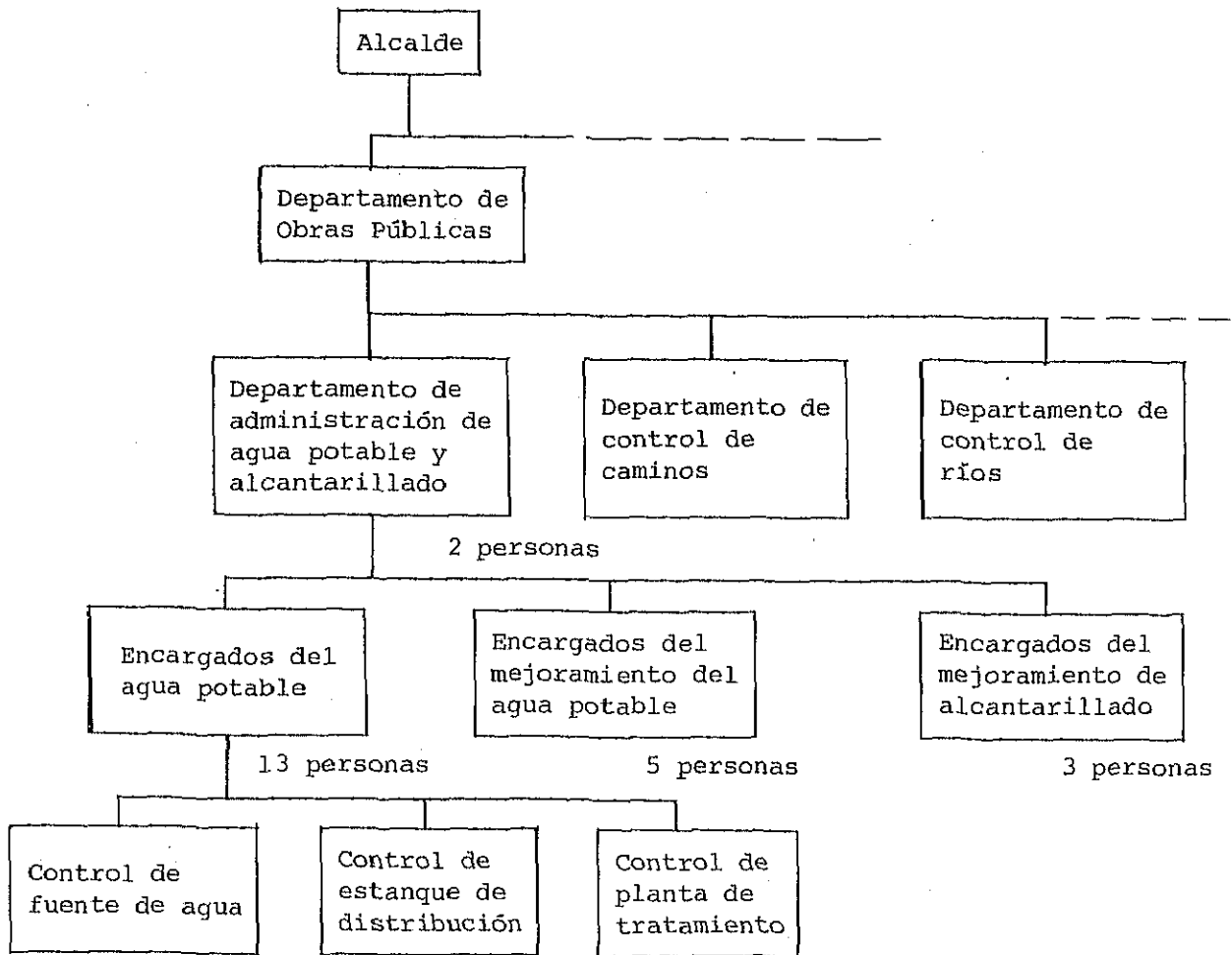


3-4-3 Operación y Administración

(1) Régimen de Administración

El diagrama indica el organigrama de sistema de agua potable y alcantarillado del municipio de Chosica.

Fig. 3-7 Organigrama del Municipio de Chosica



- Galería filtrante
- Pozo
- Reservoirio
- Depósito de agua
- Tanque de rompe-presión
- Planta de tratamiento de California

(2) Tarifa de Agua Potable y Alcantarillado

La tarifa de agua potable y alcantarillado de Chosica está estipulado según zona y está indicado en el siguiente cuadro.

Cuadro 3-18-1 Tarifa de agua potable y alcantarillado de Chosica

Nombre de zona	Uso	Período (meses)	Tarifa (Soles)	Dólares *
Zona urbana	Doméstico	3 meses	S/. 6,900	\$ 1.4
"	Comercial	"	18,000	3.6
Santa María	"	1 mes	14,500	2.9
Zona Don Bosco	"	"	7,800	1.6
Zona Huachipa	"	"	19,500	3.9
Mercado	Comercial	"	19,500	3.9

* Tasa de cambio: US\$1 = 5,000 Soles (1º de diciembre de 1984)

Como una referencia, se presenta el sistema de tarifa de agua potable y alcantarillado de Chaclacayo que funciona por el uso y consumo, en el cuadro 3-18-2.

Cuadro 3-18-2 Tarifa de agua potable y alcantarillado de Chacacayo *1

Uso	Consumo	Período	Tarifa *2	Dólar *3
Doméstico y público	m ³ /mes	1 mes	s/	s/
	0 - 20	"	3,623	0.7
	21 - 50	"	9,917	2.0
	51 - 100	"	23,840	4.8
	101 - 150	"	40,232	8.1
	151 - 200	"	59,600	12.0
	201 - 250	"	89,400	17.9
	251 - 300	"	116,220	23.2
más de 301	"	125,579	25.1	
Comercial	m ³ /mes	1 mes	s/	s/
	0 - 30	"	10,728	2.1
	31 - 60	"	26,891	5.4
	61 - 100	"	53,878	10.8
	101 - 150	"	98,697	19.7
	151 - 200	"	161,158	32.2
	201 - 300	"	268,915	53.8
	301 - 600	"	609,350	121.9
más de 601	"	680,574	136.1	

*1. En la tarifa de agua potable está incluido el de alcantarillado.

*2. La tarifa fue establecido en el 1^o de septiembre de 1983 y va aumentando el 25% cada 2 meses.
De acuerdo con esto, se ha convertido al valor de diciembre de 1984.

*3. 1\$US = s/5,000 (1^o de diciembre de 1984)

3-5 Estado Actual del Sistema de Alcantarillado

3-5-1 Estado Actual del Sistema de Alcantarillado en Chosica

(1) Sistema existente de desagüe

- 1) La construcción del sistema existente de desagüe ha empezado hace 50 años aproximadamente y continuó hasta hoy. El agua de sistema de desagüe se descarga sin tratamiento al río Rimac.
- 2) Como una instalación de tratamiento existe un sistema de drenaje con tanque séptico en la parte oeste de la Cantuta. En el Colegio Josefa Carrillo A., existe un pozo de percolación en el rincón del jardín y se está tratando el desagüe por medio de filtros por capas. Pero ocurren muchas veces la obstrucción de las capas de filtros y no funcionan convenientemente.
Las viviendas, casa de campo y clubes que no tienen el sistema de desagüe, están descargando el agua servida al río directamente. El desagüe de la fábrica de calzado etc. se está descargando directamente al río.
- 3) La instalación existente de la tubería de desagüe es el de tubo circular con diámetro de 150 a 200 mm.. La pendiente de colocación de tubería está ajustado con la pendiente natural de la topografía.
El recubrimiento es de 0.80 m en la parte no profunda y 3.0 m en la parte más profunda (debajo del canal de riego de la central hidroeléctrica cerca de la represa de captación de agua).
Las tuberías utilizadas son de cemento-asbesto para las casas, parque y vereda con carga pequeña y tubo de concreto para las carreteras y ferrocarril.
- 4) Cada sistema de desagüe cuenta con su propia boca de descarga. En los lugares donde no hay protección de orilla se encuentran canales excavados a mano para descarga. El detalle de cada descarga está indicado en el cuadro 3-19.
- 5) La estructura de buzones es de concreto en su cuerpo y hormigón armado en la parte superior con tapas de concreto o de hierro fundido. El sistema está desgastado y deteriorado en varios lugares (cañotes y gravas descubiertos en la pared de buzón, sin tapa, sedimentación de lodo y arena)

(2) Administración del sistema de alcantarillado

la zona urbana y zona residencial cuentan con el sistema de alcantarillado. El propietario de terreno ejecuta la construcción de la instalación y luego, se traslada el control a la entidad pública. Primero, el administrador fue el municipio de Chosica y después la Empresa de Saneamiento de Lima (ESAL) se encargó de la dirección y autorización de las normas del diseño y ejecución de la obra. Actualmente SEDAPAL está encargado de su administración.

El mantenimiento y la administración actual se está encargando el municipio. (Véase la figura 3-7).

Cuadro 3-19 Emisores existentes de Chosica

Zona	Nº de descarga	Ø de tubo (mm)	Observaciones
Margen Derecha	1	150	(Nombre de zona) Urb. Villa Don Bosco
	2	150	Urb. San Miguel de Pedregal Alto (1)
	3	200	" (2)
	4	200	" (3)
	5	150	" (4)
	6	150	Urb. Pedregal Bajo (1)
	7	150	" (2)
	8	150	" (3)
	9	200	Urb. Santa María
	Sub-total		
Margen Izquierda	10	150	Urb. San Fernando
	11	150	La Cantuta (1)
	12	150	" (2)
	13	150	" (3)
	Sub-total		
Total			

(3) Cobertura de la instalación de alcantarillado

El área de Chosica se puede dividir con cuatro (4) clasificaciones según el uso de la tierra.

- 1) Zona urbana
- 2) Zona residencial
- 3) Zona de Pueblos Jovenes
- 4) Terreno agrícola y parque

En el cuadro 3-20, se indica detalladamente cada clasificación.

- 1) Zona urbana (Comercios, industrias, viviendas, escuelas, iglesias, etc.)

Con el centro en el municipio la zona urbana está localizado entre el río Rimac y alrededor de la estación de ferrocarril.

La superficie es de 98 has. y el índice de cobertura del sistema de desagüe es del 100% aproximadamente.

- 2) Zona residencial (desarrollada para viviendas y casas de campo) Esta zona está esparcida cerca de la zona urbana, y están bien ordenados los caminos, lotización, parques, etc.

Tiene la superficie de 495 has. y la cobertura del alcantarillado es de un 50%.

- 3) Zonas de Pueblos Jovenes

Están esparcidos en contorno de la zona urbana. Tiene la superficie de 200 has. y sólo se encuentra un sistema de desagüe (descarga) en zona de P.J. Buenos Aires.

Las aguas servidas de las casas a lo largo del río Rimac están descargadas directamente al río y a canales de riego.

- 4) Terreno agrícola y parques (Campo de agricultura, avicultura, criadero de puercos, campamento, terreno para clubes, parques, etc.)

La zona de campo agrícola y parques está ubicado en las zonas de Santa María, California y La Cantuta. Los clubes descargan desagües independientemente. La superficie es de 500 has.

Cuadro 3-20 Cobertura del sistema de alcantarillado en Chosica

Nombre de zona	Superficie	Longitud de alcantarillado		Indice* de cobertura	Observación
		Largo total de camino	Largo total de tubería		
1. Zona urbana	98 ha	22,1 Km	21.8 Km	99%	
2. Zona residen- cial	495	89.1	44.6	50%	
3. Pueblos Jove- nes	200	40.0	0	0%	Hay descarga en una zona
4. Campo Agríco- la, Parques	(208) 500	(8.3) 11.7	0	0%	Excepto te- rreno de clubes
Total	1293	162.9	66.4	41%	

* Porcentaje entre la longitud de las vías con tubería de alcantarillado y la longitud total de las vías en la zona.

3-5-2 Estado Actual del Sistema de Alcantarillado en Chacacayo

(1) Sistema existente de alcantarillado

- 1) Este sistema fué construido hace 50 años y las zonas nuevas residenciales cuentan también con su sistema de alcantarillado. Todo el el desagüe crudo se descarga directamente al río Rimac.
- 2) Existe una instalación de tratamiento de tipo de infiltración (Dentro del terreno de la compañía Papelera Atlas S.A.) pero no funciona actualmente por haberse malogrado. Las casas sin sistema de desagüe a lo largo del río están descargando directamente al río.
- 3) Dentro del área, se encuentran las fábricas de papel (Papelera Atlas, S.A.), de cerveza (Maltería Lima S.A.) y textil (Fca. de Tejidos La Unión Ltda., S.A.) y están descargando el agua industrial sin tratamiento.
- 4) El diámetro de tubería enterrada es de 150 a 250 mm (6"-10") y su forma es circular. La pendiente de tubería está ajustado a la pendiente natural de la tierra. El recubrimiento es de unos 0.8 m en lugares no profundos y unos 2.0 m en lugares profundos (cruce con la línea férrea).
- 5) Cada sistema de desagüe tiene su descarga y en lugares sin malecón se encuentra canales de descarga abierto. El detalle de cada descarga está indicado en el cuadro 3-21.
- 6) La estructura de buzón es de concreto en su cuerpo y hormigón armado en la parte superior. El buzón está cubierto con tapa de concreto o de fierro. La instalación es antigua pero están realizando el mantenimiento y administración adecuadamente.

(2) Administración de la instalación de alcantarillado

La administración de instalación es igual a la de ciudad Chosica. El municipio está encargado de las actividades de mantenimiento y administración. (Los 3 funcionarios están encargados de las actividades de mantenimiento y administración de agua potable y alcantarillado.)

Cuadro 3-21 Descargas investigadas del sistema existente de Chaclacayo

Zona	Nº de descarga	∅ de tubo (mm)	Observaciones
Margen izquierda	1.	150	(Nombre de zona) P.J Perla Del Sol
	2.	200	Urb. El Abanico
	3.	200	Urb. Niagra
	4.	200	P.J Cultura Y Progreso
	5.	200	Malteria Lima S.A.
Total			

(3) Índice de cobertura del sistema de alcantarillado

El área de tratamiento de desagüe de Chaclacayo incluye de la Urb. Los Angeles hasta Carapongo que es el terreno proyectado de la planta de tratamiento.

El índice de cobertura del sistema de alcantarillado según la zona y su superficie se indican en el cuadro 3-22.

1) Zona urbana

Esta zona incluye la Urb. Los Condores hasta la Urb. Los Halcones en dirección Este a Oeste y de lado sur de la falda de montaña hasta la Carretera Contral en la dirección norte a sur. Tiene una superficie de 179 has. El índice de cobertura del sistema de alcantarillado es de 100% aprox.,.

2) Zona residencial

Está esparcido cerca de la zona urbana y están bien ordenados la lotización, caminos, parques, etc. La superficie es de 284 has. El índice de cobertura del sistema de alcantarillado es del 60%.

3) Zona de Pueblos Jovenes

Esta esparcido cerca de la zona urbana. Los residentes de la orilla del río están descargando el desagüe directamente al río. La superficie es de 121 has. y no cuenta con el sistema de alcantarillado.

4) Zona industrial

La zona industrial incluye del Puente Ñaña hasta Carapongo encontrándose la mayoría entre el ferrocarril y el río Rimac. Las industrias de esta zona son de papel, cervecera y de textil. La mayoría de estos desagües industriales están descargando directamente al río. La superficie es de 80 has. y el índice de cobertura del sistema del alcantarillado es del 50%.

Cuadro 3-22 Cobertura del sistema de desagüe de alcantarillado según zonas en Chacacayo

Nombre de zona	Superficie ha	Camino total km	Tubo total km	Indice de* cobertura	Observacion
1.Zona urbana	179	41,0	39,8	97%	
2.Zona residen- cial	285	51,0	30,5	60%	
3.Zona PJ.	121	243	0	0%	Pueblos Jovenes
4.Zona industri- al	80	1,2	0,6	50%	
Total	665	336,2	70,9	21%	

* porcentaje entre la longitud de las vías con tubería de alcantarillado y la longitud total de las vías en la zona.

3-6 Estado Actual de la Contaminación del Río Rímac

3-6-1 Generalidades del Río Rímac

El río Rímac nace en la zona de Ticlio en Los Andes con 4,800m sobre el nivel del mar y desemboca en el Océano Pacífico. Tiene una longitud de 132km con su cuenca de 3,400 km² aproximadamente.

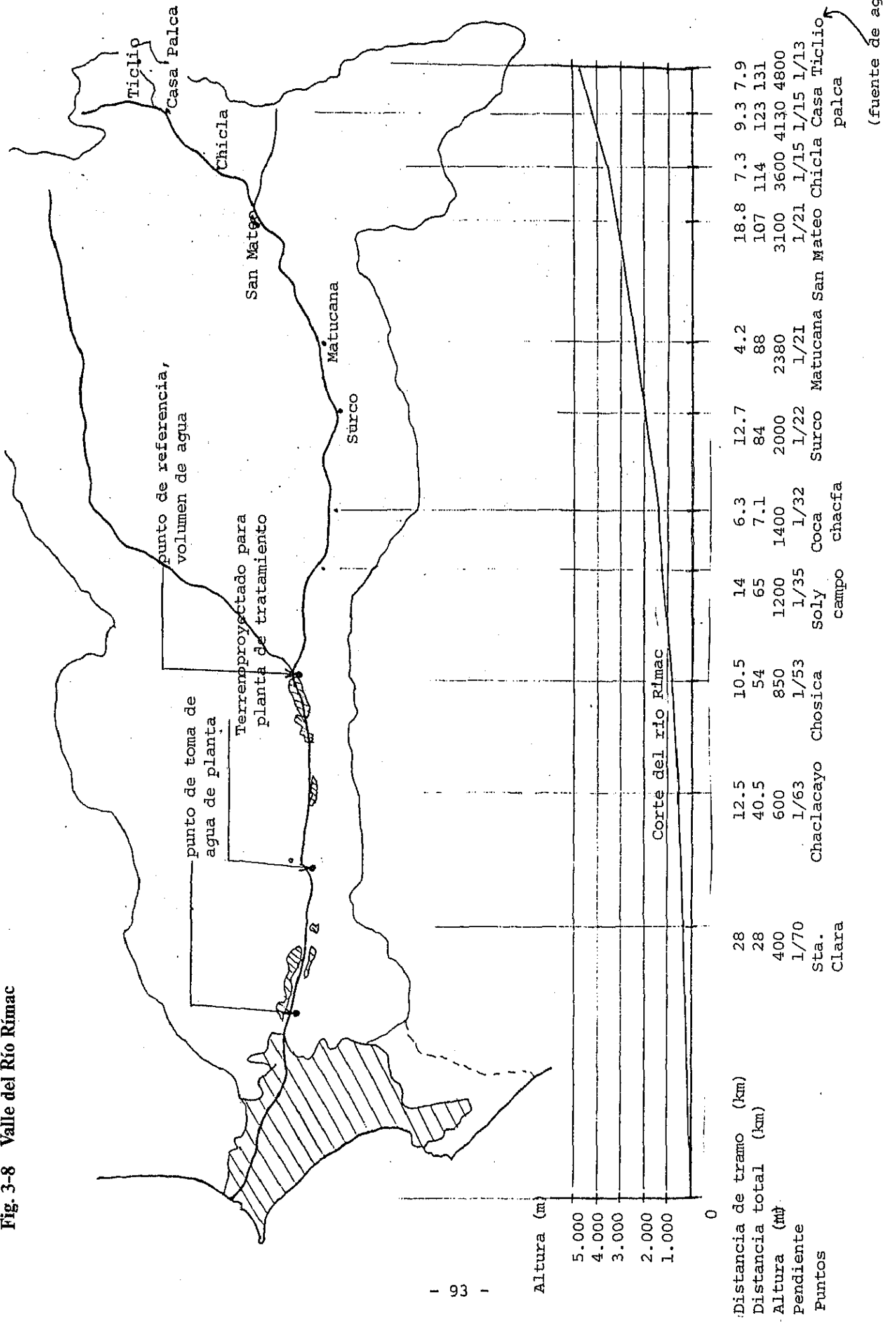
El río cuenta con una pendiente media de lecho del río de 1/40. La figura 3-8 indica la cuenca del río. El ancho del río llega a 300m aprox. entre Caraponga y La Atarjea y el ancho promedio es de 50 a 60m.

