

materiales de construcción de pozos, utilizando de 4 a 5 perforadoras.

### 3-3 Diseño Básico

#### 3-3-1 Plan de Sitio y Distribución

Se determinaron seis sub-áreas de distribución, las que se ilustran en la Figura 3-1 "Mapa de Sub-áreas de Servicio"; cada una de las cuales tienen su propio tanque de distribución, a excepción de Santo Domingo, aunque de poca capacidad. Por lo tanto, los Tanques de Schick y San Judas serán ampliados dada su condición topográfica favorable, mientras que los de Km8, Unán y Altamira se proyecta cubrir su falta de capacidad por el nuevo reservorio de Santo Domingo.

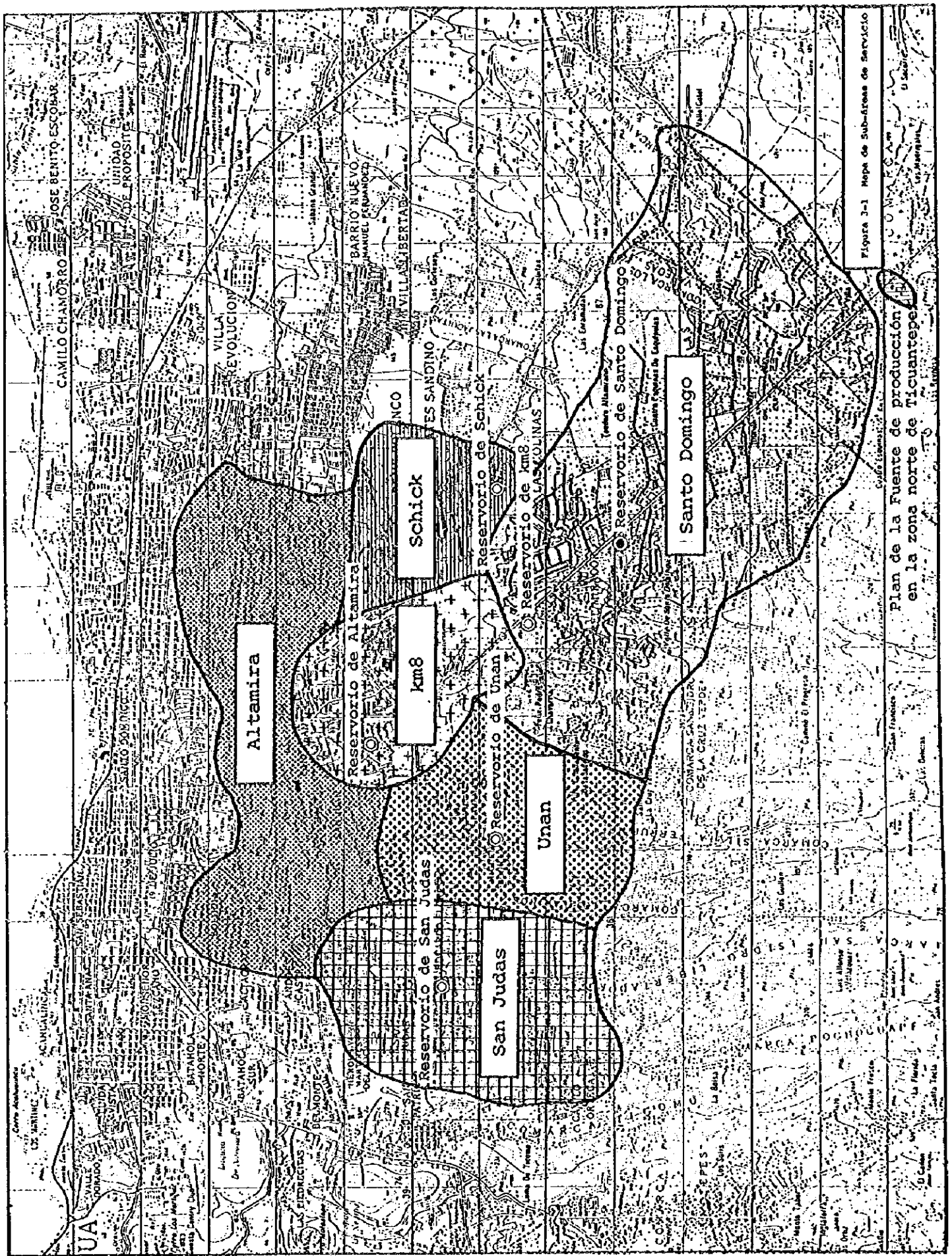
El Proyecto consistirá, tal como se ilustra en la Figura 3-2 "Plano de Distribución de las Instalaciones", para desarrollar las aguas subterráneas al norte de Ticuantepe, para transmitir sus aguas mediante bombeo hasta el reservorio de Santo Domingo, y posteriormente distribuirlas mediante sistema de gravedad a los tanques existentes de Km8, Schick, Unán, San Judas y Altamira.

En la Figura 3-3 "Plano de diseño básico de transmisión y distribución", y en la Figura 3-4 "Plano de diseño básico de tuberías de transmisión y distribución", se ilustran las generalidades del diseño básico del sistema.

Este plan de instalaciones se caracterizan porque: 1) solucionará la falta de agua en las sub-áreas de distribución mediante el aprovechamiento de las instalaciones existentes y; 2) logrará reducir el costo de operación y mantenimiento que hasta ahora se requeriría para bombear las aguas desde una

cota menor a mayor, puesto que la nueva alternativa consiste en transmitir las aguas por gravedad desde el Tanque de Santo Domingo hacia los 5 tanques de distribución ubicada en zonas más bajas.

En consecuencia, tal como se ilustra en la Figura 3-5 "Diagrama de Flujo del Plan de Mejoramiento de Instalaciones de Suministro en la Ciudad de Managua", ya no habrá necesidad de bombear las aguas del Lago de Asososca hacia el Tanque de Altamira, ni de éste último hacia los Tanques de Km8, Schick, Unán y San Judas, logrando ahorrar los costos de operación de bombas hacia zonas más altas. Asimismo, dado que las aguas serán conducidas mediante gravedad desde el gran reservorio de Santo Domingo, la distribución en su sub-área de servicio será mucho más estable.



Plan de la Fuente de producción en la zona norte de Tiquantepe

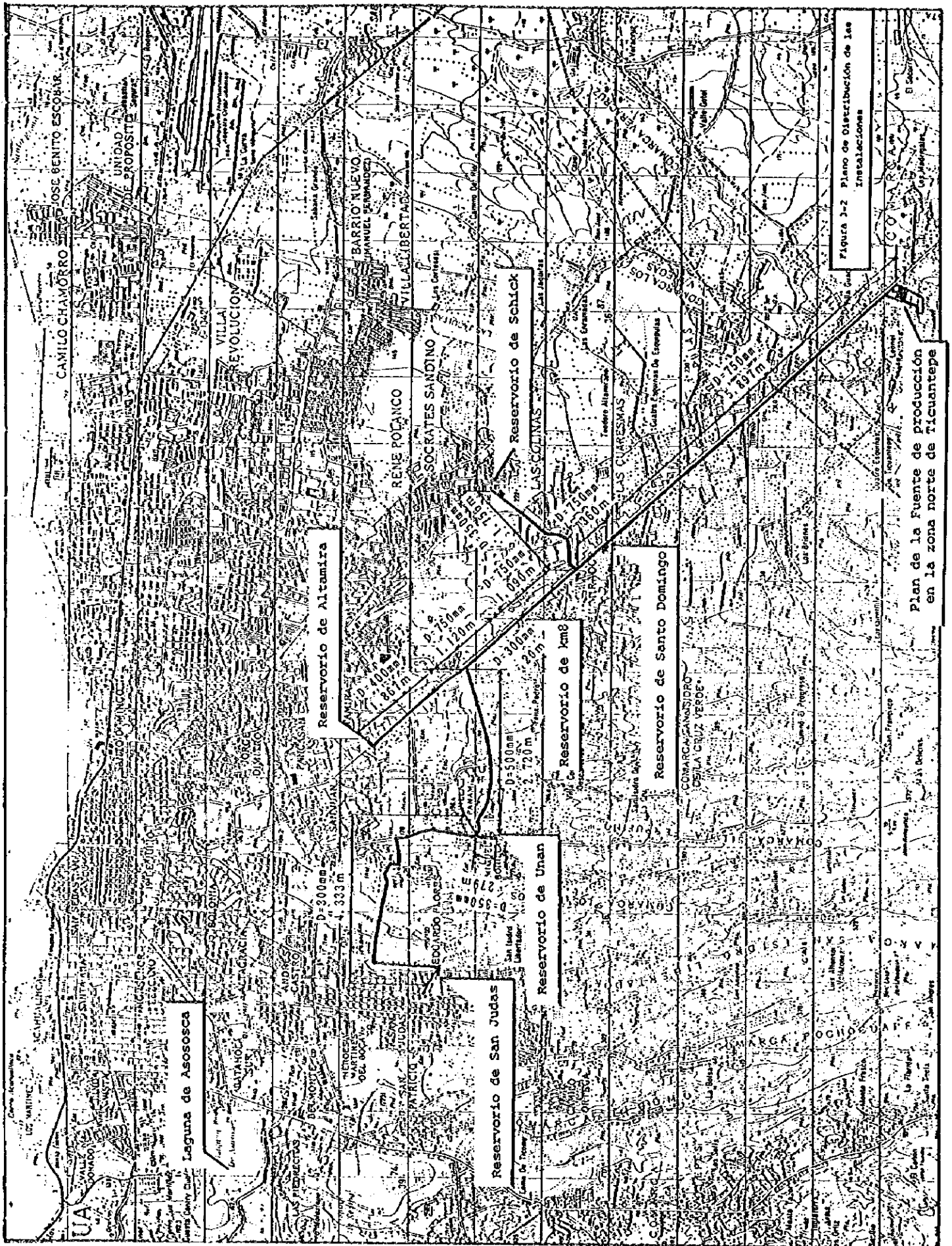


Figura 3-2 Plano de Distribución de las Instalaciones

Plan de la Fuente de producción en la zona norte de Toluca

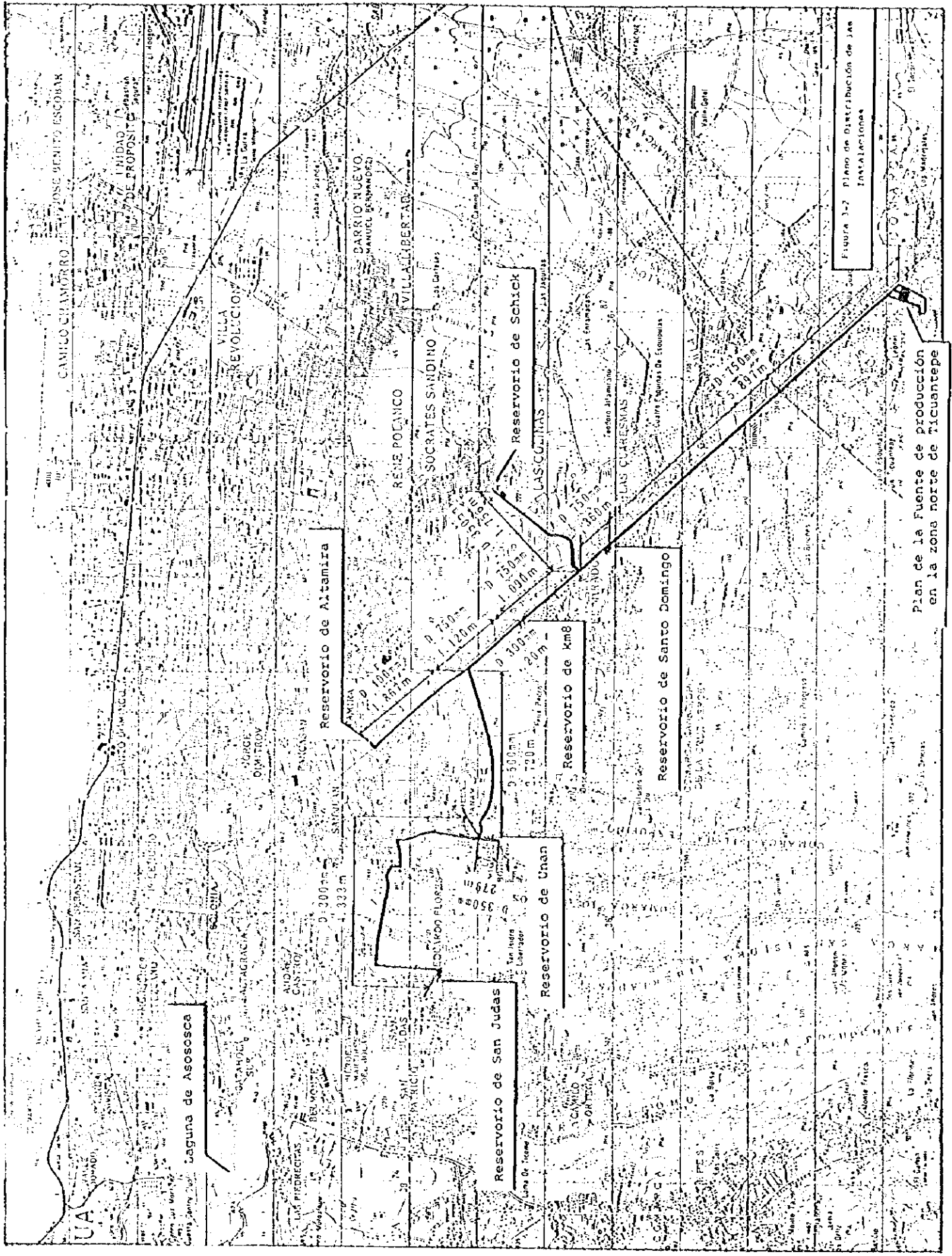


Figura 3-7 Plano de Distribución de JAE Instalaciones

Plan de la Fuente de producción en la zona norte de Tiquantepe

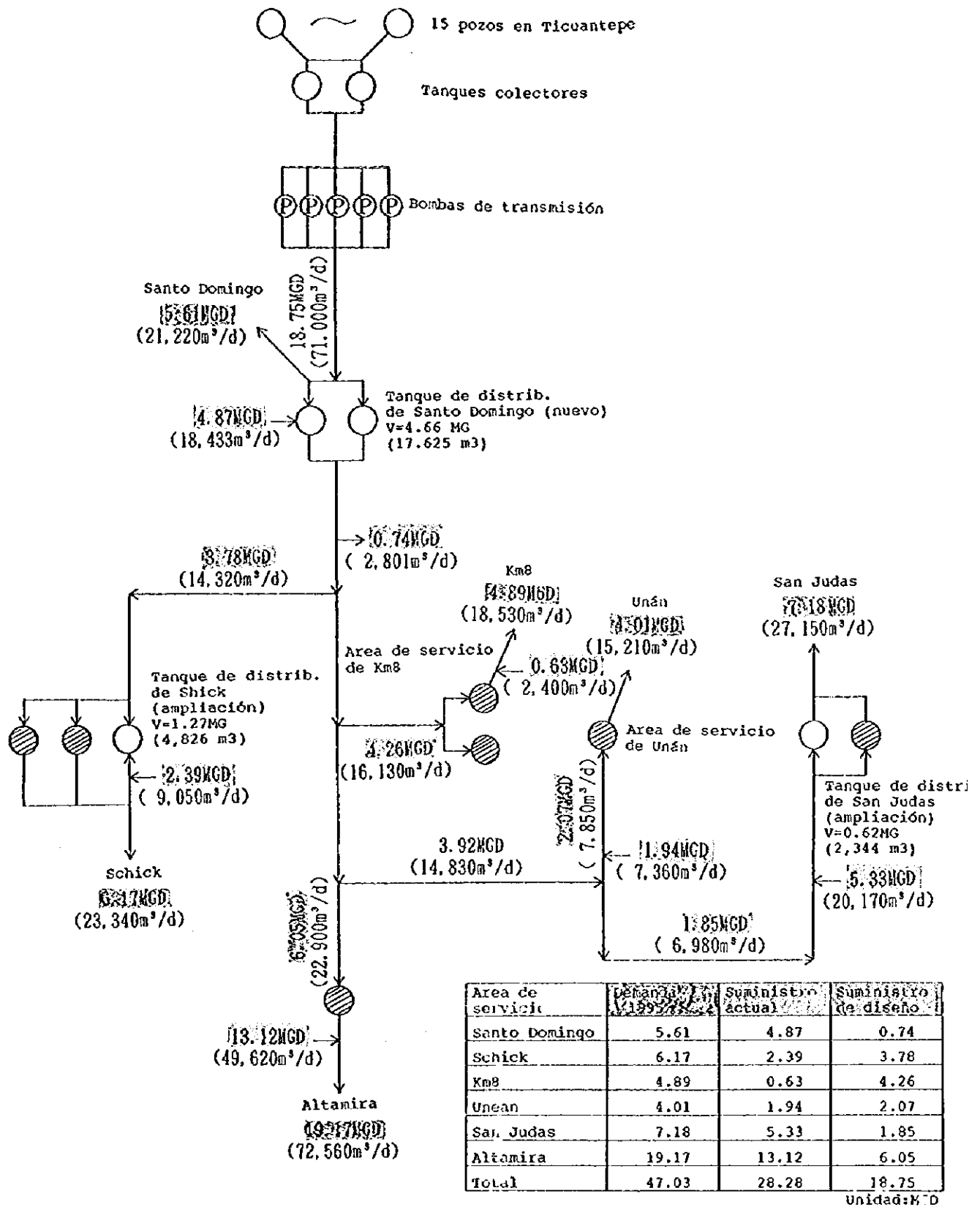


Figura 3-3 Plano de diseño básico de transmisión y distribución

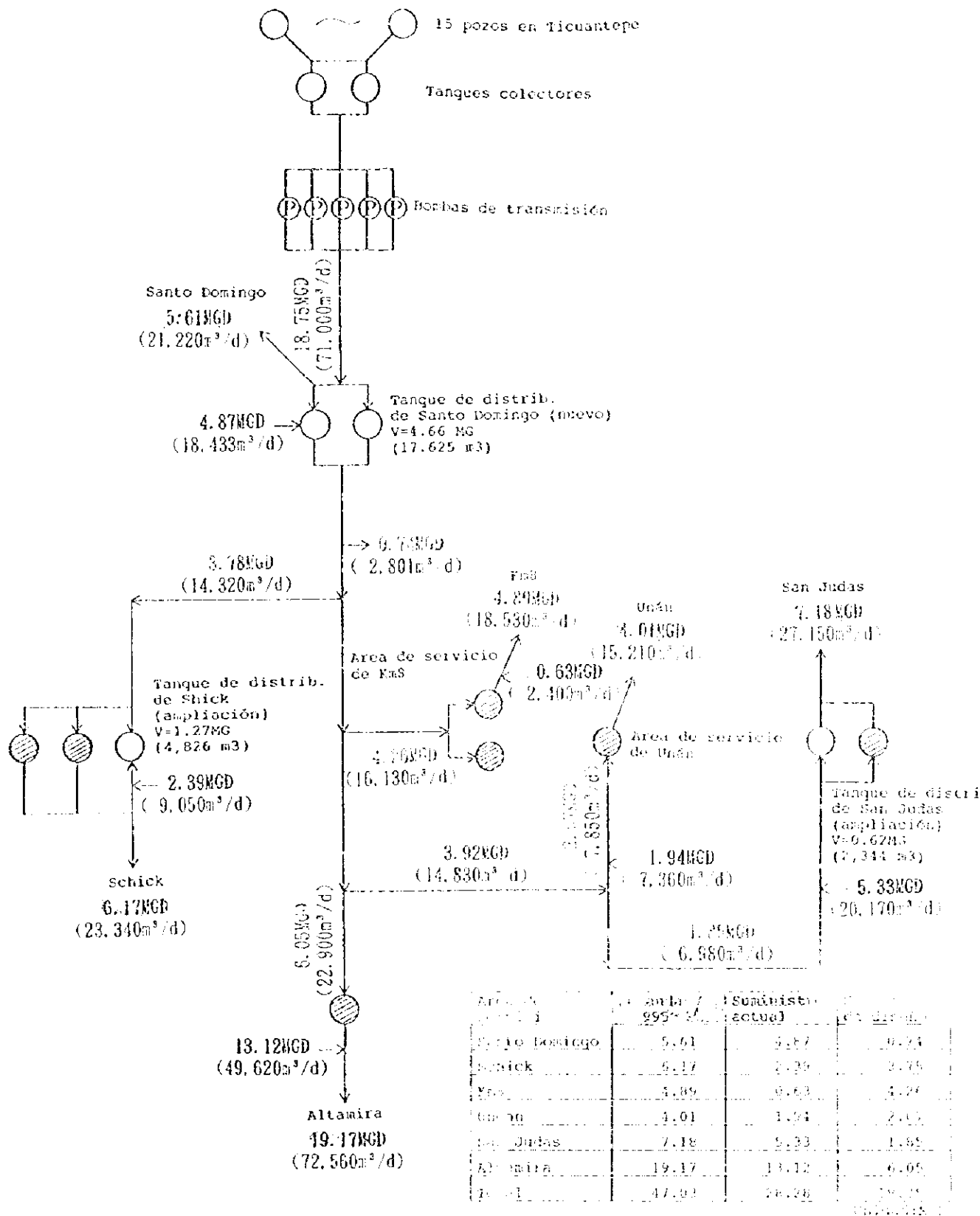
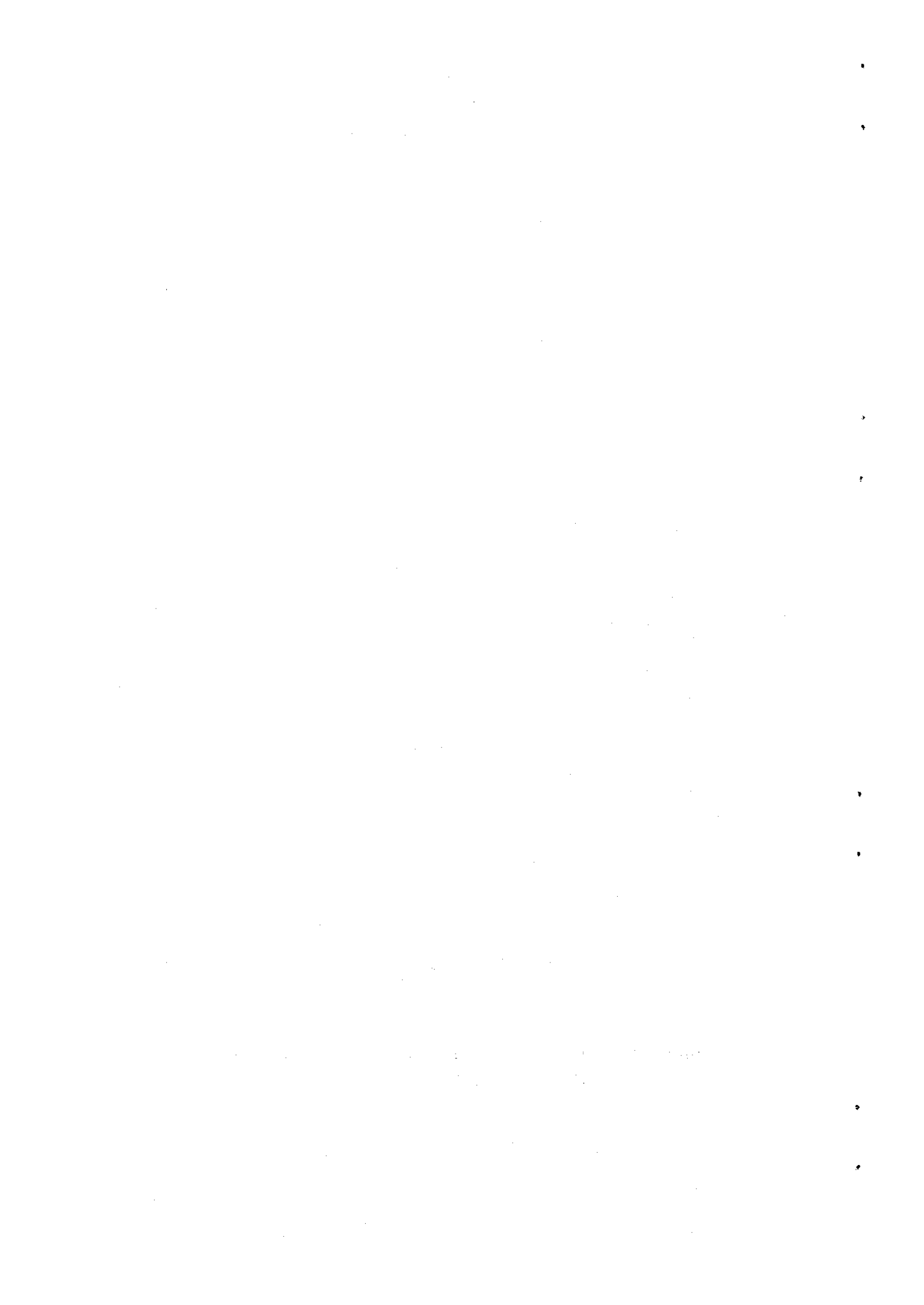


Figura 3-3 Plano de diseño básico de transmisión y distribución





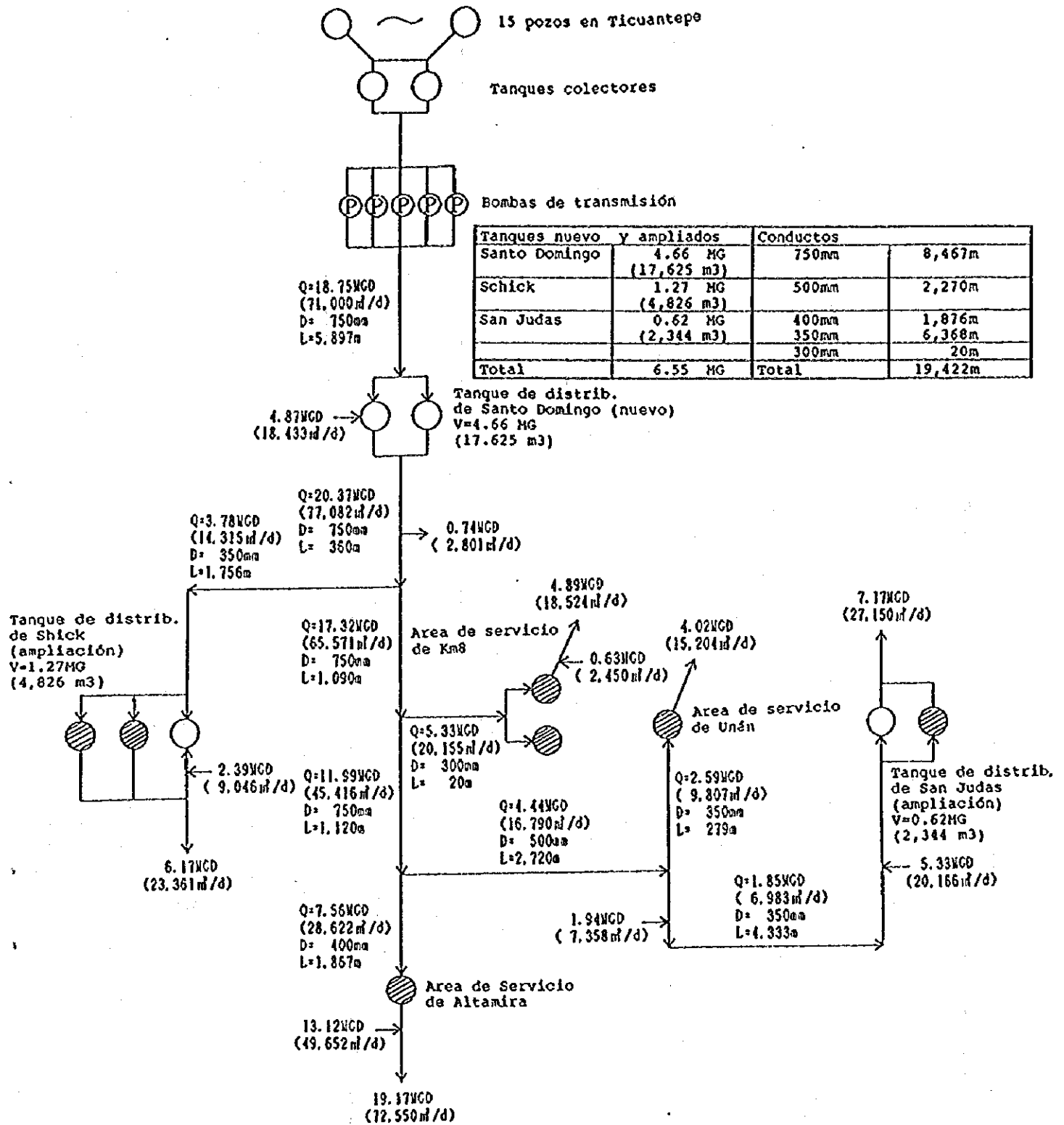
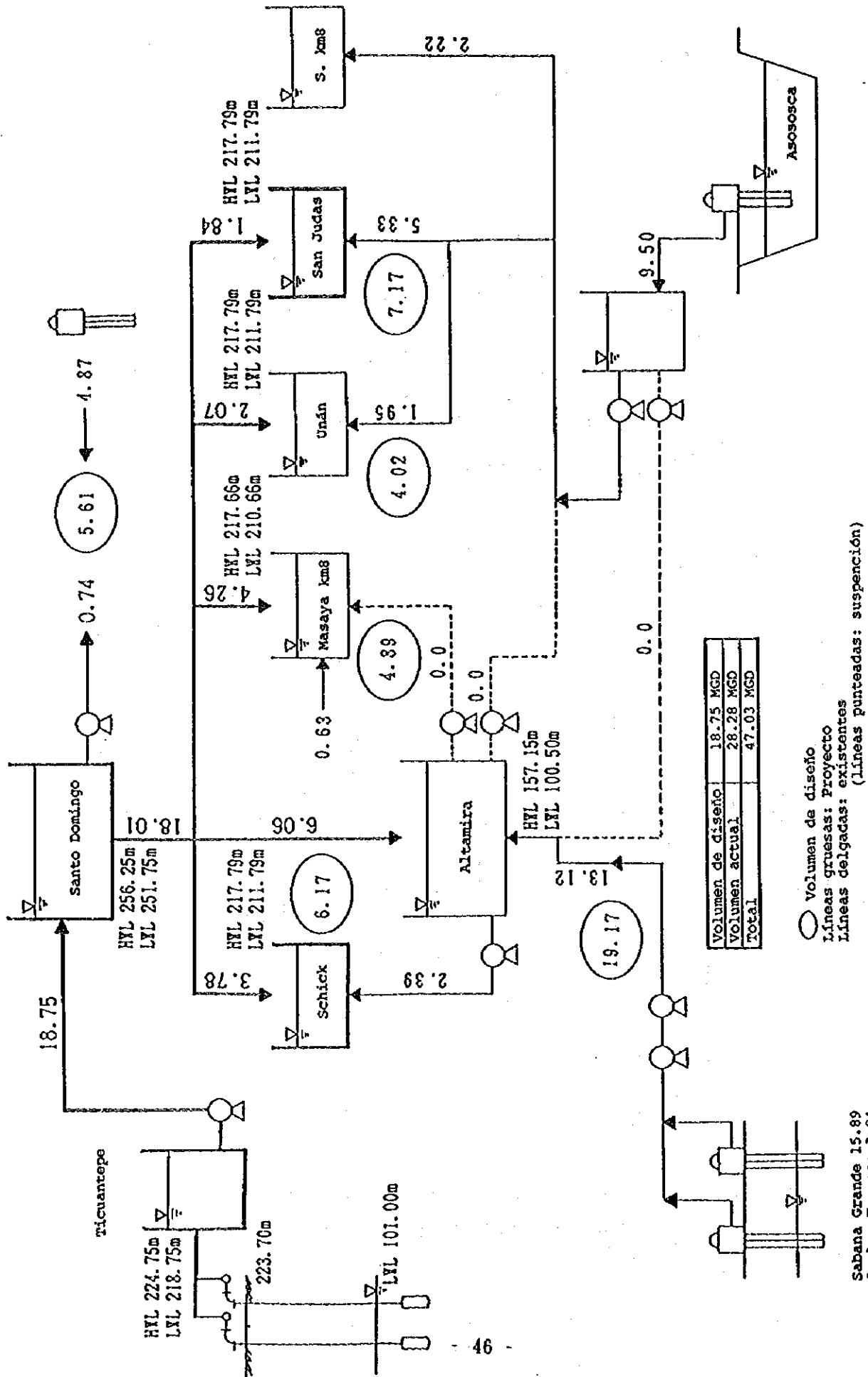


Figura 3-4 Plano de diseño básico de tuberías de transmisión y distribución



Volumen de diseño	18.75 MGD
Volumen actual	28.28 MGD
Total	47.03 MGD

○ Volumen de diseño.  
 Líneas gruesas: Proyecto  
 Líneas delgadas: existentes  
 (Líneas punteadas: suspensión)

Figura 3-5 Diagrama de Flujo del Plan de Mejoramiento de  
 Instalaciones de Suministro en la Ciudad de  
 Managua

Sabana Grande 15.89  
 Carlos Fonseca 3.94

### 3-3-2 Diseño Arquitectónico

#### a. Toma de Agua

Las instalaciones de toma de agua se componen de los pozos profundos, bombas de elevación, tanques colectores, y las tuberías de transmisión desde pozos hasta tanques colectores. Su distribución se ha ilustrado en el "Plano de Distribución de las Instalaciones de Toma de Agua" del Plano de Diseño Básico. Las aguas se tomarán de los 15 pozos que se perforarán al norte de Ticuantepe, dentro de la zona hidrológica oriental de Managua, donde se ha identificado un alto potencial de desarrollo. El volumen medio de elevación por pozo sería de unos 3.3 m<sup>3</sup>/min., con lo que se proyecta elevar 71,000 m<sup>3</sup>/día de los 15 pozos. Inicialmente, había sido solicitado construir 14 pozos, puesto que del único pozo de prueba ubicado en el Area del Proyecto se estimaba que se producía más de 3.5 m<sup>3</sup>/min.

Sin embargo, de los 3 pozos de prueba perforados posteriormente, no se pudo comprobar que el volumen superaba el valor indicado, lo que hizo pensar en la necesidad de incluir un pozo más de reserva. Esta solución, no sólo es válida como para guardar un margen de seguridad, sino también para disminuir el volumen de aspiración de cada bomba, puesto que debido a la limitación que se tiene en el diámetro del pozo, de la que se explicará posteriormente, operar las bombas en las proximidades de su máxima capacidad podría resultar en un rendimiento bajo. En conclusión, el Proyecto incluirá la construcción de 15 pozos.

A continuación se describe el plan básico de los diferentes componentes de toma de agua:

## 1. Estructura de Pozos

Los diámetros de perforación y de terminación de un pozo serán de 16" ó más y 12", respectivamente. Si bien es cierto que para elevar el rendimiento de bombeo es preferible contar con un mayor diámetro, se determinó la dimensión de las estructuras considerando el nivel técnico de los subcontratistas locales, quienes sólo disponen de perforadoras cuya capacidad máxima es de 16". Los encamisados tendrán un diámetro de 12<sup>3/4</sup>" (estándar "API") con juntas enroscadas.

La profundidad de perforación será de 180 a 200 m., con un promedio de 200 m., de acuerdo con los resultados de los pozos de prueba.

La profundidad fue determinada en un promedio de 200m., considerando que el nivel freático del sitio seleccionado oscila entre 110 y 115 m., y que el nivel del acuífero ideal se distribuye entre una profundidad de 120 y 180 m.

Se utilizarán rejillas Johnson o similares con mallas pequeñas y alta tasa de abertura considerando que la geología local está dominada por las cenizas volcánicas arenosas y que se requiere tomar mayor volumen de agua. Entre la rejilla y la pared de perforación existirá una abertura aproximada de 2 pulgadas, en la cual se llenará de grava, para evitar la entrada de arenas al pozo.

Se adjunta el "Plano de Estructura de un Pozo Estándar" como el Plano de Diseño Básico (3).

## 2. Estructura de Sistemas de Bombeo

Las bombas de elevación de los pozos serán sumergibles, ya que el nivel freático está a más de 100 m. de profundidad.

El volumen de descarga fue determinado en 3.5 m<sup>3</sup>/min./unidad, considerando que durante la revisión periódica, las bombas serán detenidas una por una en turno, teniendo que elevar, mientras tanto, 71,000 m<sup>3</sup> diariamente con 14 unidades. (Ordinariamente, se supone que se elevan 3.3 m<sup>3</sup>/min./unidad con 15 bombas.)

