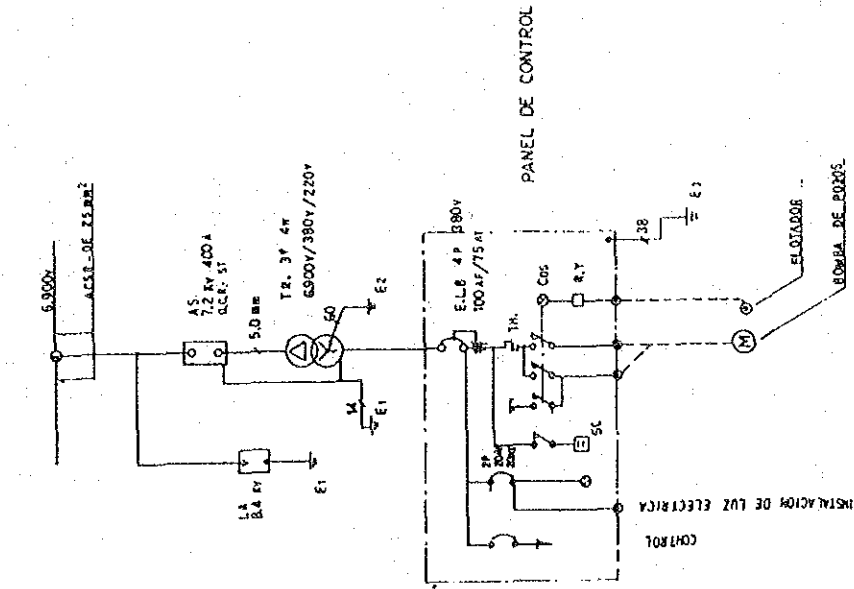
D.S.
7.2 KV

D.S.
7.2 KV

L.A.
8.4 KV 5KA

E.S.P. 50

OUT 600V



Tr	POZOS	CABLE
30 KVA	26 PIS	A-1-8 A-11-15 CV 22*-4C
25 KVA	4 PIS	A-7-10 CV 12*-4C

DIAGRAMA MONOLINEAL DE LA INSTALACION ELECTRICA PARA LAS BOMBAS DE POZOS

DIAGRAMA MONOLINEAL DE LA INSTALACION ELECTRICA PARA PRINCIPAL SUB-ESTACION

JICA