En la cuenca mas arriba de Matucana (85km de Lima con 2,500m sobre el nivel del mar), está desarrollando la minería y se producen principalmente zinc, cobre, plomo, además de estos fierro, plata y oro. En la vertiente de la montaña más arriba de Chosica se utiliza para la ganadería y en el llano del valle más abajo, la mayoría es para el terreno cultivo o de vivienda. A lo largo del río se encuentran varios tipos de fábrica.

En la época de lluvia (de noviembre a marzo), en Los Andes se generan huaycos en la cuenca arriba y central y daña mucho a la Carretera Central, línea férrea, acequia para las centrales hidroeléctricas y poblaciones. En la zona media y baja, la turbulencia del río es bastante fuerte, especialmente en época de lluvia, ya que casi no hay peces.

En los últimos años, las ciudades del río arriba tales como Chosica y Chaclacayo desarrollaron rápidamente y por causa de descarga de desagüe doméstico, industrial, arrojado de basura, la contaminación del río es muy crítica.

Fig 3-8 Valle del Río Rímac



3-6-2 Caudal y Calidad del Agua del Río Rímac

(1) Caudal

Se encuentra gran diferencia de precipitación entre aguas arriba y aguas abajo de Chosica. En la parte baja, la precipitación anual es menos de 100mm y no hay diferencia entre época de lluvia y seca. Pero, en la parte alta de Los Andes se divide claramente en dos estaciones: seca (abril a octubre) y de lluvia (noviembre a marzo) y tiene precipitación anual de 900mm (En la zona más alta de montañas). En la estación seca, el caudal de agua se reduce bastante y el área metropolitana de Lima cae a la condición de escasez del agua. En Chosica, punto de referencia del río Rímac, el SENAMHI observa periódicamente el flujo del río. En los cuadros 3-23 y figura 3-9 están indicados los volúmenes medio diario y mensual.

Cuadro 3-23 Caudal promedio diario y mensual del Río Rímac (1971 a 72 en observatorio de Chosica)

Item	Mes												Pro. Anual
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Caudal promedio (m ³ /s)	41.8	66.4	80.7	41.5	21.3	12.7	8.7	9.3	8.0	10.4	14.2	23.7	28.0
Porcentaje al flujo promedio anual	149.4	237.0	288.1	148.2	75.9	45.3	31.0	33.2	28.7	37.0	50.7	84.6	100.0

Fuente : "Report by Binnie & Partner "-1976

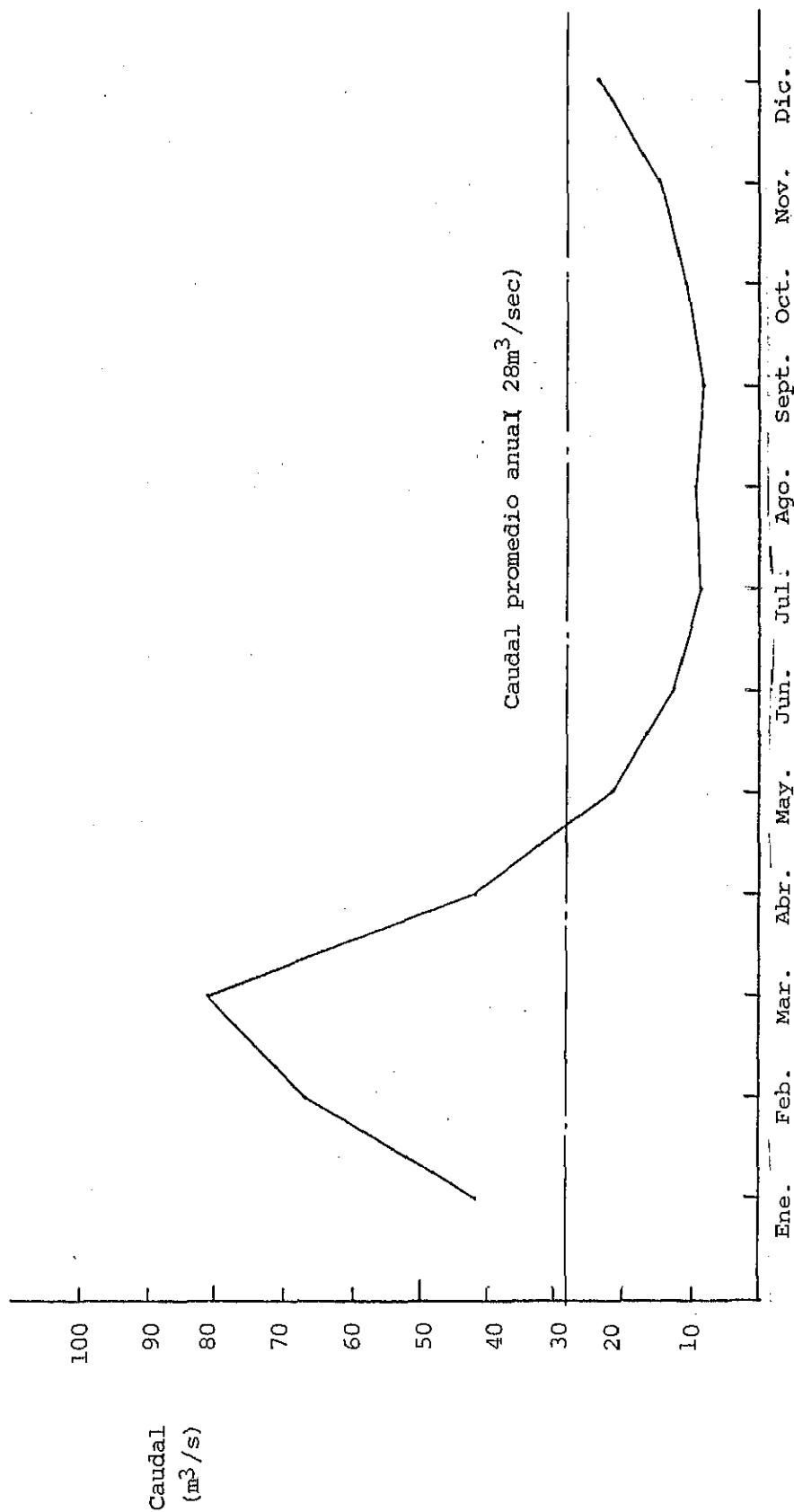


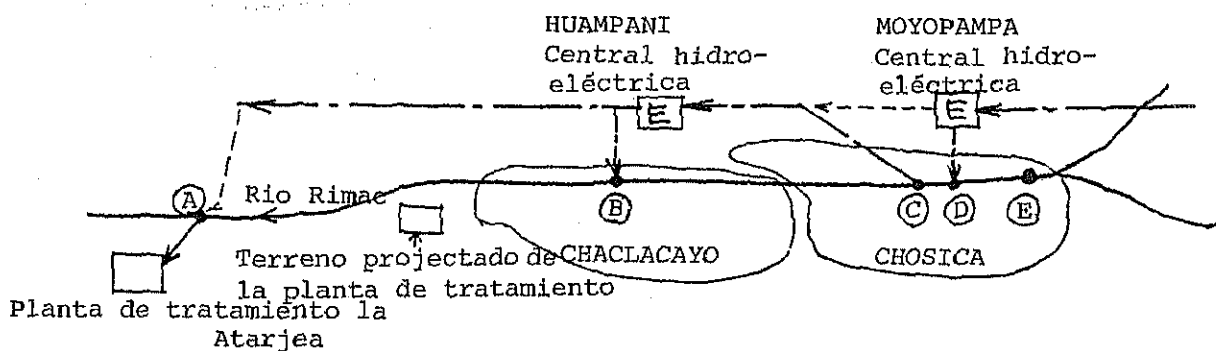
Fig. 3-9 Evolución del caudal promedio diario y mensual del Río Rímac en Chosica (1921 - 1972)

El volumen medio diario de toma de agua de la planta de tratamiento La Atarjea es de $12\text{m}^3/\text{seg}$. En la estación seca, el agua de canal de la central hidroeléctrica está descargado al río Rimac a fin de cubrir la escasez de caudal del río. En la figura 3-10 se indica la línea de toma de agua y descarga del canal de la Central hidroeléctrica.

Fig. 3-10 Sistema de toma de agua y descarga de la Central hidroeléctrica

- (A) Punto de toma de agua de la planta de tratamiento de La Atarjea
- (B) Punto de descarga de la Central hidroeléctrica de Huampaní
- (C) Punto de toma de agua de la Central hidroeléctrica de Huampaní
- (D) Punto de descarga de la Central hidroeléctrica de Moyopampa
- (E) Estación de medición de caudal de Chosica

— — — — — : Canal de la Central hidroeléctrica(Existente)
 - - - - - : " " (Plan futuro)



Existe un plan que el agua de canal de la Central hidroeléctrica se conecte con la planta de tratamiento de la Atarjea pero su posibilidad de realización no es seguro debido a la necesidad de gran inversión.

(2) Estado actual de calidad y contaminación del agua

1) Resultado de estudio realizado por el Ministerio de Salud

En cuanto al estado actual de contaminación del río Rímac, el Ministerio de Salud ejecutó el estudio y presentó un informe (Estudio de Contaminación y Preservación del Río Rímac), en el año 1981.

A continuación, se resume las partidas relacionadas con el presente proyecto:

En la estación seca, casi todo el agua del río Rímac es tomado por la Central hidroeléctrica de Huampaní.

En este período, en el tramo entre (B) y (C) de la figura 3-10 sólo se queda el agua servida de la vivienda y desagüe industrial convirtiendo el río como un canal de desagüe.

a) Caudal del Río Rímac en los puntos de estudio

El caudal en los monitoreos de calidad de agua en punto de observación, está indicado en el cuadro 3-11.

b) DBO en los puntos de observación

DBO del río Rímac está indicado en la figura 3-11.

c) Resultado de los análisis de calidad del agua en los puntos principales de observación

En el cuadro 3-25 está indicado el valor de DBO, OD, y número de bacilos coliformes en los puntos de toma de agua en la planta de tratamiento de La Atarjea, terreno proyectado para construcción de la planta de tratamiento de desagüe y aguas abajo de la ciudad de Chosica.

La ubicación de los puntos de estudio está indicado en la figura 3-12.

Cuadro 3-24 Caudal del Río Rímac en los monitoreos de la calidad de agua
 (Ministerio de Salud)

(m³/seg.)

Fecha \ N ^o	1	2	3	4	5	6
6-3-81	56	54.8	53.6	52.4	51.2	50
6-4-81	21.5	21.2	21.0	20.8	20.5	20.3
22-7-81	6.3	6.0	5.7	5.5	5.2	5

Fecha \ N ^o	7	8	9	10	11	12
19-3-81	42.6	41.3	40	38.7	37.3	36
14-5-81	20.1	19.5	18.9	18.4	17.8	17.2
7-8-81	20	19.4	18.8	18.2	17.6	17

Fecha \ N ^o	13	14	15	16	17	
26-3-81	27.5	27.3	27.1	27.0	26.9	
29-5-81	1.46	1.45	1.44	1.42	1.40	
14-8-81	1.46	1.45	1.44	1.42	1.40	

Observación : El pequeño volumen que se observa entre puntos N^o 13-17, suponemos que se debe a que existe una bocatoma de la central hidroeléctrica de Huampaní.

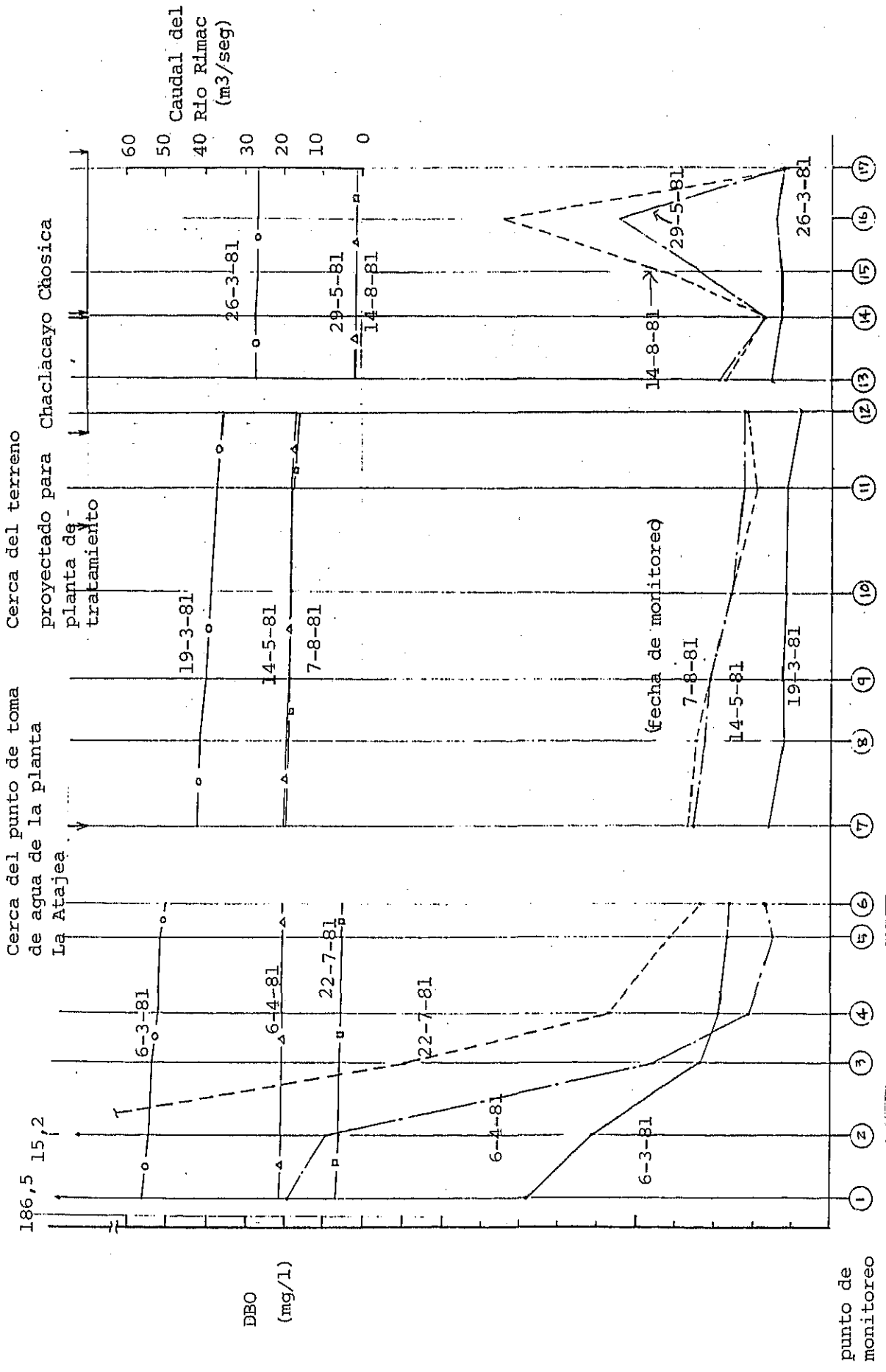


Fig. 3-11 Sección vertical del Río Rimac (Ministerio de Salud, 1981)