La carga de las bombas de elevación fue determinada en 137 m., teniendo el nivel freático natural máximo de GL-115 m, más 8 m. de pérdida de carga y 14 m. que es la diferencia entre los niveles de agua de los tanques colectores y de la carga. El desglose de la reducción del nivel de agua es el siguiente:

- \* Nivel de agua de bombeo (nivel dinámico): nivel natural -3 m.
- \* Reducción del nivel por incidencia mutua entre los pozos: - 2 m.
- \* Margen de seguridad contra factores hidrogeológicos imprevistos: -3 m.

## 3. Tuberías de distribución

Tal como se ha ilustrado en el Plano de Diseño Básico (1) "Plano de Distribución de las Instalaciones de Toma de Agua", las líneas de transmisión consistirán en los tramos que conectan los 15 pozos con los tanques colectores, agrupando de cada 3 a 4 pozos por línea.

Las tuberías tendrán una longitud acumulada de 1,476 m, cuyo desglose según el diámetro se resume en el cuadro siguiente:

Diámetro	Longitud
20" (500 mm)	663 m.
16" (400 mm)	396 m.
12" (300 mm)	267 m.
8" (200 mm)	150 m.
Total	1,476 m.

#### 4. Capacidad y Estructura de los Tanques Colectores

Los tanques colectores tendrán una capacidad total de 3000 m<sup>3</sup>, que equivale a una hora del volumen diario bombeado (71,000 m<sup>3</sup>/día) de los quince pozos. Son dos estructuras rectangulares de hormigón armado de 1,500 m<sup>3</sup>, cada una.

#### b. Plan de Transmisión de Agua

##### 1. Estructura de la Estación de Bombeo

La estación de bombas consistirá en casetas de bombas, electricidad, equipos de cloración y la oficina de administración con 495.5 m<sup>2</sup>. de área construida. Las estructuras serán de hormigón armado de una sola planta.

Las casetas de bombas serán semi-subterráneas, con una altura de piso de GL-2.50 m.; mientras que las casetas de electricidad y equipos de cloración, así como la oficina de administración estarán al nivel del suelo. Cada local tendrá

la siguiente superficie construída:

* Casetas de bombas:	189.0 m2
* Caseta de electricidad:	171.0 m2
* Oficina de administración:	85.5 m2
* Caseta de equipos cloradores:	50.0 m2

Considerando que el sitio es altamente susceptible a los movimientos sísmicos, como demostraron los dos terremotos ocurridos en los años pasados y que derrumbaron muchos edificios, las estructuras serán diseñadas basándose sobre los siguientes criterios, a pesar de que en Nicaragua no se ha establecido aún un método de diseño antisísmico:

- Movimientos horizontales de diseño:  $K_h = 0.2$
- Movimientos verticales de diseño:  $K_v = 0$

En una caseta se instalarán 5 bombas de transmisión y los equipos periféricos, incluyendo las válvulas de retención. Mientras tanto en las casetas de electricidad, se instalarán los equipos transformadores y el panel de distribución.

La caseta de cloración, por su lado, tendrán dos unidades de cloradores, 3 cilindros de 1 ton. y 1 balanza de plataforma.

## 2. Sistemas de Bombas de Transmisión

El sistema sirve para transmitir las aguas cloradas dentro de los tanques colectores ubicados al norte de Ticuantepe, hacia el nuevo reservorio de Santo Domingo, y consistirán en 5 unidades de bombas centrífugas de doble aspiración, con las siguientes especificaciones:

- \* Diámetro de la bomba: Ø300 mm x 250 mm
- \* Volumen de bombeo: 12.5 m<sup>3</sup>/min. (4.75MG/min.)
- \* Elevación total: 71 m.
- \* Revolución sincronizada: 1,800 rpm.
- \* Potencia del motor: 250 Kw
- \* Unidades: 5 (1 de reserva)

La sección vertical de la línea de transmisión es muy susceptible a los efectos de los golpes de ariete, por lo que las bombas estarán dotadas de dispositivos de prevención.

### 3. Tuberías de Transmisión

Las aguas serán transmitidas a presión desde la estación de bombeo hasta el nuevo reservorio de Santo Domingo, desde donde las aguas se distribuirán mediante gravedad hacia los cinco tanques existentes.

Desde la estación de bombeo hasta el reservorio de Altamira, las aguas fluirán a través de la tubería principal instalada a lo largo de la carretera Masaya, derivándose en su transcurso hacia los Tanques de Schick, Unán, Km8, y San Judas.

El volumen de agua a ser transmitido fue determinado en dos términos: 1) para aquellos tanques receptores que pueden ser ampliados, se suministrará el volumen máximo diario, y; 2) para aquellos tanques receptores que no pueden ser ampliados, el volumen de transmisión será el equivalente al volumen máximo horario (1.25 veces más que el volumen máximo diario).

Los diámetros de tuberías, la longitud de cada línea y



su respectivo volumen de manejo se detallan en Figura 3-5 "Plano de Diseño Básico de las Tuberías de Transmisión y Distribución". La longitud de las tuberías de distintos diámetros es la siguiente:

Diámetro	Longitud
30" (750 mm)	8,467 m
20" (500 mm)	2,720 m.
16" (400 mm)	1,867 m.
14" (350 mm)	6,368 m.
12" (300 mm)	20 m.
Total	19,442 m.

Se utilizarán los tubos dúctiles de hierro fundido con juntas push-on en los tramos donde el suelo se mantiene plano y estable, los tubos serán conectados unos con otros mediante juntas push-on, mientras que en aquellos tramos donde el suelo es irregular o en terraplenes, las juntas push-on serán reforzadas. De la misma manera, los tubos irregulares (ej.: curvos, "T", etc.) serán reforzados en su conexión. Además, para aquellos tramos en que la línea puede hundirse por condiciones topográficas, tales como en las juntas de los tubos enterrados y en los puentes se combinarán los tubos flexibles.

La relación entre las juntas push-on y las juntas reforzadas será de 1:1, de acuerdo con los resultados del estudio en campo.

Se instalarán válvulas manuales y medidores de caudal en las bifurcaciones, a fin de regular y registrar los datos del volumen derivado.

A la entrada de agua hacia el reservorio existente de Altamira, se instalará la válvula de reducción de presión a

fin de proteger la presión interna contra la carga de agua, ya que en esta parte incidiría una carga hidrostática máxima de 10 kg./cm<sup>2</sup> e hidrodinámica de 3.9 kg./cm<sup>2</sup>. Considerando la inestabilidad del suministro eléctrico local, las válvulas de reducción de presión serán accionadas no por energía eléctrica sino por la presión de agua. Se instalarán dos unidades, una en cada una de los dos tanques existentes.

### c. Sistemas de Distribución

Fundamentalmente, la capacidad de cada tanque de distribución fue determinado para 8 horas de suministro del volumen de suministro máximo de diseño de 71,000 m<sup>3</sup>/día (18.75 MGD). Sin embargo, dado que los Tanques del Km8, Unán y Altamira no pueden ser ampliados, la falta de capacidad deberá ser cubierta atribuyendo un margen de reserva al nuevo reservorio de Santo Domingo. Asimismo, las tuberías de transmisión tendrán la suficiente capacidad para conducir mediante gravedad el volumen de suministro máximo horario (1.25 veces más que el volumen máximo diario).

En cuanto a los Tanques Schick y San Judas, que pueden ser ampliados, la capacidad fue determinada en el caudal de transmisión equivalente al volumen máximo diario, y la del nuevo Reservorio Santo Domingo, a una hora del volumen de suministro.

Tanques	Capacidad
Sto. Domingo	Sto. Dgo. Dist. 2,800m <sup>3</sup> x 8/24= 933 m <sup>3</sup>
	Km 8 Dist. 16,130m <sup>3</sup> x 8/24= 5,376 m <sup>3</sup>
	Unán Dist. 7,850m <sup>3</sup> x 8/24= 2,617 m <sup>3</sup>
	Altamira Dist. 22,900m <sup>3</sup> x 8/24= 7,633 m <sup>3</sup>
	Schick Transm. 14,320m <sup>3</sup> x 1/24= 596 m <sup>3</sup>
	San Judas Transm. 6,980m <sup>3</sup> x 1/24= 290 m <sup>3</sup>
	Sub-total 17,455 m <sup>3</sup> (4.61 MG)
Schick	Cap. de dist. 14,320m <sup>3</sup> x 8/24=4,769m <sup>3</sup> (1.26MG)
Km8	Dado que no puede ser ampliado, la falta de capacidad será cubierta por el R. Santo Dmgo.
Unán	Idem
San Judas	Cap. de dist. 6,980x8/24=2,328m <sup>3</sup> (0.615MG)
Altamira	Dado que no puede ser ampliado, la falta de capacidad será cubierta por el R. Santo Dmgo.

Los tanques de distribución serán estructuras rectangulares de hormigón armado.

Los tanques existentes menores de 250,000 G (aprox. 1,000 m<sup>3</sup>) son, en su mayoría, cónicos armados con planchas de acero; los tanques de mayor capacidad son estructuras de hormigón armado, susceptibles a la tensión permanente en sus armaduras horizontales de las paredes, produciendo grietas desde donde se escapan chorros de agua. Para construir tanques cónicos de hormigón, sería conveniente adoptar estructuras de hormigón pretensado (HP); no obstante, dado que en Nicaragua se utilizan piedras de toba volcánica como agregados del hormigón, no pudiendo conseguir la suficiente intensidad de la estructura, no se adapta el hormigón pretensado.

En el caso de las estructuras rectangulares de hormigón armado, la profundidad efectiva de agua más adecuada sería de 4.5 m. Sin embargo, en el presente Proyecto se

determinó que los tanques a ser ampliados, tendrán una profundidad efectiva de 6 m. a modo de compatibilizar con el nivel de los tanques existentes,

A continuación se detalla el dimensionamiento de los tanques (nuevo y a ser ampliados)

Tanques	Largo x ancho x prof. x tanq.	Capac.
	Dimensión	
Sto. Domingo. (nuevo)	36.0m x 54.4m x 4.5m x 2	17,625m <sup>3</sup> (4.66MG)
Schick (ampliación)	26.2m x 30.7m x 6.0m x 1	4,826m <sup>3</sup> (1.27MG)
San Judas (ampliación)	17.6m x 22.2m x 6.0m x 1	2,344m <sup>3</sup> (0.62MG)

#### d. Instalaciones Eléctricas e Instrumentos

##### 1. Instalaciones Eléctricas

La electricidad suministrada por INE será recibida y transformada por la planta de recepción de alta tensión y subestación construidas por INAA e INE, conjuntamente. La capacidad de recepción consistirá en una línea de 1500 KVA para el accionamiento de las bombas de transmisión, y dos líneas de 1,500 KVA para las bombas de elevación.

Las instalaciones de distribución eléctrica transformada contempladas son las siguientes:

Para bombas de transmisión	Para bombas de elevación	Para ambas bombas
1 panel de recepción eléctrica de alta tensión	2 paneles de recepción eléctrica de baja tensión	1 panel de instrumentos
5 paneles de arranque de bombas	15 paneles de arranque de bombas	1 panel de batería

5 paneles de condensor	15 paneles de control	1 juego de cables
1 panel de transformador auxiliar		
1 panel de protector de baja tensión		
1 panel de control		

## 2. Instrumentos Eléctricos

Para el control y operación de las instalaciones, se equiparán los siguientes instrumentos y las válvulas de los tubos de transmisión serán accionadas manualmente:

\* Medidores de nivel de agua de tanque:

Se colocarán 2 juegos de medidores locales en cada uno de los tanques colectores y en el reservorio Santo Domingo, y 1 juego en Schick y San Judas.

\* Medidores de caudal:

Los medidores locales de caudal serán colocados en los siguientes términos. (El que se colocará en la entrada de la tubería de transmisión de la estación de bombeo será un instrumento equipado con registrador):

Tuberías de conducción de bombas de elevación:	15 juegos de Ø200mm.
Tuberías de transmisión de la estación de bombeo:	1 juego de Ø700mm.
Tuberías de salida del tanque Santo Domingo:	1 juego de Ø700mm.
Tuberías de desviación hacia Unán:	1 juego de Ø500mm.
Tuberías de desviación hacia San Judas y Unán:	1 juego c/u de Ø500mm.

Tuberías de desviación hacia km8: 1 juego de Ø300mm.

\* Electrodo de nivel de agua:

Se instalarán electrodos en los 15 pozos para detectar el nivel bajo de agua. Su funcionamiento estará enclavado con alarma y el dispositivo de parada automática de las bombas.

e. Materiales de Construcción

En los Cuadros 3-2 y 3-3 se detalla el listado de equipos y materiales de construcción, con sus respectivas especificaciones y criterios de selección.

Cuadro 3-2 Lista de equipos y materiales (Equipos a ser instalados)

Criterios de selección	Especificaciones	Motivos de selección
<b>Bombas sumergibles para pozos</b>		
<p>1) El volumen y la altura de elevación serán determinados de acuerdo con los resultados del estudio geológico</p> <p>2) Los años de duración serán de más de 15 años, en condiciones normales de mantenimiento</p> <p>3) Dada su condición geológica, se tomarán medidas de protección contra la penetración de arena</p> <p>4) Se tomarán medidas de protección de sobrecarga de los motores</p> <p>5) Las tuberías de descarga de las bombas estarán conectadas a las tuberías de acero al carbono de alta presión</p> <p>6) Se suministrarán los repuestos equivalentes al 10% del precio de compra, solarando debidamente el canal del servicio.</p>	<p>1) 15 unidades de 3.5m<sup>3</sup>/min. x 137m (1 unidad de reserva), basándose sobre los resultados del estudio en terreno</p> <p>2) Los impulsores serán de acero inoxidable fundido para elevar su resistencia.</p> <p>3) Los cojinetes estarán protegidos contra la penetración de arena. Se suministrarán como repuestos los artículos de consumo como los ranquitos, boquillas, etc.</p> <p>4) Se instalarán reveladores de sobrecarga hacia la fuente de energía. La potencia del motor en operación será de 10% contra la fuerza máxima del eje.</p> <p>5) La presión de prueba de las tuberías será de 40 kg./cm<sup>2</sup>.</p>	<p>1) Dado que los perforadores locales sólo disponen de equipos cuyo diámetro máximo es de 16 pulgadas. Por lo tanto, el diámetro de los encamisados fueron determinados en 12 pulgadas, de acuerdo a los cuales se decidió el diám. de las bombas y de los tubos de descarga. Asimismo, las especificaciones de las bombas fueron decididas basándose sobre los resultados de las diferentes pruebas hidrogeológicas.</p> <p>2) A fin de ahorrar el costo de O/M, se decidieron los materiales y las estructuras dándole prioridad a su durabilidad.</p> <p>3) Los desgastes de las bombas sumergibles se producen mayormente en los cojinetes, cuya solución es cambiarlos. Al adquirir las técnicas necesarias de recambio, se puede prolongar la durabilidad de los equipos.</p> <p>4) Uno de los desperfectos más graves de las bombas sumergibles se produce en el motor, cuya reparación debe efectuarse por su fabricante. Por lo tanto, se debe prevenir contra todo desperfecto del motor, protegiéndolo y reservando un margen de seguridad en su operación.</p> <p>5) Las juntas de tuberías son fácilmente manejables, herméticas y muy resistentes.</p>
<b>Bombas de transmisión</b>		
<p>1) Se transmite 71,000 m<sup>3</sup>/día (19.65 MGD) de agua desde los tanques colectores de Ticuantepeque hasta el reservorio de Santo Domingo.</p> <p>2) Se instalará un dispositivo protector de golpes de ariete en las bombas para aliviar la carga interna de las tuberías en el caso de detenerse bruscamente las bombas por el corte de electricidad.</p>	<p>1) 12.5m<sup>3</sup>/m x 71m x 1760rpm x 220 kw 5 unidades (1 de reserva) Modelo: bombas centrífugas de doble aspiración</p> <p>2) Se instalarán los circuitos compensadores en las bombas como protección contra golpes de ariete GD2=250kg.m<sup>3</sup></p>	<p>Volumen de transmisión: 71,000 m<sup>3</sup>/día/4 = 12.5m<sup>3</sup>/min./unidad Elevación real: 33.0 m Elevación total: 71.0 m</p> <p>Como protector contra golpes de ariete existen tres alternativas: 1) tanque de pulsación 2) sistema de cámara de aire 3) circuitos compensadores</p> <p>La 3) requiere de menor costo tanto de adquisición como de O/M</p>
<b>Instrumentos e instalaciones eléctricas</b>		
<p>1) Instalaciones de recepción y transformación de electricidad de alta tensión (obras por INE/INAA)</p> <p>2) Instalaciones de distribución eléctrica</p>	<p>1) 1500KVA - 13.2/2.4KV x 1 vez (500x3)KVA - 13.2/480V x 2 veces</p> <p>2) Bombas de transmisión: 18 paneles de recepción y dist. de alta tensión Bombas de elevación: 17 paneles de recepción y dist. de baja tensión 15 paneles de control</p>	<p>1) Queda sujeto a la discusión entre INAA/INE</p> <p>2) Deben ser compatibles con otras instalaciones y equipos seleccionados</p>
<b>Equipos de cloración</b>		
<p>1) 2 equipos de cloración</p> <p>2) 2 cilindros de cloro</p> <p>3) 1 balanza de plataforma</p>	<p>1) 2 unidades de pared; sistema húmedo; 6 kg./hr. 1 juego de tuberías</p> <p>2) 2 cilindros de 1 ton.</p> <p>3) 1 balanza para 1.5 ton.</p>	<p>1) Las especificaciones de los equipos y accesorios deben ser compatibles con el estándar de INAA</p>

Cuadro 3-3 Lista de equipos y materiales (de construcción)

Criterios de selección	Especificaciones	Motivos de selección
<b>Tuberías de conducción</b>		
Tuberías que comunican desde las bombas de pozos hasta los tanques colectores	Tubos de acero revestido para acueductos Ø500 663m Ø400 395m Ø300 267m Ø200 150m Total 1,476m	Serán de acero soldado considerando la manejabilidad, ya que serán conectados con las bombas de elevación.
<b>Tuberías de transmisión</b>		
Tuberías que comunican desde la boca de descarga de las bombas de transmisión hasta el reservorio de Altamira, vía Santo Domingo. Longitud total: 19,442 m.	Tubos dúctiles de hierro fundido con juntas push-on Ø30(750mm) 8,467m Ø20(500mm) 2,720m Ø16(400mm) 1,867m Ø14(350mm) 6,368m Ø12(300mm) 20m Total 19,442 m	Se seleccionaron tubos de estándar AWWA con juntas push-on, después de efectuar el estudio comparativo de los estándares JIS y AWWA.
<b>Encamisados</b>		
De estándar API	12 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> x 170m x 15 puntos (2,550m) espesor: 9.65 mm. enroscado	Estándar API, por su durabilidad y resistencia contra corrosión
<b>Rejillas</b>		
Johnson o similares	Ø interior: 12" ; Ø exterior: 12 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> " Espesor: 9.5 mm ; Longitud: 3.0 x 10 tubos x 15 sitios Longitud total: 450 m. Tasa de abertura: 20% Luz: 1mm ó menos	Son adecuadas a las condiciones locales y utilizadas en numeros pozos
<b>Cemento</b>		
Será adquirido en la plaza	ASTM(-150) Cemento portland	Material muy difundido en Nicaragua, con alta disponibilidad (315,000 ton./año)
<b>Armadura</b>		
Será adquirido en la plaza	Equivalente al grado 40 de ASTM	Material muy difundido en Nicaragua, con alta disponibilidad (2,400 ton./año)
<b>Materiales de acero</b>		
Importados	Perfil de acero	Disponibles en Nicaragua 150 ó menos; otros mayores deben ser importados
<b>Bornigón premezclado</b>		
Será adquirido en la plaza	Intensidad 3,500 PSI (245 kg/cm <sup>2</sup> ) ó más	Material muy difundido en Nicaragua, con alta disponibilidad (producción nacional :30 m <sup>3</sup> /hora)
<b>Agregados de asfaltado</b>		
Será adquirido en la plaza	Planta mixta	Material muy difundido en Nicaragua, con alta disponibilidad (producción nacional : 60 m <sup>3</sup> /hora)



### 3-3-3 Plan de Equipos

Los equipos de O/M de las instalaciones solicitados e incluidos en el plan son los siguientes (los vehículos y equipos de radio):

#### 1) Vehículos

3 camionetas de doble tracción, considerando que deben transitar por caminos no pavimentados en la época de lluvia.

#### 2) Equipos de radio

1 unidad central que será instalada en la futura sede de O/M de los acueductos municipales a lo largo de la carretera norte. (actualmente, unidad de la Dirección General de la Región III de INAA).

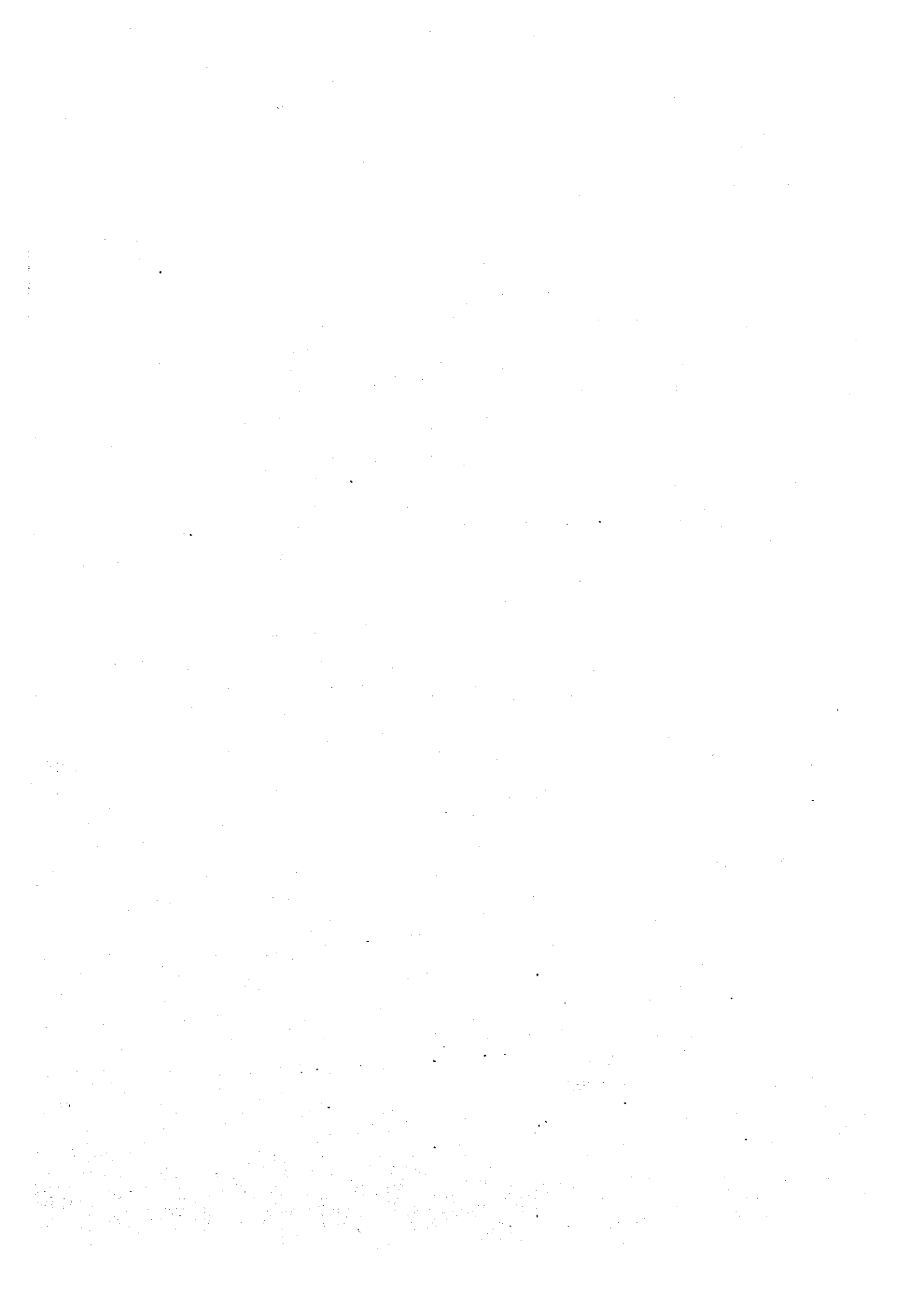
3 unidades móviles a ser equipados en los vehículos. La distancia de transmisión será de 30 km. considerando el potencial de desarrollo de las áreas servidas de la ciudad de Managua.

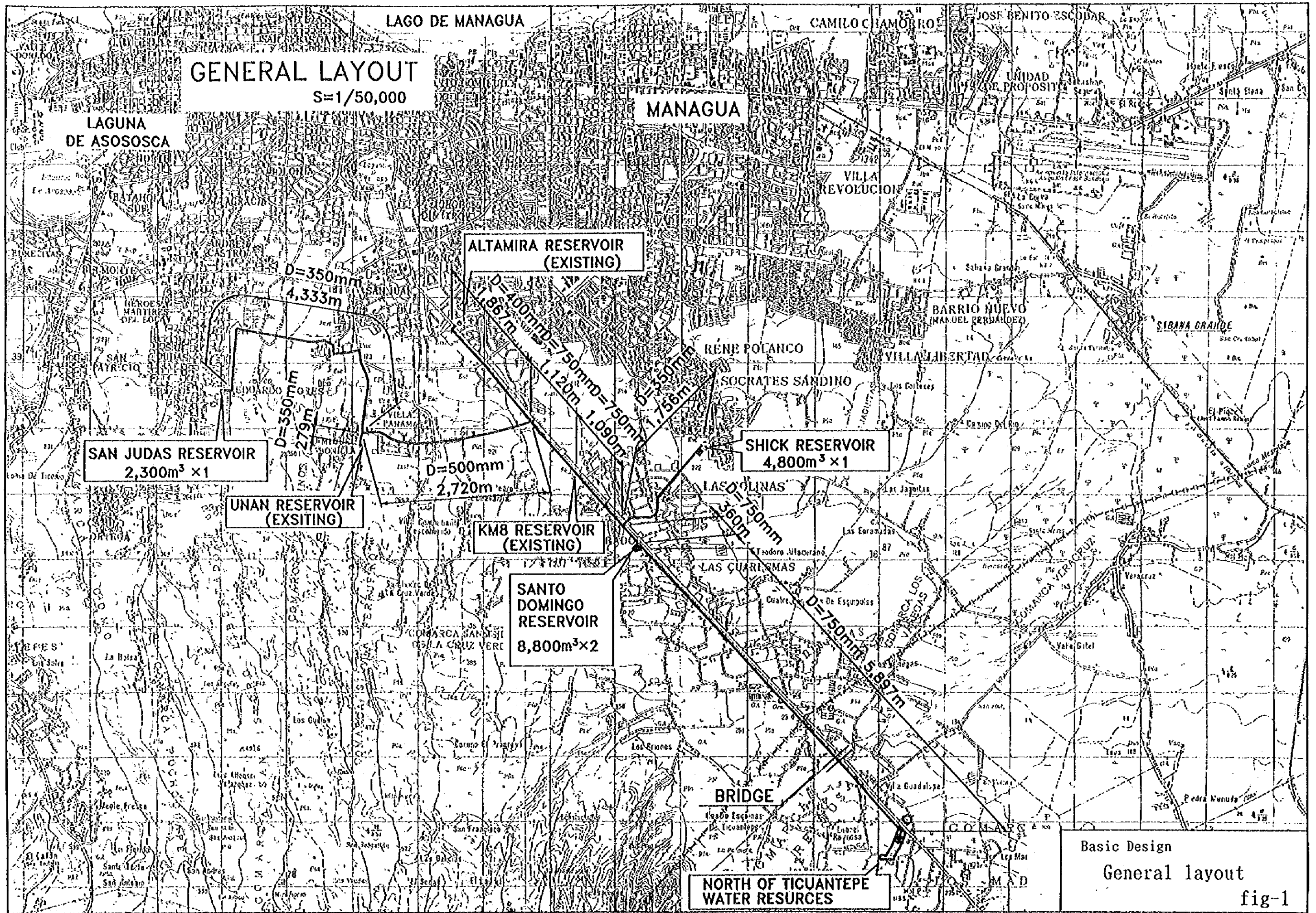
### 3-3-4 Planos de Diseño Básico

#### Planos de Diseño Básico

- 1 Plano General de Distribución
- 2 Instalaciones de producción Ticuantepe
- 3 Plano de Estructura de un Pozo Estándar
- 4 Plano de Estructura de los Tanques Colectores
- 5 Plano de Estructura de la Caseta de Bombas de Transmisión (1/2) (2/2)
- 6 Plano de Planta del Reservorio de Distribución de Santo Domingo
- 7 Plano de Estructura del Reservorio de Distribución de Santo Domingo
- 8 Plano de Planta del Reservorio Schick

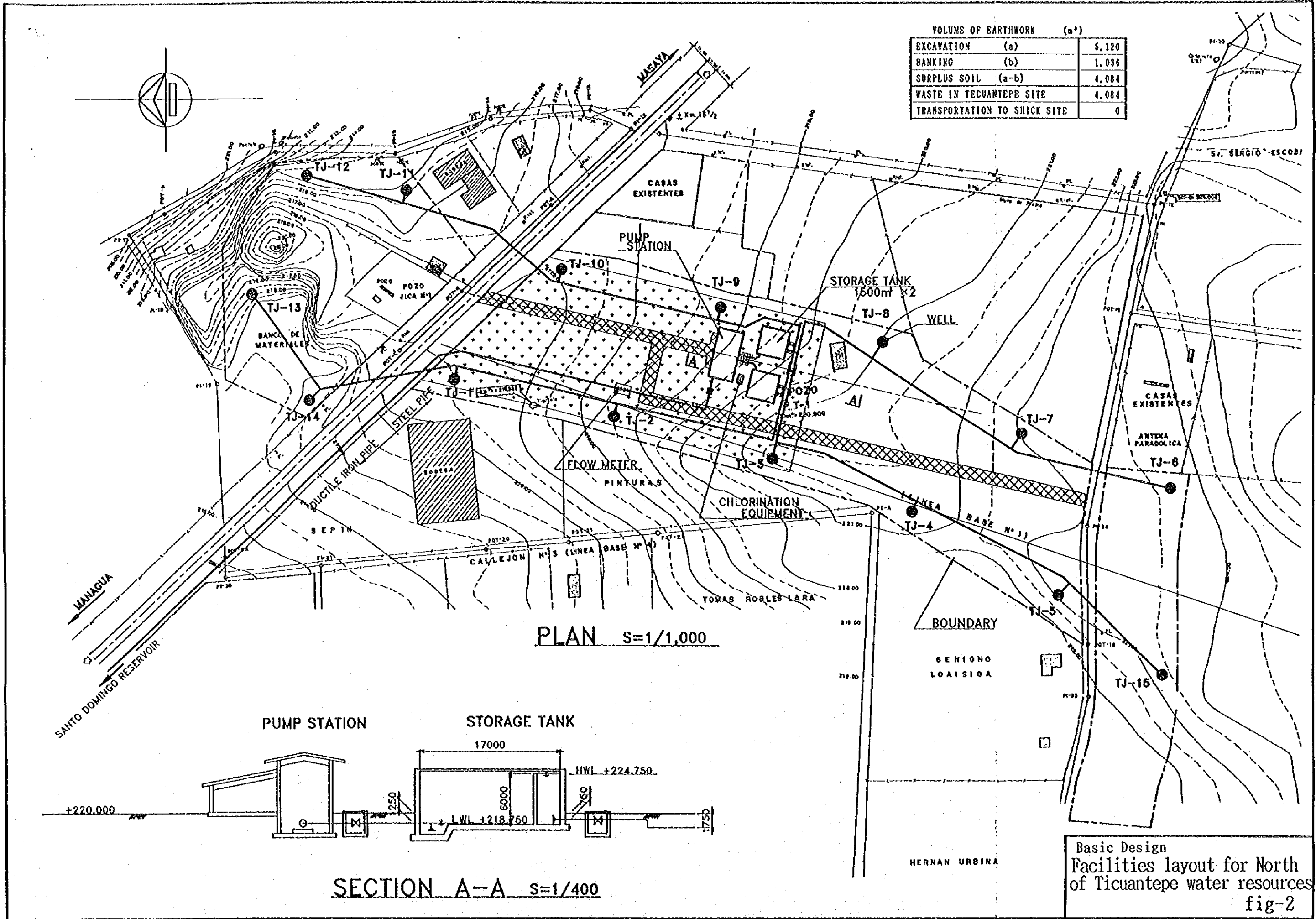
- 9 Plano de Estructura del Reservorio Schick
- 10 Plano de Planta del Reservorio San Judas
- 11 Plano de Estructura del Reservorio San Judas
- 12 Planos de Corte Longitudinal y de Planta de las Tuberías de Transmisión (1/9 - 9/9)  
Tubería principal (Fuentes - Altamira) 1/9 - 4/9  
Tubería lateral (hacia Shick) 5/9  
Tubería lateral (hacia Unán) 6/9  
Tubería lateral (hacia San Judas) 7/9-9/9
- 13 Plano Estándar de Colocación de Tuberías (1/2-2/2)
- 14 Plano de Planta de las Instalaciones de Bombas de Transmisión
- 15 Plano de Corte de una Bomba de Transmisión
- 16 Planos del Sistema Monolineal de Instalaciones Eléctricas (1/2 - 2/2)
- 17 Diagrama Esquemático del Panel de Recepción y Distribución Eléctrica