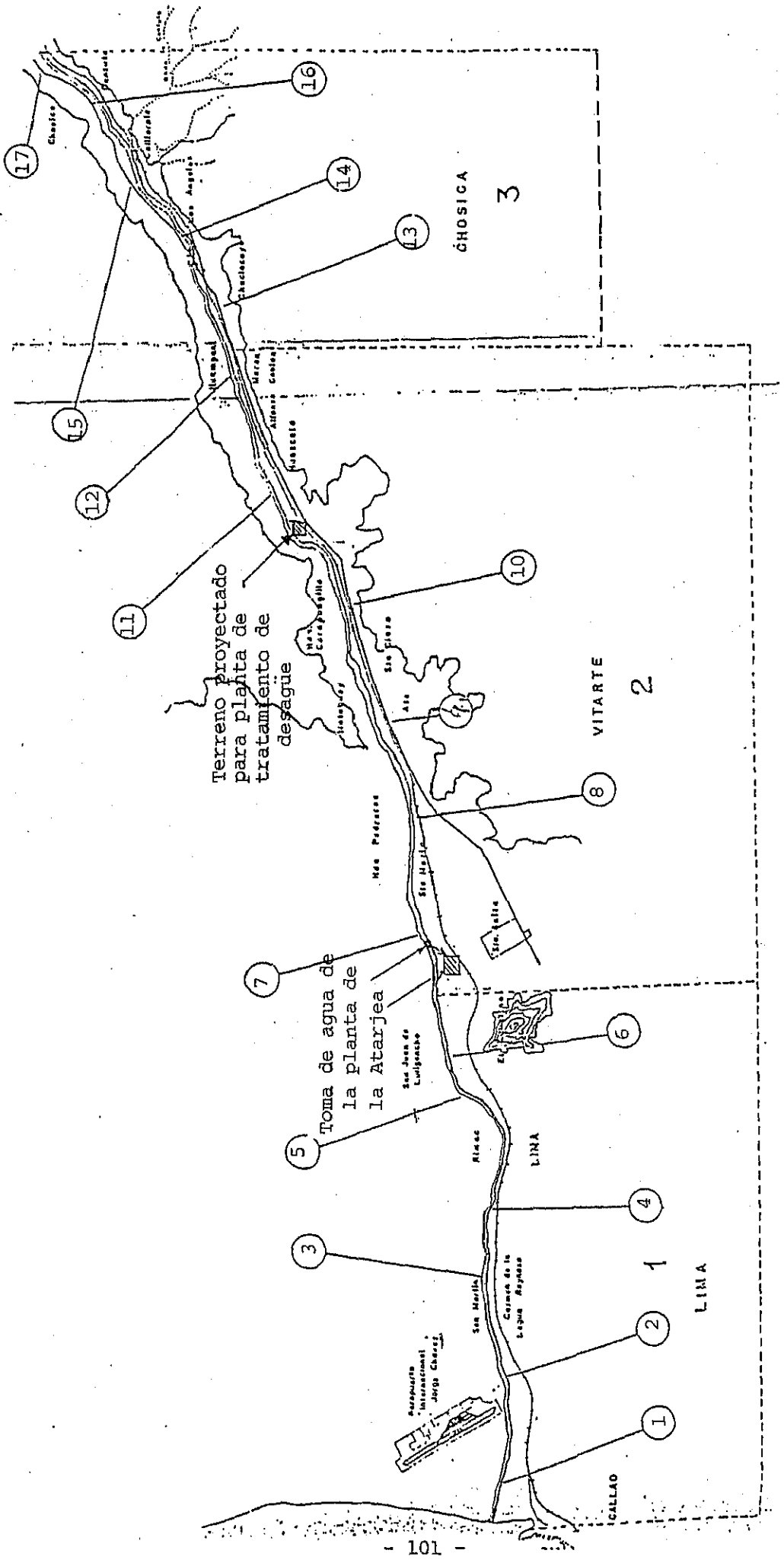


Fig. 3-12 Puntos de monitoreo de la calidad del agua (Ministerio de Salud, marzo a agosto de 1981)

Cuadro 3-25 Resultado de los análisis de calidad de agua en los puntos principales del Río Rímac (1981)

Punto	NO. 7 Planta de La Atargea			NO. 11 Planta proyectada			NO. 14 Aguas abajo de la ciudad de Chosica		
	19-3-81	14-5-81	7-8-81	19-3-81	14-5-81	7-8-81	26-3-81	29-5-81	14-8-81
Partida DBO (mg/l)	3.2	7.2	7.2	2.2	4.3	3.8	2.6	3.5	3.6
OD (mg/l)	5.7	8.4	9.3	6.6	8.3	9.5	7.2	7.8	8.3
Colibacilo (NMP/100ml)	43×10^4	25×10^4	68×10^4	41×10^4	63×10^3	31×10^4	43×10^3	24×10^4	31×10^4

Según el dato arriba mencionado, el grado de contaminación orgánica aumenta poco a poco desde la ciudad Chosica hacia abajo del río y cuando entra a la ciudad de Lima la situación de contaminación empeora extremadamente. Según la estación de aguas arriba (seca de abril a octubre y lluvia de noviembre a marzo) existe gran diferencia. El valor de DBO de marzo y agosto en el punto de toma de agua de la planta de tratamiento excede a 7mg/l.

2) Resultado del estudio realizado por la Misión Japonesa

La misión japonesa ha realizado el estudio sobre estado actual de contaminación del río Rimac en el área del proyecto. Ha ejecutado las investigaciones provisionales en los días 30 de noviembre y 3 de diciembre y coleccionó las muestras en los días 5 y 11 de diciembre considerando los ítems abajo mencionados. Encargó el análisis de calidad de agua a SEDAPAL.

La generalidad de dicha medición es como sigue:

a) Objeto de la medición

1. Confirmación del resultado del estudio realizado por el Ministerio de Salud y entendimiento de estado actual sobre contaminación del río Rimac
2. Calidad de desagüe en tubería existente, dentro del área de tratamiento proyectada

b) Parámetros de medición y métodos de análisis

Los ítems de medición son los siguientes: pH, conductividad eléctrica, sólido total, Cl, dureza, DQO, DBO, $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, Fe (total), Mn (total) y número de bacilos coliformes.

El método de análisis se realizó conforme a la "The 15th Ed. of the Standard Methods for the Examination of Water and Waste-water".

c) Puntos de medición

De acuerdo con el objeto de investigación, se decidió los siguientes puntos y su ubicación está indicado en la figura 3-13.

Río Rimac :

- | | | |
|------|---|-----------------|
| Nº 1 | Bocatoma de la planta de tratamiento | (La Ataejea) |
| Nº 2 | Terreno proyectado para planta de
tratamiento de desagüe | (Carapongo) |
| Nº 3 | Aguas abajo de Chosica | (California) |
| Nº 4 | Aguas arriba de Chosica | (Calle Alegría) |

Tubería existente de desagüe :

- | | | |
|------|--|-----------------------------------|
| Nº 5 | Desagüe dentro del buzón
de Chosica | (Cerca de la fábrica
Papelera) |
| Nº 6 | Desagüe dentro del buzón
de Chosica | (Cerca del hospital) |

d) Resultado de análisis de la calidad de agua

El resultado de análisis de la calidad de agua está indicado en el cuadro 3-26.

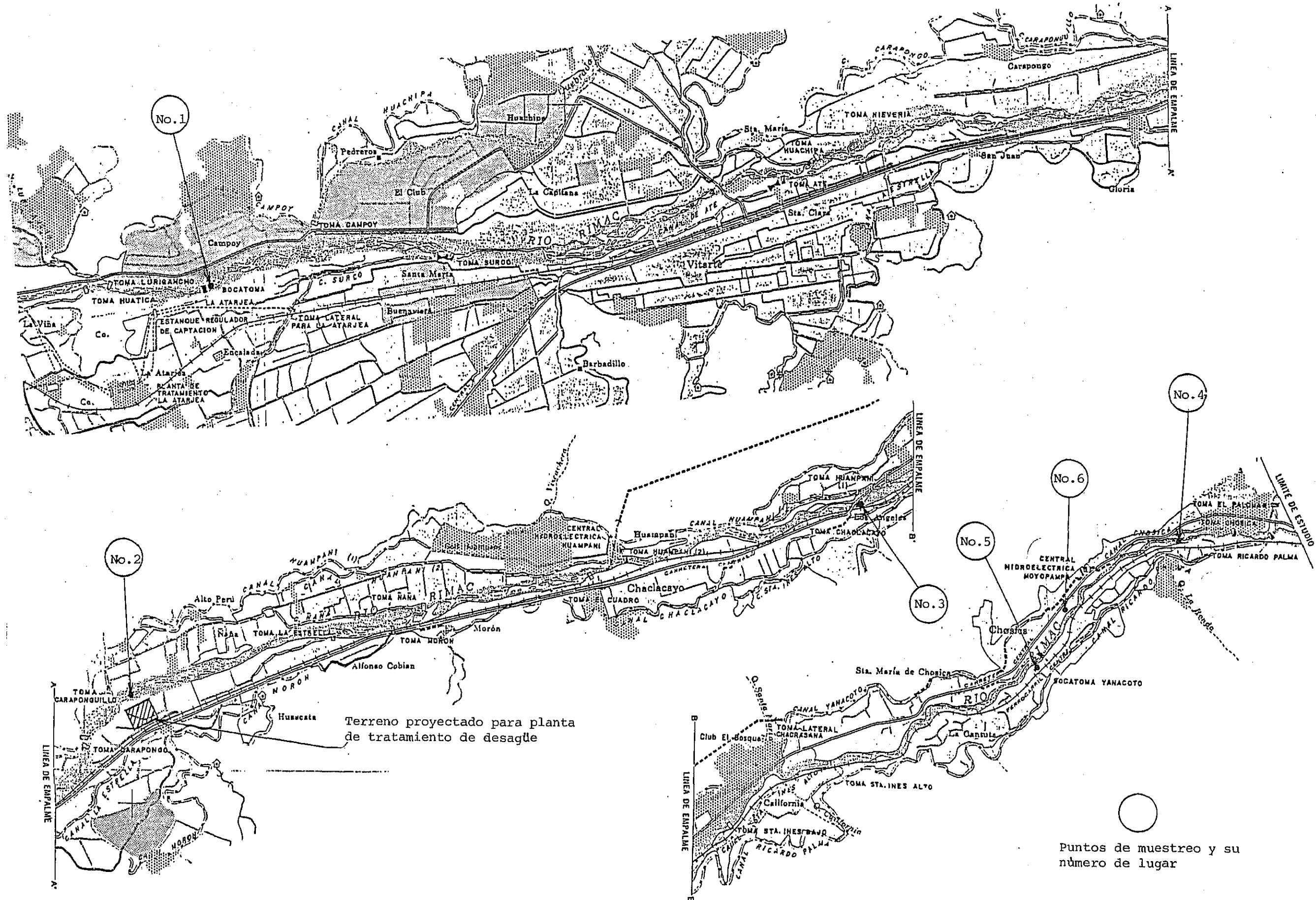


Fig. 3-13 Puntos de muestreo para analisis de calidad de agua

Cuadro 3-26 Resultado del análisis de calidad de agua

PARAMETROS	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
PUNTOS	ATARJEJA	CARAPONGO	CALIFORNIA BR	CALLE ALEGRIA	CERCA DE FABRICA DE PAPEL	CERCA DEL HOSPITAL
FECHA.	5/12 11/12	5/12 11/12	5/12 11/12	5/12 11/12	5/12 11/12	11/12
HORA	14:10 13:25	14:30 12:45	13:00 12:10	11:00 10:30	12:00 11:45	11:30
PH	8,20 7,85	7,90 7,90	8,00 7,85	7,95 8,2	7,05 7,2	7,2
TURBIDEZ	370 660	330 650	340 547	360 470	140 140	220
CONDUCTIVIDAD (µmhos/cm)	350 300	310 280	300 250	325 255	1070 910	600
SOLIDO TOTAL (mg/l)	1236 1514	1208 1841	771 1384	860 934	1089 936	812
CL ⁻ (mg/l)	15,0 11,6	11,0 11,6	9,3 9,7	12,5 9,7	78,4 58,2	34,5
DUREZA (mg/l)	176 184	160 140	148 152	170 124	360 304	240
DQO (mg/l)	32 24	27 27	16 27	19,2 17,0	236 262	--
DBO (mg/l)	8 3,4	7 3,7	5 3,1	6,0 1,5	184 222	266
NH ³ -N (mg/l)	0,18 0,27	0,25 0,21	0,25 0,2	0,32 0,12	19,7 15,3	6,4
NO ³ -N (mg/l)	0,48 1,35	* 2,35	0,57 1,4	0,53 1,1	5,5 3,9	2,1
NO ² -N (mg/l)	0,01 0,01	0,01 0,04	0,004 0,01	0,002 0,01	0,01 0,02	0,04
Fe (total) (mg/l)	33,2 *	38,4 *	18,5 *	26,7 *	1,8 *	*
Mn (total) (mg/l)	1,84 *	2,3 *	1,25 *	1,8 *	0,11 *	*
COLIFORM. TOTAL NMP/100 ml	2,3x10 ⁵ 1,1x10 ⁶	2,4x10 ⁵ 1,1x10 ⁶	2,4x10 ⁵ 2,4x10 ⁵	1,5x10 ⁵ 4,3x10 ⁴	2,4x10 ⁷ 4,6x10 ⁷	1,1x10 ⁸
COLIFORM.FECAL NMP/100 ml	40,000 1,1x10 ⁶	9,3x10 ⁴ 1,5x10 ⁵	9,3x10 ⁴ 2,4x10 ⁵	4x10 ³ 9x10 ³	2,4x10 ⁷ 2,4x10 ⁷	4,6x10 ⁷

* Este parámetro no fue analizada

Muestra de agua:5 y 11 de dic. de 1984

e) Estado de contaminación según resultado de análisis de calidad de agua

1. Estado de contaminación del río

El valor de DBO entre primera y segunda investigación tuvo diferencia. La parte arriba del río entró ya la estación de lluvia y la turbiedad por lluvia influyó al resultado. Es difícil de juzgar el estado real de calidad de agua con dichos datos debido a la gran diferencia entre dos investigaciones. Sin embargo el resultado de nuestra investigación tiene la misma tendencia que el informe del Ministerio de Salud. De entonces acá, no habría mejorado la situación, antes habrá empeorado.

El valor de DBO es 1.5 a 6.0mg/l en la parte arriba de Chosica y 3.4 a 8.0 mg/l en la bocatoma de la planta de purificación, es decir que va empeorando hacia abajo. Por consiguiente, la contaminación orgánica aumenta a medida que baja el río. Los desagües industrial y doméstico en las ciudades Chosica y Chaclacayo son las causas principales de la contaminación del río. Aunque se esté realizando la colección de basura en el área a lo largo del río, los residentes botan la basura en el río.

Esto causa también la contaminación del río. La velocidad de corriente del río Rimac es rápida por la pendiente aguda y su tiempo de afluencia es corto.

Por consiguiente, los materiales orgánicos que traen los sólidos suspendidos son difíciles de sedimentarse y no se puede esperar la autopurificación del río.

El valor de bacilos coliformes en la bocatoma de la planta de purificación es alto como $2,3 \times 10^5$ a $1,1 \times 10^6$ NMP/100ml. El número de coliformes fecales es de 4×10^4 a $1,1 \times 10^6$ NMP/100ml. Según el resultado del análisis de SEDAPAL de 1982 en la bocatoma, el número promedio mensual de bacilos coliformes fue de $4,7 \times 10^4$ a $4,6 \times 10^6$ NMP/100ml. y el número de coliformes fecales fue de $2,2 \times 10^4$ a $1,3 \times 10^6$ NMP/100ml. La cifra varía mensualmente.

En cuanto al contenido de los metales pesados, a la altura de la bocatoma de la planta de purificación es de 33.2 mg/l de Fe (total) y 1.84 mg/l. de Mn (total). Según resultado de análisis por el SEDAPAL (De septiembre de 1982 a septiembre de 1984), el contenido de los metales pesados es como sigue:

Fe: 1.1 a 68 mg/l	Pb: 0.10 a 10.5 mg/l
Mn: 0.2 a 14.50 mg/l	Cu: 0.10 a 3.9 mg/l
Cr: 0.00 a 0.55 mg/l	Zn: 0.13 a 6.4 mg/l
Cd: 0.00 a 1.5 mg/l	

El valor de contenido de los metales pesados varía en meses y cuando llueve en aguas arriba, presenta un valor alto. Debido a que los estanques de tratamiento de desagüe de las minas que están localizados en arriba del río no son suficientes como instalación, los metales pesados fluyen al río cuando aumenta el agua por lluvia.

La calidad de agua de la planta de purificación de acuerdo con la Norma de Calidad de Agua Peruana (Véase el Anexo-3), debe corresponder al valor de la Clase II. El valor

de DBO y colibacilo es de 5mg/l y 2×10^4 NMP/100ml respectivamente según esta clasificación. Los valores del estado real del río exceden bastante a esta norma y necesita tomar alguna medida inmediata contra esta situación.

2. Calidad de agua dentro de tubería existente de desagüe
Hemos tomado las muestras en dos buzones que están localizados cerca de la salida de desagüe de Chosica. Según resultado del análisis de la calidad de agua (Cuadro 3-26), los valores de DBO, $\text{NH}_3\text{-N}$ y Cl^- son 184 a 266 mg/l, 6.4 a 19.7 mg/l y 34.5 a 78.4 mg/l respectivamente. Estas cifras son muy altas manifestando las características del agua cruda. Los valores de DBO del estudio realizado por el Ministerio de Salud son de 80 a 382 mg/l en Chaclacayo (Valor medio es 184 mg/l) y de 58 a 420 mg/l (Valor medio es 157 mg/l) en Chosica.

3-6-3 Volumen de Carga de Contaminación del Río Rímac

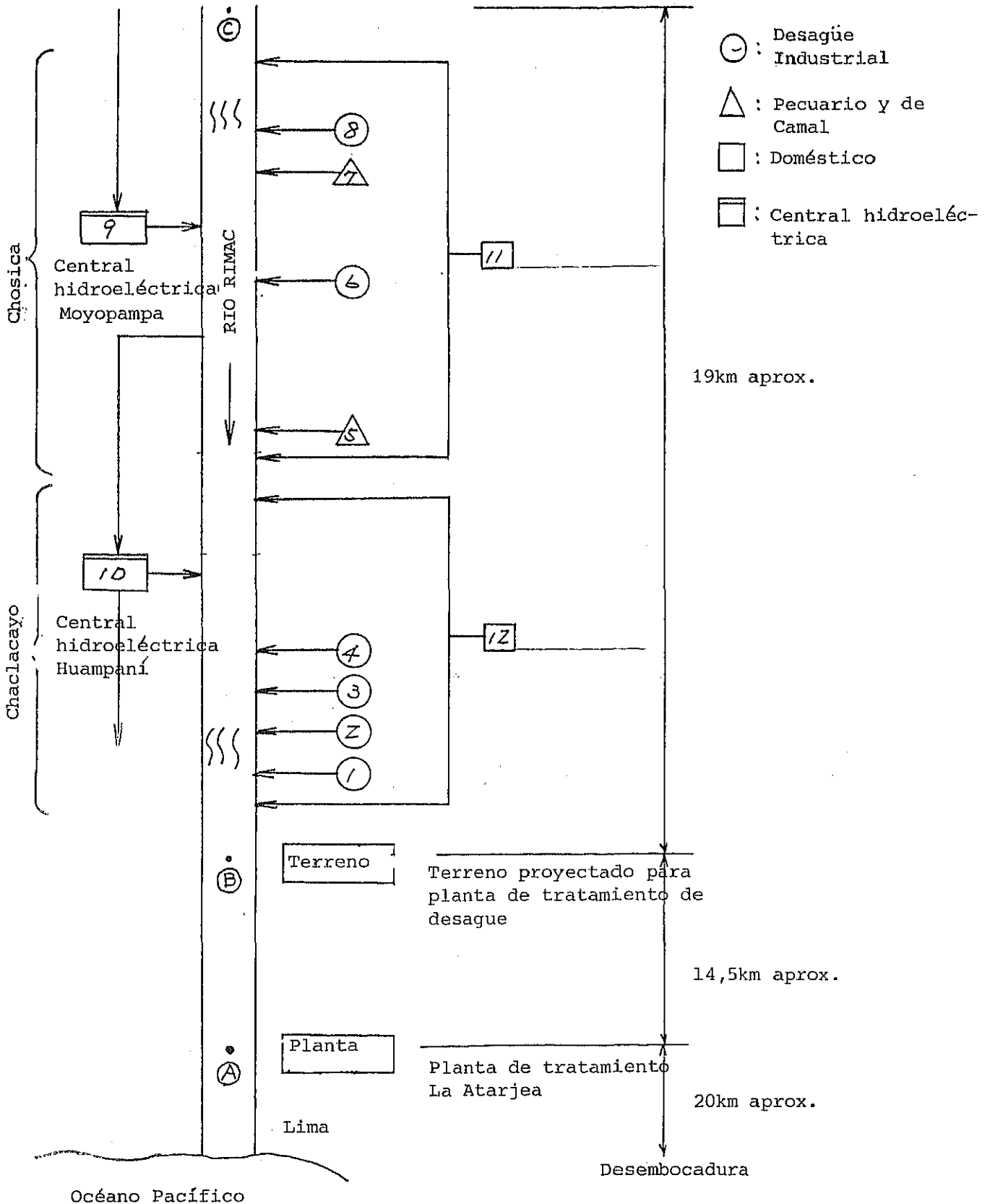
- (1) Volumen de carga generada según origen de contaminación en el área del Proyecto

Los orígenes de contaminación de agua del río Rímac son desagües industriales, doméstico, agrícola, pecuario, minero, y arrojado de basura.

Se incluye el desagüe del canal de la Central Hidroeléctrica en el volumen de carga pero, ésta es la carga natural de aguas arriba.

En el cuadro 3-27, está calculado el volumen de carga generada de contaminación del área del Proyecto. También, en la figura 3-14 se indican los factores de origen de contaminación del río. Se calculó el desagüe doméstico según la población actual y la cobertura de tubería de desagüe. En cuanto al cálculo del desagüe industrial, hemos realizado entrevistas junto con el encargado del SEDAPAL para confirmar el volumen y calidad del agua, además se usó como referencia el informe del Ministerio de Salud (1981).

Fig. 3-14 Factores de origen de contaminación del río en el área del proyecto



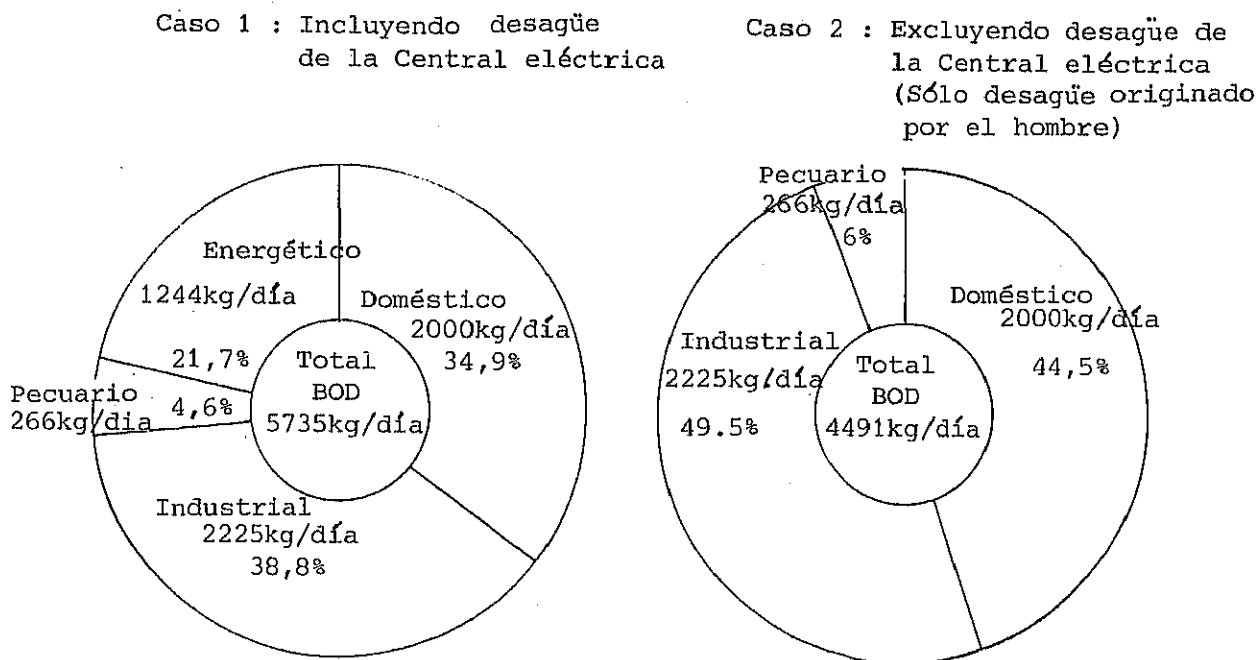
Cuadro 3-27 Volumen de carga generada de DBO en el área del proyecto

N ^o	Clase	Volumen de desagüe	BOD		Observaciones
			(mg/l)	(kg/día)	
	(DESAGUE INDUSTRIAL)				
1	Fábrica de papel	4,500	125	562.5	Color blanco turbio
2	Fábrica de textil	600	831	499	Oscila entre pH 4 a 10
3	Fábrica de cerveza	1,843	114	210.1	Color marón
4	Fábrica de papel	3,200	98	313.6	Color blanco turbio
6	Fábrica de papel	4,000	150	600	Color rojo pardo
8	Fábrica de calzado	550	72	39.6	Aceite y grasa
	Sub-total	14,693		2,225	
	(DESAGUE PECUARIO Y DE CAMAL)				
5	Avicultura	1,000	161	161	
7	Camal	70	500	105	
	Sub-total	1,070		266	
	(DESAGUE DOMESTICO)				
11	Chosica	4,000	200	800	
12	Chaclacayo	6,000	200	1,200	
	Sub-total	10,000		1,000	
	(CANAL DE LA CENTRAL)				
9	Moyopanpa	1,382,400	0 9	1,244.16	No está incluido debido a que se toma el agua del río Rímac.
10	Huampaní	(1,814,400)	3 36	(6,096.38)	
	Sub-total			1,244	
	TOTAL			5,735	

(2) Consideraciones

En la figura 3-15 se indica el porcentaje que ocupa cada carga contaminante sumada por causa dentro del área estudiada de acuerdo con los datos mencionados.

Fig. 3-15 Volumen de carga general de DBO según origen de contaminación del área del proyecto



De los gráficos, se sabe que el desagüe doméstico ocupa un 35% de la carga total y un 45% del desagüe originado por el hombre dentro del área proyectada.

3-7 Situación Actual de la Infraestructura

3-7-1 Servicios Públicos

(1) Electricidad

El servicio de electricidad en Perú están encargado por las empresas estatales y privadas tales como ELECTROPERU, ELECTROLIMA y ENERGIA HIDROELECTRICA ANDINA.

El suministro de electricidad al área de Chosica y Chaclacayo está ejecutado por ELECTROLIMA.

A lo largo de la cuenca del río Rímac existen 5 Centrales Hidroeléctricas incluyendo Huampaní (Chaclacayo) y Moyopampa (Chosica) y todas las líneas de transmisión se unen y se transmitan hasta la ciudad de Lima. La electricidad necesaria para el Proyecto será suministrada desde la línea de transmisión arriba mencionada.

No hay ningún problema sobre la capacidad de electricidad. Hay interrupción eléctrica programada unas veces al año con duración de medio día, pero casi no hay ninguna interrupción accidental.

Sin embargo, recientemente ocurre a veces el corte de la línea de transmisión por los terroristas, obligando unos días de interrupción.

Por consiguientes, deberá considerarse tomar medidas contra la interrupción, al trazar la instalación. En especial, en la estación de bombeo para desagüe se colocará una tubería de rebose para descargar al río Rímac directamente cuando haya corte de electricidad.

A continuación, describimos las fuerzas eléctricas y la tarifa de uso de electricidad.

1) Fuerza eléctrica

- a) Voltaje en toma de electricidad (10 kV o 6 kV)

En las ciudades Chosica y Chaclacayo, se toman 10 kV en las fábricas y 6 kV en los pozos. El voltaje de toma de electricidad del Proyecto se examinará y se determinará con ELECTROLIMA de acuerdo con la ubicación y capacidad de la instalación.

b) Voltaje de operación y frecuencia (220 V o 380 V, 60 Hz)

2) Tarifa de electricidad

La tarifa de electricidad de la ELECTROLIMA está clasificado en muchas clases, de acuerdo con uso y voltaje de toma de los usuarios.

En el Perú, la tarifa de electricidad sube mensualmente debido a que la subida de los precios es muy fuerte por la inflación. La tarifa relacionada con agua potable y alcantarillado es barata por motivo de su característica pública y se adapta el N° 60 de la tabla de tarifas.

En caso de uso mensual menos de 200 kwh, la tarifa es S/19,687.40/mes (US\$3.94) y más de 200 kwh se suma S/98.30 (0.0197 US\$/kwh), vigente al primero de diciembre de 1984.

(2) Agua

Las actividades hidráulicas de Chosica y Chaclacayo están operado y administrado por la Municipalidad.

Después de terminar el presente proyecto, la operación y administración serán trasladado a SEDAPAL. La colocación de tubería de agua suministrada al área del Proyecto será ejecutado por SEDAPAL.

(3) Gas

En Chosica y Chaclacayo, no existe el sistema de suministro de gas de ciudad. Se usan en general, electricidad y gas propano como fuente de calor.

El uso de fuente de calor en cada instalación, se puede indicar para la vida de administrador, y los equipos de análisis de calidad de agua, etc. Se utilizará la instalación eléctrica considerando su uso fácil y ventajoso.

(4) . Teléfono

El teléfono está extendido en Chosica y Chaclacayo y la línea de transmisión de teléfono está pasando a lo largo de la Carretera Central que cruza longitudinalmente la ciudad.

Será deseable colocar el teléfono entre las instalaciones principales para la comunicación urgente con el centro de operaciones. La instalación de teléfono se examinará según reserva de teléfono y circunstancias por parte de SEDAPAL.

(5) Productos químicos

Los productos químicos que utilizan en las instalaciones serán el cloro de desinfección, aceite y grasa para mantenimiento de los equipos.

El costo unitario del cloro de desinfección es como sigue: (Investigación en dic. de 1984).

Cloro líquido	cilindro de 68 kg	S/3.090/kg	(0.618 US\$/kg)
	cilindro de 920 kg	S/2.270/kg	(0.454 US\$/kg)
Cloro en polvo	Paquete de 80 kg	S/3.672/kg	(0.734 US\$/kg)
(cloro aprovechable: 32%)			

Existen las fábricas de cloro líquido y en polvo en Lima.

3-7-2 Otros

(1) Transporte de los materiales y equipos

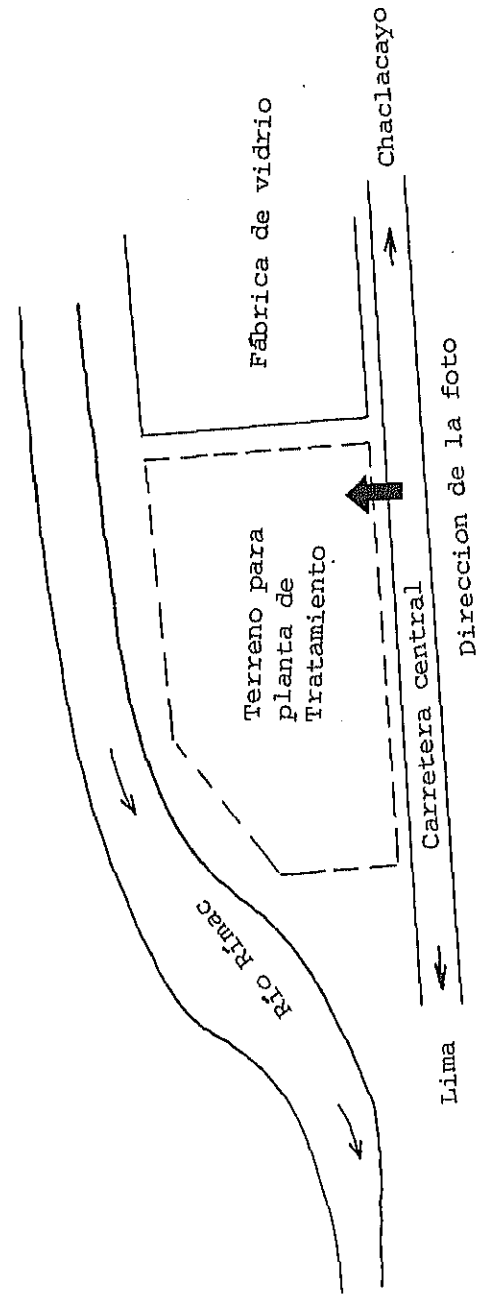
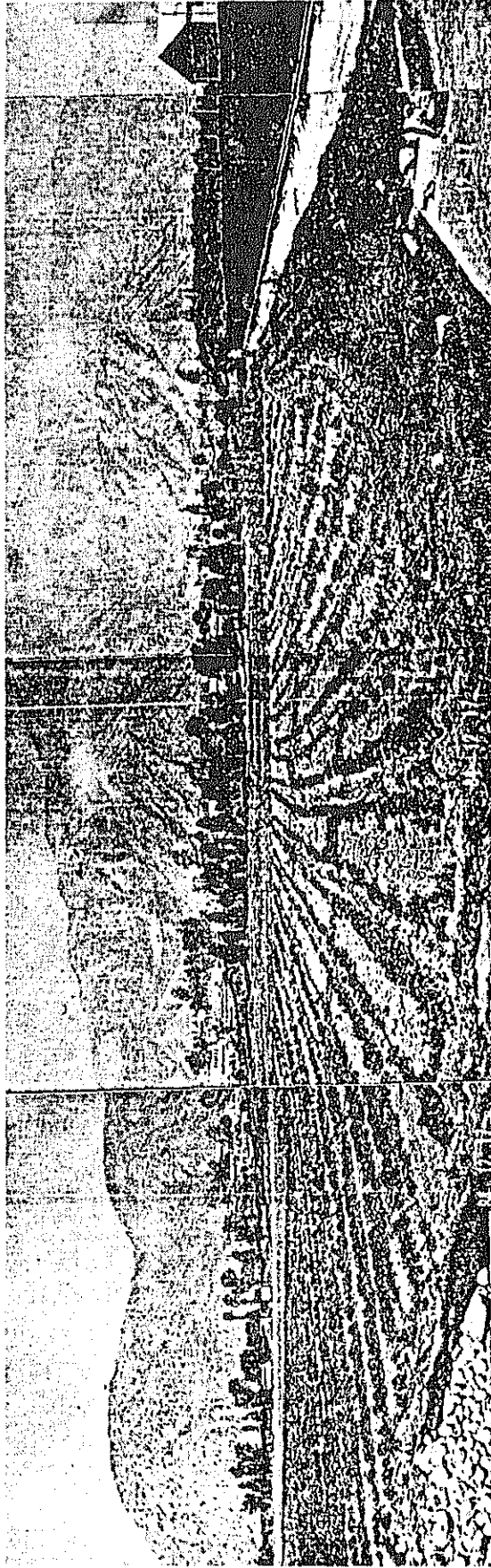
Los materiales y equipos importados serán desembarcado en el puerto de Callao que está al norte de la ciudad de Lima y el transporte interno del puerto al sitio será ejecutado por ferrocarril o camión.

- Carretera: A lo largo del río Rímac existe la Carretera Central que une las ciudades de Lima, Oroya y Huancayo. Es la carretera principal que transporta los productos agrícolas y minerales de Los Andes a Lima.

- Ferrocarril: Sólo existe el Ferrocarril Central en la cuenca del río Rímac.

Este ferrocarril conecta las ciudades de Callao, Lima, La Oroya, Tarma y Huancayo. Su servicio es de 4 veces ida y vuelta al día entre Lima y Huancayo. Dentro de ese servicio una ida y vuelta es para los pasajeros. Los demás son para transporte de carga.

Terreno previsto para planta de tratamiento



CAPITULO 4

CAPITULO 4 CONTENIDO DEL PROYECTO

4-1 Lineamiento Básico del proyecto

De acuerdo con las circunstancias actuales del sistema de agua potable y alcantarillado y la solicitud del gobierno peruano, el lineamiento básico del proyecto es el de tomar medidas inmediatas para reducir la contaminación del río Rímac, por medio de la ampliación y mejoramiento de las instalaciones relacionadas en las ciudades que están localizadas aguas arriba del río Rímac, fuente de agua de la ciudad de Lima. El área del proyecto tiene las características de diferencia grande de altura topográfica, nivel de vida y consumo del agua potable.

Aparte de determinar la proyección de la demanda para diseñar las instalaciones, se deben considerar los siguientes puntos:

- (1) Establecimiento del área eficaz del suministro de agua y tratamiento.
- (2) Conexión a las instalaciones existentes y construcción por etapas de la planta de tratamiento de desagüe.
- (3) Dimensionamiento y método de construcción adecuada incluyendo manejo simple y costo bajo de administración y mantenimiento.

En cuanto al mejoramiento de la instalación de agua potable de la ciudad de Chosica que se encuentra en la solicitud del gobierno peruano, se considera excluir de área proyectada las zonas residenciales y casas de campo debido a que ya cuentan con la instalación de agua potable, y no se requiere urgente mejoramiento. En cuanto al ordenamiento de la instalación de alcantarillado, además del desagüe doméstico se aceptará sólo desagüe industrial que sea posible de tratar con método biológico, ya que éste presenta actualmente un factor de contaminación del río Rímac.

La línea principal de colección de desagüe tendrá la capacidad suficiente de transporte hasta el período del diseño del proyecto. Se recomendará el plan de implementación con capacidad de tratamiento que satisfaga el volumen de agua servida, así como el sistema de operación y administración gradual de dichas unidades.

4-2 Objeto del Proyecto

El presente proyecto tiene como objeto principal la ampliación y mejoramiento de las instalaciones de agua potable y alcantarillado así como el ambiente sanitario de las ciudades de Chosica y Chaclacayo que experimentan rápido crecimiento de la población. El mejoramiento de agua potable y alcantarillado de dichas áreas, servirá como medida de emergencia para reducir la contaminación del río Rímac que es la fuente de agua potable de la ciudad de Lima, y puede ser una parte del proyecto de ordenamiento general de preservación de calidad de agua en el futuro.