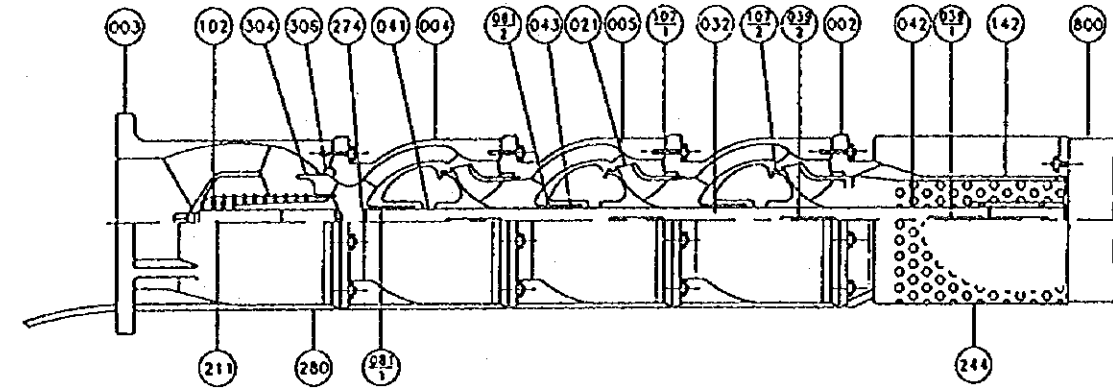
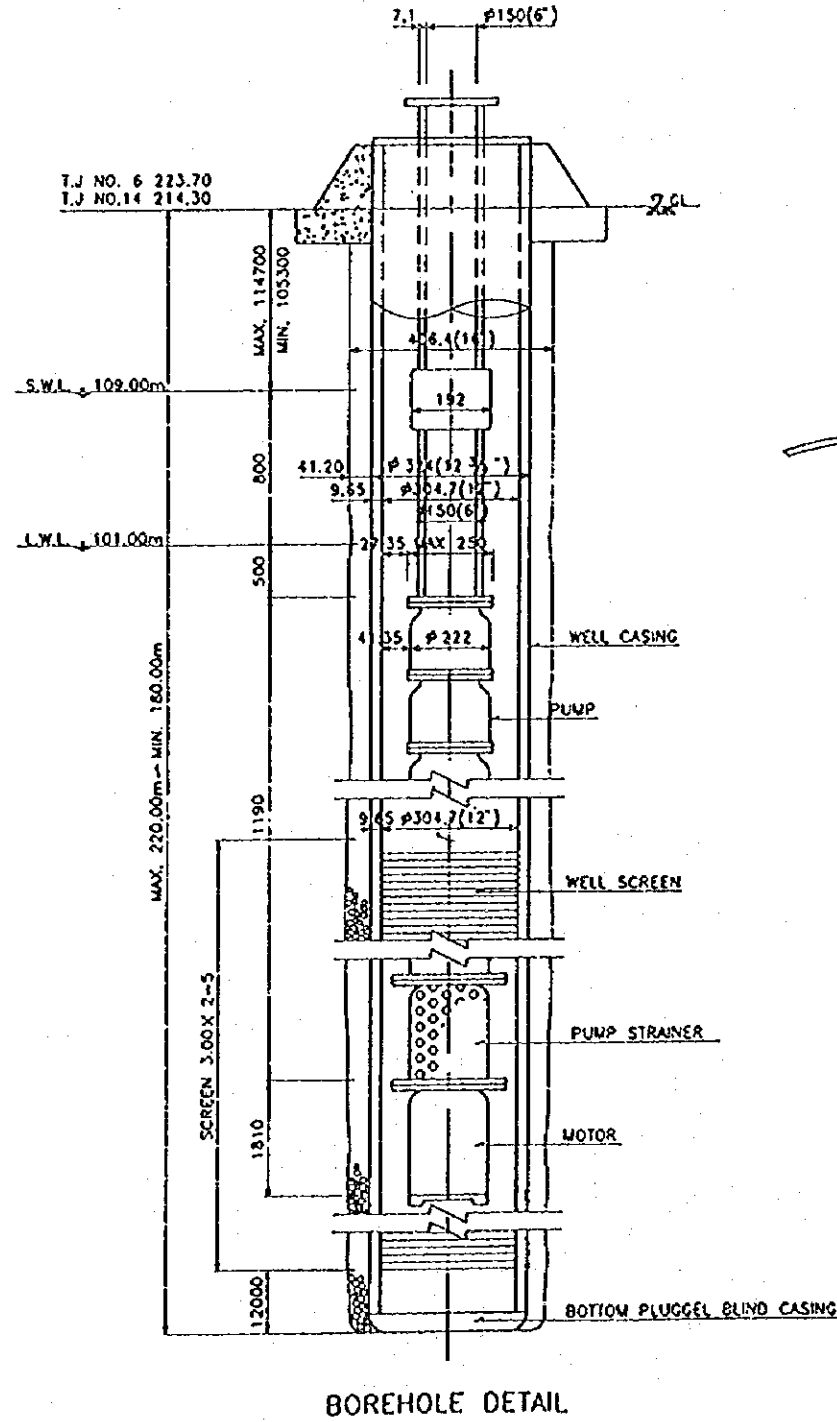
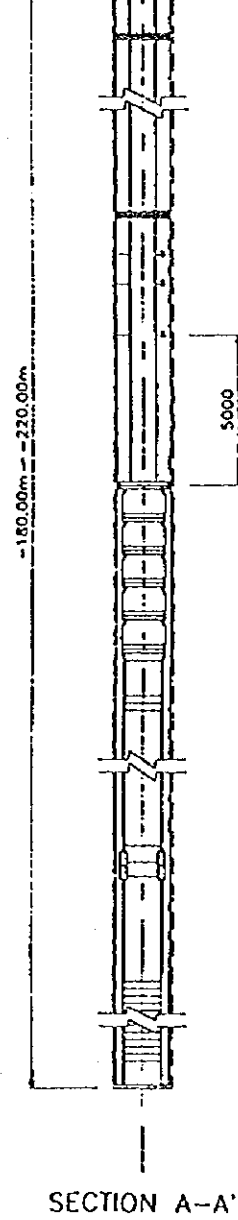
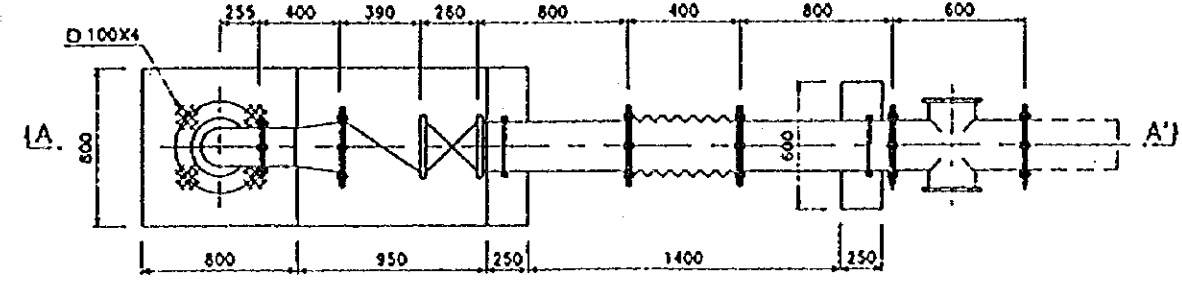
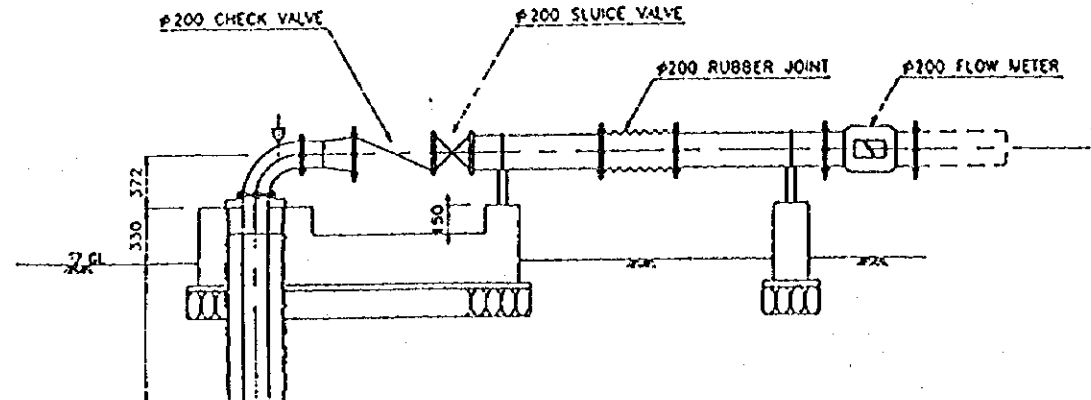


Basic Design  
General layout  
fig-1

VOLUME OF EARTHWORK (m <sup>3</sup> )	
EXCAVATION (a)	5,120
BANKING (b)	1,036
SURPLUS SOIL (a-b)	4,084
WASTE IN TECUANTEPE SITE	4,084
TRANSPORTATION TO SHICK SITE	0



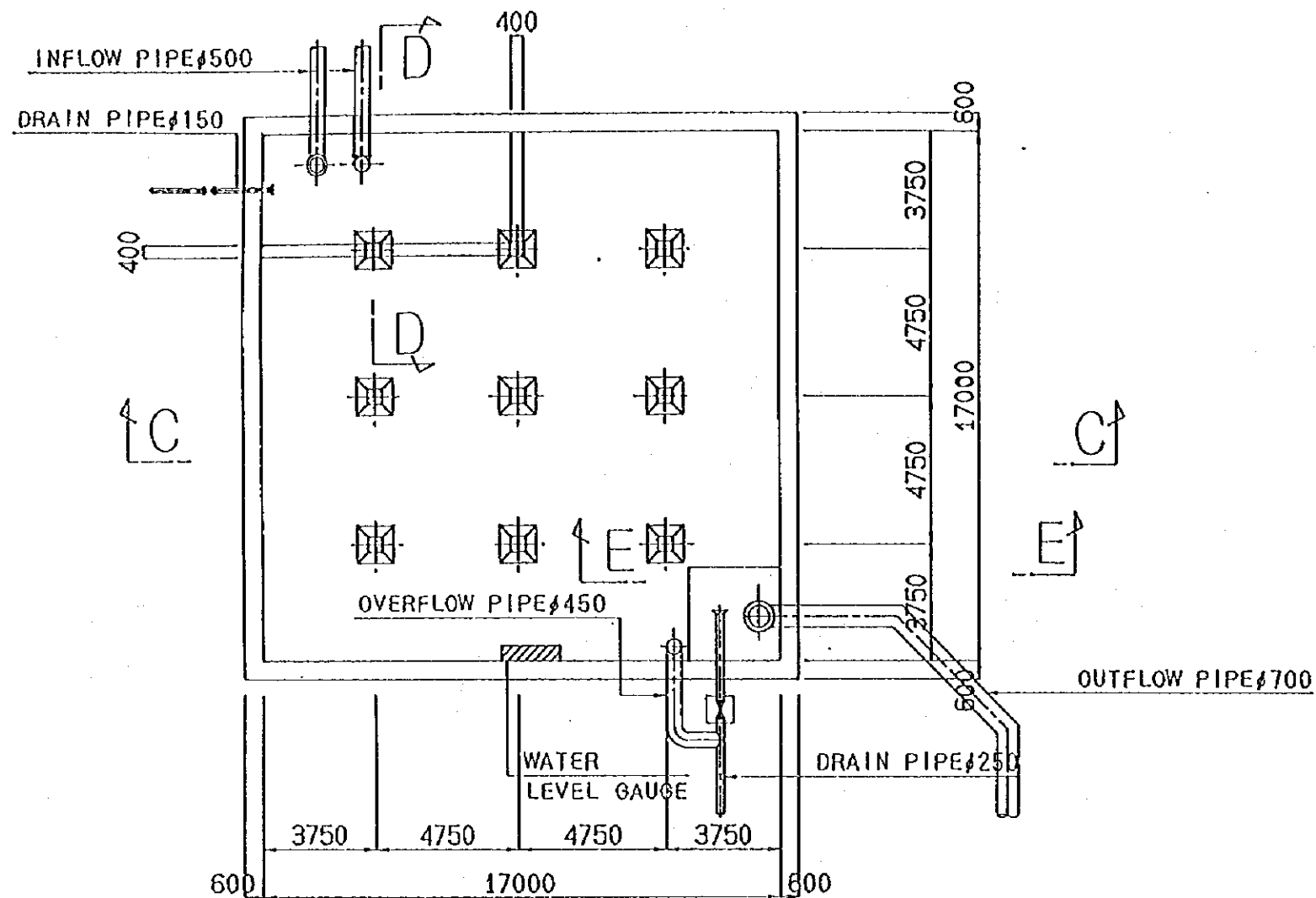
Basic Design  
 Facilities layout for North  
 of Ticuantepe water resources  
 fig-2



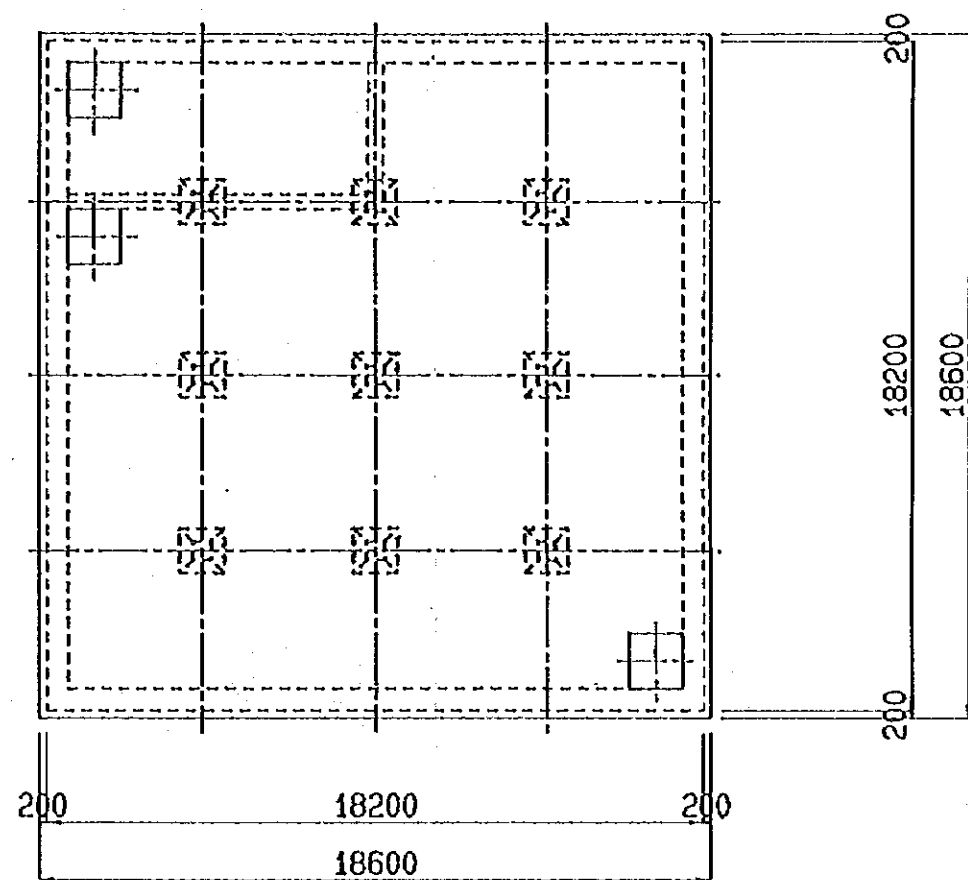
WELL NO.	J1-1	TJ-1	TJ-2	TJ-3	TJ-4	TJ-5	TJ-6	TJ-7	TJ-8	TJ-9	TJ-10	TJ-11	TJ-12	TJ-13	TJ-14	TJ-15
C.L.	217.60	218.50	218.50	221.50	221.80	222.50	223.70	223.00	221.00	218.70	217.70	215.40	214.80	215.50	214.30	223.30

N: STAGES=4				
PART NO.	PART NAME	MATERIAL	QTY	REMARKS
800	MOTOR	----	1	
306	VALVE SEAT	BC6	1	
304	VALVE DISC	FC200	1	
280	CABLE COVER	SUS304	2	
274	SNAP RING	SUS304	1	
244	STRAINER	SUS304	1	
211	SPINDLE	SUS420J1	1	
142	SHAFT COUPLING	SUS420J1	1	
107-2	CASING RING	BC6	N	
107-1	CASING RING	BC6	N	
102	SPRING	SUS304	1	
081-2	INTERSTAGE BUSHING	BC6	N-1	
081-1	BUSHING	BC6	1	
043	SPACER SLEEVE	BC6	N-1	
042	LOWER SLEEVE	BC6	1	
041	UPPER SLEEVE	SUS420J1	1	
039-2	KEY	SUS420J1	N	
039-1	KEY	SUS420J1	1	
032	PUMP SHAFT	SUS420J1	1	
021	IMPELLER	SCS13	N	
005	INTERSTAGE CASING	FCD400	N-1	
004	UPPER CASING	FCD400	1	
003	VALVE CASING	FCD400	1	
002	SUCTION CASING	FC200	1	

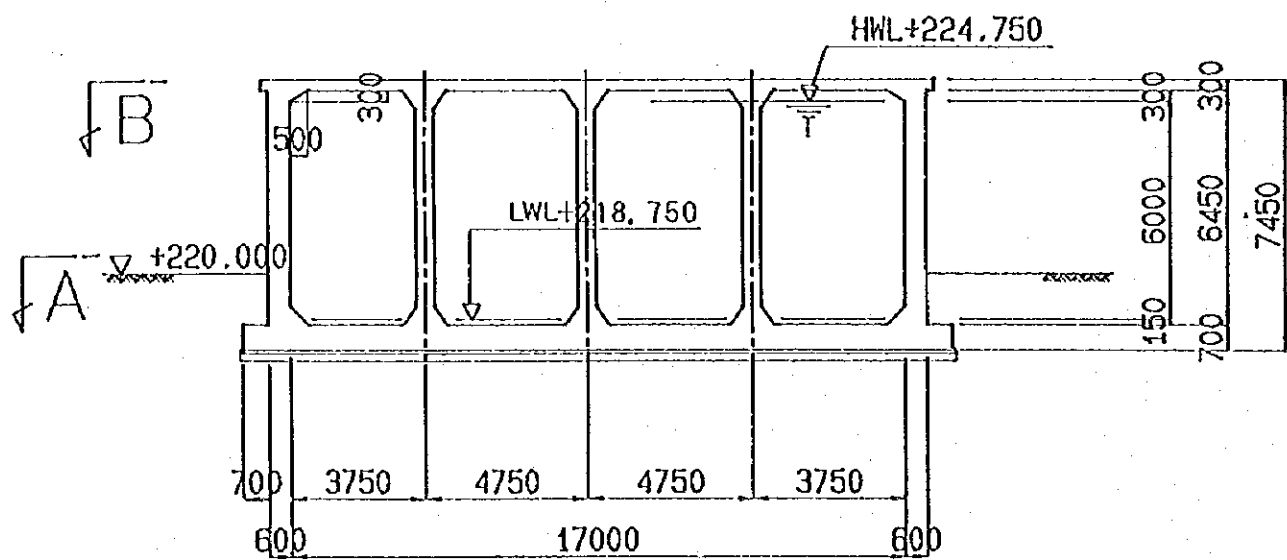
Basic Design  
Well design standard  
fig-3



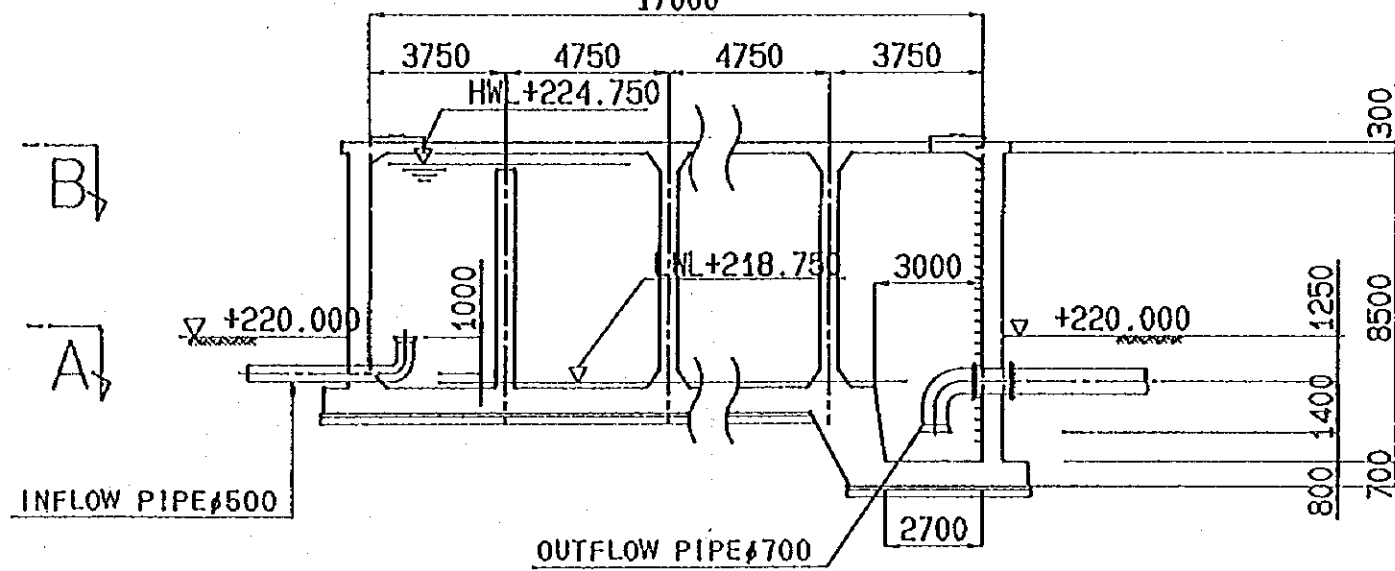
PLAN A-A



PLAN B-B



CROSS SECTION C-C

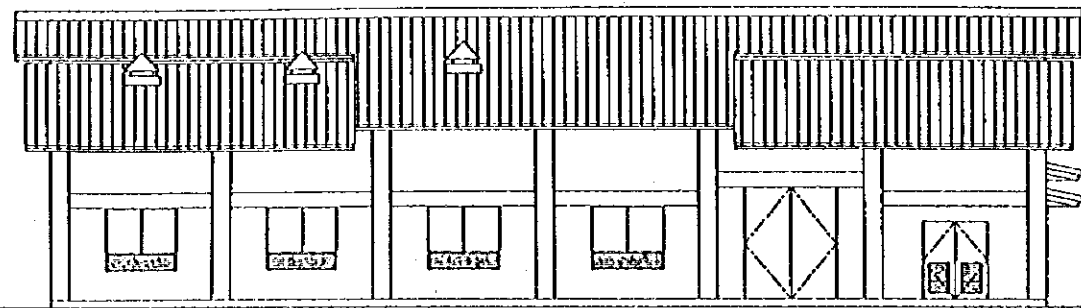


SECTION D-D

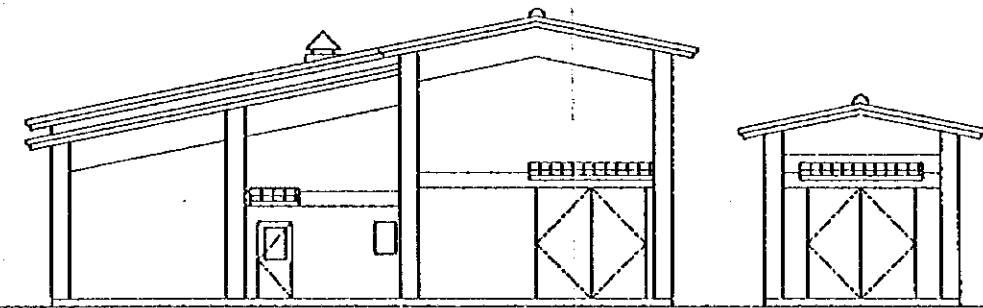
SECTION E-E

S=1/200

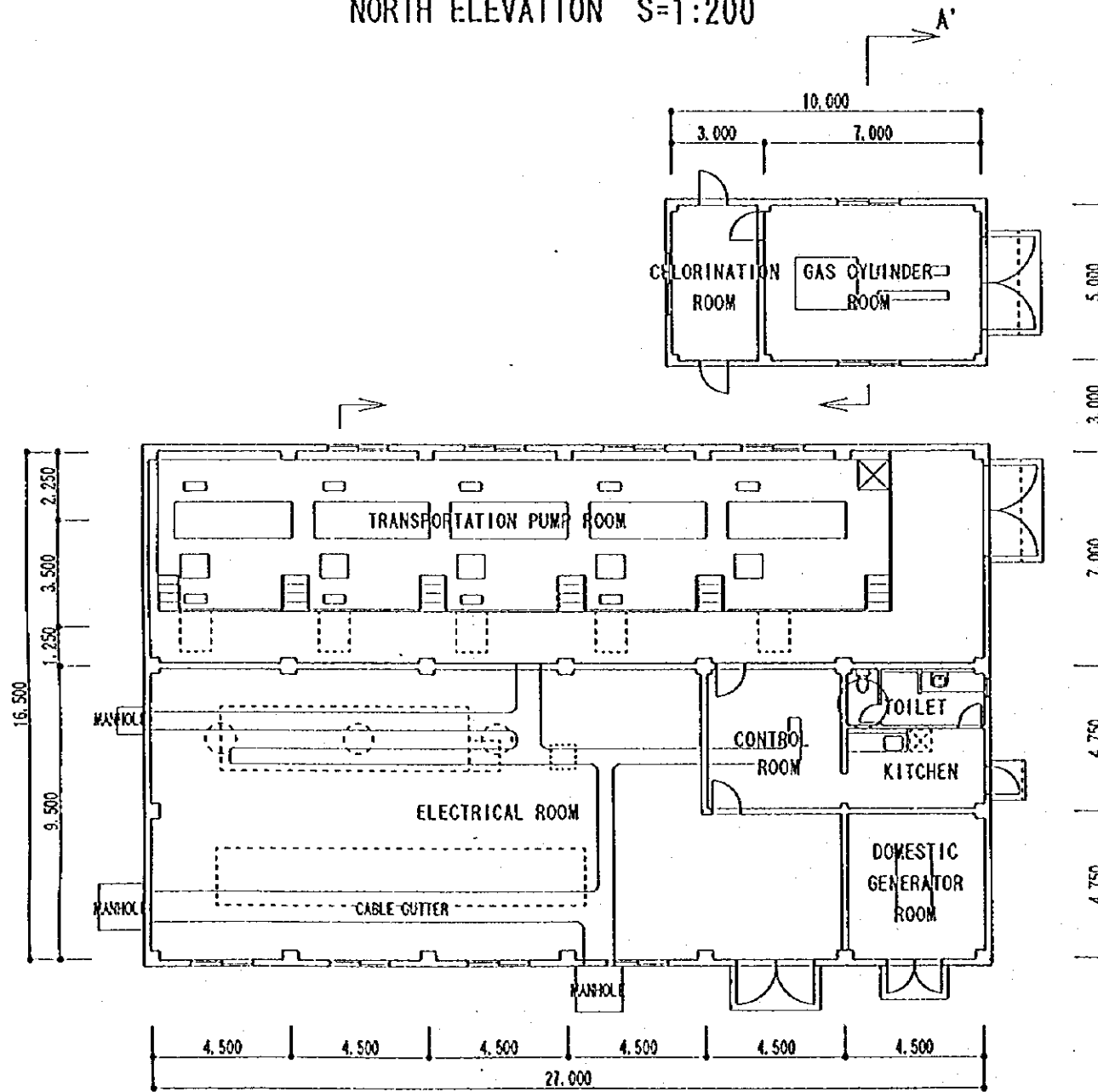
Basic Design  
Storage tank structure  
fig-4



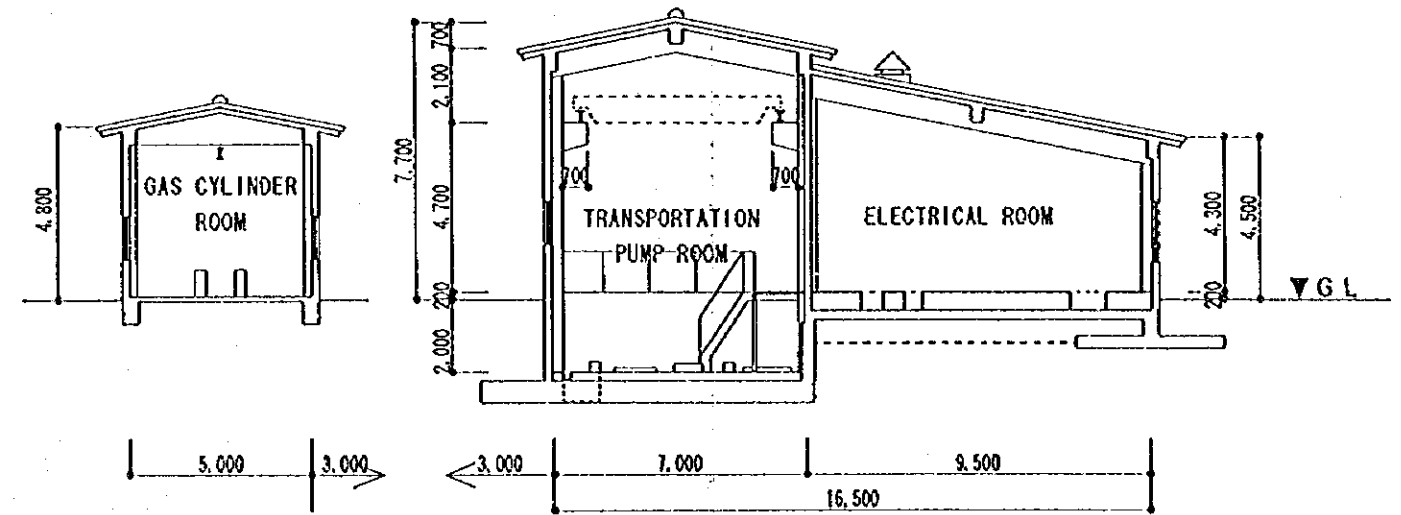
NORTH ELEVATION S=1:200



WEST ELEVATION S=1:200



FLOOR PLAN S=1:200

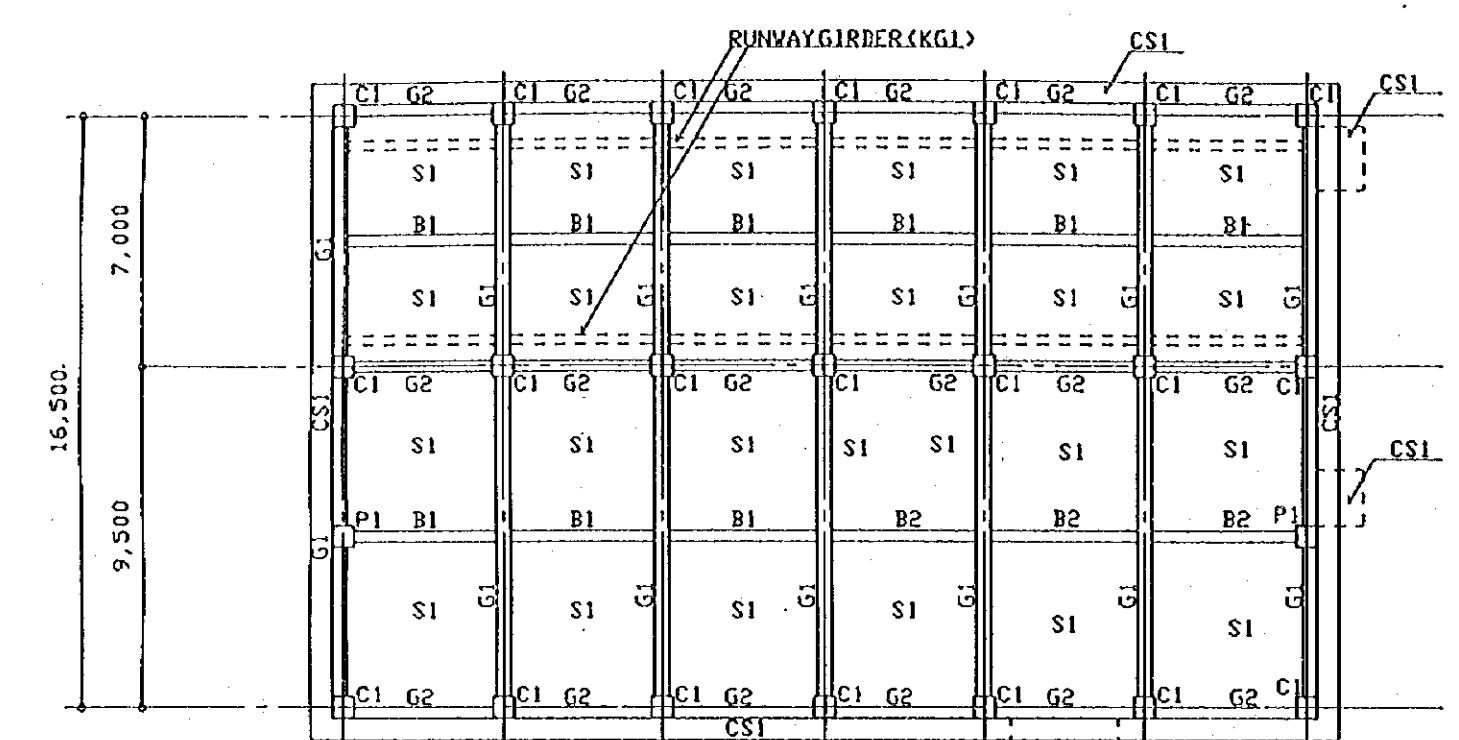


A-A' SECTION S=1:200

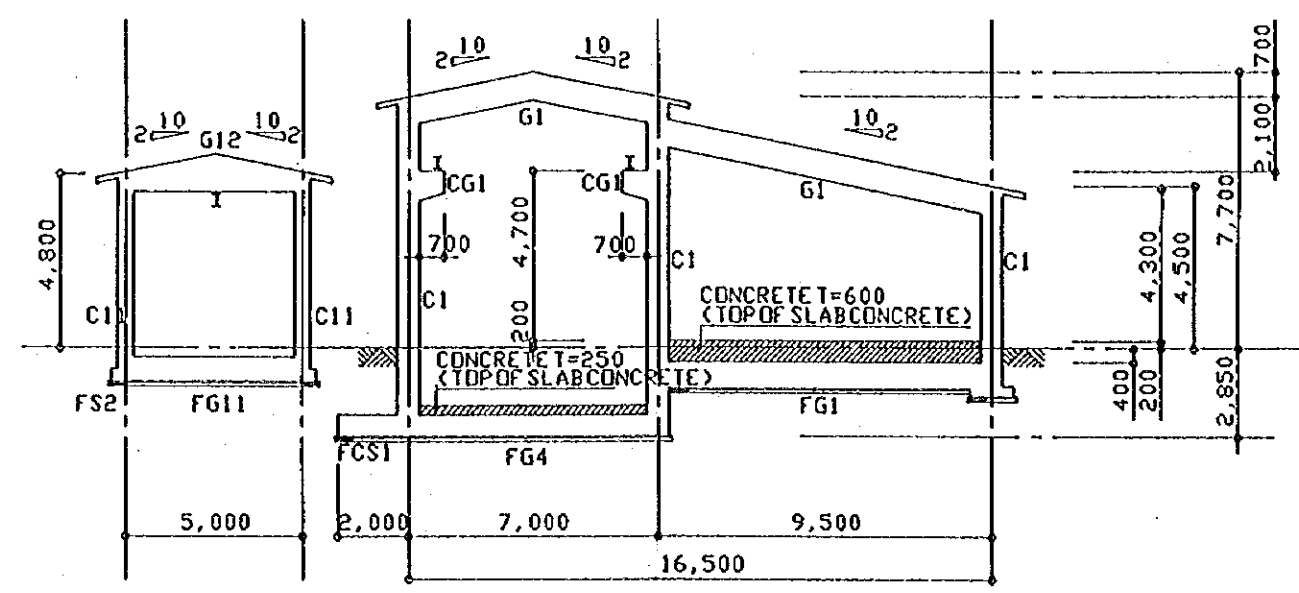
FLOOR AREA	TRANSPORTATION PUMP ROOM	$16.50 \times 27.00 = 445.50\text{m}^2$
	CHLORINATION HOUSE	$5.00 \times 10.00 = 50.0\text{m}^2$

Basic Design  
 Transportation pump  
 station(1/2)  
 fig-5

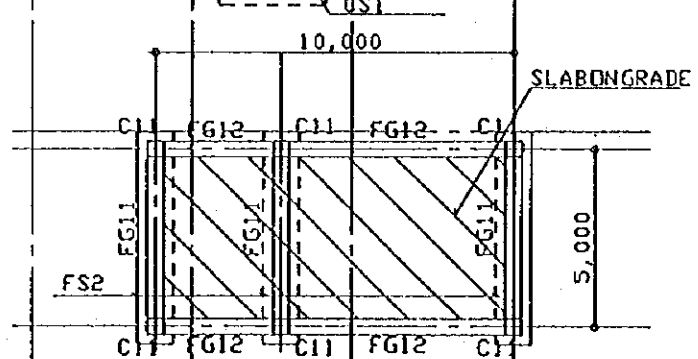




ROOF FRAMING PLAN 1:200



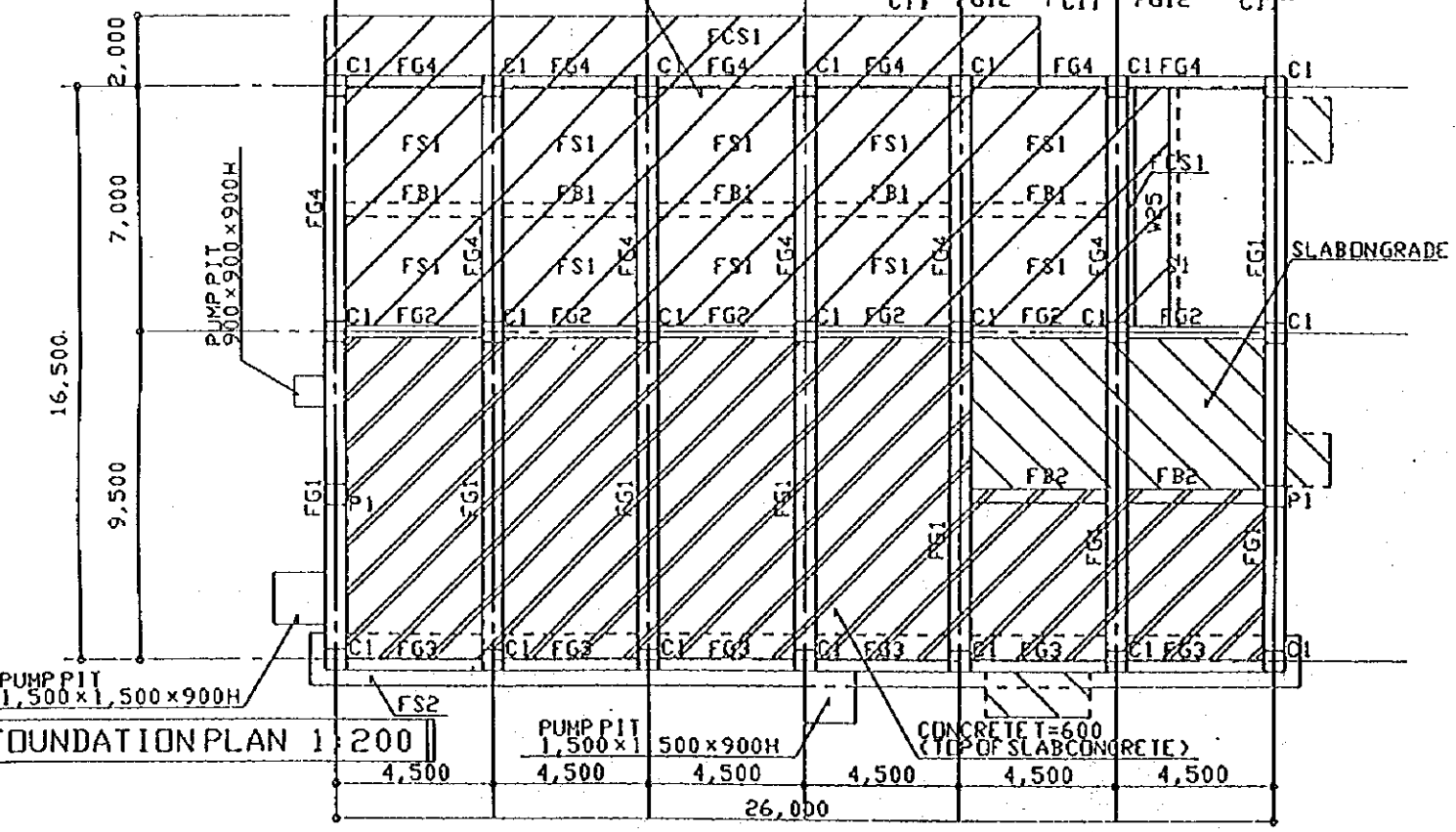
FRAMING ELEVATION 1:200



LIST

MATERIALS CONCRETE  $F_c=240\text{kg}/\text{m}^2$   
 REINFORCING STEEL BARS SD295A  
 SEEL SS400

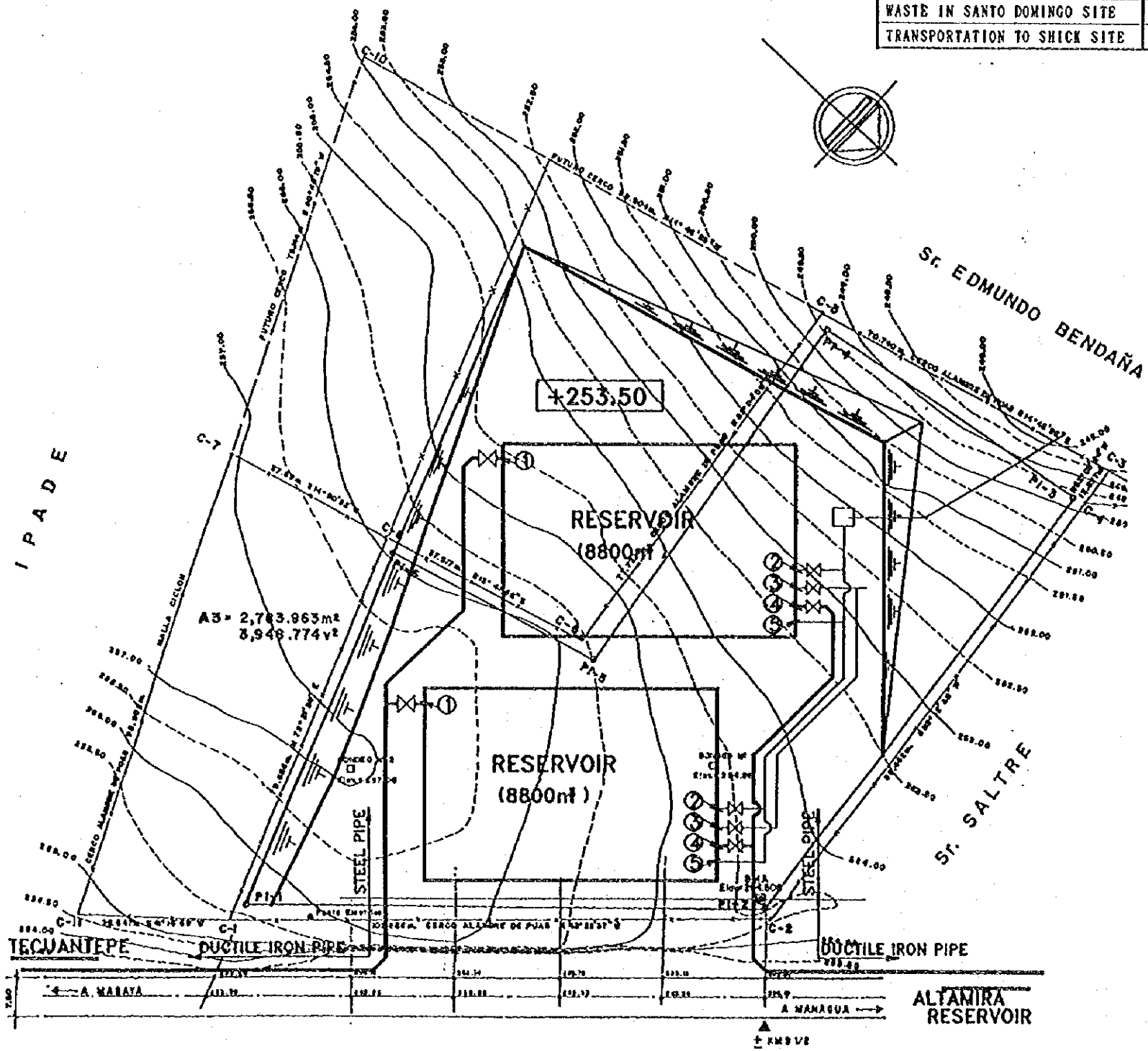
SYMBOL	b X D	SYMBOL	b X D
C1	600X600	FG1	400X900
C11	450X450	FG2	400X2850
G1	400X800	FG3	400X900
G2	350X600	FG4	700X600
G12	400X500	FG11	500X800
CG1	600X800~600	FG12	450X600
P1	400X400	FB1	700X600
B1	300X550	FB2	400X600
B2	300X650	FS1	T=600
WB1	200X500	FS2	T=350
WB2	600X800	FCS1	T=600
W20	T=200	S1	T=150
W25	T=250	CS1	T=150
KG1 (STEEL)	H-340X250X9X14	SLAB-ON-GRADE	T=250



FOUNDATION PLAN 1:200

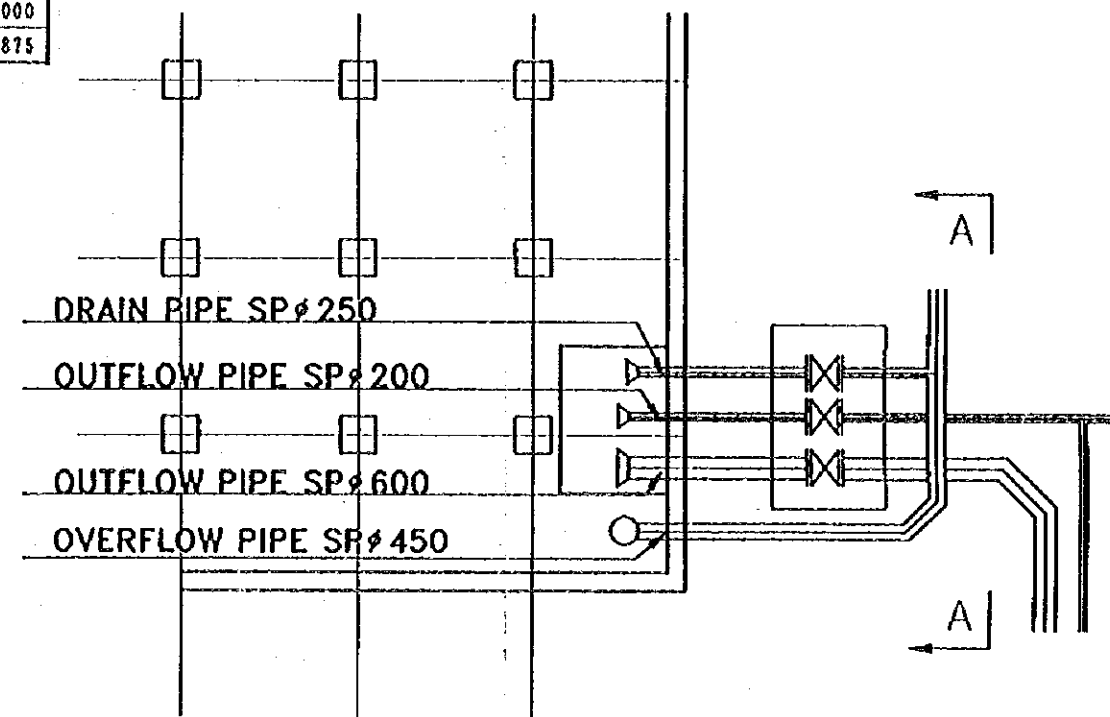
Basic Design  
 Transportation pump station(2/2) fig-6

VOLUME OF EARTHWORK (m <sup>3</sup> )		
EXCAVATION	(a)	31.260
BANKING	(b)	1.385
SURPLUS SOIL	(a-b)	29.875
WASTE IN SANTO DOMINGO SITE		5.000
TRANSPORTATION TO SHICK SITE		24.875

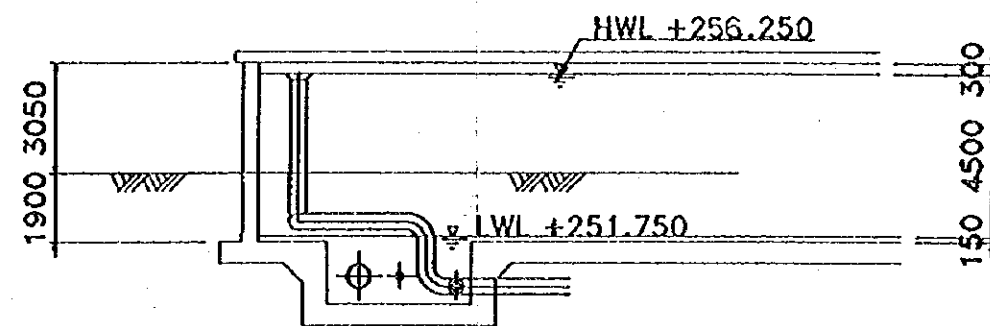


PLAN S=1/1,000

- ① INFLOW PIPE SPφ 600
- ② DRAIN PIPE SPφ 250
- ③ OUTFLOW PIPE SPφ 200
- ④ OUTFLOW PIPE SPφ 600
- ⑤ OVERFLOW PIPE SPφ 600

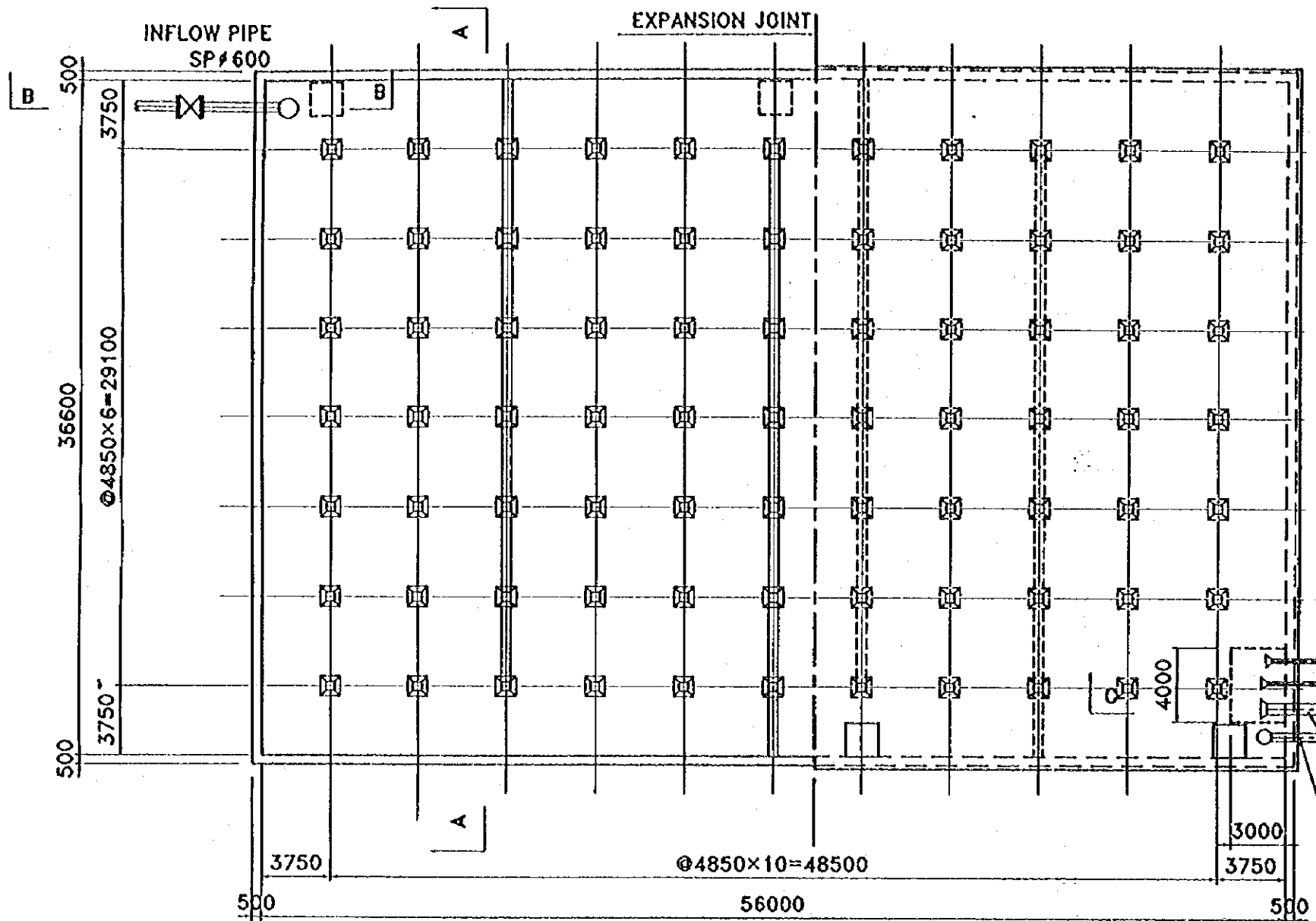


OUTFLOW DETAIL S=1/100

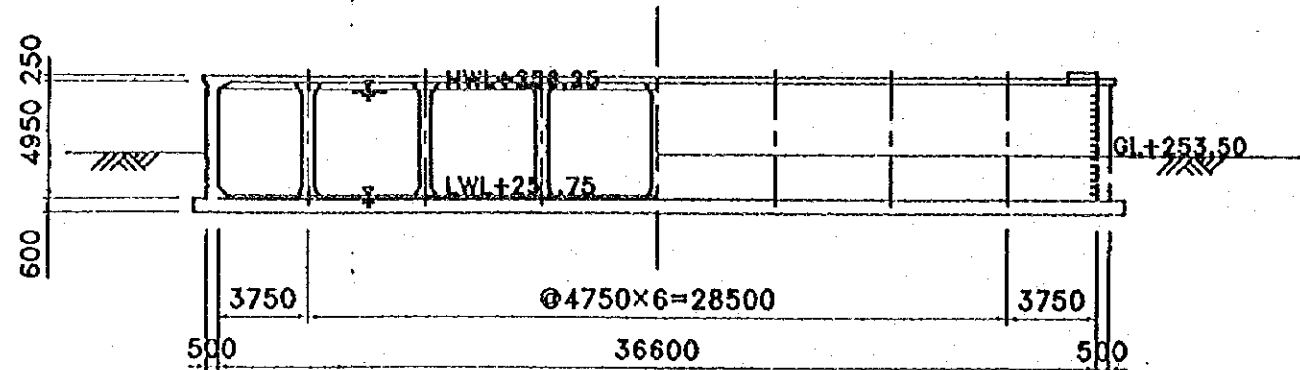


SECTION A-A S=1/100

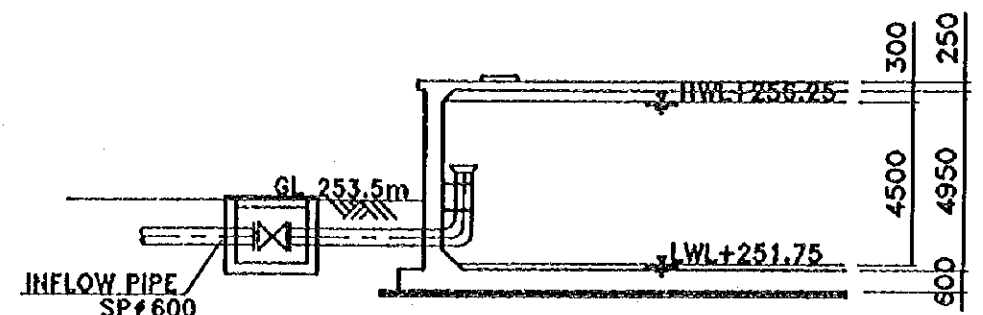
Basic Design  
Santo Domingo reservoir  
plan  
fig-7



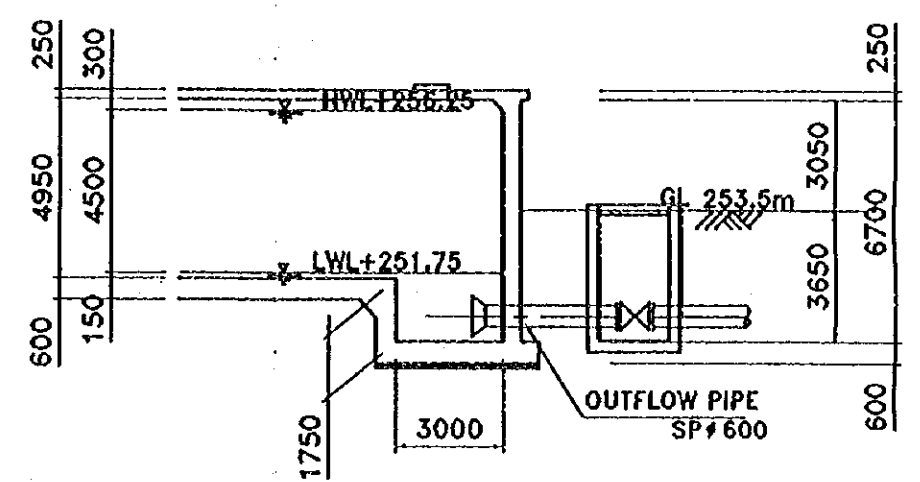
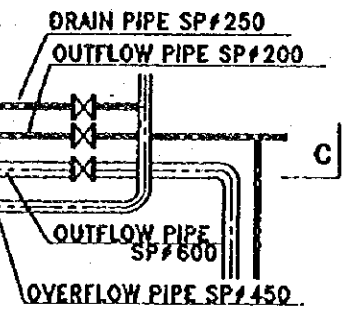
PLAN  $s=1/300$



SECTION A-A  $s=1/300$



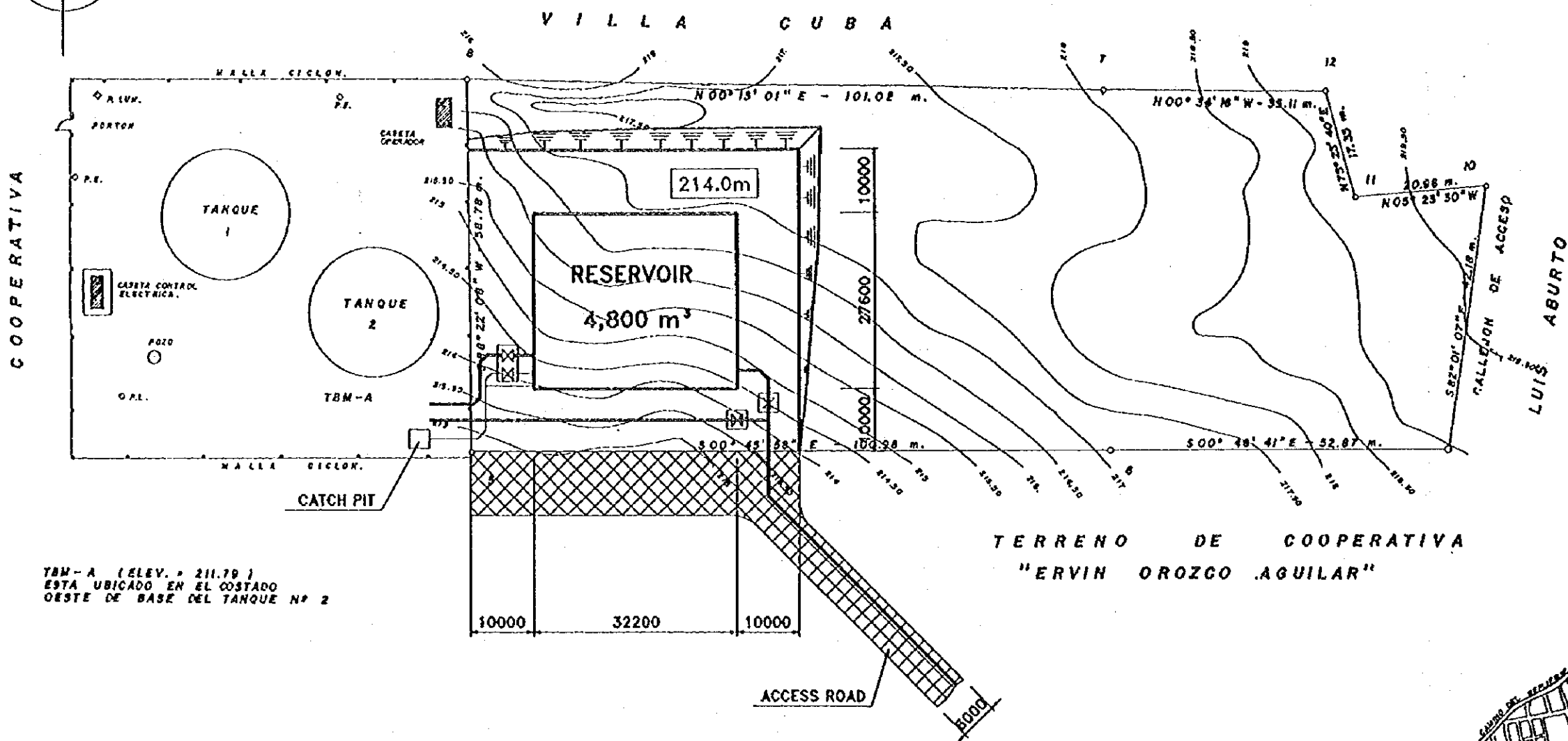
SECTION C-C  $s=1/200$



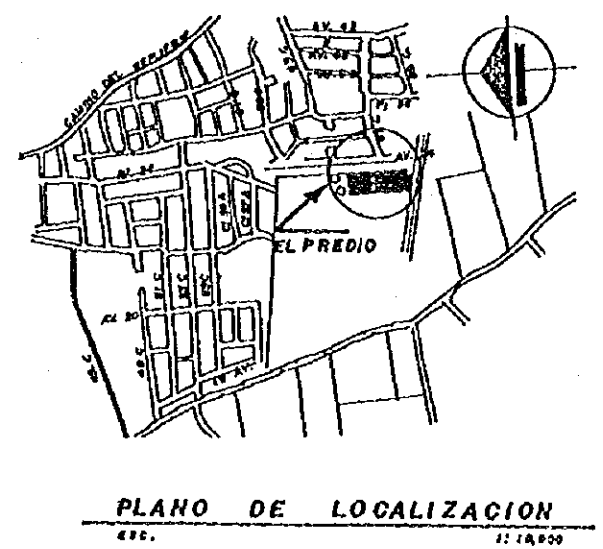
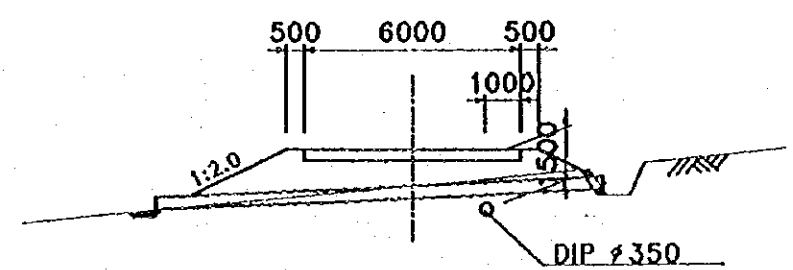
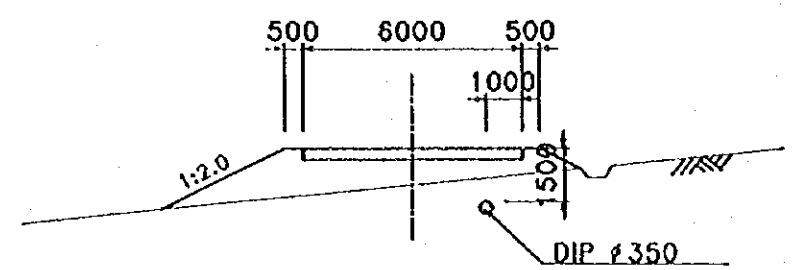
SECTION B-B  $s=1/200$

Basic Design  
 Santo Domingo reservoir  
 structure fig-8

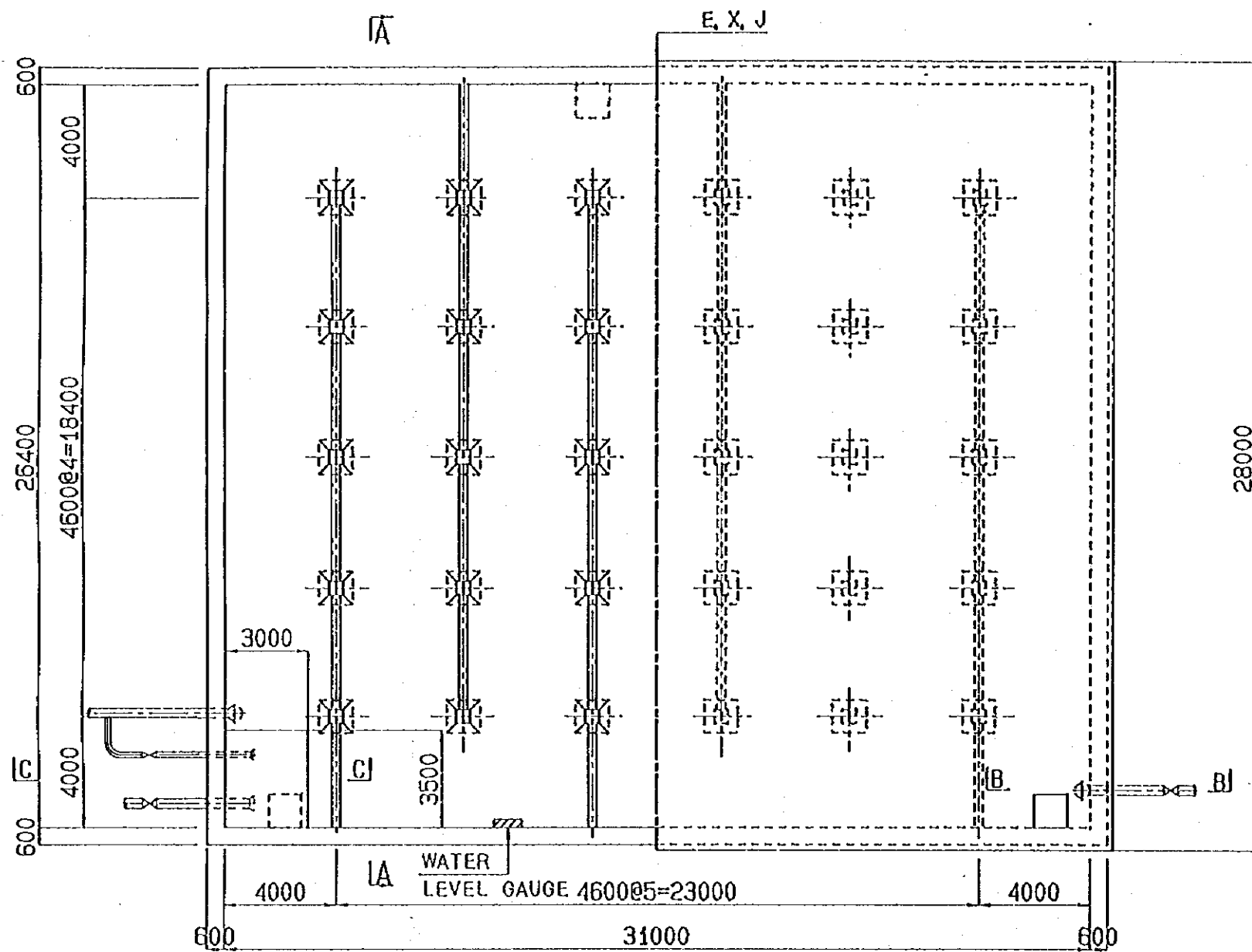
VOLUME OF EARTHWORK (m <sup>3</sup> )	
<b>EXCAVATION</b>	
SHICK RESERVOIR	7,501
ACCESS ROAD	1,719
<b>TOTAL (a)</b>	<b>9,220</b>
<b>BANKING</b>	
SHICK RESERVOIR	821
ACCESS ROAD	2,529
<b>TOTAL (b)</b>	<b>3,350</b>
<b>SURPLUS SOIL</b>	
AROUND SHICK (a)-(b)	5,870
FROM SANTO DOMINGO	24,875
FROM PIPELINE (φ 750)	7,498
FROM PIPELINE (φ 500)	1,442
FROM PIPELINE (φ 400)	793
FROM PIPELINE (φ 350)	2,438
<b>TOTAL</b>	<b>42,916</b>
WASTE AROUND SHICK SITE	42,916



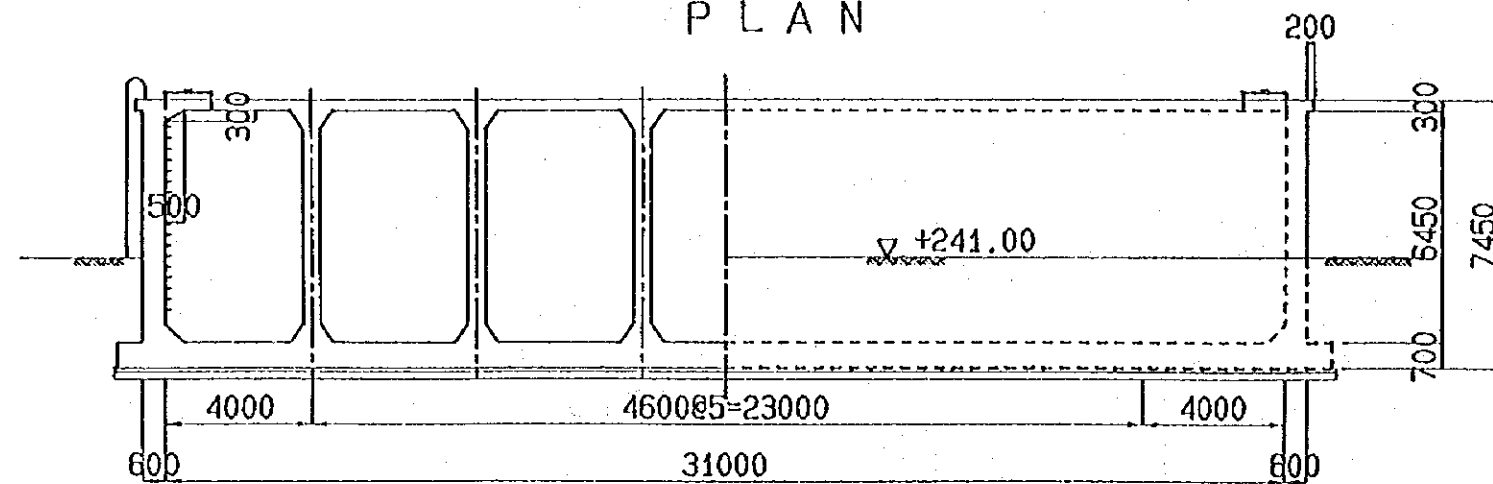
TBM-A (ELEV. = 211.79)  
ESTA UBICADO EN EL COSTADO  
OESTE DE BASE DEL TANQUE Nº 2



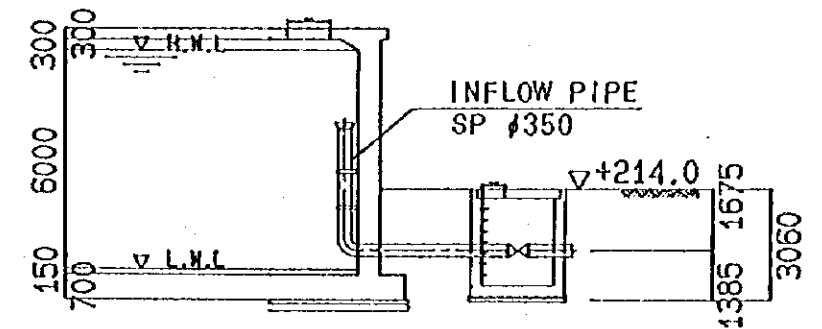
Basic Design  
Shick reservoir plan  
fig-9



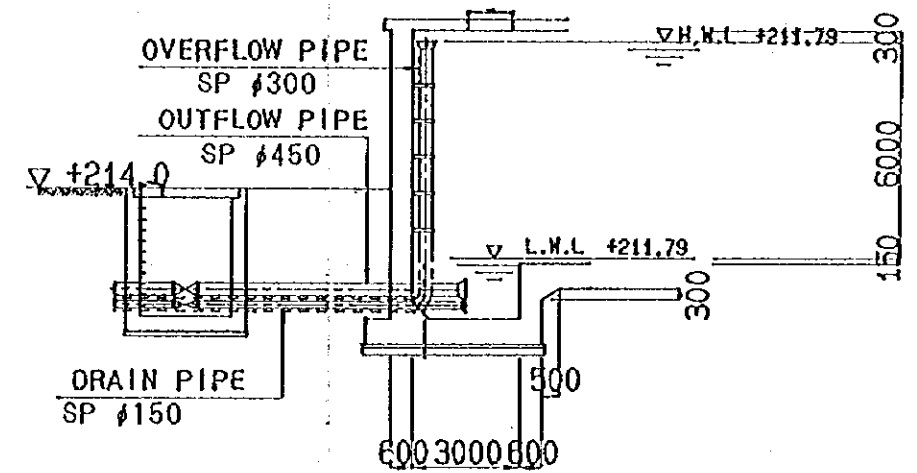
PLAN



SECTION A-A

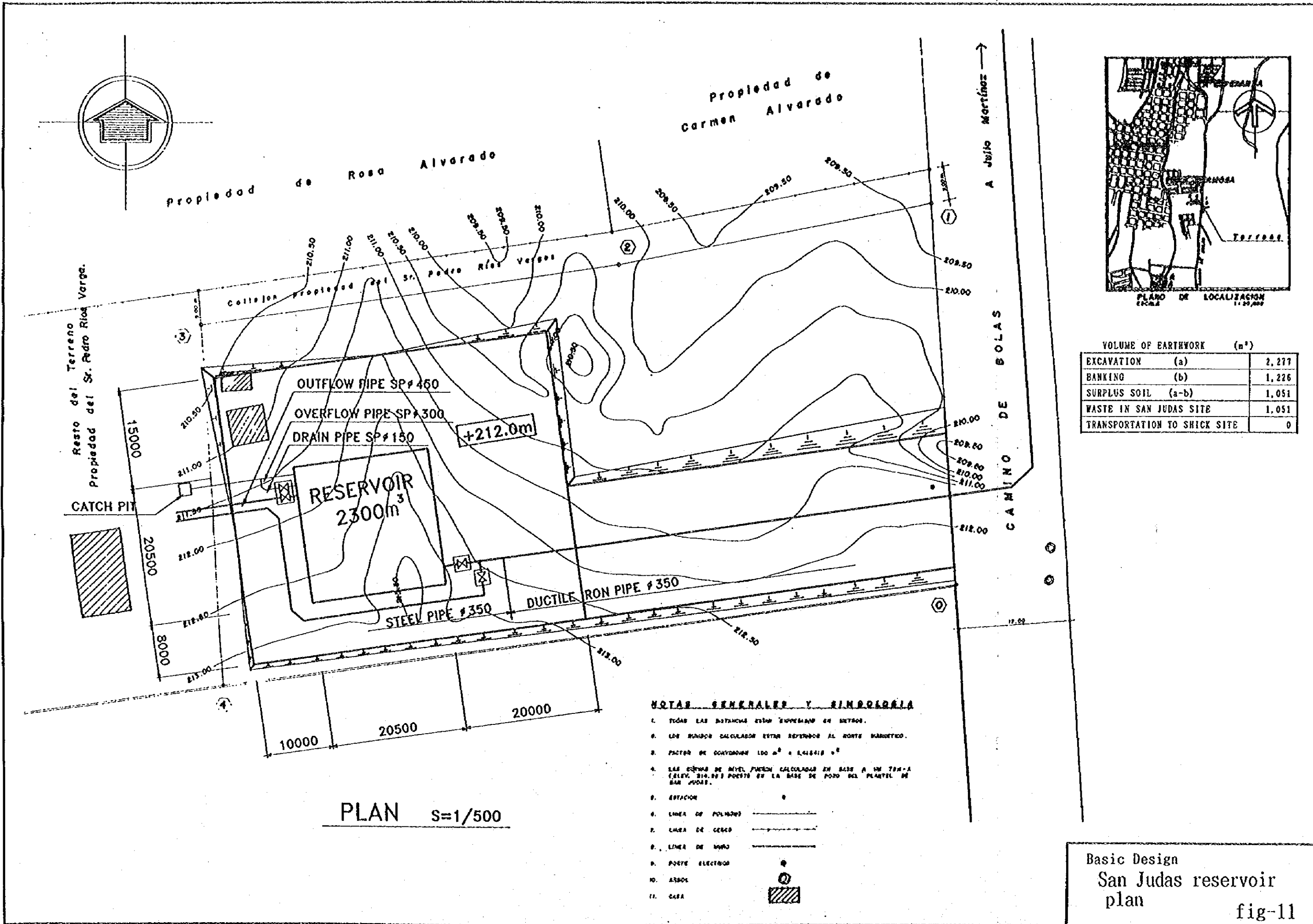


SECTION B-B



SECTION C-C

S=1/200  
 Basic Design  
 Shick reservoir structure  
 fig-10



Propiedad de Rosa Alvarado

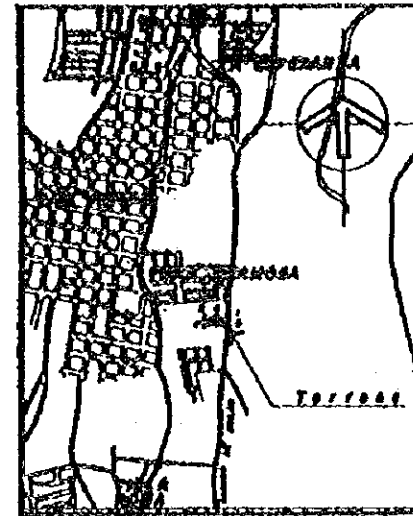
Propiedad de Carmen Alvarado

Resto del Terreno  
Propiedad del Sr. Pedro Rios Varga.