4-3 Proyecto del Sistema de Agua potable

4-3-1 Directrices Básicas del Proyecto

Al comenzar el diseño básico del sistema de agua potable, se establecen las siguientes directrices básicas.

- (1) Dividir las zonas de suministro en la margen derecha y la margen izquierda. Sin embargo, entre los dos sistemas, se tendrá tubería de comunicación de emergencia.
- (2) El sistema de distribución será en principio de gravedad.
- (3) Las instalaciones que se van a construir en este proyecto son de fuentes de agua, de captación, de conducción de agua y reservorios. Las instalaciones existentes serán aprovechadas en lo máximo.
- (4) En caso de que se utilicen las tuberías de distribución existentes como tuberías de conducción y les falten diámetro o empalmes entre sí, se hará el refuerzo necesario en este proyecto.
- (5) Actualmente el abastecimiento de agua se efectúa por horas debido a la falta del caudal suficiente, y su distribución se realiza con baja presión. Por consiguiente, preocupa el aumento de fuga, grietas y/o roturas cuando se inicie la operación normal con mayor presión.

En este proyecto, de acuerdo con las discusiones con SEDAPAL, se diseñará con un margen de seguridad, cumpliendo las normas de 50 m de la presión estática máxima y 15 m de la presión dinámica mínima.

- (6) El control de bomba se efectuará en forma automática mediante el sistema de electrodo.

A fin de controlar el caudal se instalarán medidores de flujo en las fuentes de agua y en las salidas de los reservorios.

4-3-2 Establecimiento de Condiciones del Diseño

(1) Area Projectada de Suministro de Agua

La solicitud por la parte peruana relacionada al presente Proyecto es el mejoramiento del sistema de agua potable teniendo como objeto la ciudad de Chosica, de la que se excluirán las zonas abajo mencionadas, por los motivos que se indican.

Cuadro 4-1 Zona Excluida del Proyecto de Ordenamiento de Agua Potable de Chosica

Zona excluida	Población	Motivos
Santa María	(Personas) 6,870	(1) Es la zona residencial de lujo y casas de campo. No es apta para el Proyecto de Donación. (2) Existe el sistema de agua potable y no se detecta la necesidad de mejoramiento inmediato.
La Cantuta Oswaldo Burgo	1,920 450	(1) Existe el sistema de agua potable y no se detecta la necesidad de mejoramiento inmediato.
California	2,170	(1) Es la zona residencial de lujo y casas de campo. No es apta para el Proyecto de Donación. (2) Existe el sistema propio de agua potable y la comunidad tiene la capacidad suficiente para encargar su operación y administración.
Chacrasana	2,750	(1) Está ubicada muy lejos del área del proyecto. No es económico juntarla en una área de suministro de agua potable. (2) El agua se suministra desde una instalación privada.
El Bosque y otra empresa privada		(1) Cada instalación tiene sistema exclusivo de agua potable. No necesita el agua suministrada del municipio.

(2) Período del Diseño

El período del diseño será para el año 1995, o sea diez años después. La población proyectada para ese año, será de 88,000 personas. (Ver Fig. 3-3)

(3) Población Proyectada para el Suministro de Agua

La población proyectada para el suministro de agua será la población dentro del área del Proyecto en 1995. La población total será de 73,840 personas dividiendo 57,900 en la margen derecha y 15,940 en la margen izquierda.

(4) Volumen Proyectado del Suministro de Agua

1) Consumo Medio por Persona por Día (q_o)

En la administración actual de agua potable de Chosica, no existen los datos sobre volumen de agua suministrada y su consumo debido a que el sistema de suministro no cuenta con medidores.

Para establecer el volumen medio por persona por día que sirva de base para determinar el volumen proyectado de agua, consideramos el nivel, costumbre y forma de vida de la población dentro del área proyectada y los valores de los proyectos similares del mundo. A continuación, examinamos el volumen proyectado.

a) Consumo según Personas por Composición de Viviendas (lotes)

El cuadro 4-2 muestra un ejemplo del volumen de uso del agua según composición de vivienda, de acuerdo con el resultado del estudio del Departamento de Obras Hidráulicas del Municipio de Tokio (1976). Es decir, cuando aumente el número de personas por vivienda, el consumo por persona reducirá relativamente y cuando aumente más de 7 personas, su influencia será pequeña.

En este proyecto, consideramos que el número de personas por vivienda sea más de 7 personas. Teniendo en cuenta el nivel y forma de vida en Tokio de entonces y de Chosica en el año proyectado, el consumo/persona/día será de 145 l o valor un poco menos que esto.

Cuadro 4-2 Un Ejemplo de Consumo según Persona por Vivienda en Tokio (1971)

No. de personas por vivienda	1	2	3	4	5	6	Más de 7
Consumo/persona/día (ℓ)	338.6	223.0	216.1	179.2	151.3	145.9	144.4

b) Valor General en el Exterior

Para examinar la dimensión de instalación de suministro de agua, referimos el consumo de agua de suministro a cada casa en caso del Perú y otros países. En el cuadro 4-3 está indicado el resultado del estudio sobre consumo doméstico per cápita según la clase de vivienda de las ciudades del mundo. En el cuadro 4-4 se muestra el criterio del diseño de las ciudades medianas y pequeñas de diferentes países.

Cuadro 4-3 Summary of Measurements of Domestic Per Capita Consumption According to Housing Class

Housing class	Description	Range of per capita consumption ^(a) , l/head/day
High	Detached houses, luxury apartments having 2 or more WCs, and 3 or more taps per household	260—150
Middle	Houses and apartments having at least 1 WC and 2 taps per household	160—110
Lower	Tenements, government rehousing, shared houses, having at least 1 tap per household but sharing WC	70*—55

*Frequently higher due to wastage

The above figures are based on tests carried out between 1970 and 1978 in the following places: Istanbul (Turkey)^(b), Sakaka (S. Arabia), Lesotho (Africa), Cairo (Egypt), Palembang (Indonesia), Hong Kong^(c) Alexandria and Port Said (Egypt), also in Camiri, Bolivia in 1981.

References: CONNAL¹⁴; Twort¹⁶.

Notes:

(a) Exclusive of avoidable consumer wastage.

(b) Figures for the same type of property gave consumptions of 90 l/head/day where there were under 15 persons per meter to 233 l/head/day where over 35 persons were supplied through one meter.

(c) In government low-cost housing blocks consumption averages 50 l/head/day where households have individual meters, but is about 110 l/head/day where washing facilities are shared.

Fuente: The International Drinking Water Supply and Sanitation Decade Directory (March 1984)

**Cuadro 4-4 Consumo y Suministro de Agua Diario Promedio
Per Cápita en Otros Países**

Unidad: ℓ/día/per.

Nombre del país	Forma de agua suministrada	Agua suministrada		Consumo		Observaciones
		Más de 50 mil per.	10 a 50 mil per.	Más de 50 mil per.	10 a 50 mil per.	
Perú	Suministro doméstico	200*	150*	130	100	Reglamento nacional de construcciones *Incluyendo 35% de volumen no válido.
Indonesia	Suministro doméstico (Renta alta)	207*		180		CIPTA KARYA *Incluyendo 15% de volumen no válido.
	Suministro doméstico (Renta media)	138*		120		
India	Suministro doméstico	125 ~200	100 ~125	No se conoce	No se conoce	MWH
Japón	Suministro doméstico	180+ (Uso comercial) (Uso público) (Fuga)		180		Promedio del estudio de julio de 1971

Considerando la forma de vida, etc., el valor de consumo en la zona urbana será de 130 ℓ/persona/día y en otras zonas será de 100 ℓ/persona/día, de acuerdo con los datos arriba mencionados. En cuanto a la pileta pública, el valor de consumo será de 65 ℓ/persona/día.

2) Volumen Projectado del Suministro de Agua

Hemos calculado el volumen proyectado de agua, basándonos en el consumo/persona/día.

a) Agua Suministrada/Persona/Día (Q_0)

$$= C \times [\text{Consumo promedio proyectado/persona/día } (q_0)]$$

Donde,

C: Es coeficiente de cálculo de volumen de agua suministrada y se usa el número inverso de la eficiencia en el suministro proyectado de agua.

En el presente proyecto, se admite el porcentaje de pérdida que se usa generalmente como valor del proyecto hidráulico en el Perú.

$$35\% \quad (C = \frac{1}{0.65} = 1.54)$$

b) Volumen Máximo de Suministro/Persona/Día (Q)

$$= [\text{Volumen promedio de suministro/persona/día } (Q_0)] \times L$$

Donde,

$$L : \text{Carga} = \frac{\text{Volumen máximo diario}}{\text{Volumen promedio diario}}$$

En general, se usa el valor 1.2 a 1.3 pero admitimos el valor $L = 1.2$ debido a que la variación estacional es pequeña.

c) Volumen Máximo de Agua Suministrada por Hora (Q_h)

$$= K \times [\text{Volumen máximo proyectado/persona/día } (Q)] \times (\text{Población proyectada de suministro})$$

Donde,

K: Según la escala del Proyecto usamos el valor $K = 2$.

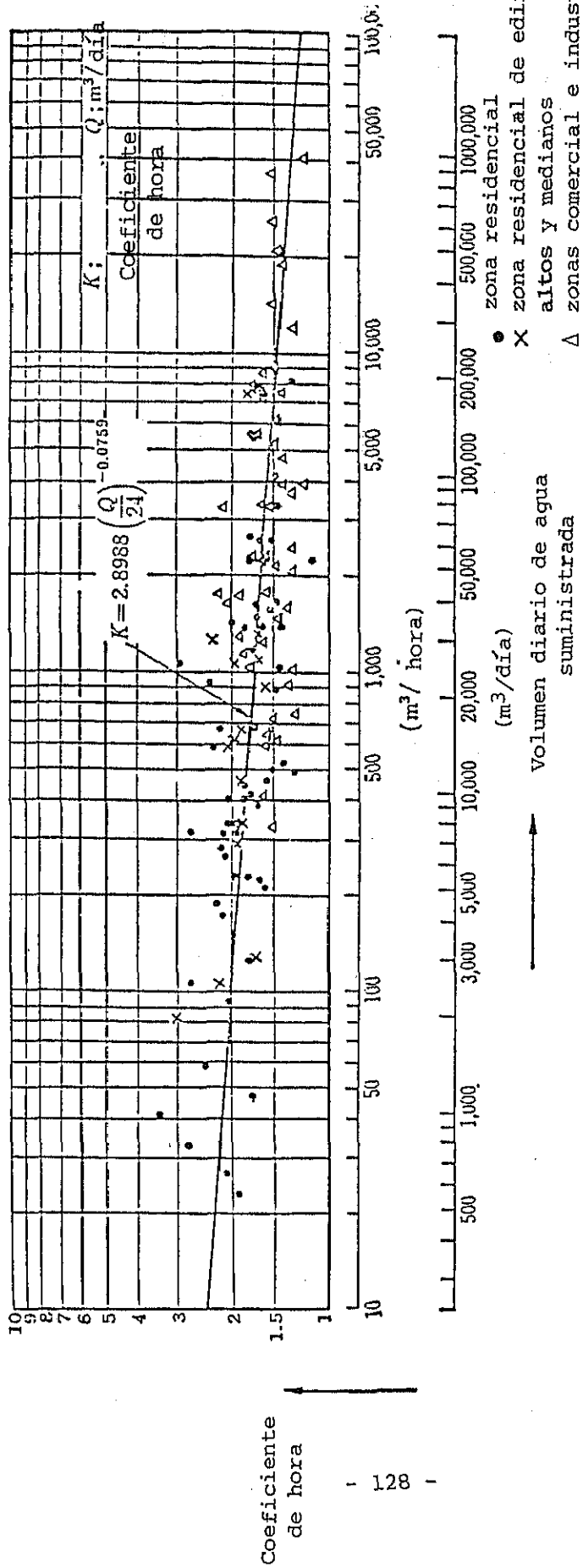
Como referencia, indicamos en la figura 4-1, cifras obtenidas de los proyectos hidráulicos del Japón que se muestra en "Guía de Diseño de Instalación de Agua Potable".

El cuadro 4-5 indica el resumen del volumen de agua suministrada/persona/día. En el cuadro 4-6, se muestra el volumen proyectado, de agua suministrada.

Cuadro 4-5 Volumen Proyectado de Agua Suministrada por Persona por Día

Item	Zona urbana	Otra zona		Observaciones
	Tipo de suministro doméstico	Tipo de suministro doméstico	Grifo colectivo	
Consumo promedio proyectado/ pers./día (q _o)	130 l	100 l	65 l	
Volumen medio de suministro/ pers./día (Q _o)	200	150	100	$q_o \times \frac{1}{0.65}$
Volumen máx. de suministro/ pers./día (Q)	240	180	120	$Q_o \times 1.2$

Fig. 4-1 Suministro Diario y Coeficiente de Hora según "Guía de Diseño de Instalación de Agua Potable" del Japón



Coeficiente de hora

Cuadro 4-6 Volumen Projectado de Agua Potable en Chosica

(Margen derecha)

Nombre de zona	Tipo de zona	Población de suministro (Personas)	Suministro promedio/ pers./día (ℓ)	Sumi. medio diario (m ³ /día)	Sumi. máx. diario (m ³ /día)	Sumi. hora máx. (m ³ /día)
		A	B	$C=A \times B \times 10^{-3}$	$D=C \times 1.2$	$E=D \times 2$
1. Zonas Don Bosco	UB	9,090	200	1,818	2,181	4,362
2. Moyopampa	PJ	7,360	150	1,104	1,324	2,648
3. 28 de Julio	PJ	870	150	130	156	312
4. Zona Urbana	UB	11,490	200	2,298	2,757	5,514
5. Pedregal Bajo	UB	1,800	200	360	432	864
6. San Miguel de Pedregal Alto	Asoc	1,600	150	240	288	576
7. San Antonio	PJ	6,240	150	936	1,123	2,246
8. Sierra Limeña	PJ	1,740	150	261	313	626
9. Lima Sur y sus Transversales	UB	1,920	200	384	460	920
10. Jardín 1 & 2	Coop	890	150	133	159	318
11. Nicolás de Piérola	PJ	12,990	150	1,948	2,337	4,674
12. Santa María	UB	(6,870)	-	-	-	-
13. Libertad	PJ	1,910	150	286	343	686
14. Chacrasana	PJ	(2,750)	-	-	-	-
Sub-total		57,900	171	9,898	11,873 ≠11,850	23,746
Sub-total de población de zona política		67,520				

(Margen izquierda)

Nombre de zona	Tipo de zona	Población de suministro (Personas)	Suministro promedio/ pers./día (ℓ)	Sumi. medio diario (m ³ /día)	Sumi. máx. diario (m ³ /día)	Sumi. hora máx. (m ³ /día)
		A	B	$C=A \times B \times 10^{-3}$	$D=C \times 1.2$	$E=D \times 2$
1. Mariscal Castilla	PJ	1,300	150	195	234	468
2. La Florida	Coop	280	150	42	50	100
3. Solís García	Asoc	190	150	28	33	66
4. San Fernando Alto y Bajo	UB	2,780	200	556	667	1,334
5. Virgen del Rosario	PJ	1,700	150	255	306	612
6. Sauce Grande	Asoc	1,150	150	172	206	412
7. Villa Chosicana	UB	1,920	200	384	460	920
8. Villa del Sol	Coop	1,030	150	154	184	368
9. Santo Domingo	PJ	1,470	150	220	264	528
10. El Rímac	PJ	900	150	135	162	324
11. Oswaldo Burga	Asoc	(450)	-	-	-	-
12. La Cantuta	UB	(1,920)	-	-	-	-
13. California	UB	(2,170)	-	-	-	-
14. Cooperativa Docenta	Coop	900	150	135	162	324
15. San Juan de Bellavista	PJ	1,420	150	213	255	510
16. Buena Vista	PJ	900	150	135	162	324
Sub-total		15,940	169	2,691	3,165 ≈3,150	6,330
Total		73,840	-	12,589	15,038 ≈15,000	30,076
Sub-total de población de zona política		20,480				
Total		88,000				

4-3-3 Comparación y Estudio sobre las Alternativas

(1) Selección de las Alternativas

Como fuentes de agua potable de esta zona, existen los manantiales de Santa Eulalia, aguas de la central hidroeléctrica de Moyopampa y aguas de la napa freática.

La Municipalidad de Chosica encargó un estudio de desarrollo de fuentes de agua a la PREDES (11832, Jesús María, Lima, Perú), empresa consultora local, en febrero de 1984. Este estudio no se concluyó en el período de las investigaciones de JICA, no obstante, citaremos el resumen del informe provisional en el cuadro 4-7.

El informe PREDES: el estudio de desarrollo de fuente de agua para la ciudad de Chosica: da como conclusión más favorable el uso de agua subterránea como fuente de agua, lo cual es una evaluación razonable, por lo que excluirémos otras fuentes de agua como alternativa.

**Cuadro 4-7 Resumen de las Investigaciones de Fuentes de Agua
Alrededor de Chosica Por PREDES**

(Vigente al 6 de diciembre de 1984)

Fuentes	Objetos de Investigación	Resultados	Evaluaciones
1. Manantiales de Santa Eulalia	<p>1) Manantiales de Parca (A 3 Kms de los reservorios existentes)</p> <p>2) Manantiales de Lucuma (A 9 Kms de los reservorios existentes)</p> <p>3) Manantiales de Callahuanca (A 9 Kms de los reservorios existentes)</p>	<p>Caudal: 25 l/seg = 2,160 m³/día</p> <p>Caudal: 24 l/seg = 2,070 m³/día</p> <p>Caudal: 50 l/seg = 4,320 m³/día</p>	<p>a) Se observaron la contaminación por bacilos coliformes en todos los manantiales.</p> <p>Causas: Ganado, recreo</p> <p>b) Salvo los manantiales de Parca resultará costosa la construcción por tener mucha distancia hasta los reservorios</p> <p>c) Hace falta la aprobación del Estado para adquirir derecho de captación de agua. La comunidad normalmente se opone a abastecimiento de agua fuera de su localidad.</p> <p>Por estas razones no son adecuados para fuentes de agua en Chosica.</p>
2. Rebose de la central hidroeléctrica de Moyopampa		<p>a) Turbiedad: 50 a 500</p> <p>b) Caída 500 m (+1,300 m) - (+800 m)</p>	<p>a) Hace falta purificadora por ser alta la turbiedad.</p> <p>b) Caudal del rebose no es constante.</p> <p>c) Hace falta el permiso de ELECTROLIMA.</p> <p>Por estas razones no es adecuado para fuente de agua de Chosica.</p>
3. Aguas subterráneas	El objeto de la investigación es para la margen izquierda y están trabajando con sondeo eléctrico		<p>a) Según la investigación hasta la fecha, se espera el más favorable a la quebrada de Santo Domingo.</p> <p>b) No se estima todavía el volumen de toma de agua por pozo.</p>

Si se usan las aguas subterráneas es muy importante la selección de ubicación de los pozos. Principalmente, hay que tener en cuenta, la topografía de las zonas de Chosica que es muy variada y afectaría mucho la capacidad acuífera subterránea y la carga de bombeo hasta los reservorios; requiriéndose un estudio preciso del costo comparativo de operación.