Colección propiedad del Sr. Pedro Rios Varga

A Julio Martínez →

CAMINO DE BOLAS



PLANO DE LOCALIZACION  
ESCALA 1:20,000

VOLUME OF EARTHWORK (m <sup>3</sup> )	
EXCAVATION (a)	2,277
BANKING (b)	1,226
SURPLUS SOIL (a-b)	1,051
WASTE IN SAN JUDAS SITE	1,051
TRANSPORTATION TO SHICK SITE	0

OUTFLOW PIPE SP# 450  
OVERFLOW PIPE SP# 300  
DRAIN PIPE SP# 150

RESERVOIR  
2300m<sup>3</sup>

+212.0m

CATCH PIT

STEEL PIPE # 350  
DUCTILE IRON PIPE # 350

15000  
20500  
8000

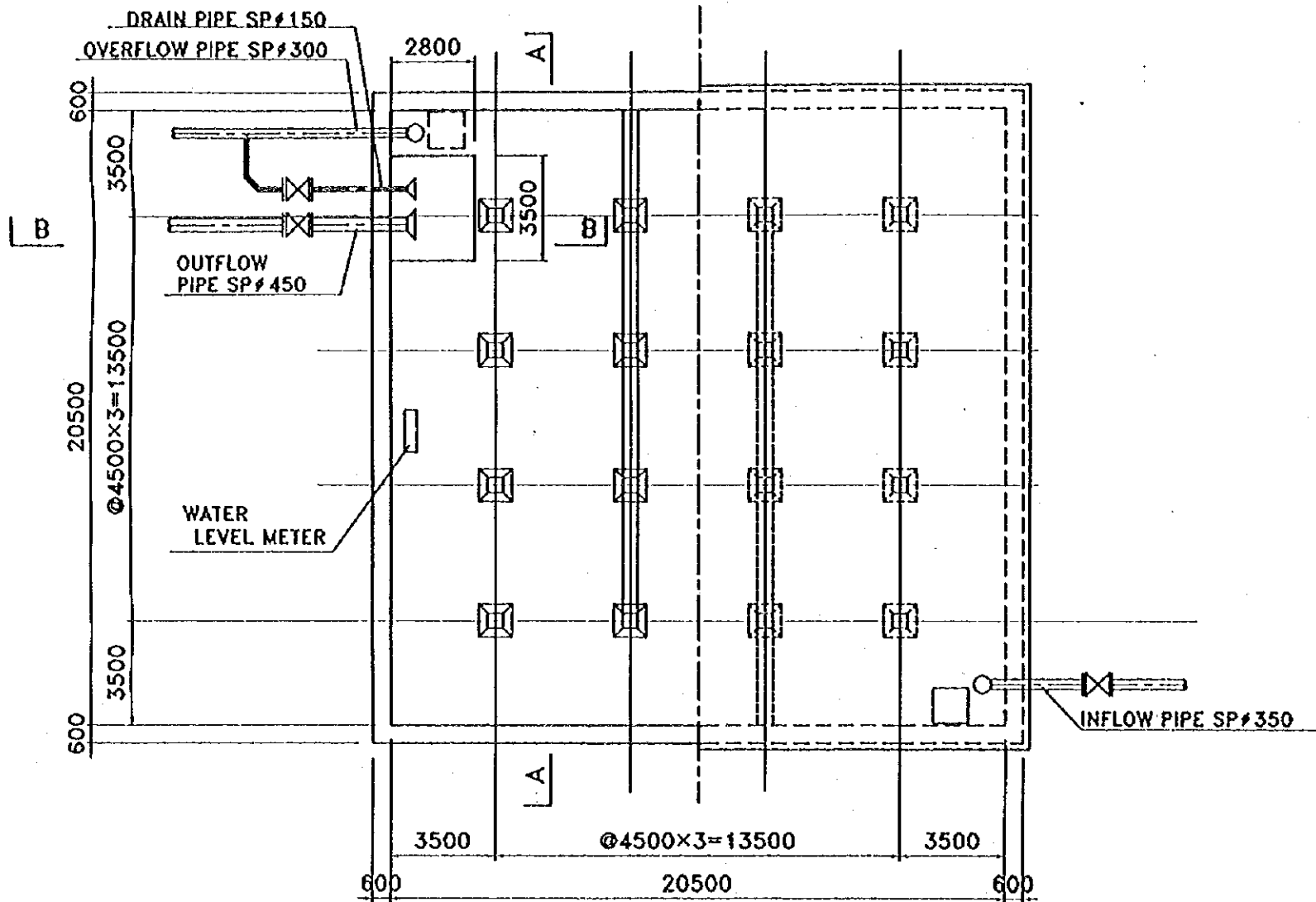
10000  
20500  
20000

PLAN S=1/500

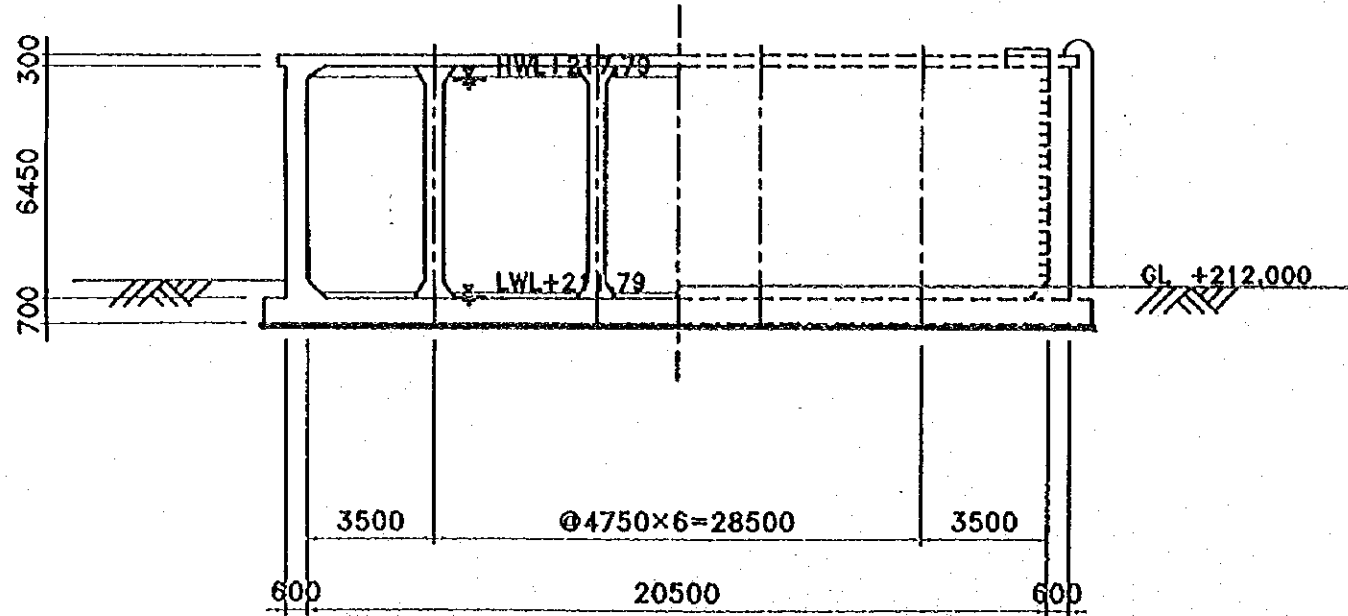
NOTAS GENERALES Y SIMBOLOGIA

- 1. TODAS LAS DISTANCIAS ESTAN EXPRESADAS EN METROS.
- 2. LOS MANOSER CALCULADOS ESTAN REFERIDOS AL NORTE MAGNETICO.
- 3. FACTOR DE CONVERSION 100 m<sup>2</sup> = 2.4726 ac.
- 4. LAS CURVAS DE NIVEL FUERON CALCULADAS EN BASE A UN T.M.A (ELEV. 210.00) PUESTO EN LA BASE DE POZO DEL PLANTEL DE SAN JUDAS.
- 5. ESTACION
- 6. LINEA DE POLIGONO
- 7. LINEA DE CERCO
- 8. LINEA DE MURO
- 9. PARED ELECTROD
- 10. ARBOL
- 11. CASA

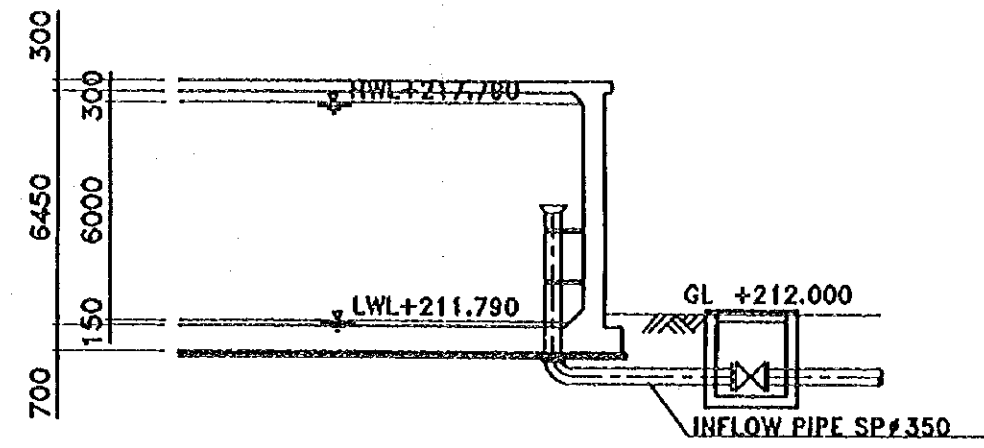
Basic Design  
San Judas reservoir  
plan  
fig-11



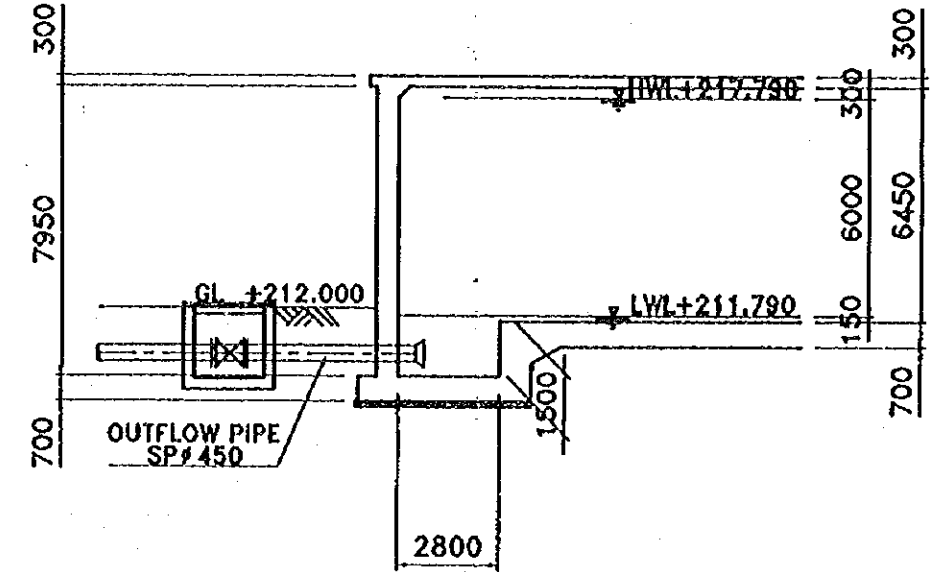
PLAN s=1/200



SECTION A-A s=1/200



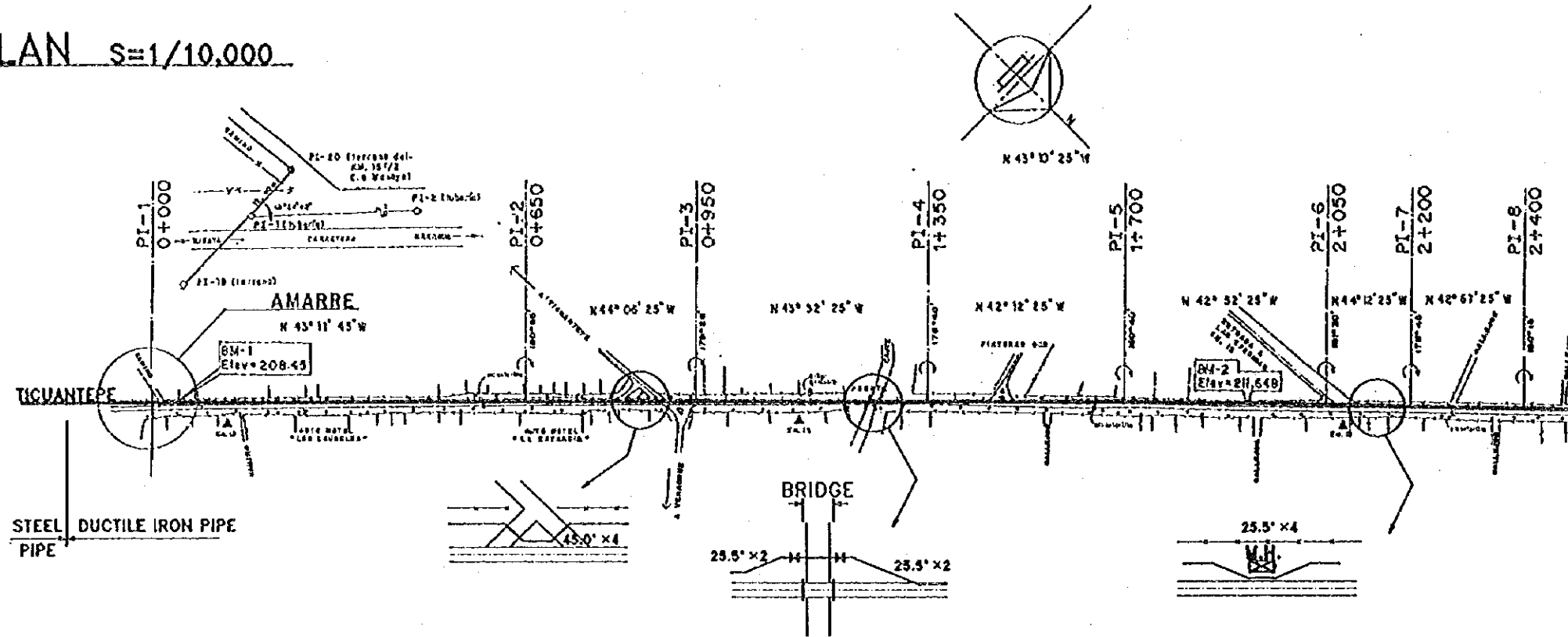
SECTION C-C s=1/200



SECTION B-B s=1/200

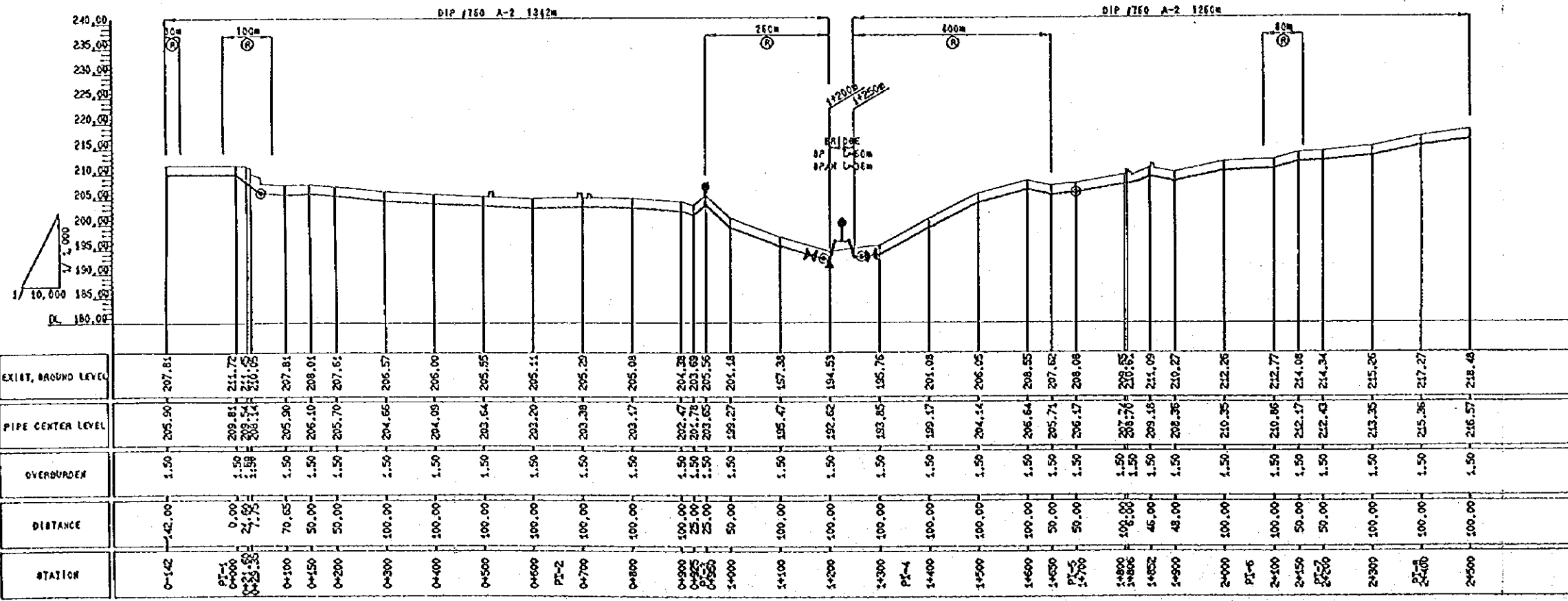
Basic Design  
 San Judas reservoir  
 structure  
 fig-12

PLAN S=1/10,000



QUANTITY OF LAYING (φ 150)

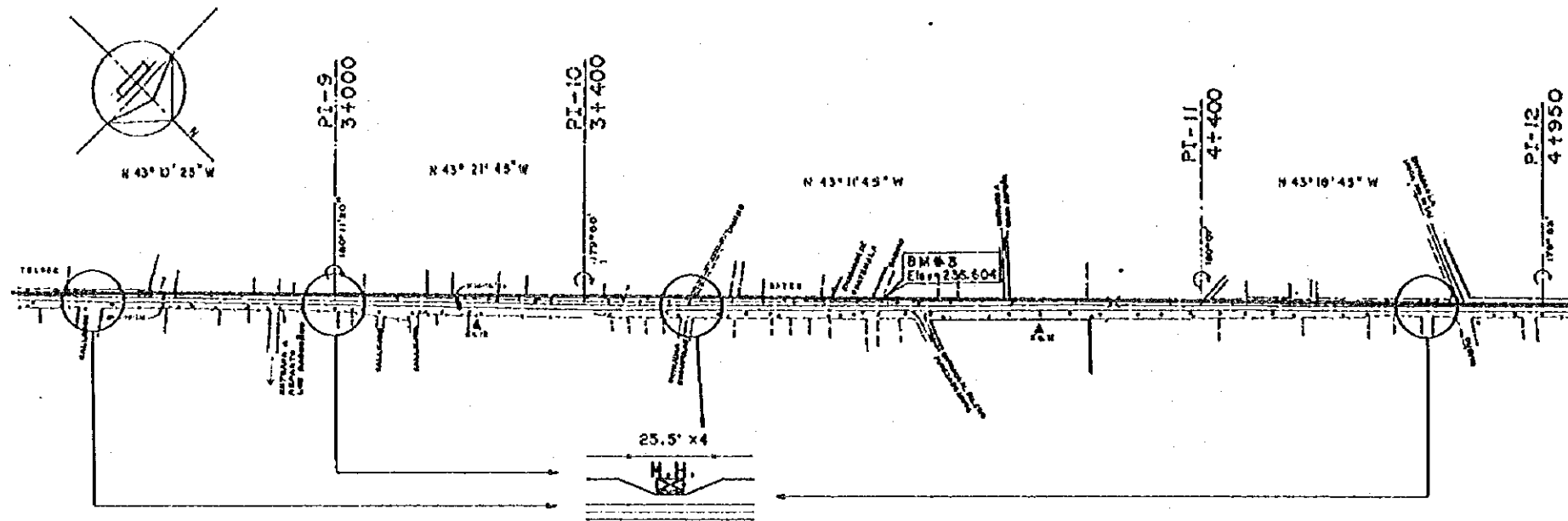
DUCTILE IRON PIPE	(LENGTHS:m)
PUSH-ON TYPE	1732
PUSH-ON RESTRAINED TYPE	860
JOINT (PIECE)	
FLEXIBLE JOINT	4
EXPANSION JOINT	8
TYPE OF EXCAVATION (LENGTHS:m)	
A-1 STANDARD	0
A-2 ROCK BED EXCAVATION	2592
A-3 INVERTED SIPHON	0



Basic Design  
 Transportation pipeline layout(1/9)  
 Water resources - Santo Domingo fig-13

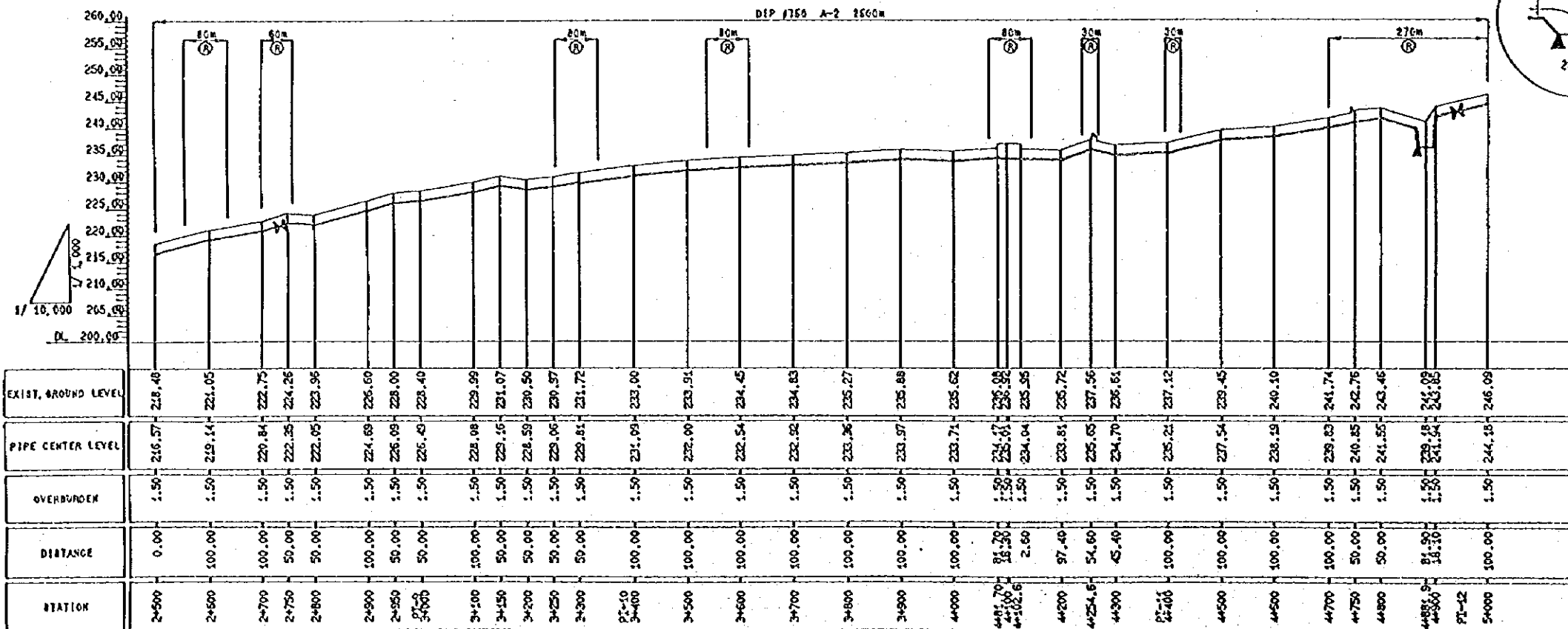


PLAN S=1/10,000



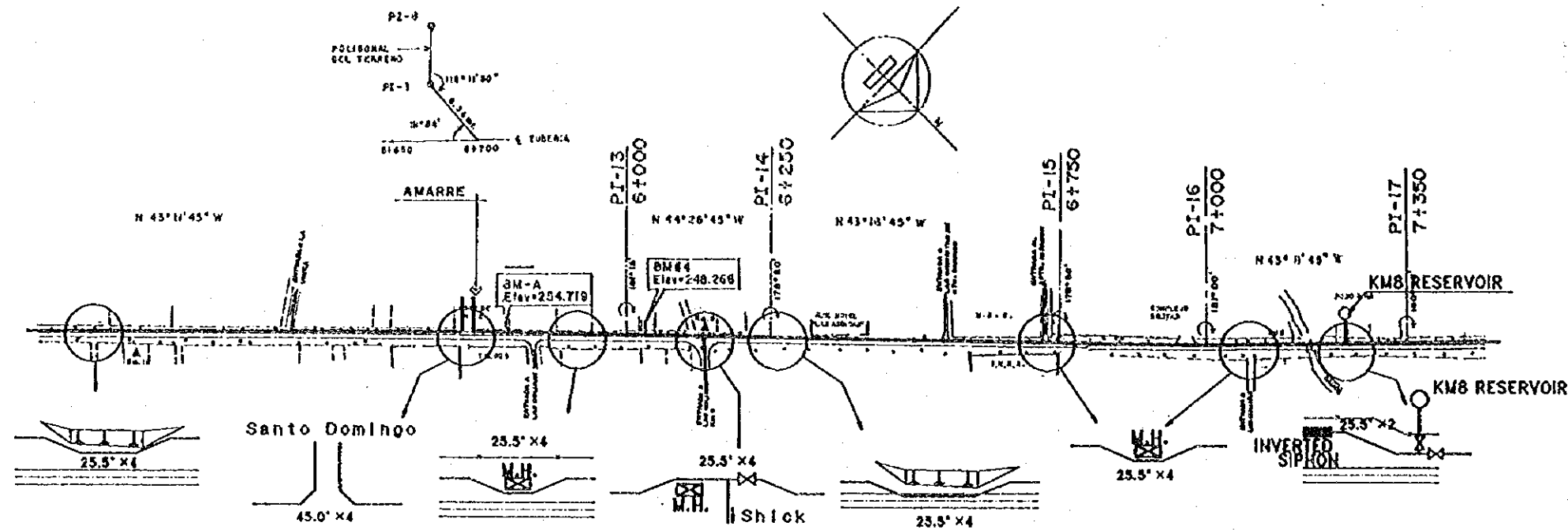
QUANTITY OF LAYING (φ 750)

DUCTILE IRON PIPE (LENGTHS:m)	
PUSH-ON TYPE	1790
PUSH-ON RESTRAINED TYPE	710
JOINT (PIECE)	
FLEXIBLE JOINT	0
EXPANSION JOINT	0
TYPE OF EXCAVATION (LENGTHS:m)	
A-1 STANDARD	0
A-2 ROCK BED EXCAVATION	2500
A-3 INVERTED SIPHON	0



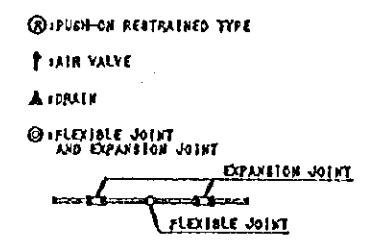
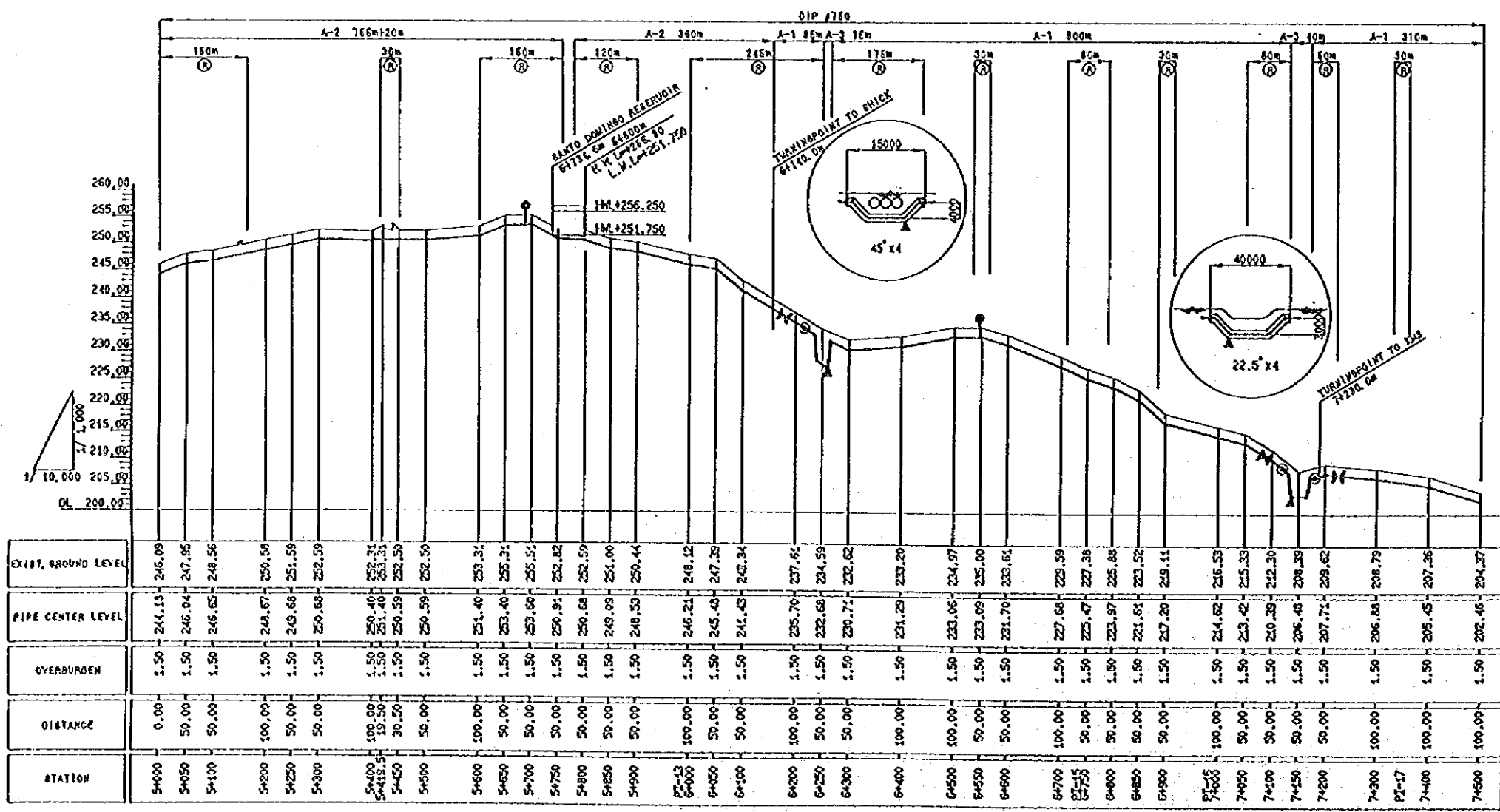
Basic Design  
 Transportation pipeline layout (2/9)  
 Water resources - Santo Domingo fig-14

PLAN S=1/10,000



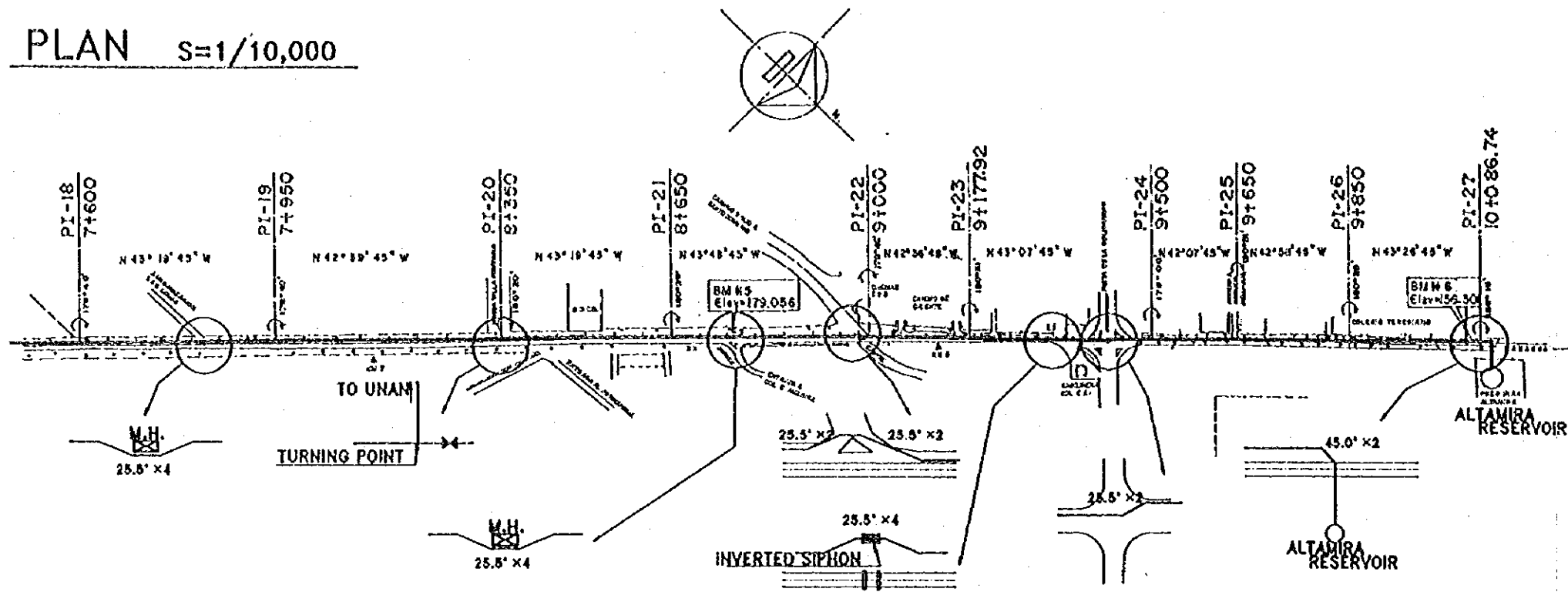
QUANTITY OF LAYING (φ 750)