Por los resultados de las investigaciones de campo, se considera que, en el sistema de la margen izquierda, es más racional distribuir agua por gravedad, para lo cual se requiere juntar las fuentes en la zona de Casa Huerta Chosica como se indica en la figura 4-6 (P. 151).

En cuanto al sistema de margen derecha hay posibilidades de (1) concentrar las fuentes en la zona de Don Bosco o (2) dispersarlas, en Don bosco y en el Puente Caracol. Por consiguiente haremos un estudio y comparación de las dos alternativas del sistema para la margen derecha.

(2) Comparación de las Alternativas

1) Concentrar las Fuentes de Agua Alrededor de Don Bosco (Caso I)

a) Instalaciones y Equipos

Don Bosco, es la zona más abundante de aguas subterráneas de la ciudad de Chosica y se van a necesitar 3 pozos nuevos de 1.6 m de diámetro x 20 m de profundidad según el rendimiento real del pozo existente. (Sobre la determinación del número de pozo, véase 4-3-4, (1)-2)).

Las instalaciones y equipos principales, objetos de la comparación de las alternativas son las que se indican a continuación y el sistema de distribución del caso se muestra en la Figura 4-2.

i) Fuente de Abastecimiento

- Pozos (nuevos) 3

Diámetro 1.6 m x profundidad 20 m

- Bombas

Calibre 100 x 35 m x 18.5 KW x 2 (1 de reserva)

Calibre 125 x 44 m x 30 KW x 4 (2 de reserva)

ii) Línea de Impulsión

Calibre 100 - 300 mm, longitud \approx 11,900 m

iii) Sistema de Distribución

- Reservorios de La Trinchera (existentes)

Capacidad: 2,800 m³

Tiempo de retención: 11.8 horas

- Reservorios de San Antonio (nuevo y existente)

Capacidad total: 775 m³

Tiempo de retención: 13.5 horas

- Reservorio de Nicolás de Piérola (nuevo)

Capacidad total: 1,375 m³

Tiempo de retención: 12.5 horas

b) Mantenimiento y Administración

Como las instalaciones de toma de agua se concentran en un lugar, se puede ahorrar la mano de obra de operación y administración de las instalaciones en comparación con el caso de fuentes separadas. La capacidad de producción de agua, según el resultado real del pozo existente, es altamente confiable.

El tiempo de retención de cada reservorio alcanza alrededor de 12 horas (estándar: entre 8 a 10 horas), lo que es suficiente para el consumo máximo horario. Sin embargo el sistema no está bien protegido contra apagones y ya que si ocurre una interrupción eléctrica en la zona se suspenden todas las fuentes de agua.

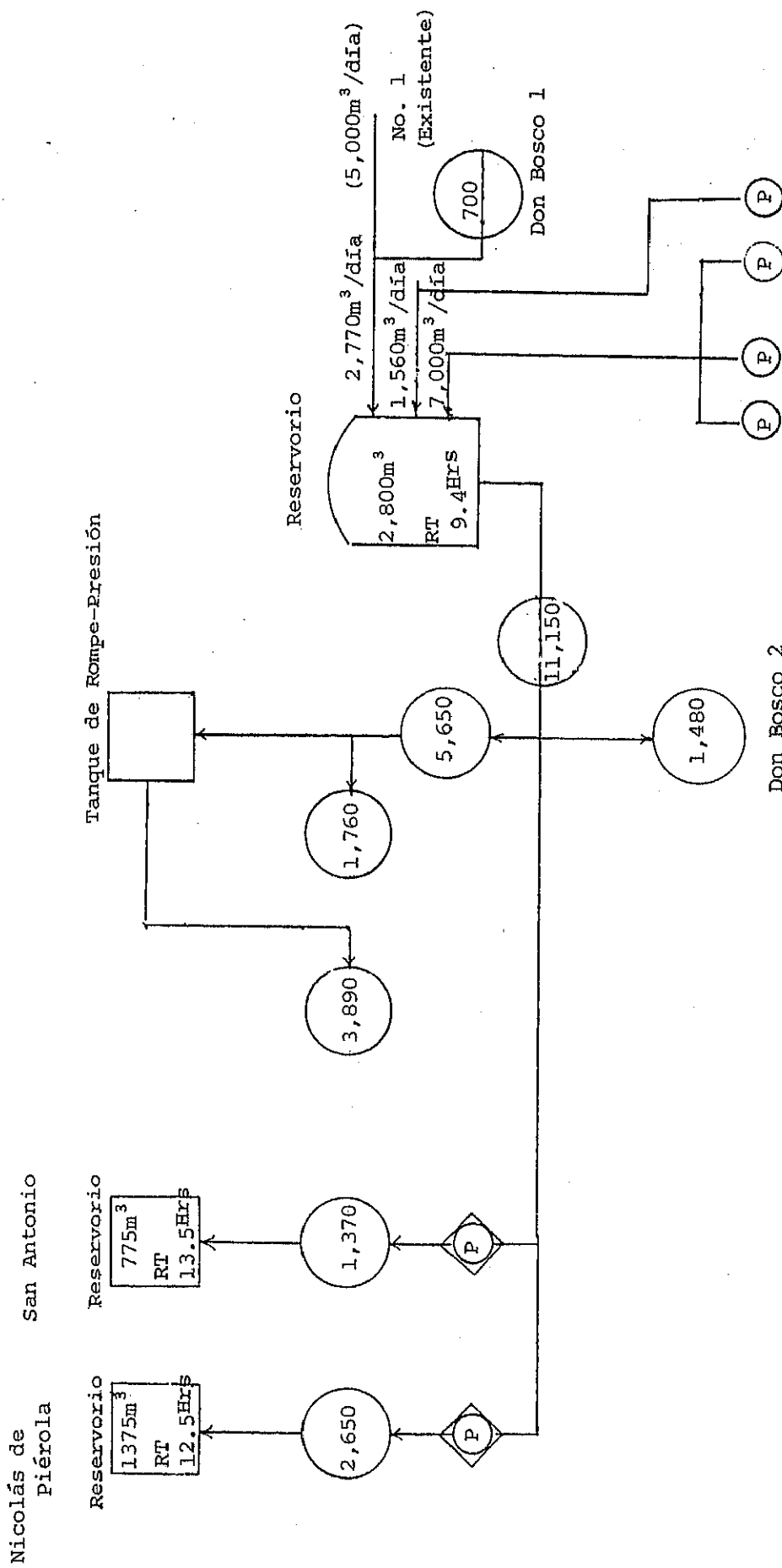
c) Aspecto Económico

Dos de los tres pozos nuevos de esta alternativa ya están proyectados por SENAPA y no hay problema de ubicación. Para el otro hay un lugar adecuado en un terreno particular.

Se espera mayor producción por pozo que puede trabajar con menor número de pozos ahorrando el costo de construcción y de mantenimiento y administración.

No se observa la necesidad de aumentar la capacidad de la línea de impulsión, puesto que la tubería existente tiene capacidad suficiente.

Fig. 4-2 Sistema de Toma y Distribución, Margen Derecha (Caso I)



No.5 No.4 No.3 No.2
(Nuevos) (Existente)

Leyenda
 Suministro máx. día. m³/día

2) Separar Fuentes de Agua en Don Bosco y el Puente Caracol (Caso II)

a) Instalaciones y Equipos

Es una alternativa de que se construyan pozos nuevos cerca de las zonas de Nicolás de Piérola, San Antonio y San Miguel para abastecer de agua a estas zonas que se van a incluir nuevamente en las áreas de suministro. Se indica el sistema de distribución del caso en la Figura 4-3.

Las instalaciones y equipos principales son los siguientes:

i) Fuente de Abastecimiento

- Pozos (nuevos) 4
 - Diámetro 1.6 m x profundidad 20 m x 1 ... Don Bosco
 - Diámetro 1.6 m x profundidad 20 m x 3 ... Puente Caracol
- Bombas
 - Calibre 100 x 44 m x 22 KW x 2 (1 de reserva)
 - Calibre 100 x 90 m x 45 KW x 6 (3 de reserva)

ii) Línea de Impulsión

- Calibre 200 - 300 mm
- Longitud \approx 11,300 m

iii) Distribución de Agua

- Reservorios de La Trinchera (existentes)
 - Capacidad: 2,800 m³
 - Tiempo de retención: 12.3 horas
- Reservorios de San Antonio (nuevos)
 - Capacidad total: 775 m³
 - Tiempo de retención: 11.6 horas
- Reservorio de Nicolás de Piérola (nuevo)
 - Capacidad total: 1,375 m³
 - Tiempo de retención: 12.5 horas

b) Mantenimiento y Administración

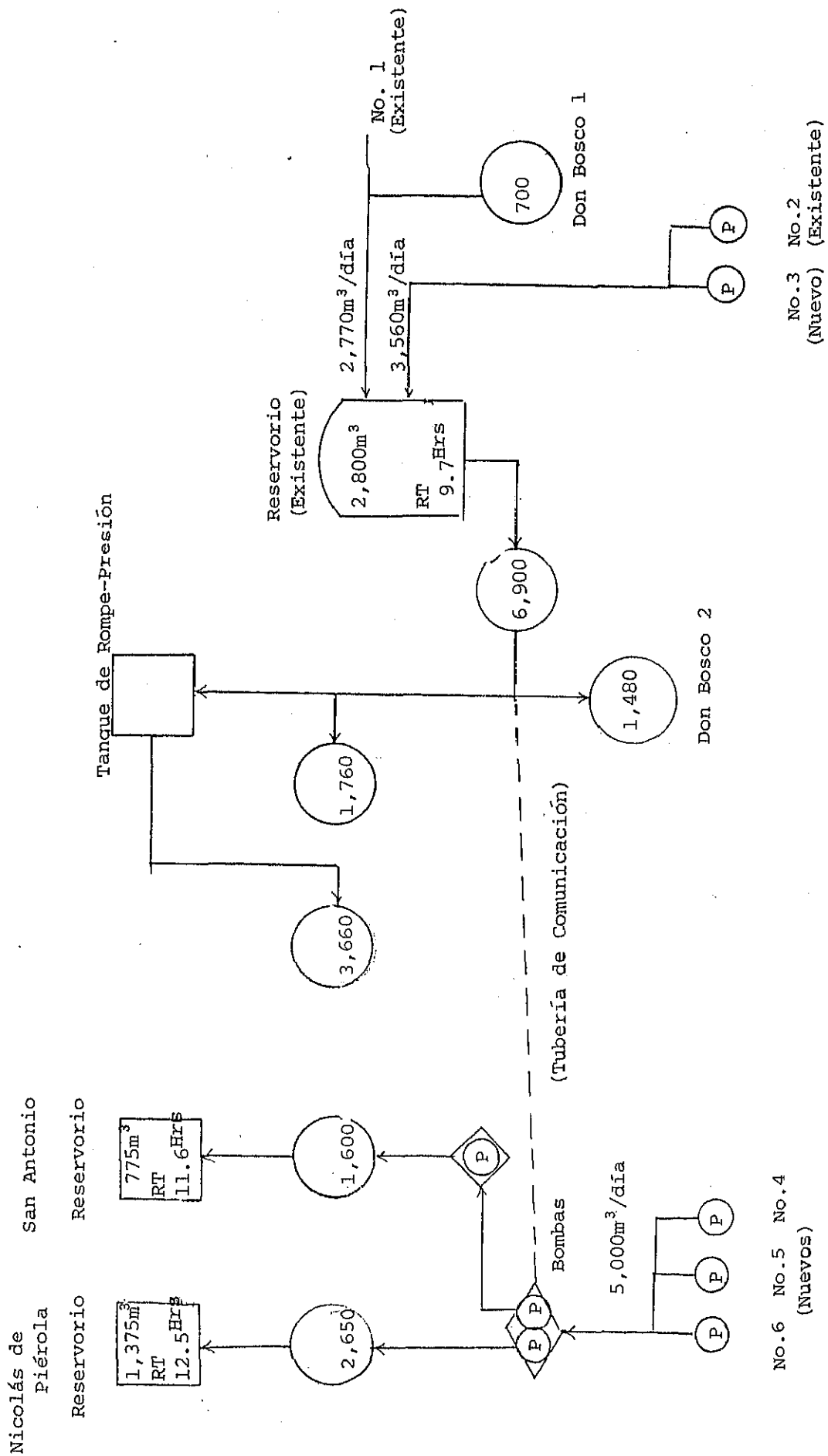
Como se dispersan las fuentes de agua en dos lugares no se puede ahorrar trabajadores, comparando con el Caso I de juntar las fuentes en sólo un lugar. En los ramales extremos del área de distribución de agua de las dos fuentes se instalarán tubería de comunicación y válvulas de compuerta a fin de que facilite el apoyo mutuo en caso de emergencia. Para las zonas altas de Nicolás de Piérola y San Miguel, como hay limitación de la carga de bombeo, se necesitará otro sistema de bombeo exclusivo para ello.

c) Aspecto Económico

Para la producción de agua alrededor del Puente Caracol sólo existe un pozo en la Cantuta, en la otra orilla del río, administrado por la municipalidad, de modo que faltan datos de las aguas subterráneas de la margen derecha. Observando la topografía del sitio no se podrá esperar tanto como Don Bosco, que nos obligará a perforar mayor cantidad de pozos resultando más costosa la construcción, mantenimiento y administración.

Además se requieren bombas para enviar agua de Nicolás de Piérola al tanque de presión de bombeo en San Miguel, lo que elevará los costos de construcción y de mantenimiento y administración.

Fig. 4-3 Sistema de Toma y Distribución, Margen Derecha (Caso II)



3) Conclusión

La evaluación de los dos casos indicados se resume en el cuadro 4-8. Según el resultado de la comparación de los sistemas, se recomienda el plan de concentrar las fuentes en Don Bosco (Caso I).

Cuadro 4-8 Comparación y Evaluación de los Planes para la Localización de los pozos

Item	Descripción	Caso I	Caso II	Observaciones
Instalaciones	Certeza de producción de agua	o	Δ	o : Positivo Δ : Negativo
	Cruce de la Carretera Central	o	Δ	
	Aseguramiento del terreno	o	Δ	
Mantenimiento y Administración	Número de puntos a inspeccionar y control de las instalaciones de fuente de abastecimiento	o	Δ	
	Resistencia contra apagones	Δ	o	
Aspecto económico	Costo de construcción	o	Δ	Ver cuadro 4-9
	Costo de mantenimiento y administración	o	Δ	

Cuadro 4-9 Comparación de Carga y Consumo de Electricidad de las Alternativas

CASO I (FUENTES EN DON BOSCO)						CASO II (FUENTES EN DON BOSCO Y PUENTE CARACOL)							
No.	Bombas	KW	Número (Reser.)	Carga real KW	Cálculo	Kwh/día	No.	Bombas	KW	Número (Reser.)	Carga real KW	Cálculo	Kwh/día
1	Bomba de Pozo No.1 (Exist.)	22	1	22	KW h 22 x 20 x 0.8	352	1	Bomba de Pozo No.1 (Exist.)	22	1	22	KW h 22 x 20 x 0.8	352
2	" " No.2	18.5	2(1)	18.5	18.5 x 20 x 0.8	296	2	" " No.2	18.5	2(1)	18.5	18.5 x 20 x 0.8	296
3	" " No.3 y 4	30	4(2)	60	60 x 20 x 0.8	960	3	" " No.3, 4 y 5	45	6(3)	135	135 x 20 x 0.8	2,160
4	San Miguel, Bomba Reforzadora No.1	0.75	2(1)	0.75	0.75 x 20 x 0.8	12	4	Nicolás de Piérola Bomba de Conducción	15	2(1)	15	15 x 20 x 0.3	240
5	San Miguel, Bomba Reforzadora No.2	18.5	2(1)	18.5	18.5 x 20 x 0.8	296	5	San Miguel, Bomba Reforzadora No.1	2.2	2(1)	2.2	2.2 x 20 x 0.8	35.2
6	San Antonio, Bomba Reforzadora	11	2(1)	11	11 x 20 x 0.8	176	6	San Miguel, Bomba Reforzadora No.2	18.5	2(1)	18.5	18.5 x 20 x 0.8	296
7	Nicolás de Piérola, Bomba Refor., No.1	18.5	2(1)	18.5	18.5 x 20 x 0.8	296	7	San Antonio, Bomba Reforzadora	11	2(1)	11	11 x 20 x 0.8	176
8	Nicolás de Piérola Bomba Refor. No.2	15	2(1)	15	15 x 20 x 0.8	240	8	Nicolás de Piérola Bomba Refor. No.1	18.5	2(1)	18.5	18.5 x 20 x 0.8	296
	TOTAL			167.75		≅ 2,624		TOTAL			237.6		≅ 4,184
Costo Anual de Energía = 2,624 Kwh/día x 365 días x S/. 98.3/Kwh ≅ S/. 94,000 x 10 ³						Costo Anual de Energía = 4,184 Kwh/día x 365 días x S/. 98.3/Kwh ≅ S/. 150,000 x 10 ³							

4-3-4 Plan de Instalaciones

(1) Sistema de Fuente de Agua

1) Condición Acuífera Subterránea de la Zona Estudiada

La ciudad de Chosica, lugar de desarrollo de la fuente de agua, se encuentra en un valle de 0.5 ~ 0.8 Km de ancho entre montañas abruptas de rocas firmes. En el subsuelo del valle está sedimentado un estrato de grava y arena grueso, suministrado por las montañas del contorno y el río Rímac. Las aguas subterráneas se hallan en este estrato de grava y arena.

La precipitación anual de la zona es menor de 100 mm, de manera que la contribución de las lluvias a las aguas freáticas no es significativa. Por tanto, las aguas freáticas están formadas por los fluidos laterales de aguas arriba y por las infiltraciones del río Rímac en la zona.