DUCTILE IRON PIPE	(LENGTHS; m)
PUSH-ON TYPE	1305
PUSH-ON RESTRAINED TYPE	1170
JOINT (PIECE)	
FLEXIBLE JOINT	3
EXPANSION JOINT	6
TYPE OF EXCAVATION (LENGTHS; m)	
A-1 STANDARD	1305
A-2 ROCK BED EXCAVATION	1115
A-3 INVERTED SIPHON	55



Basic Design  
 Transportation  
 pipeline layout(3/9)  
 Water resources -  
 Santo Domingo fig-15

PLAN S=1/10,000

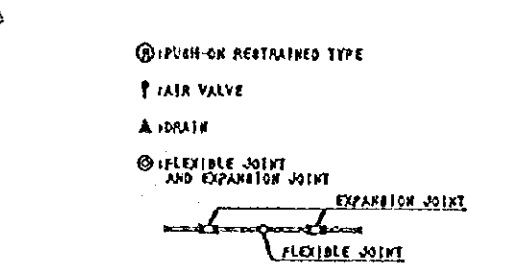
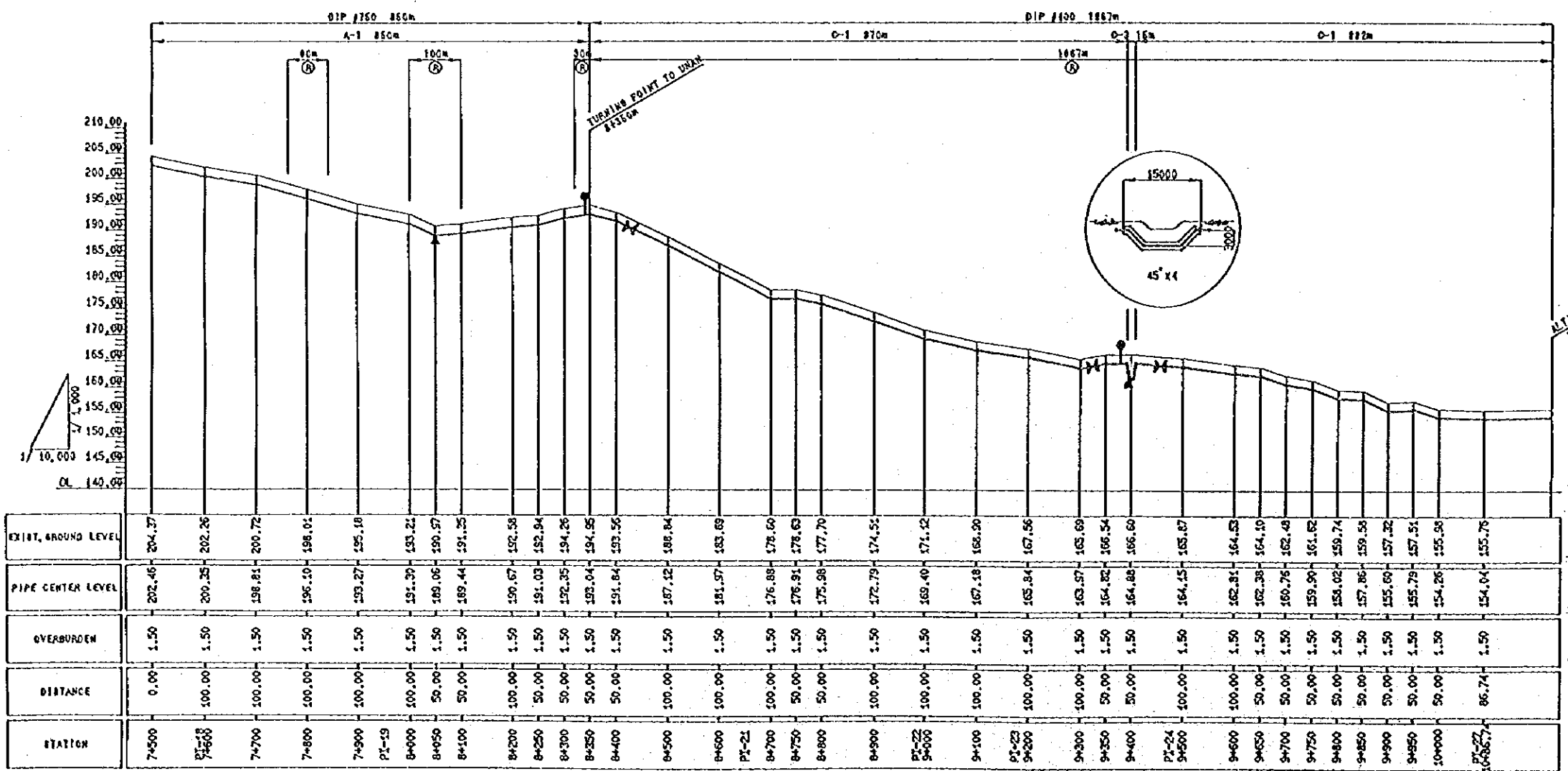


QUANTITY OF LAYING (φ 750)

DUCTILE IRON PIPE (LENGTHS:m)	
PUSH-ON TYPE	640
PUSH-ON RESTRAINED TYPE	210
JOINT (PIECE)	
FLEXIBLE JOINT	0
EXPANSION JOINT	0
TYPE OF EXCAVATION (LENGTHS:m)	
A-1 STANDARD	850
A-2 ROCK BED EXCAVATION	0
A-3 INVERTED SIPHON	0

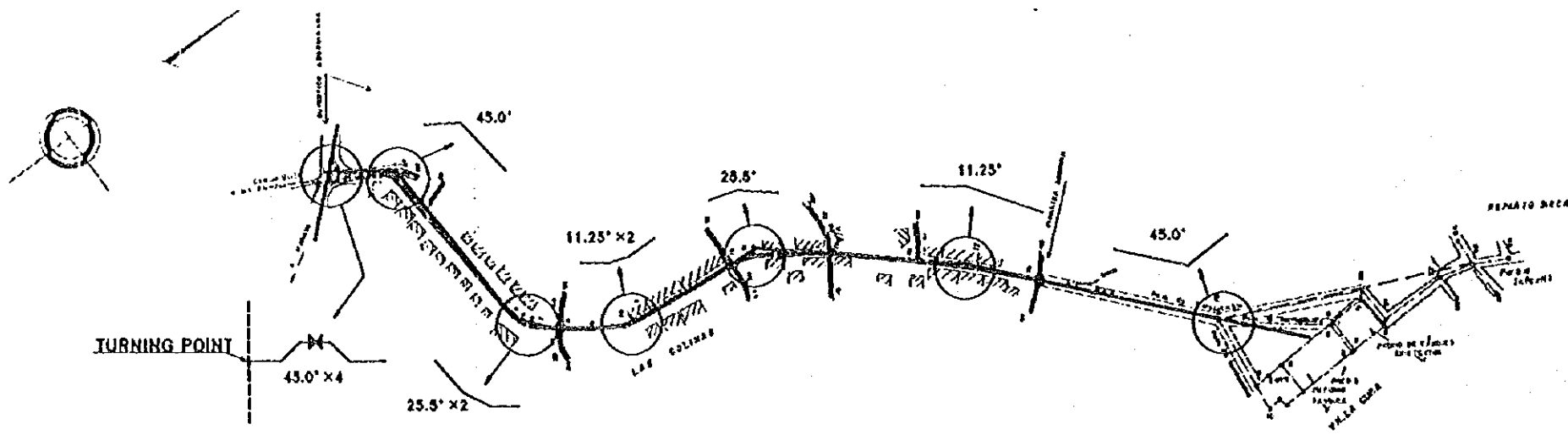
QUANTITY OF LAYING (φ 400)

DUCTILE IRON PIPE (LENGTHS:m)	
PUSH-ON TYPE	0
PUSH-ON RESTRAINED TYPE	1867
JOINT (PIECE)	
FLEXIBLE JOINT	0
EXPANSION JOINT	0
TYPE OF EXCAVATION (LENGTHS:m)	
C-1 STANDARD	1852
C-2 ROCK BED EXCAVATION	0
C-3 INVERTED SIPHON	15



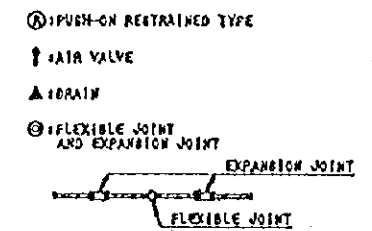
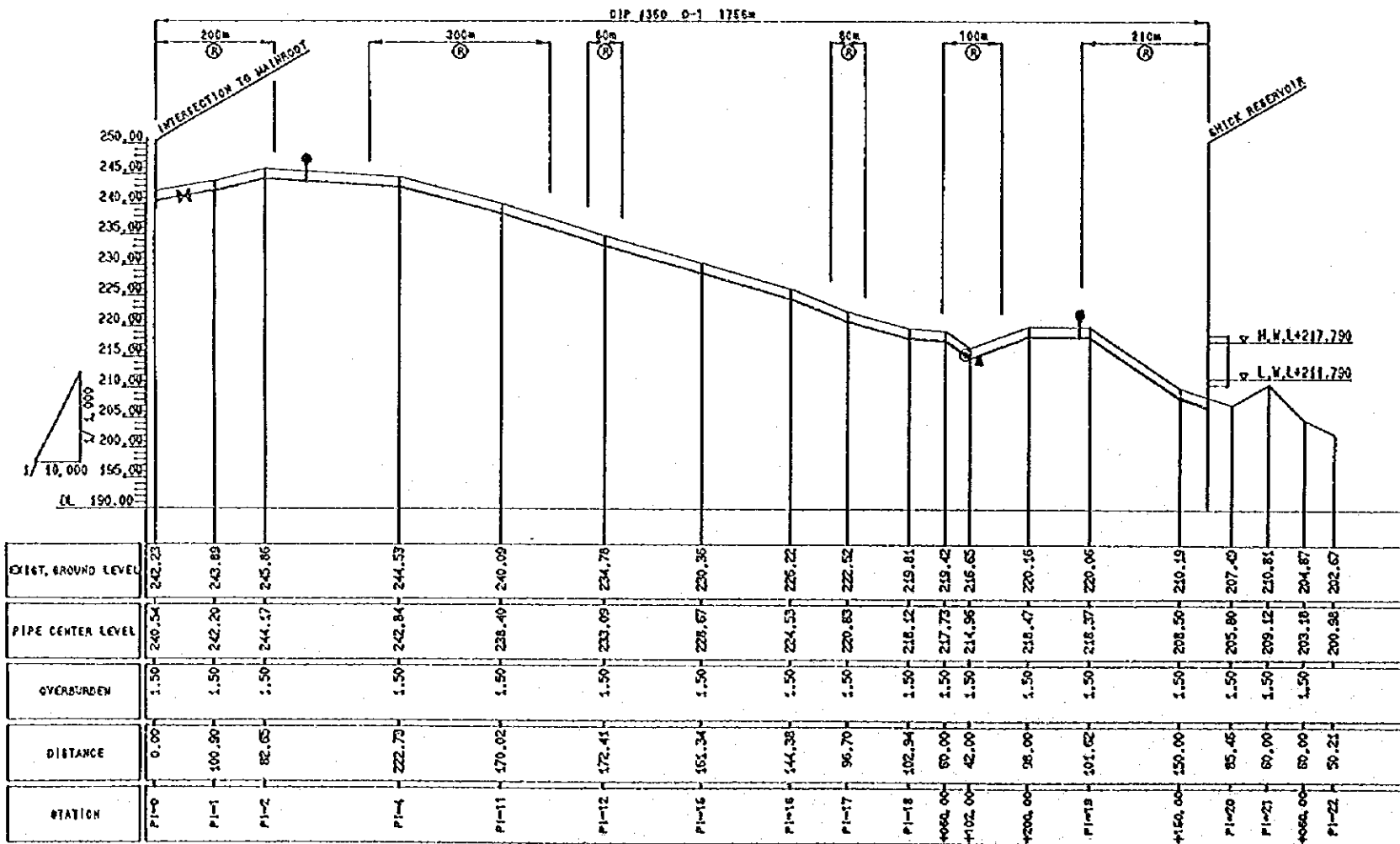
Basic Design  
 Transportation pipeline layout(4/9)  
 Santo Domingo - Turning point to Unan fig-16

PLAN S=1/10,000



QUANTITY OF LAYING (φ 350)

DUCTILE IRON PIPE (LENGTHS; m)	
PUSH-ON TYPE	826
PUSH-ON RESTRAINED TYPE	930
JOINT (PIECE)	
FLEXIBLE JOINT	1
EXPANSION JOINT	2
TYPE OF EXCAVATION (LENGTHS; m)	
D-1 STANDARD	1756
D-2 ROCK BED EXCAVATION	0
D-3 INVERTED SIPHON	0

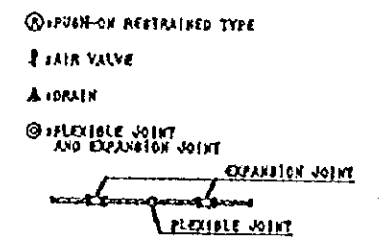
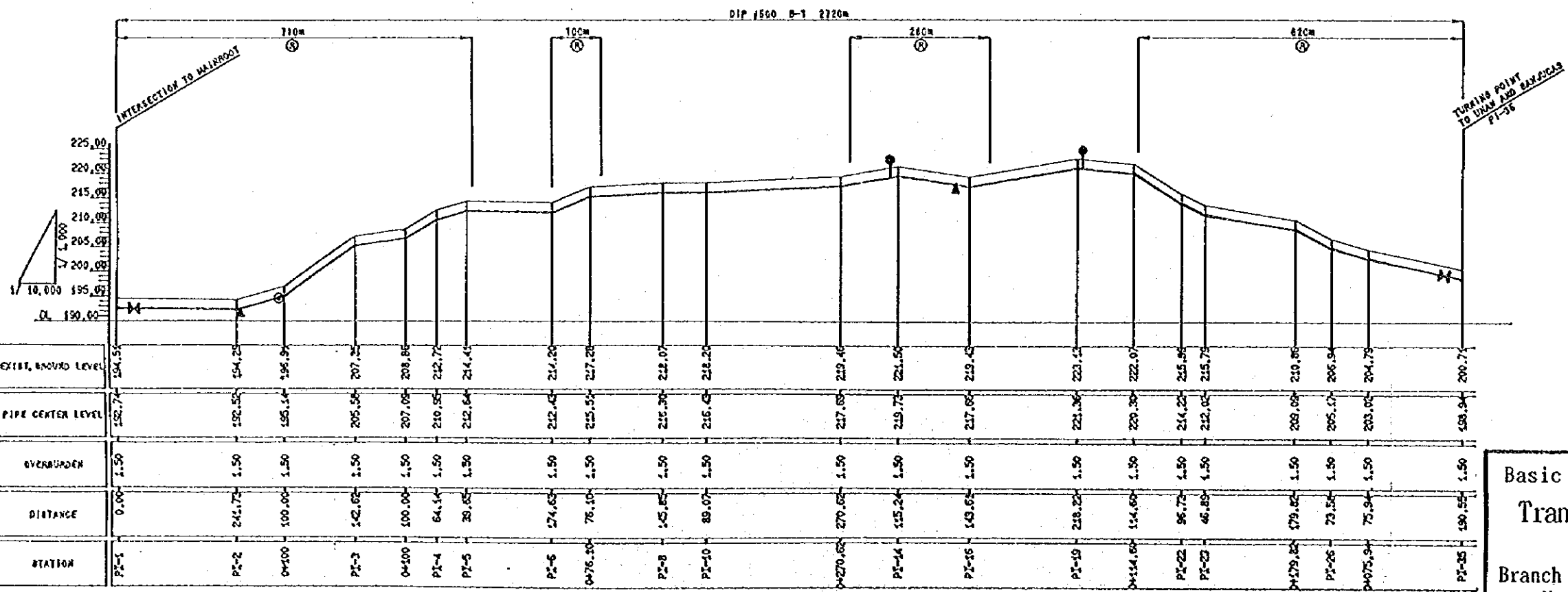
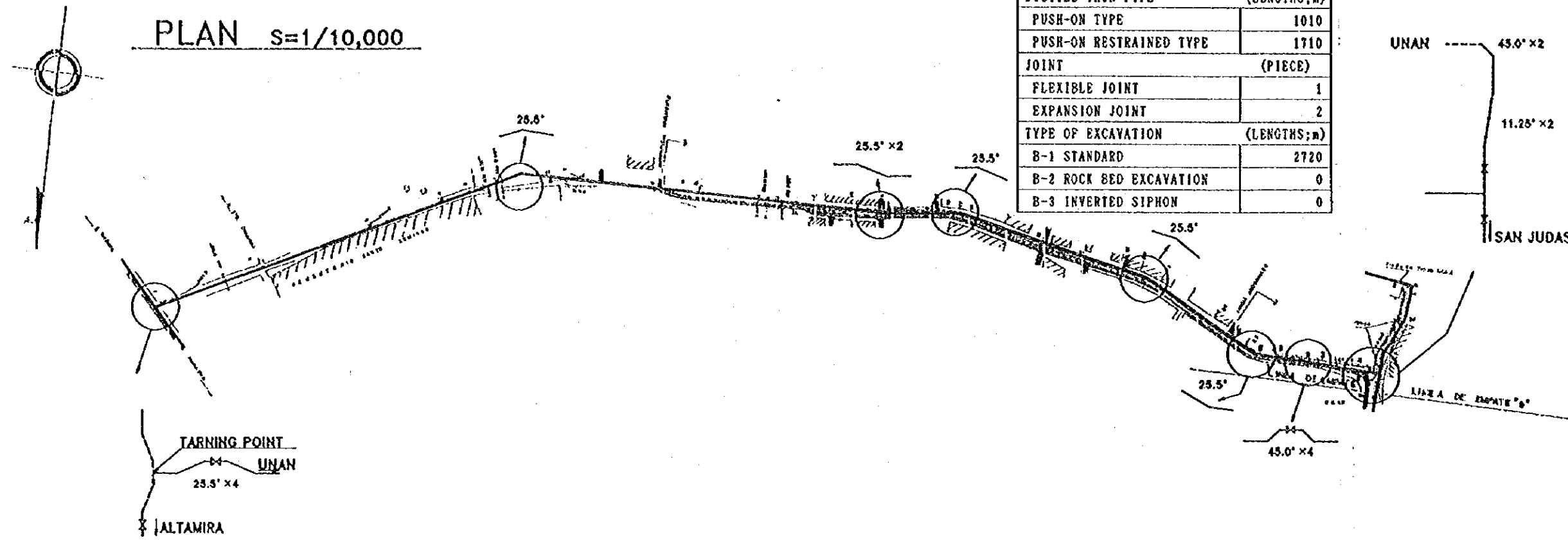


Basic Design  
 Transportation  
 pipeline layout(5/9)  
 Branch  
 Shick reservoir fig-17

PLAN S=1/10,000

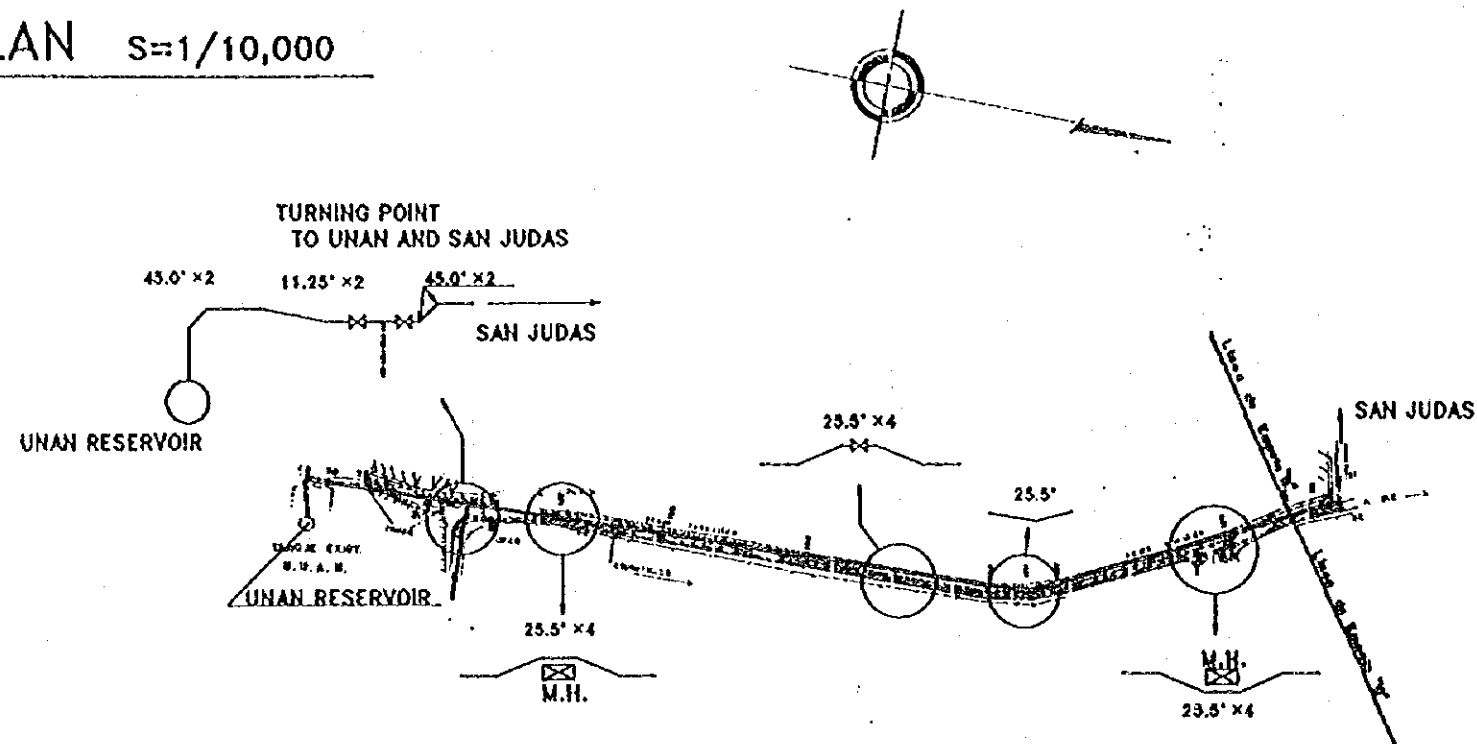
QUANTITY OF LAYING (φ 500)

DUCTILE IRON PIPE (LENGTHS; m)	
PUSH-ON TYPE	1010
PUSH-ON RESTRAINED TYPE	1710
JOINT (PIECE)	
FLEXIBLE JOINT	1
EXPANSION JOINT	2
TYPE OF EXCAVATION (LENGTHS; m)	
B-1 STANDARD	2720
B-2 ROCK BED EXCAVATION	0
B-3 INVERTED SIPHON	0



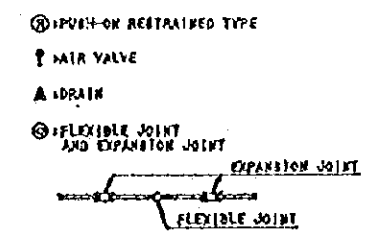
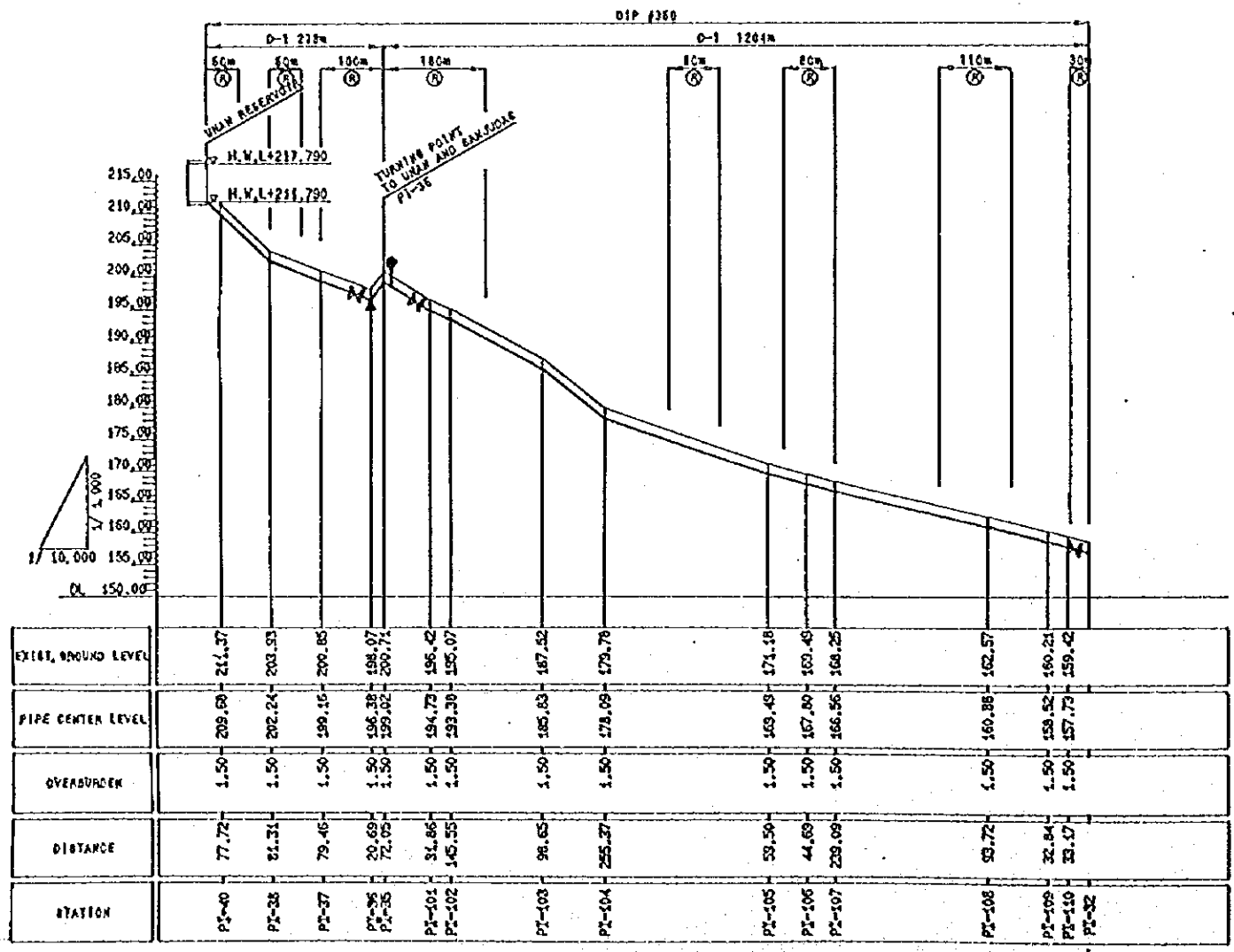
Basic Design  
 Transportation pipeline layout (6/9)  
 Branch Unan reservoir fig-18

PLAN S=1/10,000



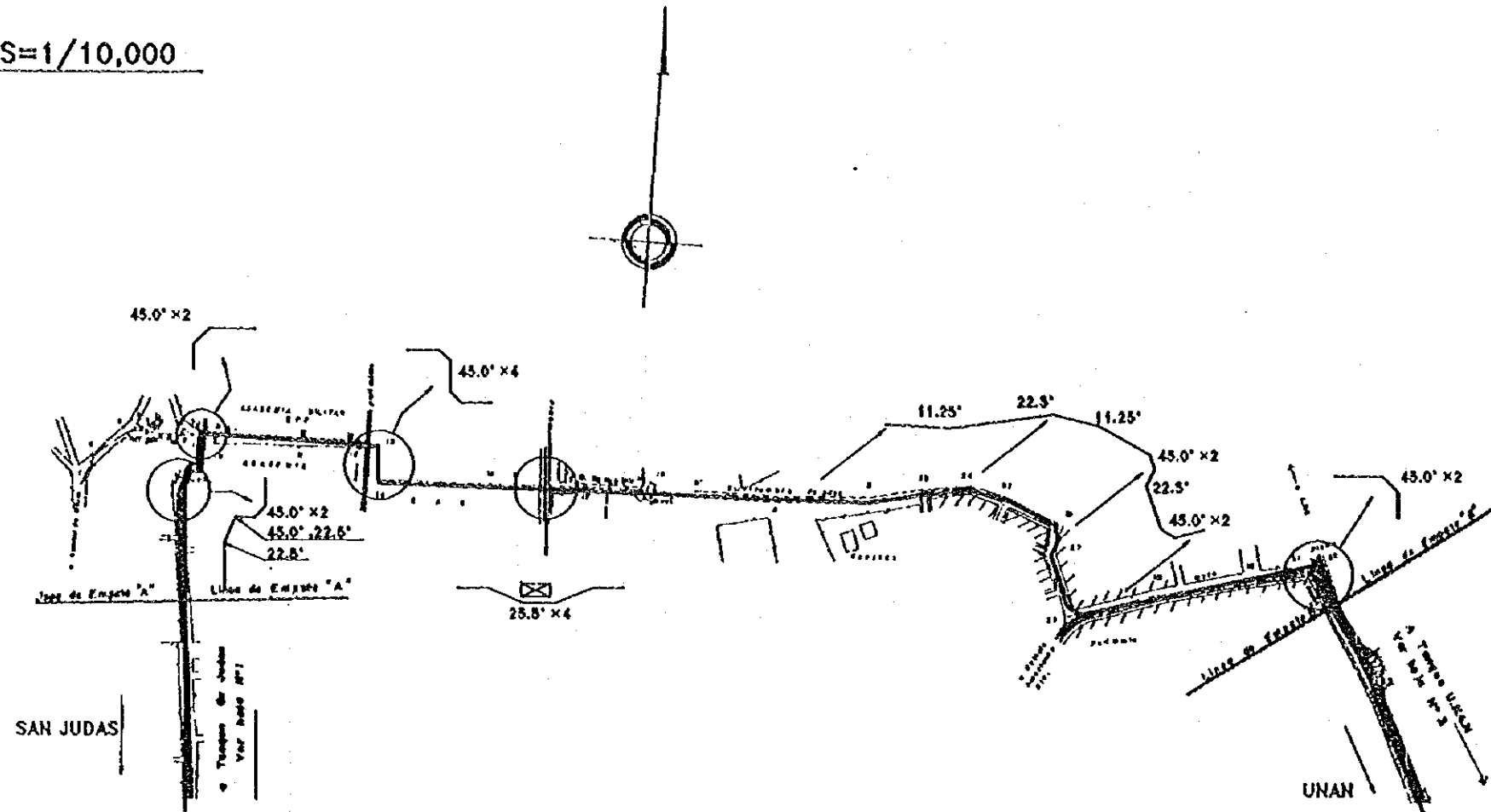
QUANTITY OF LAYING (ø 350)

DUCTILE IRON PIPE	(LENGTHS; m)
PUSH-ON TYPE	823
PUSH-ON RESTRAINED TYPE	660
JOINT (PIECE)	
FLEXIBLE JOINT	0
EXPANSION JOINT	0
TYPE OF EXCAVATION (LENGTHS; m)	
D-1 STANDARD	1483
D-2 ROCK BED EXCAVATION	0
D-3 INVERTED SIPHON	0



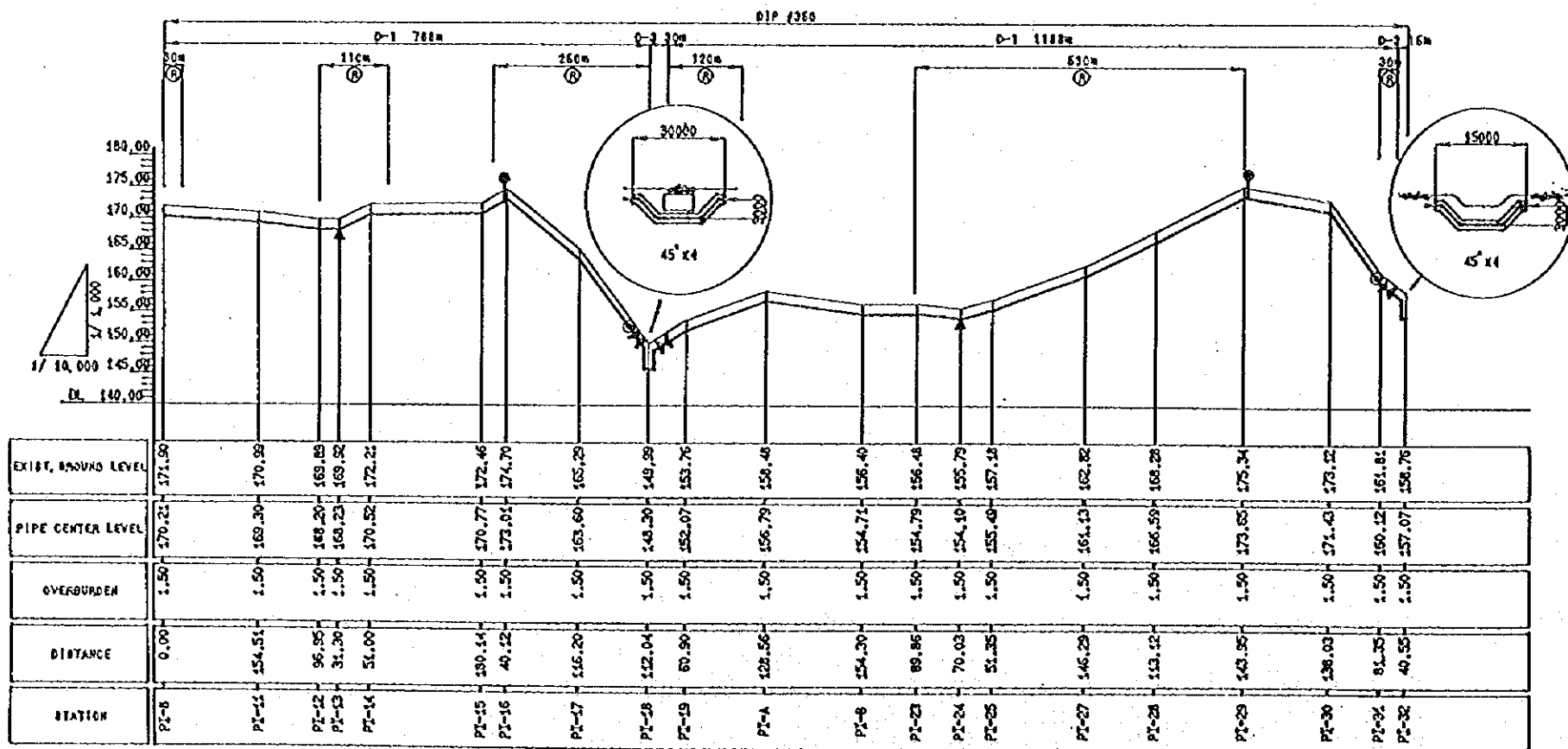
Basic Design  
 Transportation  
 pipeline layout(7/9)  
 Branch Unan  
 San Judas reservoir fig-19

PLAN S=1/10,000



QUANTITY OF LAYING (ø 350)

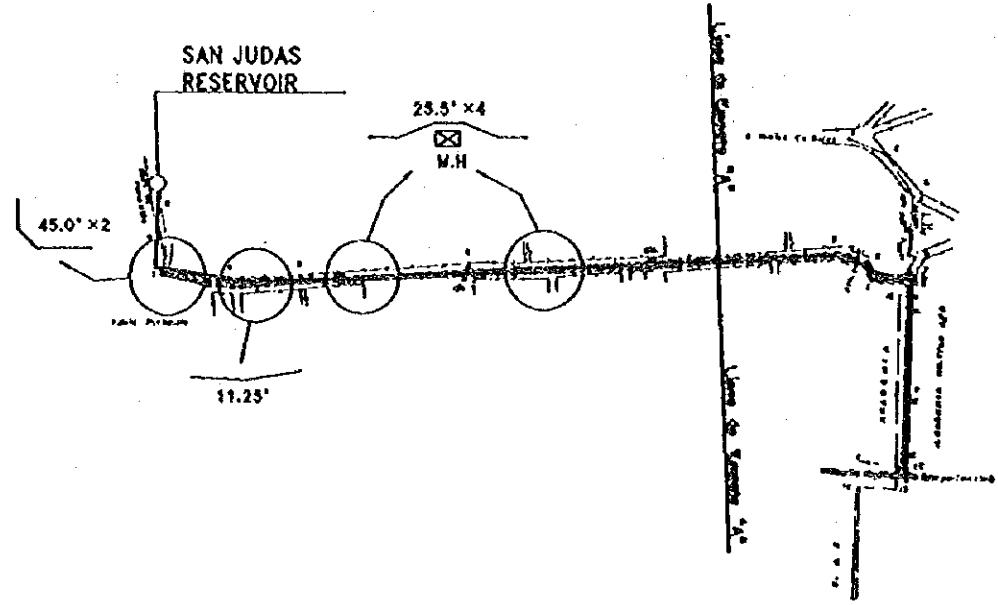
DUCTILE IRON PIPE (LENGTHS; m)	
PUSH-ON TYPE	931
PUSH-ON RESTRAINED TYPE	1070
JOINT (PIECE)	
FLEXIBLE JOINT	2
EXPANSION JOINT	4
TYPE OF EXCAVATION (LENGTHS; m)	
D-1 STANDARD	1956
D-2 ROCK BED EXCAVATION	0
D-3 INVERTED SIPHON	45



- ⊙ PUSH-ON RESTRAINED TYPE
- f AIR VALVE
- ▲ DRAIN
- ⊙ FLEXIBLE JOINT AND EXPANSION JOINT
- EXPANSION JOINT
- FLEXIBLE JOINT

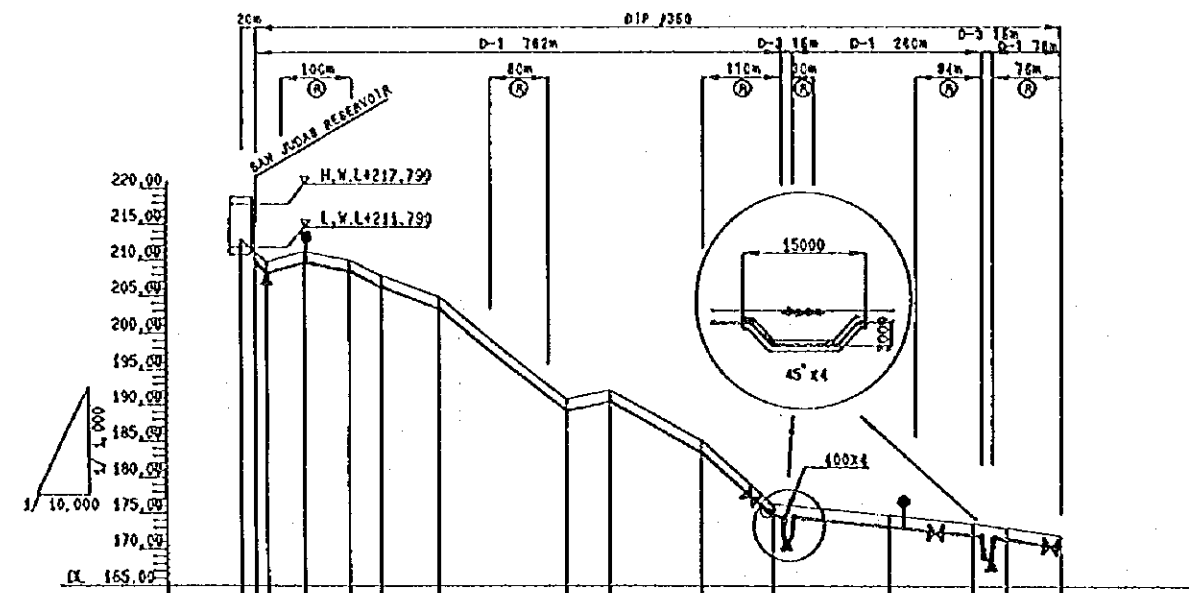
Basic Design  
 Transportation pipeline layout(8/9)  
 Branch San Judas reservoir fig-20

PLAN S=1/10,000

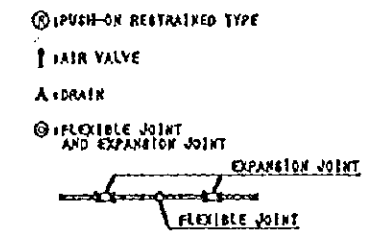


QUANTITY OF LAYING (φ 350)

DUCTILE IRON PIPE (LENGTHS; m)	
PUSH-ON TYPE	638
PUSH-ON RESTRAINED TYPE	490
JOINT (PIECE)	
FLEXIBLE JOINT	1
EXPANSION JOINT	2
TYPE OF EXCAVATION (LENGTHS; m)	
D-1 STANDARD	1098
D-2 ROCK BED EXCAVATION	0
D-3 INVERTED SIPHON	30

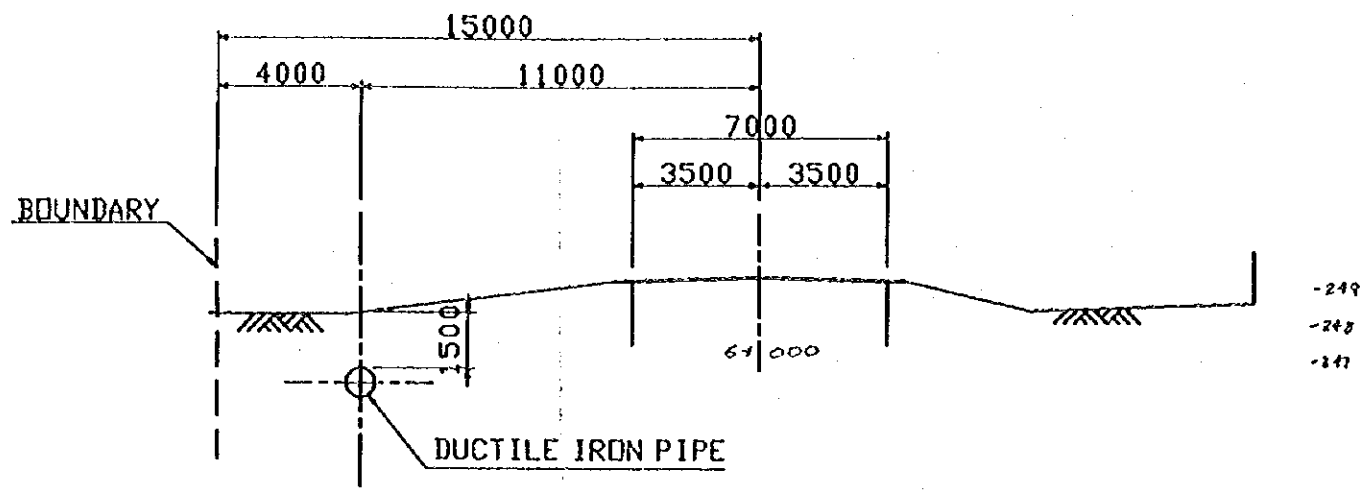


EXIST. GROUND LEVEL		212.85	209.76	211.17	209.94	207.74	204.95		199.77	192.05	183.03	176.27	174.72	173.58	172.53	171.89
PIPE CENTER LEVEL		211.20	208.07	209.48	208.25	206.05	203.16		189.08	190.36	181.34	174.58	173.03	171.89	171.24	170.20
OVERBURDEN		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
DISTANCE		0.00	36.57	52.82	63.75	45.07	80.00		177.00	60.00	150.00	100.00	160.00	120.00	46.72	76.00
STATION		P1-0	P1-6	P1-7	P1-8		P1-6		P1-4					P1-3	P1-2	P1-8

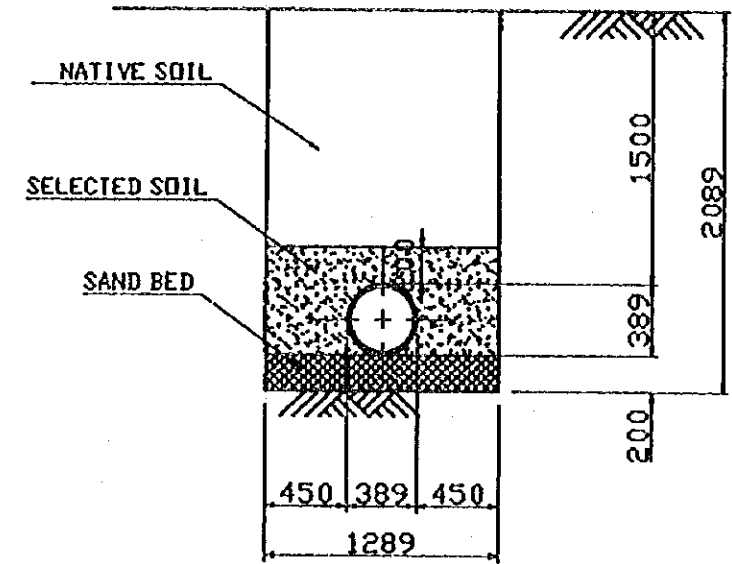


Basic Design  
 Transportation  
 pipeline layout (9/9)  
 Branch  
 San Judas reservoir fig-21

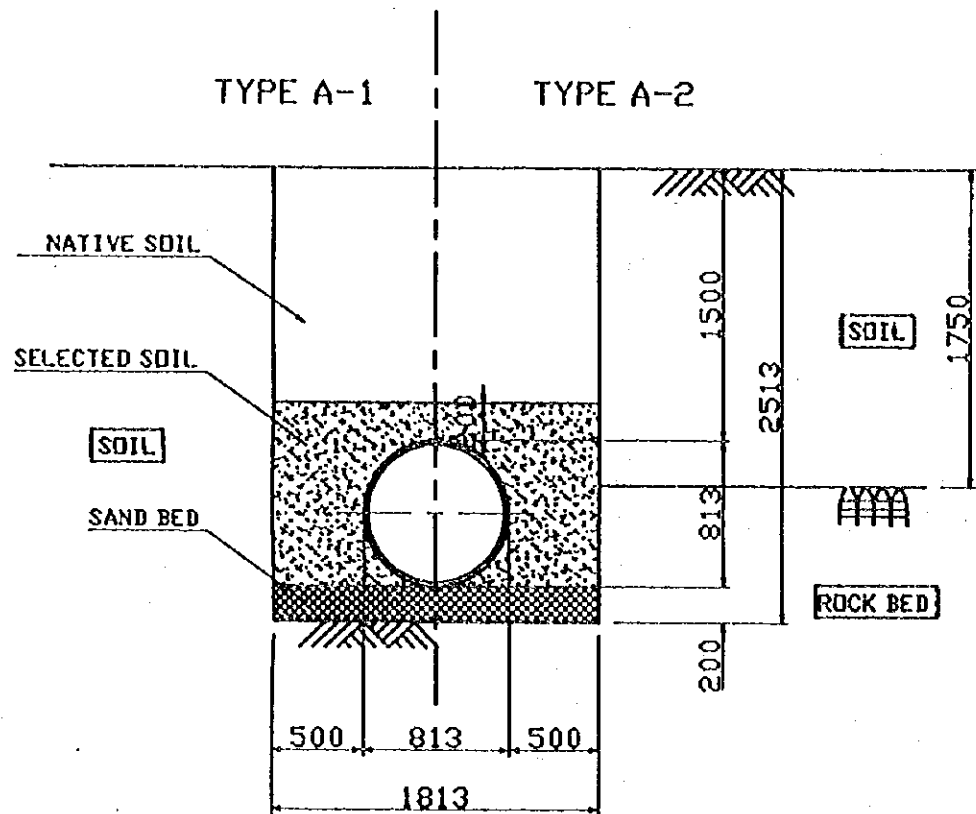




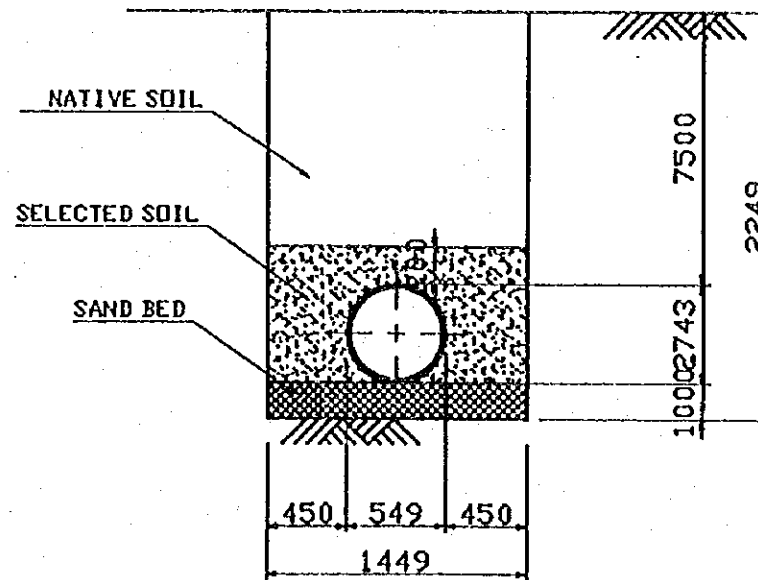
PIPELINE CROSS SECTION S=1/200



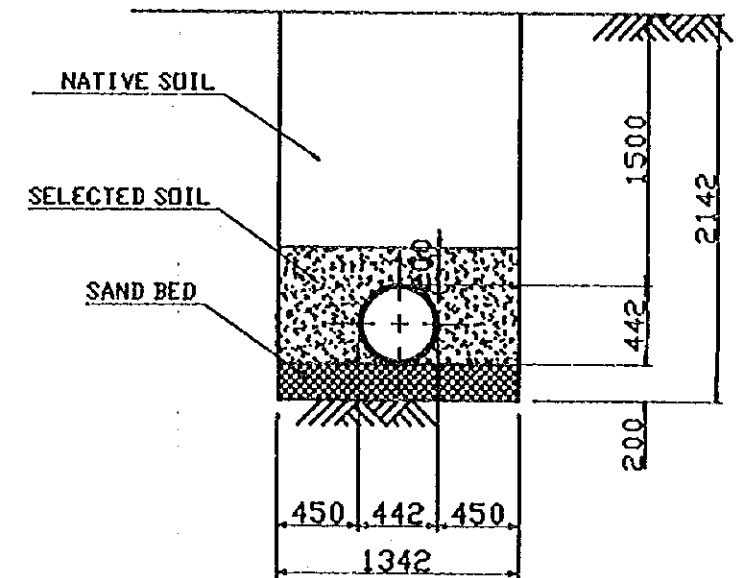
$\phi 350 (16'')$  S=1/40



$\phi 750 (30'')$  S=1/40

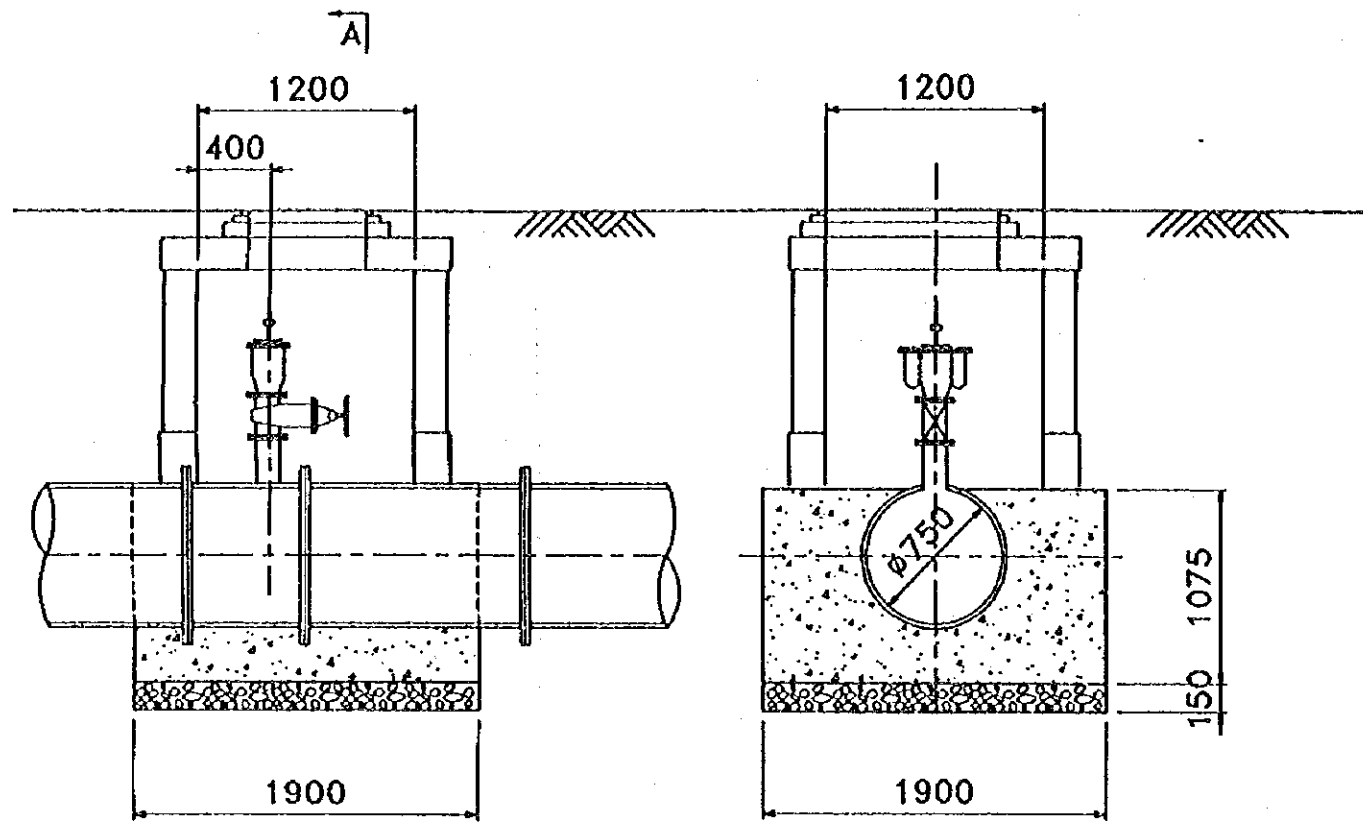


$\phi 500 (20'')$  S=1/40



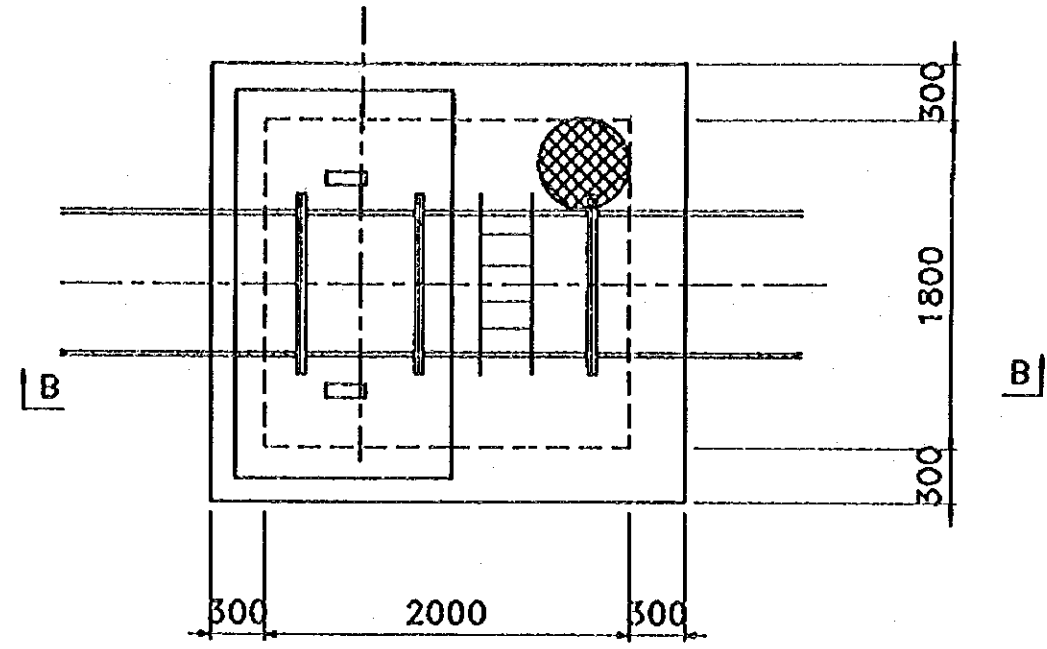
$\phi 400 (16'')$  S=1/40

Basic Design  
 Transportation pipeline  
 construction standard(1/2)  
 fig-22



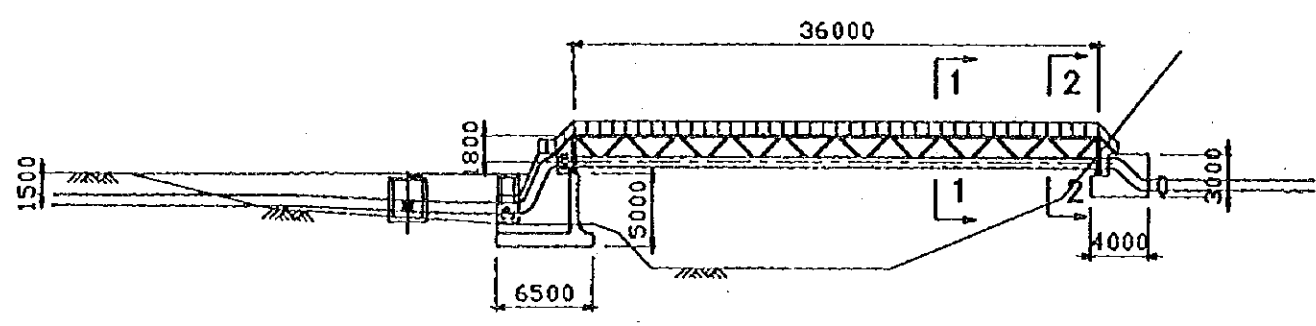
SECTION A-A

AIR VALVE PIT S=1/40



SECTION B-B

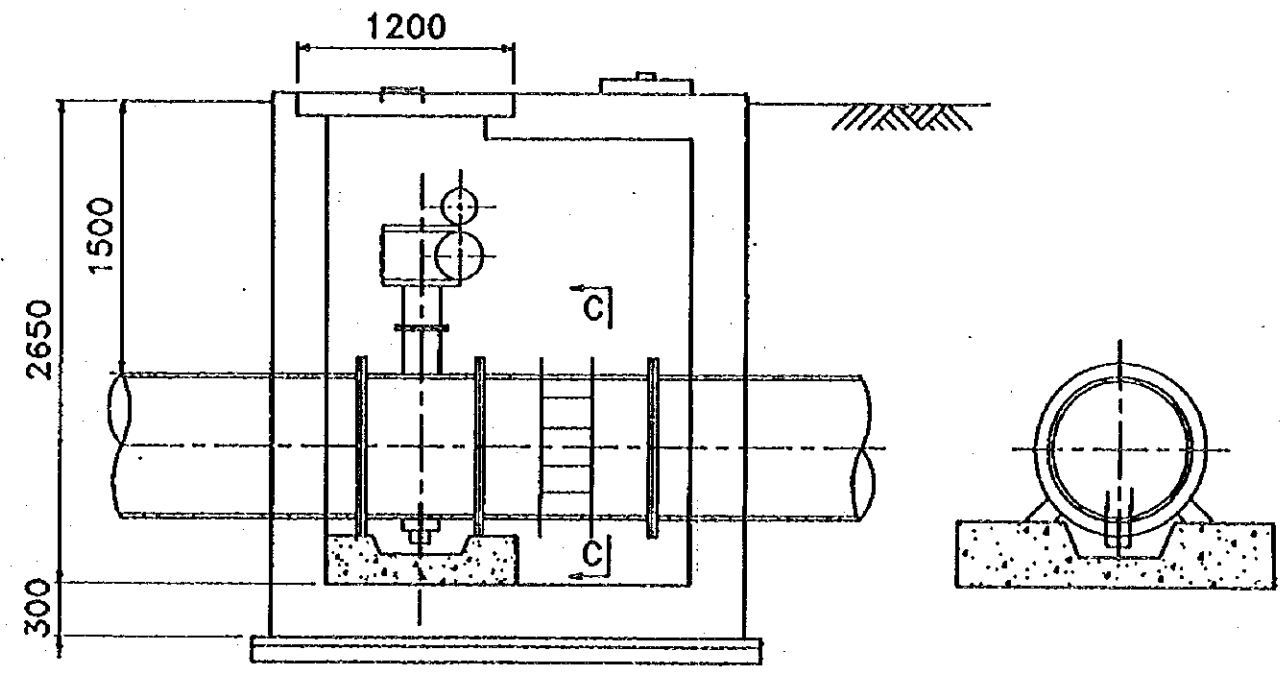
VALVE PIT S=1/40



SECTION 1-1

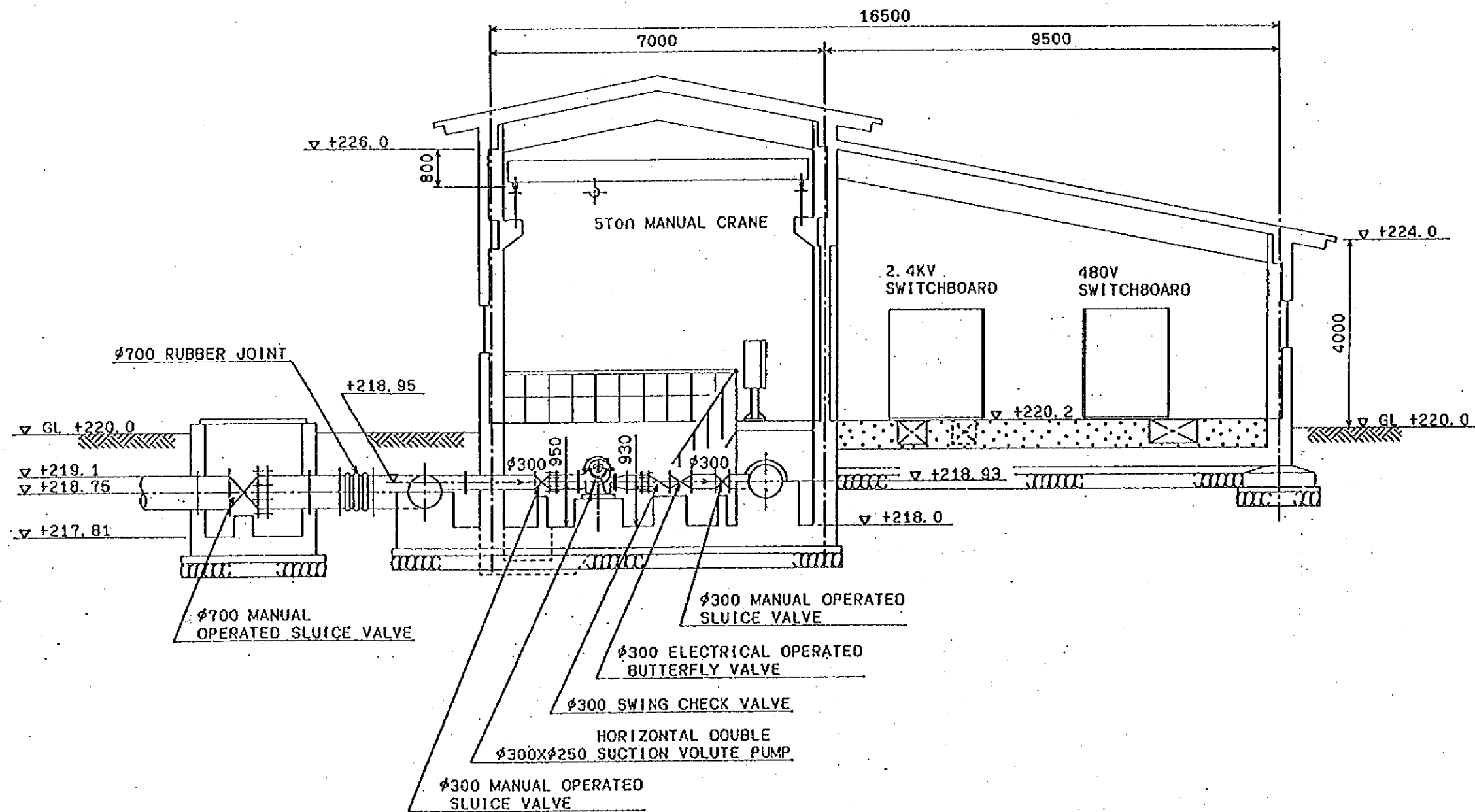
SECTION 2-2

OUTLINE OF BRIDGE S=1/500



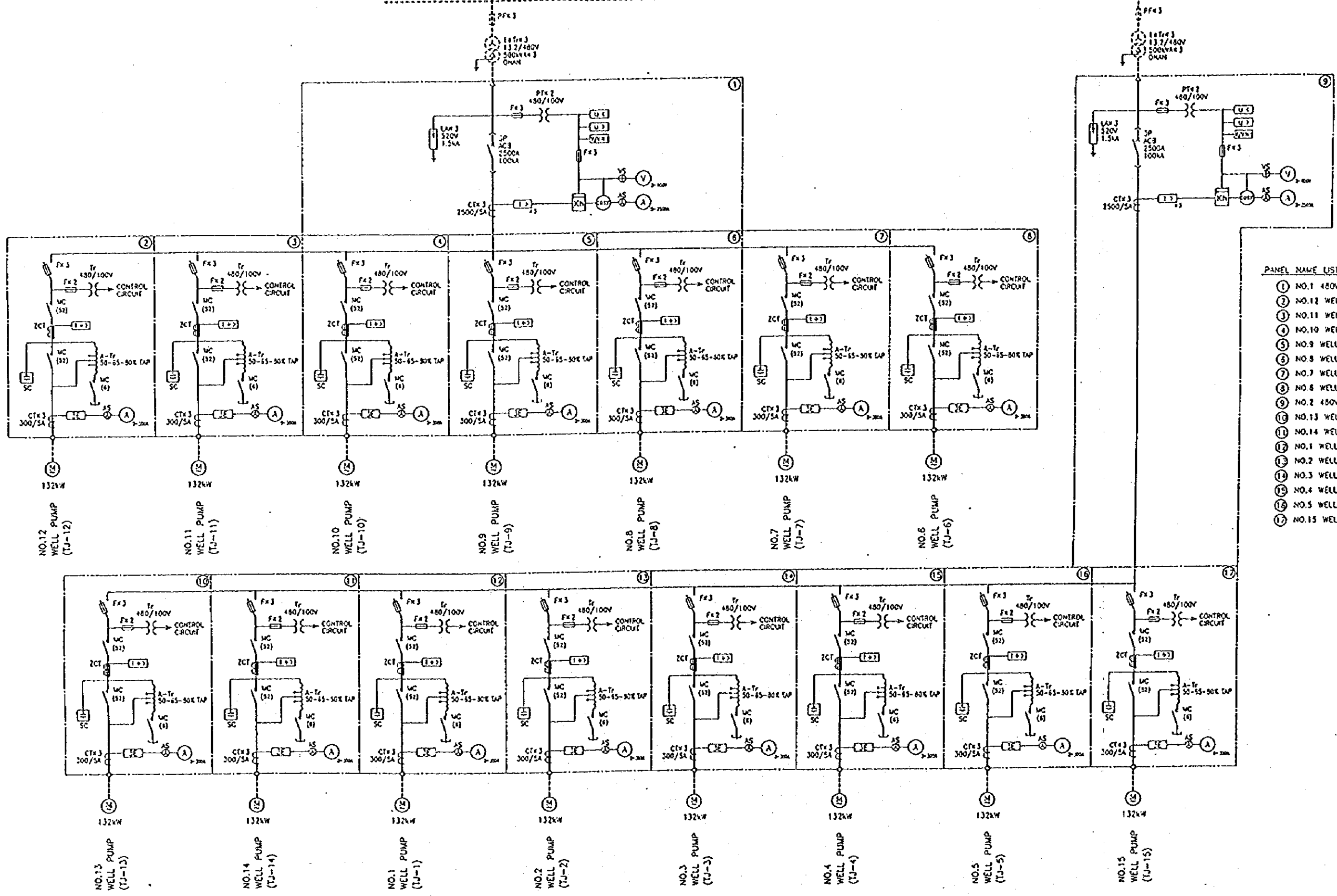
Basic Design  
 Transportation pipeline  
 construction standard(1/2)  
 fig-23





Basic Design  
 Section of transportation pump (2/2)  
 fig -25

INE POWER SUPPLY LINE J<sub>o</sub> JW, 13.8kV, 60Hz



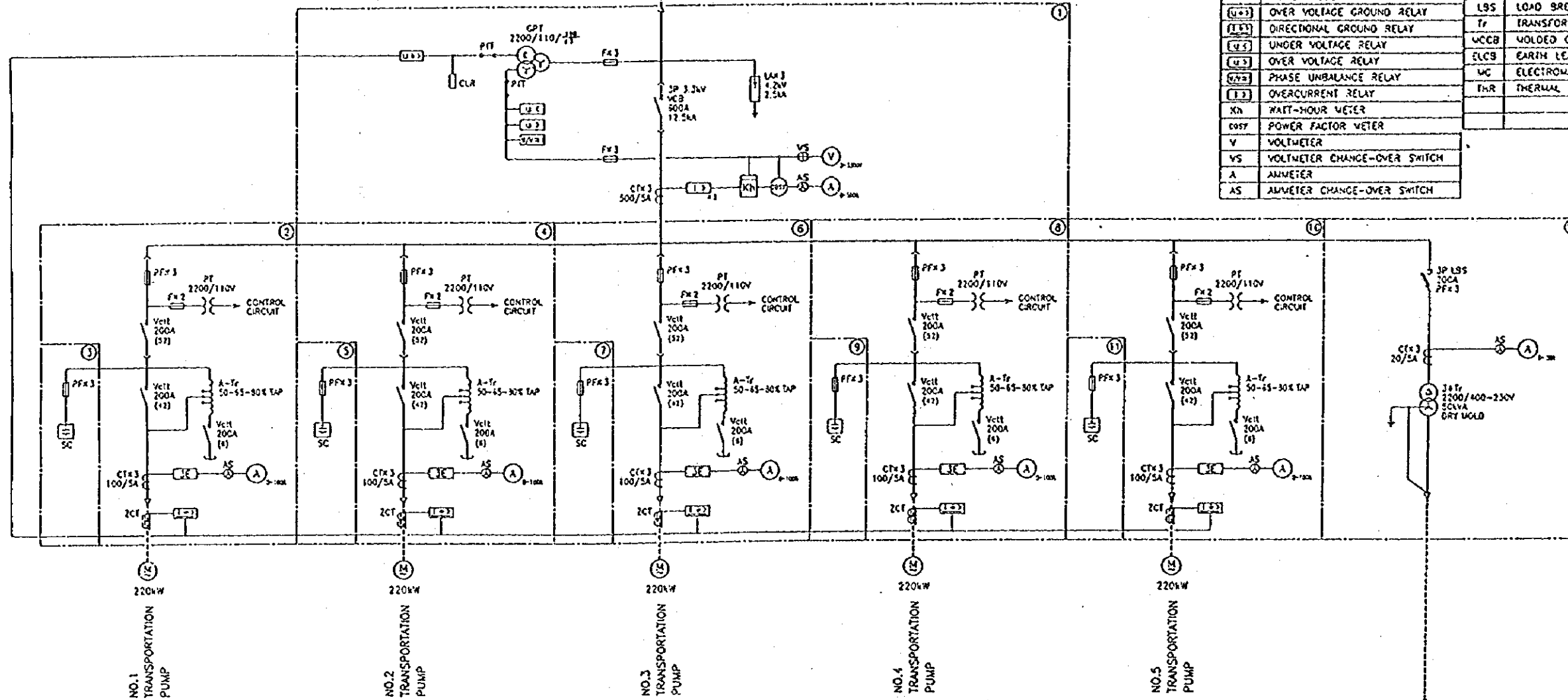
- PANEL NAME LIST
- ① NO.1 480V INCOMING PANEL
  - ② NO.12 WELL PUMP PANEL
  - ③ NO.11 WELL PUMP PANEL
  - ④ NO.10 WELL PUMP PANEL
  - ⑤ NO.9 WELL PUMP PANEL
  - ⑥ NO.8 WELL PUMP PANEL
  - ⑦ NO.7 WELL PUMP PANEL
  - ⑧ NO.8 WELL PUMP PANEL
  - ⑨ NO.2 480V INCOMING PANEL
  - ⑩ NO.13 WELL PUMP PANEL
  - ⑪ NO.14 WELL PUMP PANEL
  - ⑫ NO.1 WELL PUMP PANEL
  - ⑬ NO.2 WELL PUMP PANEL
  - ⑭ NO.3 WELL PUMP PANEL
  - ⑮ NO.4 WELL PUMP PANEL
  - ⑯ NO.5 WELL PUMP PANEL
  - ⑰ NO.15 WELL PUMP PANEL