Se hizo un resumen de los resultados de las investigaciones en el campo sobre las condiciones del acuífero y aguas freáticas de la zona:

- a) Comparando los niveles del agua de los pozos situados cerca del río con el nivel del agua del río, siempre el nivel del río se encuentra más alto. Por lo cual, se considera que no haya posibilidad de evacuación del agua de los pozos al río en esta zona de Chosica.
- b) Los niveles de agua de los pozos en Don Bosco y La Cantuta se encuentran un metro más bajo que el nivel del río cercano. Por lo que es posible que en esas zonas los pozos sean abastecidos directamente por el río Rímac.
- c) No obstante, esto no quiere decir que hay abastecimiento del agua del río en todas las zonas de Chosica. Observando el afloramiento superficial, los estratos de grava y arena son poco arcillosos, lo que significa que tienen buena permeabilidad. Sin embargo existen zonas que no tienen ninguna posibilidad de ser influenciada por las aguas del río, a pesar de su ubicación cercana al río como en el caso de La Cantuta que su nivel de agua es por debajo del río.

- d) Además, hay pozos que se observa afluencia desde una sola dirección cuando se interrumpe el bombeo. Por esta razón las aguas freáticas de estas zonas no son aguas acumuladas en el estrato permeable, sino se suponen que sean aguas de fisura que fluyen a lo largo del "camino de agua".
- e) Incluyendo hasta las afueras de la ciudad de Chosica, el área más abundante de las aguas freáticas será la zona de aguas abajo del río Santa Eulalia teniendo el centro en las fuentes de Pomaticla. En Pomaticla se está captando $5,500 \text{ m}^3/\text{día}$ de agua por los tubos de captación colocados a sólo dos metros de profundidad desde la superficie y además se hallan varios manantiales en su alrededor. Además, unos kilómetros más arriba de la Urbanización de Santa Eulalia se encuentran los manantiales de Callahuanca, Lucuma Seca, etc.
- f) El pozo de la fábrica de calzados, ubicado muy cerca del río Rímac, puede estar abastecido por las aguas que vienen de la dirección de Santa Eulalia según la afluencia de las aguas freáticas.
- g) Aunque no existen datos hidráulicos sobre el acuífero subterráneo, se puede calcular la permeabilidad del mismo en base a los resultados de las mediciones de la producción y del nivel de agua en el pozo de Don Bosco.

- i) Con la producción de $1,560 \text{ m}^3/\text{día}$, el nivel estático es 3.7 m y el dinámico 6.3 m; el índice de volumen de producción por metro de bajada del nivel es el siguiente:

$$S_c = \frac{1,560}{6.3 - 3.7} = 600 \text{ m}^3/\text{día}/\text{m}$$

- ii) Aplicando la ecuación experimental entre el índice de volumen de producción y el coeficiente de permeabilidad

$$T \doteq 1.22 S_c;$$

$$T \doteq 1.22 \times 600 \doteq 732 \text{ m}^3/\text{día}$$

- iii) Suponiendo que el espesor de saturación del acuífero (m) esté entre el fondo del pozo y el nivel estático, el coeficiente de permeabilidad (K) es:

$$K = \frac{T}{m} = \frac{732}{30 - 3.7} = 27.8 \text{ m/día} = 1.93 \times 10^{-2} \text{ m/min.}$$

Este valor se puede considerar que es común para un estrato de grava y arena.

- h) Se realizó el estudio de las fuentes de agua en una época con mucha agua debido a la precipitación en aguas arriba. Así que se puede suponer fácilmente que también las aguas freáticas de la región estaban en la época alta. Se carece de informaciones sobre el nivel del agua de pozo y el caudal de la galería filtrante en la época seca, pero se dice que hay de 4 a 5 m de diferencia en el nivel de agua del pozo de Chosicana entre la época de lluvia y la época seca. Por consiguiente, hay que considerar también esta variación estacional al planear el sistema de fuente de abastecimiento con seguridad.

2) Dimensionamiento de Pozos

El dimensionamiento y número de pozos se determinará como sigue, de acuerdo con el resultado de la prueba de producción en el pozo existente de Don Bosco.

Se indican las dimensiones y el resultado de la prueba (producción y nivel de agua de operación) en la figura 4-4. Según el resultado de la prueba, será preciso construir pozos de gran diámetro que son de mejor eficiencia, con el objeto de disminuir el número de pozos. Por otra parte, pensando en la eficiencia de construcción se plantea un pozo de 1.6 m de diámetro con 20 m de profundidad (Fig. 4-5), y se calcula el número necesario de pozos con la siguiente fórmula.

Fig. 4-4 Dimensiones Principales del Pozo Existente y el Resultado de la Prueba de la Producción

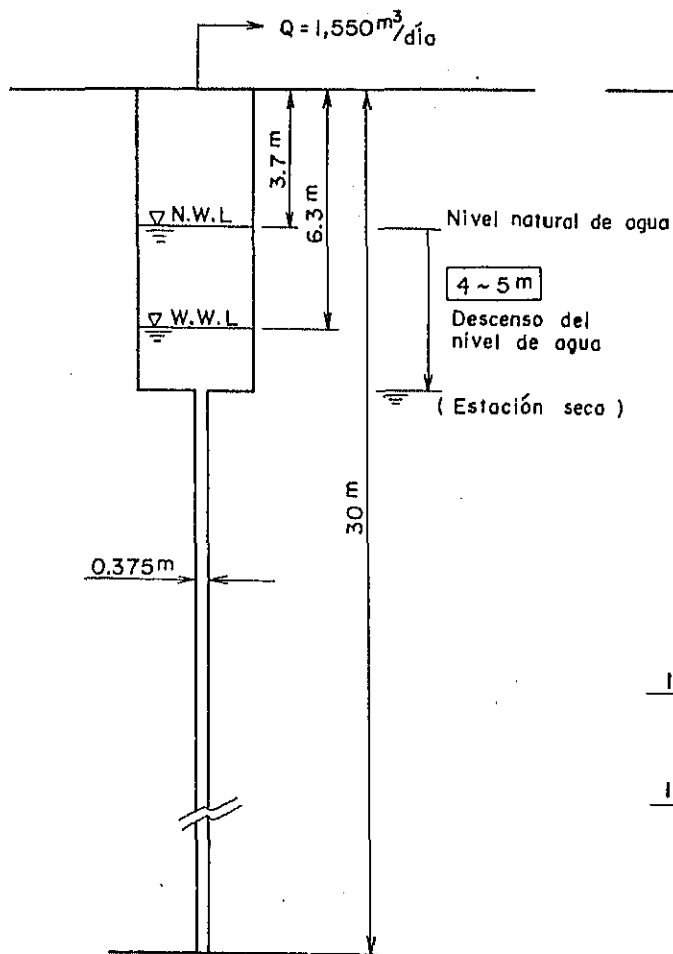
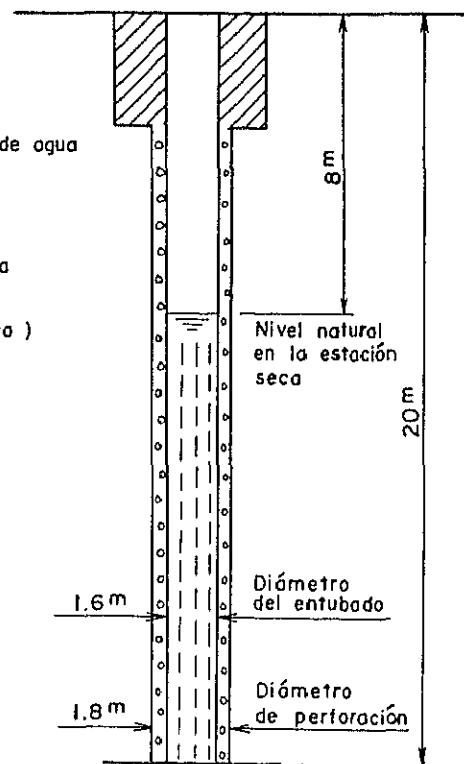
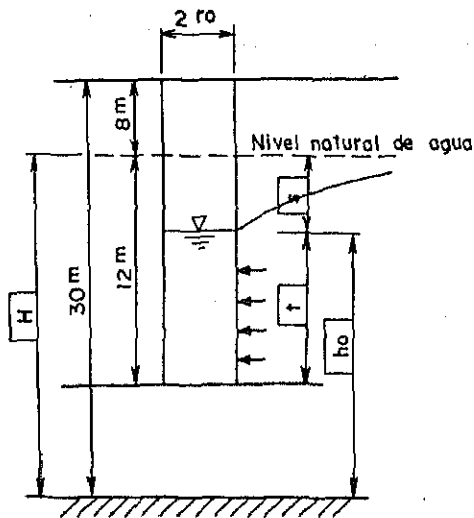


Fig. 4-5 Dimensiones Principales de Este Proyecto





Fórmula:

$$Q = \frac{\pi k (H^2 - h_o^2)}{2.3 \log \left(\frac{R}{r_o} \right)} \cdot \sqrt{\frac{t + 0.5 Y_o}{h_o}} \cdot \sqrt[4]{\frac{2h_o - t}{h_o}}$$

Donde:

Q : Producción (m³/min)

r_o : Radio de pozo (m), 0.8 m

h_o : Profundidad del pozo

H : Profundidad del acuífero

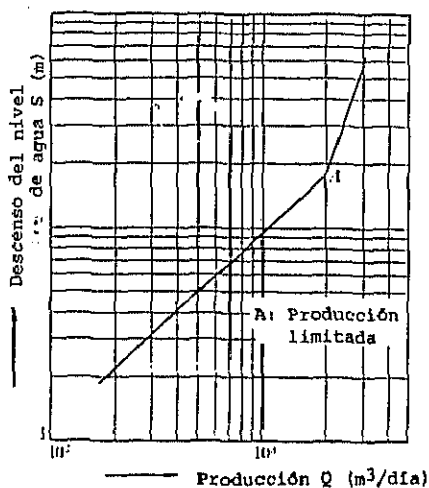
k : Coeficiente de permeabilidad (m/min)
(1.93 × 10⁻² m/min, según el resultado de la prueba)

R : Radio de influencia (m)
(Se dice muchas veces, de 500 a 1000 m)

Se calcula la producción del pozo planteado con la condición de 2.6 m del descenso del nivel de agua, igual que la prueba de producción del pozo existente:

$$Q = \frac{3.14 \times 1.93 \times 10^{-2} (22^2 - 19.4^2)}{2.3 \times \log \left(\frac{500}{0.8} \right)} \sqrt{\frac{9.4 + 0.5 \times 0.8}{19.4}} \cdot \sqrt[4]{\frac{2 \times 19.4 - 9.4}{19.4}}$$

$$= 1.013 \times 0.711 \times 2.296 = 1.65 \text{ m}^3/\text{min} = 2,380 \text{ m}^3/\text{día}$$



El gráfico de la izquierda indica en forma general la relación entre la producción de pozo y el descenso del nivel de agua. El punto "A" se llama punto de inflexión del descenso del nivel de agua, que es el límite de la producción constante, es decir, si supera la producción en este punto empieza a acelerar el descenso del nivel de agua.

Generalmente el diseño de pozo se hace dentro del 70% de este límite de la producción.

Sobre el pozo de Don Bosco, como no hay datos para conocer este punto de inflexión, suponemos que el nivel de producción constante sea el descenso actual (2.6 m) más un metro. Entonces, la producción del pozo planteado sería:

Descenso del nivel de agua (m)	Producción teórica (m ³ /día)
2.5	2,290
3.0	2,730
3.5	3,160

Volumen de agua requerido para la ampliación del sistema de la margen derecha = (Suministro máximo diario proyectado) - (Producción actual) - (Consumo clandestino en la zona de Don Bosco)

$$= 11,850 \text{ m}^3/\text{día} - (2,770 + 1,560 + 700)$$

$$= 6,820 \text{ m}^3/\text{día}$$

Ahora, si se opera con la disponibilidad de 0.9 (21.6 Hr/día) y la producción de 2,730 m³/día con el descenso de 3.0 m, el número de pozos requerido sería:

$$\text{Número de pozos requerido} = \frac{6,820 \text{ m}^3/\text{día} \times \frac{1.0}{0.9}}{2,730 \text{ m}^3/\text{día} \cdot \text{pozo}} = 2.78$$

O sea, se requerirán tres pozos.

Sobre el sistema de la margen izquierda, no hay datos del valor k, que es necesario para el proyecto de pozo, no obstante, se supone que el acuífero subterráneo sea más pobre que el de la derecha, admitimos el valor medio del sistema de la margen derecha; 9.65×10^{-3} m/min.

<Referencias>

En general, el valor k del acuífero subterráneo que se adopta para el pozo de agua es como se indica en el siguiente cuadro.

Coeficiente de Permeabilidad de Varios Materiales
(Guía de Diseño de Instalación de Agua Potable)

	Arcilla	Limo	Arena fina	Arena	Arena media	Arena gruesa	Grava fina
d (mm)	0.00~0.01	0.01~0.05	0.05~0.10	0.10~0.25	0.25~0.50	0.50~1.0	1.0~5.0
k (cm/seg)	3×10^{-6}	4.5×10^{-4}	3.5×10^{-3}	1.6×10^{-2}	8.6×10^{-1}	3.4×10^{-1}	2.8

Nota: La k es de la tierra natural calculada por la fórmula de Hazen en caso de $T = 10^{\circ}\text{C}$.

La k promedia de aluvión y diluvium es 1×10^{-2} cm/seg y la de terciaria es 1×10^{-3} cm/seg en el Japón.

Se estima la producción de pozos de la margen izquierda de la misma manera que la margen derecha:

Descenso del nivel de agua (m)	Producción teórica ($\text{m}^3/\text{día}$)
2.5	1,140
3.0	1,360
3.5	1,580

Volumen de agua requerido para la margen izquierda es $3,150 \text{ m}^3/\text{día}$.

Por tanto, con la misma condición;

$$\text{Número de pozos requerido} = \frac{3,150 \times \frac{1.0}{0.9}}{1,360} = 2.61$$

O sea, se necesitarán 3 pozos.

(2) Reservorio

Según la "Guía de Diseño de Instalación de Agua Potable" del Japón, la capacidad efectiva de reservorio se determina basando en el volumen entre 8 y 10 horas del suministro máximo diario proyectado y suma a esto el agua para incendio. En este proyecto, se determinará la capacidad de reservorio para que mantenga 12 horas de suministro máximo diario proyectado incluyendo el agua para incendio (incluso los reservorios existentes).

Margen derecha

Se indica el cálculo aproximado de la capacidad requerida de reservorio en la figura 4-2 (P. 136). Los detalles de la capacidad de reservorios por zona son como siguen:

1) San Antonio:	Total	775 m ³	TR: 13.5 hrs
a) San Miguel (existente)		150 m ³	
b) San Antonio Bajo		325	
c) " Alto		300	
	Total	775 m ³	
2) Nicolás de Piérola:	Total	1,375 m ³	TR: 12.5 hrs
a) Nicolás de Piérola (existente)		125	
b) Nicolás de Piérola Bajo		720	
c) Nicolás de Piérola Alto		530	
	Total	1,375 m ³	

Margen izquierda

Se indica el sistema de toma y distribución de agua de la margen izquierda en la figura 4-6.

$$\begin{aligned} \text{Capacidad requerida} &= \text{Suministro máx. diario proyectado} \times \frac{12}{24} \\ &= 3,165 \text{ m}^3/\text{día} \times \frac{12}{24} = 1,583 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Por consiguiente, la capacidad del reservorio de Ancash será 1,500 m³.

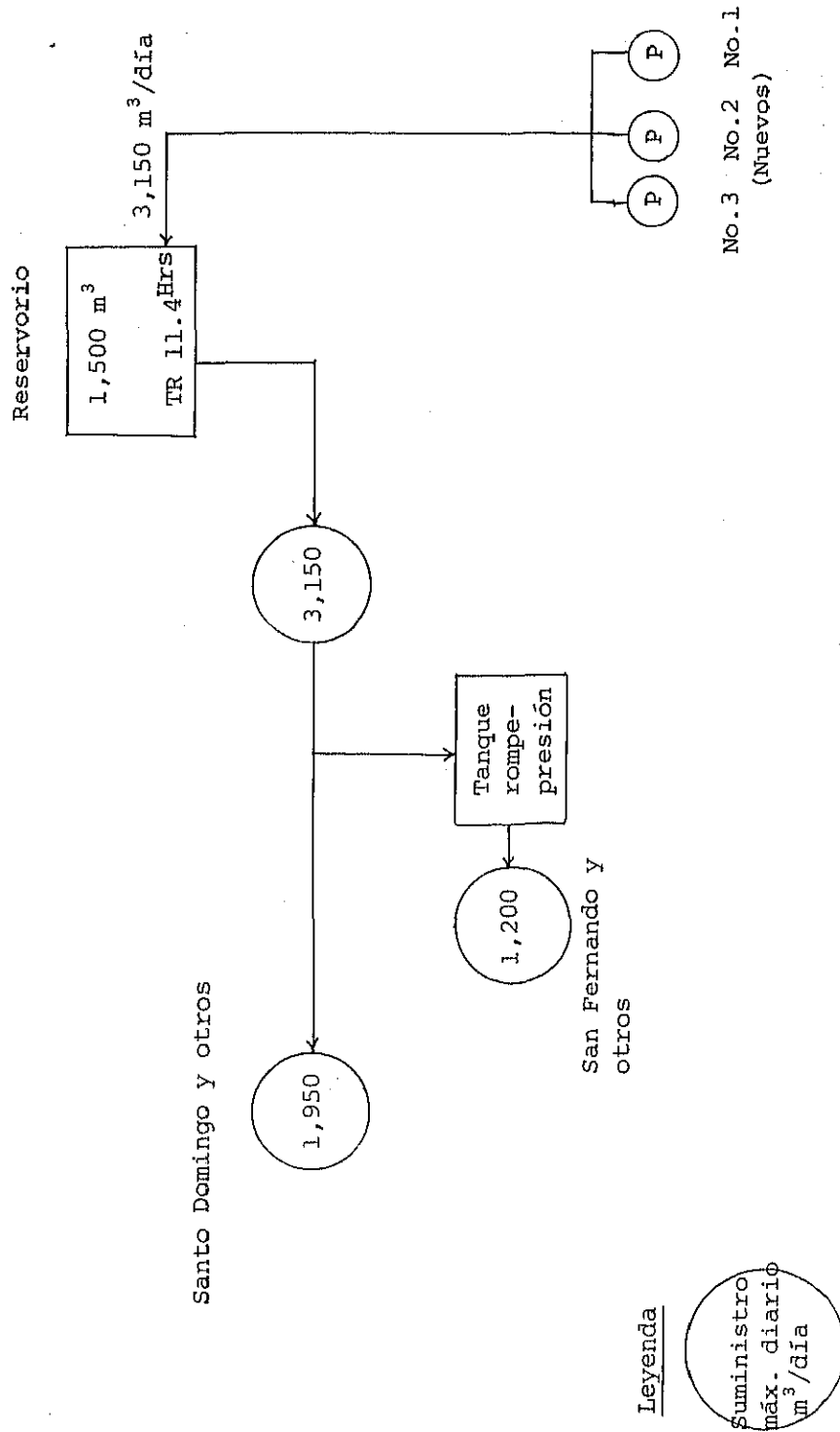
(3) Bomba de Conducción de Agua

Se determinará el diámetro de la bomba en base al suministro máximo horario (doble del suministro máximo diario).