Basic Design  
 Outline of electric system for pump  
 (1/2)  
 fig -26

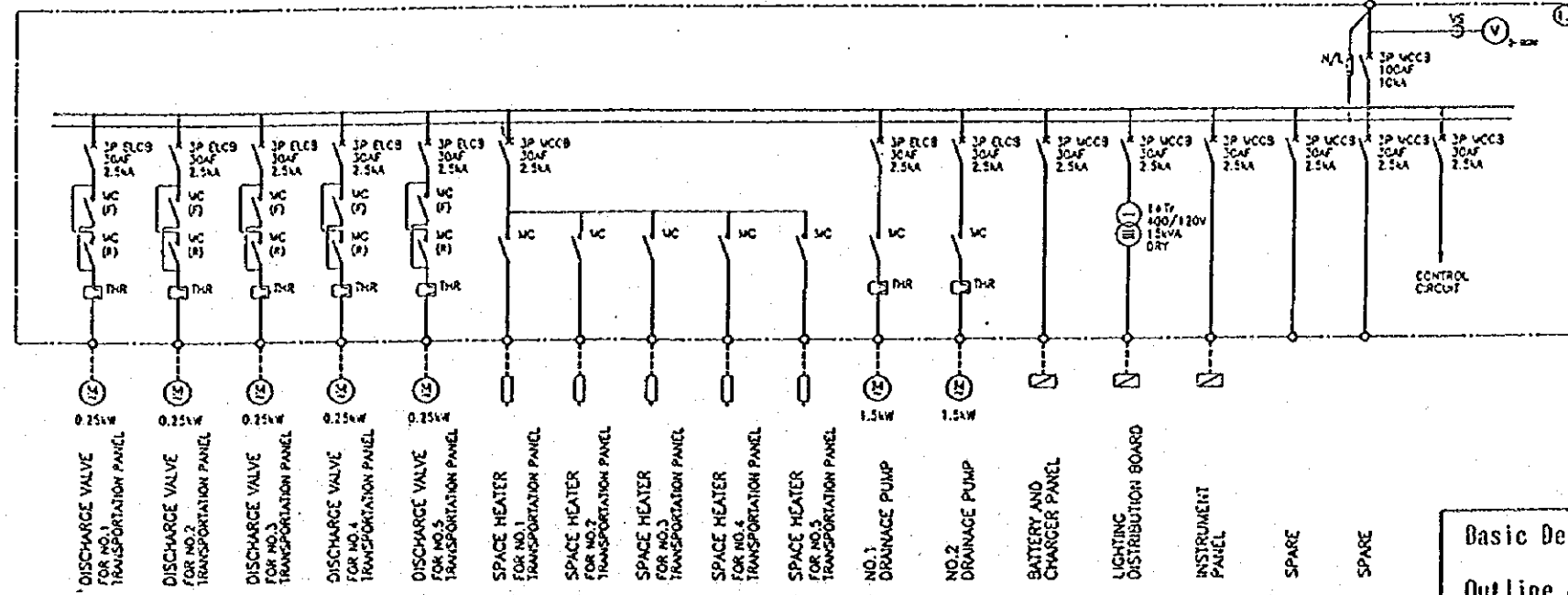
110V POWER SUPPLY LINE 3ø, 3W, 13.2kV, 60Hz

LEGEND

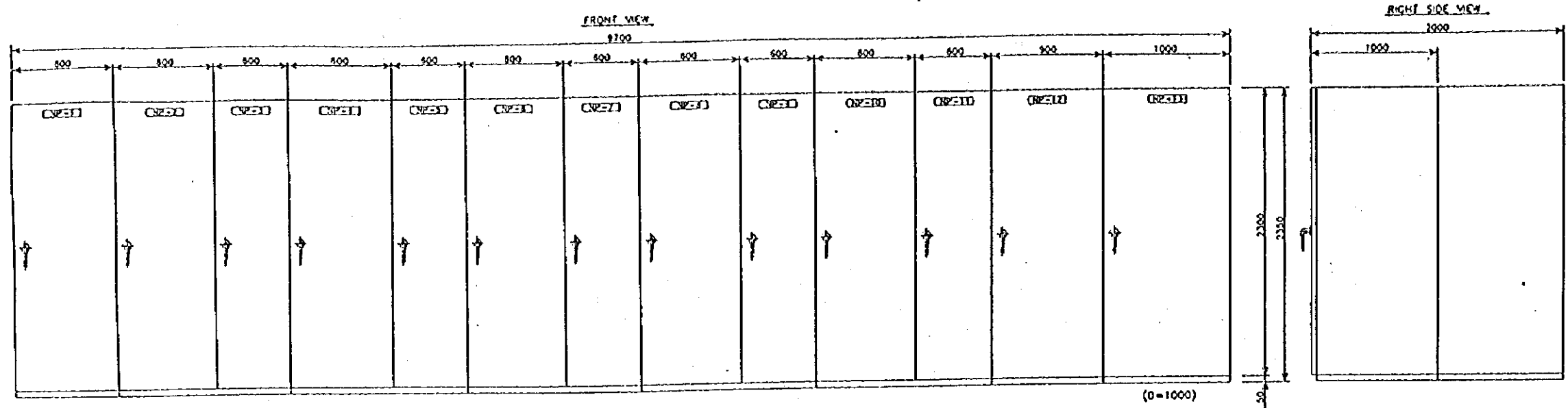
VCB	VACUUM CIRCUIT BREAKER	PT	POTENTIAL TRANSFORMER
GPT	GROUND POTENTIAL TRANSFORMER	Vc11	VACUUM CONTACTOR
CT	CURRENT TRANSFORMER	SC	STATIC CAPACITOR
LA	LIGHTNING ARRESTER	A-Tr	AUTO-TRANSFORMER
F	FUSE	3E	THREE(3) ELEMENT RELAY (OVERLOAD, REVERSE-PHASE, OPEN-PHASE)
PF	POWER FUSE	LBS	LOAD BREAK SWITCH
(U+)	OVER VOLTAGE GROUND RELAY	T	TRANSFORMER
(DGR)	DIRECTIONAL GROUND RELAY	WCCB	WOLDED CASE CIRCUIT BREAKER
(U-)	UNDER VOLTAGE RELAY	ELCB	EARTH LEAKAGE CIRCUIT BREAKER
(UR)	OVER VOLTAGE RELAY	WC	ELECTROMAGNETIC CONTACTOR
(UB)	PHASE UNBALANCE RELAY	THR	THERMAL OVERLOAD RELAY
(OR)	OVERCURRENT RELAY		
Xh	WATT-HOUR METER		
cosφ	POWER FACTOR METER		
V	VOLTMETER		
VS	VOLTMETER CHANGE-OVER SWITCH		
A	AMMETER		
AS	AMMETER CHANGE-OVER SWITCH		



- PANEL NAME LIST
- ① 110V INCOMING PANEL
  - ② NO.1 TRANSPORTATION PUMP PANEL
  - ③ NO.1 CAPACITOR PANEL
  - ④ NO.2 TRANSPORTATION PUMP PANEL
  - ⑤ NO.2 CAPACITOR PANEL
  - ⑥ NO.3 TRANSPORTATION PUMP PANEL
  - ⑦ NO.3 CAPACITOR PANEL
  - ⑧ NO.4 TRANSPORTATION PUMP PANEL
  - ⑨ NO.4 CAPACITOR PANEL
  - ⑩ NO.5 TRANSPORTATION PUMP PANEL
  - ⑪ NO.5 CAPACITOR PANEL
  - ⑫ AUXILIARY TRANSFORMER PANEL
  - ⑬ AUXILIARY EQUIPMENT PANEL



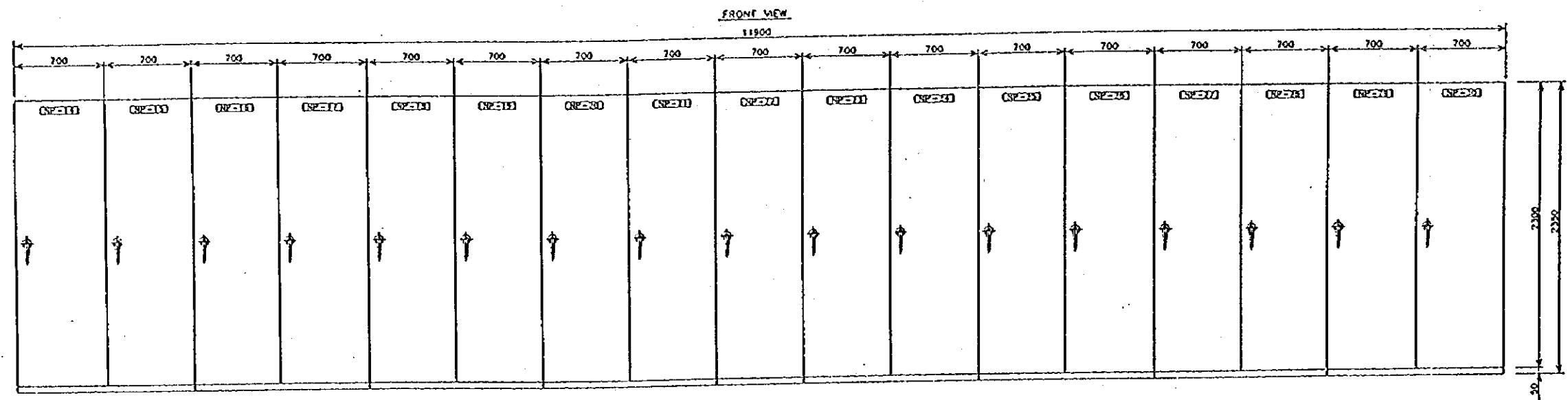
Basic Design  
 Outline of electric system for pump  
 (2/2)  
 fig -27



2.4kV SWITCHBOARD (1 SET)  
S-1/20

NAME PLATE LIST

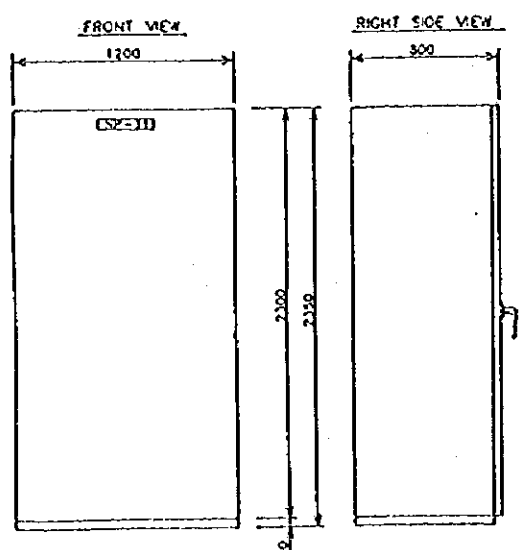
NP-1	2.4kV INCOMING PANEL
NP-2	NO.1 TRANSPORTATION PUMP PANEL
NP-3	NO.1 CAPACITOR PANEL
NP-4	NO.2 TRANSPORTATION PUMP PANEL
NP-5	NO.2 CAPACITOR PANEL
NP-6	NO.3 TRANSPORTATION PUMP PANEL
NP-7	NO.3 CAPACITOR PANEL
NP-8	NO.4 TRANSPORTATION PUMP PANEL
NP-9	NO.4 CAPACITOR PANEL
NP-10	NO.5 TRANSPORTATION PUMP PANEL
NP-11	NO.5 CAPACITOR PANEL
NP-12	AUXILIARY TRANSFORMER PANEL
NP-13	AUXILIARY EQUIPMENT PANEL



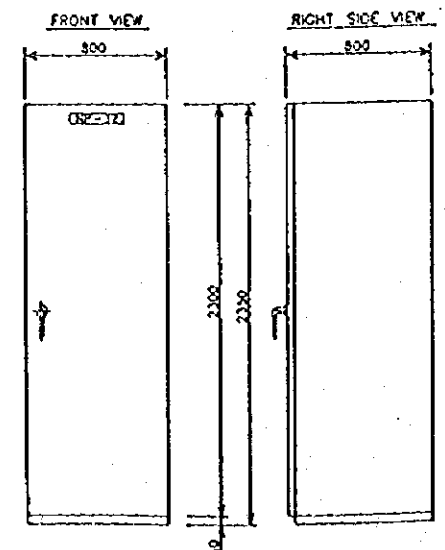
480V SWITCHBOARD (1 SET)  
S-1/20

NAME PLATE LIST

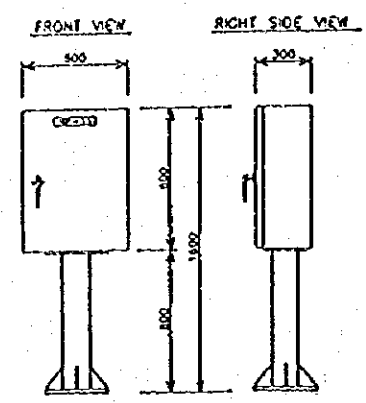
NP-14	NO.1 480V INCOMING PANEL
NP-15	NO.12 WELL PUMP PANEL
NP-16	NO.11 WELL PUMP PANEL
NP-17	NO.10 WELL PUMP PANEL
NP-18	NO.9 WELL PUMP PANEL
NP-19	NO.8 WELL PUMP PANEL
NP-20	NO.7 WELL PUMP PANEL
NP-21	NO.6 WELL PUMP PANEL
NP-22	NO.2 480V INCOMING PANEL
NP-23	NO.13 WELL PUMP PANEL
NP-24	NO.14 WELL PUMP PANEL
NP-25	NO.1 WELL PUMP PANEL
NP-26	NO.2 WELL PUMP PANEL
NP-27	NO.3 WELL PUMP PANEL
NP-28	NO.4 WELL PUMP PANEL
NP-29	NO.5 WELL PUMP PANEL
NP-30	NO.15 WELL PUMP PANEL
NP-31	INSTRUMENT PANEL
NP-32	BATTERY AND CHARGER PANEL
NP-33	LOCAL CONTROL PANEL FOR TRANSPORTATION PUMP
NP-34	LOCAL CONTROL PANEL FOR WELL PUMP



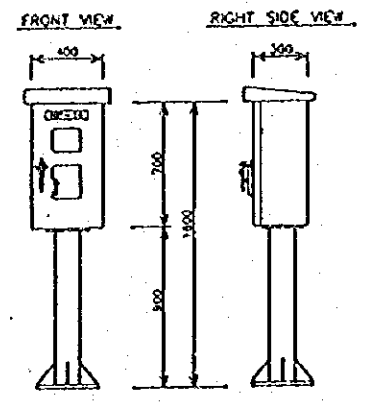
INSTRUMENT PANEL (1 UNIT)  
S-1/20



BATTERY AND CHARGER PANEL (1 UNIT)  
S-1/20



LOCAL CONTROL PANEL FOR TRANSPORTATION PUMP (3 UNITS)  
S-1/20



LOCAL CONTROL PANEL FOR WELL PUMP (15 UNITS)  
S-1/20

Basic Design  
Outline of electric panel for pump





### 3-4 Plan de Ejecución

#### 3-4-1 Observaciones sobre la Construcción y Ejecución de Obras

La accesibilidad del Area del Proyecto es muy buena, puesto que éste se ubica a lo largo de la carretera Masaya que comunica la ciudad capital con Masaya. Sin embargo, también es cierto que es donde los accidentes de tráfico ocurren frecuentemente, por lo que durante la ejecución se deberán tomar una serie de precauciones, a saber:

- 1) Para el tendido de las tuberías, es necesario formular un cuidadoso plan de ejecución con las debidas precauciones para la seguridad en la excavación de la plataforma, manejo de grúas y acoplamiento de los tubos.
- 2) Aquellos tramos en que no se puede restringir el tránsito de uno de los carriles, o en los cruces, se deberán ejecutar las obras durante la noche, cuya metodología quedará sujeta a las discusiones previas con las autoridades competentes.
- 3) Para el hormigonado de los tanques de distribución, supervisar cautelosamente el sistema de producción de hormigón crudo y de su intensidad, repitiendo debidamente las pruebas de asentamiento y de rotura a modo de garantizar la intensidad de las estructuras y mantener su permeabilidad.
- 4) Para el acoplamiento de las tuberías con las líneas que actualmente están en operación o con los tanques de distribución, su método de ejecución queda sujeto a las discusiones previas con las autoridades de INAA, a

modo de minimizar las horas en que se suspenderán el servicio de suministro de agua.

### 3-4-2 Método de Ejecución

#### (1) Política de Ejecución de las Obras de Construcción

##### 1) Preparación de los terrenos

Para la ejecución del Proyecto, se prepararán los terrenos de los sitios de construcción de tanques colectores, estación de bombeo y de los tanques de distribución existentes y nuevo (aprox. 65,000 m<sup>3</sup>).

La preparación se hará con los buldózers (cuchillas topadoras) y niveladoras (en rocas blandas), disponiendo la tierra extraída en los mismos sitios.

##### 2) Construcción de pozos

De acuerdo con las condiciones geológicas del norte de Ticuantepe, los pozos serán construidos mediante el sistema de percusión. Si bien el diámetro de perforación ideal sería de 18", en el caso del presente Proyecto se determinó en 16" que es la capacidad máxima disponible de los servicios locales.

##### 3) Construcción de tanques colectores

La excavación de base se hará con las retroexcavadoras y trituradores hidráulicos grandes procurando agilizar el trabajo. Las tierras extraídas serán transportadas al préstamo creado en el mismo sitio mediante camiones de volteo. Las

fosas serán hormigonados, a un espesor de  $t=10$  cm. Subsiguientemente, se armarán los encofrados y varillas de hierro. Los encofrados serán de contrachapado de madera.

El hormigonado de los pisos, paredes y de los bordes superiores de los tanques se hará mediante bombas de hormigón. El concreto se llenará a intervalo de  $L=20$ m aprox. a fin de prevenir contra las grietas que pueden producirse por la contracción en seco del hormigón armado; su altura será de  $h=1.8$ m. Las juntas serán flexibles y se utilizarán planchas para mantener mayor hermeticidad. La impermeabilidad de los

tanques será conseguido por el revestimiento de resina epóxica.

4) Tendido de tuberías de conducción

Los términos del tendido de tuberías de conducción serán los mismos que los de las tuberías de transmisión.

5) Construcción de casetas de bombas de transmisión

Las obras consisten en la excavación de la parte del sótano, hormigonado de cimentación y del cuerpo, e instalación de los equipos principales y periféricos.

Para el hormigonado se utilizarán los encofrados de enchapados de madera y bombas.

Después del hormigonado del cuerpo principal, se instalarán las bombas de transmisión, equipos de cloración, paneles de control, tuberías internas y el puente grúa.

6) Construcción de tanques de distribución

Dada la buena condición de la base, los 4 tanques de distribución (2 nuevos tanques de Santo Domingo, ampliación de los tanques existentes Schick y San Judas) contemplados serán construidos directamente sobre el suelo local.

La excavación de base se hará en los mismos términos que el numeral 3). Las obras de Santo Domingo incluye el terraplenado parcial, cuya compactación se hará con el uso de la topadora grande.

Los cuatro tanques serán construidos en los mismos términos, que se describen a continuación.

Las fosas excavadas serán hormigonadas con un espesor uniforme de  $t=10$  cm. Los tanques serán estructuras de hormigón armado, en las que se utilizarán encofrados de madera enchapada. Se llenará de concreto por bloques de 1.8 m. de altura y de 20 m. de longitud por vez. Las juntas tendrán rellenos bituminosos y planchas a modo de mantener su impermeabilidad. El hormigón pre-mezclado será aplicado mediante bombas. El soporte del hormigón del techo tendrá una estructura de andamio de encofrados.

El interior de los tanques hormigonado, será revestido con resina epóxica impermeable.

#### 7) Tendido de tuberías de transmisión

La excavación de las zanjas para la colocación de tuberías se hará con retroexcavadoras y trituradores. Dado que las zanjas tendrán una profundidad de 2.1 a 3.0 m, es necesario efectuar obras de soporte de tierra en todo el tramo con tablestacas de acero ligeras.

En los sitios donde existe espacio desocupado para crear préstamos provisionales en su cercanía, la mitad de la tierra extraída será dispuesta en ellos, mientras que para aquellos tramos en que no existe tal espacio, la tierra será transportada a los espacios provisionales con camiones de volteo.

Una vez terminadas la excavación y colocado el material de la primera capa de cimiento, se colocará arena en

las zanjas a un espesor de (t=20cm), y posteriormente se tenderán las tuberías con el uso de grúa. Las tuberías serán transportados desde las bodegas hasta los sitios de; proyecto mediante camiones grúa de 15 ton. y camiones de 8 ton. El acoplamiento de los tubos se hará manualmente. Posteriormente, se les cubrirá con tierra, compactándola con compactadores. Dada la magnitud de obra (20 km. aprox.), se formarán seis equipos de trabajo, para realizar las obras simultáneamente.

(2) Contratación de servicios locales de construcción

Fundamentalmente, para la ejecución del presente Proyecto, se contratarán los servicios locales de construcción de pozos y edificios.

Actualmente, se identificaron dos grandes firmas constructoras capaces de invertir de 4 a 5 perforadoras en la obra, con suficiente experiencia y conocimientos técnicos. Sin embargo, dado que la geología del sitio en el que se proyecta desarrollar nuevas fuentes de agua está constituida por sedimentos volcánicos semiconsolidados, fácilmente derrumbables, la perforación y la terminación de los pozos requerirán de una alta tecnología. Por consiguiente, es necesario asignar expertos capaces de supervisar las obras.

Si bien es cierto que en Nicaragua existen varios subcontratistas de ingeniería civil, la disponibilidad de los equipos (retroexcavadoras, trituradoras hidráulicas, grúas grandes, etc.) es muy limitada, por lo que también es necesario considerar la alternativa de importarlos desde Japón o alquilar de los países vecinos.

Asimismo, dado que en Nicaragua no es usual aplicar los soportes en las zanjas de las tuberías, y por lo tanto los

materiales necesarios son poco disponibles en plaza, las tablaestacas de acero deberán ser importadas del Japón.

Igualmente, para la construcción de grandes tanques de distribución de hormigón armado, es necesario asignar expertos en supervisión y transferencia tecnológica para asistir a los subcontratistas locales.

(3) Responsabilidades del Gobierno de Nicaragua en la fase de ejecución

El organismo responsable del presente Proyecto es INAA, por lo tanto, la autoridad superior sería el Ministro Director. Para la ejecución, el sistema de mando estaría constituido en el orden del Ministro Director, Viceministro Director de Managua, Director General de la Región III, subdirectores y jefes de departamentos. En este caso, la coordinación de las gestiones entre diferentes direcciones estaría a cargo del Director General y el coordinador asignado para tal objetivo, mientras que las negociaciones y coordinaciones entre instituciones, a cargo del secretario del Ministro. En el caso de que al presente Proyecto se le fuera aplicado el Programa de Cooperación Financiera del Japón, la Dirección de Asia del Ministerio de Cooperación Externa asistiría a las negociaciones a nivel gubernamental, mientras que el Ministerio de Finanzas se responsabilizaría en la autorización de la exención de impuestos. Debido a las regulaciones fiscales del gobierno del Japón, la terminación de todas las obras dentro del período establecido vendría a ser el requisito primordial de la cooperación, se le solicita al Gobierno de Nicaragua, y a cada uno de los organismos responsables, agilizar todas las operaciones y

responsabilidades que deben asumir para la ejecución del Proyecto.

A continuación se enumeran los compromisos signados al Gobierno de Nicaragua, al mismo tiempo que en el Cuadro 3-4 se detallan los procedimientos y responsabilidades a seguir por ambos gobiernos en cada fase de ejecución:

- 1) Contratar al consultor de nacionalidad japonesa de acuerdo con el Canje de Notas.
- 2) Contratar a los subcontratistas de nacionalidad japonesa de acuerdo con el Canje de Notas.
- 3) Efectuar las gestiones para la autorización de pago (A/P) en un banco japonés autorizado para el cambio de moneda extranjera, a fin de pagar los respectivos montos de los contratos mencionados (inmediatamente después de la firma de contratos).
- 4) Cancelar el pago de la comisión al banco mencionado, de acuerdo a los arreglos alcanzados (inmediatamente después de la emisión de A/P).
- 5) Crear la(s) oficina(s) para la supervisión de obras y asignación del personal.
- 6) Emitir las autorización para la entrada y permanencia en Nicaragua del personal consultor y subcontratistas japoneses en relación al Proyecto.
- 7) Reservar los terrenos necesarios para la construcción de las instalaciones contempladas.



- 8) Suministrar la energía necesaria para la ejecución del presente Proyecto (a más tardar, antes de la terminación de las obras ejecutadas por Japón.)
- 9) Construir las instalaciones de suministro y distribución a partir de los tanques de distribución.
- 10) Exonerar el pago de los impuestos de los equipos y materiales de construcción (en la mayor brevedad posible, según sea su necesidad).
- 11) Entregar en la brevedad los equipos y materiales importados del Japón o de un tercer país, y cancelar los impuestos y/o tasas de aduana.
- 12) Inspeccionar las instalaciones en cada fase de ejecución (inmediatamente después de haber sido requerido por el consultor).
- 13) Emitir el certificado de inspección y de terminación de obras.
- 14) Operar las instalaciones y asignar el personal necesario con posterioridad a la entrega de las instalaciones.

Cuadro 3-4  
 División de responsabilidades  
 en la operación y ejecución del Proyecto

		Gestiones	Japón	Rep. de Nicaragua (org. ejecutores)
P R E P A R A C I O N	1	Estudio de Diseño Básico	Verificación de la factibilidad del Proyecto, selección de sitios de construcción, formulación de los planes de instalaciones, cálculo de costos del Proyecto, evaluación, etc. por el consultor seleccionado por JICA	Dirección General de la Región III: Designar el personal de contrapartida y suministro de informaciones durante el estudio
	2	Evaluación del Proyecto	Min. de RR. EE. y de Hacienda: Evaluación por los ministerios de Relaciones Exteriores y de Hacienda	
	3	Gabinete de Ministros	Aprobación de la Cooperación Financiera no Reembolsable	
	4	Canje de Notas	Embajada de Japón en Nicaragua: Firma del Canje de Notas	Min. de RR EE: Firma de Canje de Notas y Apertura de Cuentas en el banco de divisas japonés (INAA)

(Continúa...)

		Gestiones	Japón	Rep. de Nicaragua (org. ejecutores)
C O N S T R U C C I O N	5	Contratación del consultor	JICA: Evaluar el contrato Min. RR.BE.: Autorización del Proyecto	INAA: Contratación del consultor para el diseño detallado y supervisión de obras
	6	Diseño Detallado	JICA: Evaluar los documentos de licitación Ministerio de RR.BE: Cancelar el pago a cuenta del Gobierno de Nicaragua para el costo de diseño detallado realizado por el consultor	INAA: Emitir el certificado en favor del consultor japonés por los servicios de diseño detallado, preparación de documentos de licitación
	7	Licitación	JICA: Asistir al acto	INAA: Licitación
	8	Contrato del constructor	JICA: Evaluar el contrato Min. de RR EE: Aprobar el contrato	INAA: Firmar el contrato con la firma constructora japonesa
	9	Obras	Min. de RR EE: Transferencia a la cuenta bancaria a nombre del Gob. de Nicaragua de una parte del costo de construcción	INAA: Supervisar las obras y emitir el certificado de pago de una parte del costo al consultor y constructora
	10	Terminación y entrega	JICA: Evaluar el certificado de terminación de obras Min. de RR EE: Transferencia a la cuenta bancaria del costo de servicios de consultor y constructora	INAA: Emitir el certificado de terminación de obras y la autorización de pago en nombre del consultor y de la constructora

		Gestiones	Japón	Rep. de Nicaragua (org. ejecutores)
	11	Operación y mantenimiento de las obras		D.G. Región III: Operación de la estación de bombeo de Ticuantepe, instalaciones de transmisión y distribución y control del volumen de agua
D I S E Ñ O  D E T A L L A D O  E T C.	12			INAA: Reservar los terrenos necesarios para la construcción de obras INAA/INE: Emitir la solicitud de suministro de energía a INE, y firma de contrato pertinente INAA: Solicitar la autorización de MCT para el tendido de tuberías y canje de memorandum pertinentes

### 3-4-3 Plan de Construcción y Supervisión

La supervisión de obras consiste concretamente en los siguientes puntos:

- 1) Asesoramiento técnico
- 2) Supervisión de programación de obras
- 3) Autorización de planos de ejecución, planos aprobados y equipos
- 4) Inspección de obras y equipos

- 5) Asistencia en gestiones de autorización de pagos y otras

Además de asignar el personal de supervisión permanente durante la ejecución de obras, serán enviados los ingenieros para el asesoramiento técnico, según requiera el desarrollo de las obras.

Las obras se clasifican en 5 grandes grupos, a saber: 1) construcción de pozos; 2) construcción de casetas de bombas; 3) tendido de tuberías de transmisión; 4) construcción de tanques de distribución y; 5) instalación de equipos y trabajos eléctricos, cuya supervisión se hará en los siguientes términos.

\* Para la construcción de pozos, se efectuará la interpretación de las características del suelo revisando debidamente los planos de sección columnar, para determinar la posición óptima de las rejillas, y finalmente se inspeccionará la terminación de las obras. Asimismo, el supervisor asistirá a las pruebas de bombeo, decidiendo según sean sus resultados, modificar o no las especificaciones y distribución de los pozos.

\* Para el tendido de las tuberías, conviene efectuar previamente un estudio cuidadoso de los planos de ejecución, ya que actualmente la carretera es muy transitada, y se requerirá restringir el volumen de tráfico en un sólo carril. Por otro lado, en las partes en donde las tuberías de transmisión deben ser instaladas paralelamente o cruzando con otros cables o alcantarillas, se requerirá modificar, según la conveniencia que se presente, ya sea cortando los tubos o utilizando materiales curvos.

\* Dado que el gran tanque de distribución de hormigón existente fue construido en los años de '70 por el anterior Ministerio de Obras Públicas, INAA no ha acumulado aún la suficiente tecnología en el diseño y ejecución de obras. Por lo tanto, en el desarrollo del proyecto, el supervisor hará la transferencia tecnológica necesaria.

\* El control de la instalación de equipos y de los trabajos eléctricos se iniciará desde la inspección de los equipos en las mismas fábricas, antes del envío. Las bombas de elevación y de transmisión serán examinadas en el dimensionamiento y sometidas a las pruebas de rendimiento con caudal real. De la misma manera, los paneles de control serán examinados dentro de la fábrica con pruebas de secuencia con cableado simulado, antes de ser enviados.

Los repuestos serán suministrados después de llegar a un acuerdo con las autoridades de INAA sobre la calidad y cantidad de piezas, a modo de facilitar la operación y mantenimiento.

\* La operación de prueba será efectuada por los subcontratistas en las siguientes cinco etapas, y una vez inspeccionadas y aprobadas por INAA y el consultor, las obras estarán terminadas.

Primera etapas: (30 días aprox.)

- 1 Prueba de bombas de elevación: Arrancar las 15 bombas para elevar y conducir el agua hacia los tanques colectores, y se registrarán los datos del volumen de bombeo y nivel freático durante 48 horas consecutivas.
- 2 Prueba de presión de agua de las tuberías de

conducción: mediante bombas de elevación

- 3 Prueba de llenado de los tanques colectores: para verificar la ausencia de fuga de agua

Segunda etapas: (20 días aprox.)

- 1 Operación de prueba de las bombas de transmisión: arrancar y detener las 5 bombas
- 2 Prueba de transmisión del caudal real desde los tanques colectores hacia Santo Domingo: Transmitir 71,000 m<sup>3</sup>/día mediante 4 bombas
- 3 Prueba de llenado del tanque Santo Domingo
4. Prueba de fuga de agua de las tuberías de transmisión

Tercera Etapa (40 días aprox.)

- 1 Pruebas de tuberías mediante transmisión del caudal real desde el tanque Santo Domingo hasta Schick, y prueba de llenado del último.
- 2 Prueba de las tuberías de transmisión desde el punto de derivación de Schick hasta el tanque de Km8.
- 3 Prueba de las tuberías de transmisión desde el punto de derivación del Km8 hasta el tanque de Unán.
- 4 Prueba de las tuberías de transmisión desde el punto de derivación de Unán hasta el tanque de San Judas, y prueba de llenado del último.
- 5 Prueba de las tuberías de transmisión desde el punto

de derivación de Unán hasta el tanque de Altamira.

Cuarta etapa (30 días aprox.)

Operación integral, obras de corrección e inspección de la terminación de obras

- 1 Efectuar la operación de todos los componentes incluidos en el Proyecto a modo de verificar íntegramente el presente Proyecto.
- 2 Efectuar las obras de corrección en seco
- 3 Después de la corrección, se efectúa una nueva prueba de operación en presencia del personal de INAA, a fin de comprobar complementariamente la validez de las obras.

Quinta etapa (15 días aprox.)

Instrucciones técnicas en operación y preparación de los manuales:

Tal como se ha descrito reiteradamente, el presente Proyecto consiste en transmitir el volumen de agua diseño de 71,000 m<sup>3</sup>/día (18.75 MGD) a los tanques de distribución existentes en Schick, Km8, Unán, San Judas y Altamira, y de éstos el agua se suministrará a los usuarios a través de la red de distribución existente.

Es necesario, por lo tanto, verificar durante la operación de la distribución eficaz y adecuada de agua a cada una de las áreas de servicio.



Dado que la transmisión de agua se efectúa aprovechando la diferencia del nivel de agua entre los distintos tanques de distribución, y que éste varía según las horas del día, es necesario recopilar los datos de observación durante un tiempo prolongado para controlar adecuadamente el caudal de transmisión, y a su vez, para preparar los manuales de operación. La transferencia tecnológica del consultor hacia el personal técnico de INAA se hará mediante el control de prueba de transmisión, obtención de datos y preparación de manuales.

El personal técnico necesario en las fases de diseño de ejecución y supervisión en los términos indicados sería el siguiente:

#### Fase de diseño

1 ingeniero supervisor	Coordinación y plan de suministro de agua
2 ingenieros en diseño de instalaciones	Diseño de las instalaciones de bombeo, transmisión y distribución; Preparación de especificaciones
1 ingeniero hidrogeólogo	Localización de sitios de perforación; obras de perforación; Preparación de especificaciones
1 arquitecto	Diseño de arquitectura de la estación de bombeo; Preparación de especificaciones
1 ingeniero en diseño de equipos	Diseño de las instalaciones de bombeo; Preparación de especificaciones

1 ingeniero en diseño eléctrico	Diseño de las instalaciones eléctricas de la estación de bombeo; Preparación de especificaciones
1 especialista en preparación de documentos de licitación y cálculo de costos	Preparación de documentos de licitación y cálculo de costos
1 intérprete/traductor	Preparación del contrato de consultoría y especificaciones
Fase de supervisión de obras	
1 ingeniero supervisor	Temporal (al inicio, intermedio y terminación de obras y durante la operación de prueba)
1 ingeniero en diseño de instalaciones	Temporal (al inicio, intermedio y terminación de obras)
1 ingeniero en diseño de instalaciones	Temporal (al finalizar las obras y durante las pruebas de operación)
1 ingeniero hidrogeólogo	Temporal (durante la perforación de pozos, al inicio, intermedio y terminación de obras)
1 ingeniero en diseño de equipos	Temporal (durante la instalación de equipos y prueba de operación)
1 arquitecto	Temporal (durante las obras arquitectónicas, a la mitad y al final de las obras)
1 ingeniero civil	Permanente, para supervisar el desarrollo de las obras