(4) Generalidades de Instalación

- 1) Año objetivo del proyecto : 1995
- 2) Población a suministrar : 73,840
- 3) Volumen de suministro
 - Suministro máximo diario : 15,000 m³/día
 - Suministro promedio diario : 12,600 m³/día
- 4) Fuente de abastecimiento : Aguas subterráneas
- 5) Tipo de suministro : Por gravedad
Salvo algunas zonas altas donde se adoptan sistemas de bombeo
- 6) Instalaciones y equipos principales:
Se indica el resumen de las instalaciones y equipos principales en el cuadro 4-10.

Fig. 4-6 Margen Izquierda, Sistema de Toma y Distribución de agua



Cuadro 4-10 Lista de Materiales Principales del Sistema de Agua Potable

[Margen Derecha]

ITEM	ESTRUCTURA Y DIMENSION	NUMERO	UBICACION	OBSERVACIONES
Galería filtrante	Caja de filtración ancho 3 m x largo 3 m x prof. 2 m Tubos perforados Ø200 mm x long. 5 a 8 m	1 Existente		Capacidad de captación de agua 5,000 m ³ /día
Pozos	Pozo No.1 Ø(3 m x 0.2 m) x prof. 30 m Bomba Ø125 mm x 1.1 m ³ /min x 43 m x (15 KW)	1 Existente	Don Bosco	Producción 1,560 m ³ /día
	Pozo No.2 Ø1.6 m x prof. 20 m Bomba Ø125mm x 1.6 m ³ /min x 55 m x 22 KW	1 2 (1 de re- serva)	Don Bosco	Producción 2,000 m ³ /día
	Pozos No.3 y No.4 Ø1.6 m x prof. 20 m Bomba Ø125mm x 1.8 m ³ /min x 55 m x 30 KW	2 4 (2 de re- serva)	Don Bosco	Producción 2,500 m ³ /día
Línea de impulsión	Tubería de impulsión Ø300 mm	500 m Existente	Don Bosco a La Trinchera	
	Ø200 mm (tubo de fierro fundido) Ø100 - 250mm (")	1,600 m 5,925m	Don Bosco a La Trinchera	
Sistema de distribución	Reservorio de La Trinchera Capacidad 700 m ³ x 1 Capacidad 2,100 m ³ x 1	2 Existentes		Nivel de agua alto (HWL) +919 m Nivel de agua bajo (LWL) +914 m Tiempo de retención 11.8 horas
	Tanque rompe-presión de Moyopampa	1 Existente		HWL +884.4 m LWL +883.4 m
	Tanque rompe-presión de Moyopampa 2.5 m x 6.2 m x 2.85 m	1		HWL +884.4 m LWL +883.4 m
	Reservorio de San Miguel Capacidad 150 m ³	1 Existente		HWL +885 m LWL +883 m
	Bomba reforzadora para la zona baja de San Miguel Ø40 x 14 m x 1.5 KW	2 (1 de re- serva)		
	Bomba reforzadora para la zona alta de San Miguel Ø100 x 78 m x 22 KW	2 (1 de re- serva)		
	Reservorio para la zona baja de San Antonio 8 m x 12.4 m x 4.9 m Capacidad 325 m ³	1		HWL +938 m LWL +934.6 m
	Reservorio para la zona alta de San Antonio 7.8 m x 12.4 m x 4.9 m Capacidad 300 m ³	1		HWL +975 m LWL +971.7 m
	Tanque de rompe-presión de Pedregal Bajo 2.5 m x 3.7 m x 2.7 m Capacidad 10.5 m ³	1	Pedregal Bajo	HWL +857 m LWL +855 m

ITEM	ESTRUCTURA Y DIMENSION	NUMERO	UBICACION	OBSERVACIONES
Sistema de distribución	Reservorio de bombeo 5.5 m x 10.3 m x 2.6 m Capacidad 147 m ³	1	Nicolás de Piérola	HWL +849 m LWL +847 m
	Bomba reforzadora No.1 Ø125 x 50 m x 30 KW	2 (1 de reserva)	Nicolás de Piérola	
	Reservorio para la zona baja de Nicolás de Piérola No.1 Capacidad 125 m ³	1 Existente	Nicolás de Piérola	HWL +890 m LWL +886 m
	Reservorio para la zona baja de Nicolás de Piérola No.2 12 m x 17.6 m x 4.5 m Capacidad 720 m ³	1		HWL +890 m LWL +886.4 m
	Bomba reforzadora No.2 Ø80 x 68 m x 15 KW	2 (1 de reserva)	Nicolás de Piérola	
	Reservorio para la zona alta de Nicolás de Piérola 10 m x 16.4 m x 4.3 m Capacidad 530 m ³	1	Nicolás de Piérola	HWL +938 m LWL +934.6 m

[Margen Izquierda]

ITEM	ESTRUCTURA Y DIMENSION	NUMERO	UBICACION	ALTURA
Pozos	Pozos No.1, 2 y 3 Ø1.6 m x prof. 20 m	3		
	Bomba Ø80 x 73.8 m x 18.5 KW x 4 Ø80 x 96.6 m x 30 KW x 2	6 (3 de reserva)		
Línea de impulsión	Tubería de impulsión Ø100 - 250mm (tubo fierro fundido)	4,450m	Hasta Ancash	
Sistema de distribución	Reservorio de Ancash 16 m x 25.2 m x 4.85 m Capacidad 1,500 m ³	1		HWL +930 m LWL +926.1 m
	Reservorio	1 Existente		
	Tanque de rompe-presión de García 1.8 m x 4.4 m x 2.7 m Capacidad 15 m ³	1		HWL +878 m LWL +876 m
	Reservorio de Santo Domingo	1 Existente	Santo Domingo	HWL +858.2 m

4-3-5 Planos del Diseño Básico

(1) Planos de Sistemas

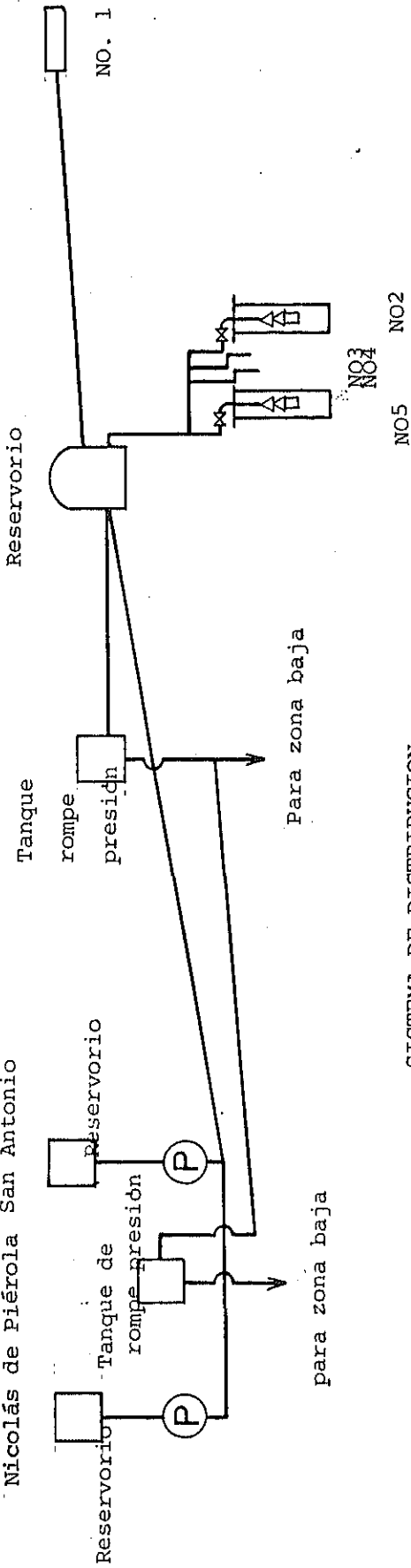
- | | |
|---------------------|--------------------------|
| 1) Margen Derecha | Fig. 4-7 (Alternativa 1) |
| | Fig. 4-8 (Alternativa 2) |
| 2) Margen Izquierda | Fig. 4-9 |

(2) Planos de Estructura Básica

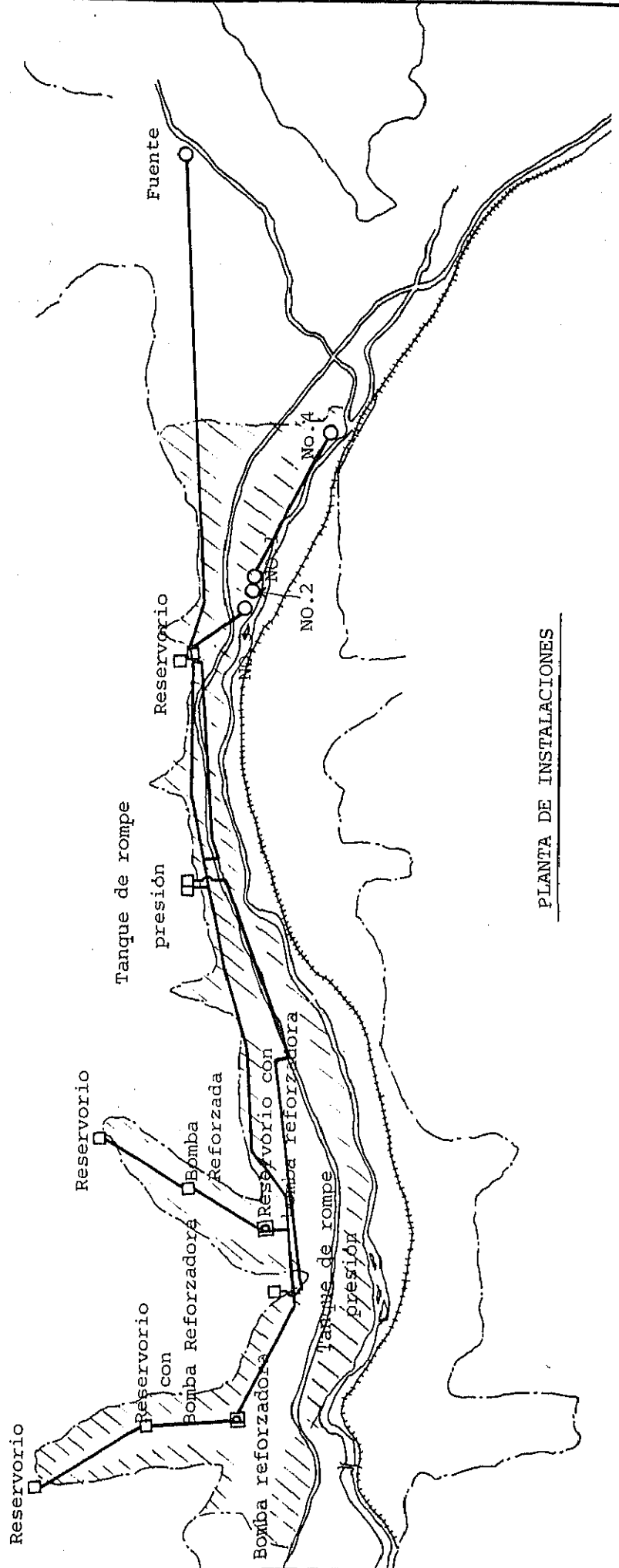
- | | |
|--|-----------|
| 1) Pozos | Fig. 4-10 |
| 2) Tanque de rompe-presión de Moyopampa | Fig. 4-11 |
| 3) Estación de bombeo de San Miguel | Fig. 4-12 |
| 4) Reservorio para zona baja de San Antonio | Fig. 4-13 |
| 5) Reservorio para zona alta de San Antonio | Fig. 4-14 |
| 6) Tanque de rompe-presión de Pedregal Bajo | Fig. 4-15 |
| 7) Estación de bombeo de Nicolás de Piérola | Fig. 4-16 |
| 8) Reservorio para zona baja de Nicolás de Piérola | Fig. 4-17 |
| 9) Reservorio para zona alta de Nicolás de Piérola | Fig. 4-18 |
| 10) Reservorio de Ancash | Fig. 4-19 |
| 11) Reservorio de García | Fig. 4-20 |

Sobre las instalaciones eléctricas véase las figuras(4-32)y(4-33).

Nicolás de Piérola San Antonio



SISTEMA DE DISTRIBUCION



PLANTA DE INSTALACIONES

Fig. 4-7 Area de Abastecimiento, Margen Derecha (Alternativa 1)

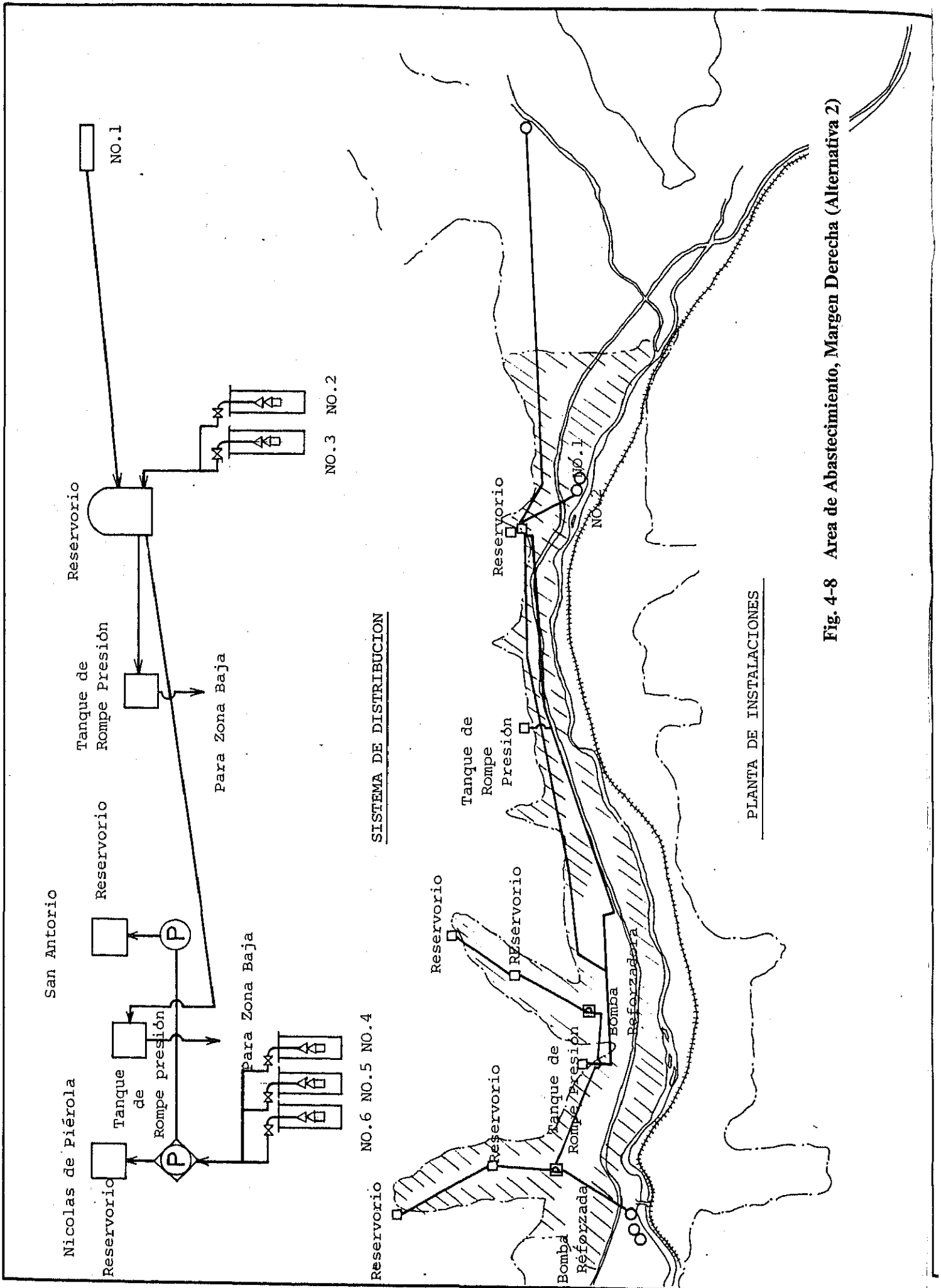
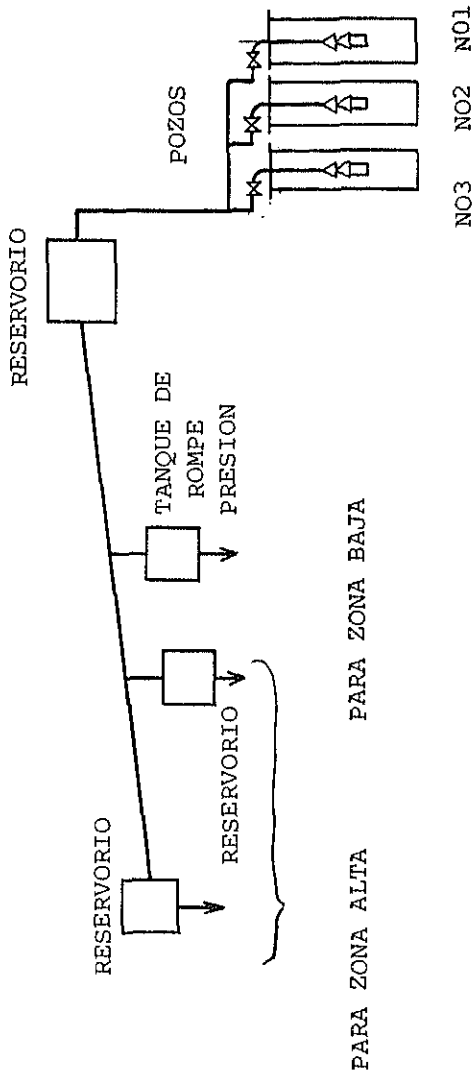
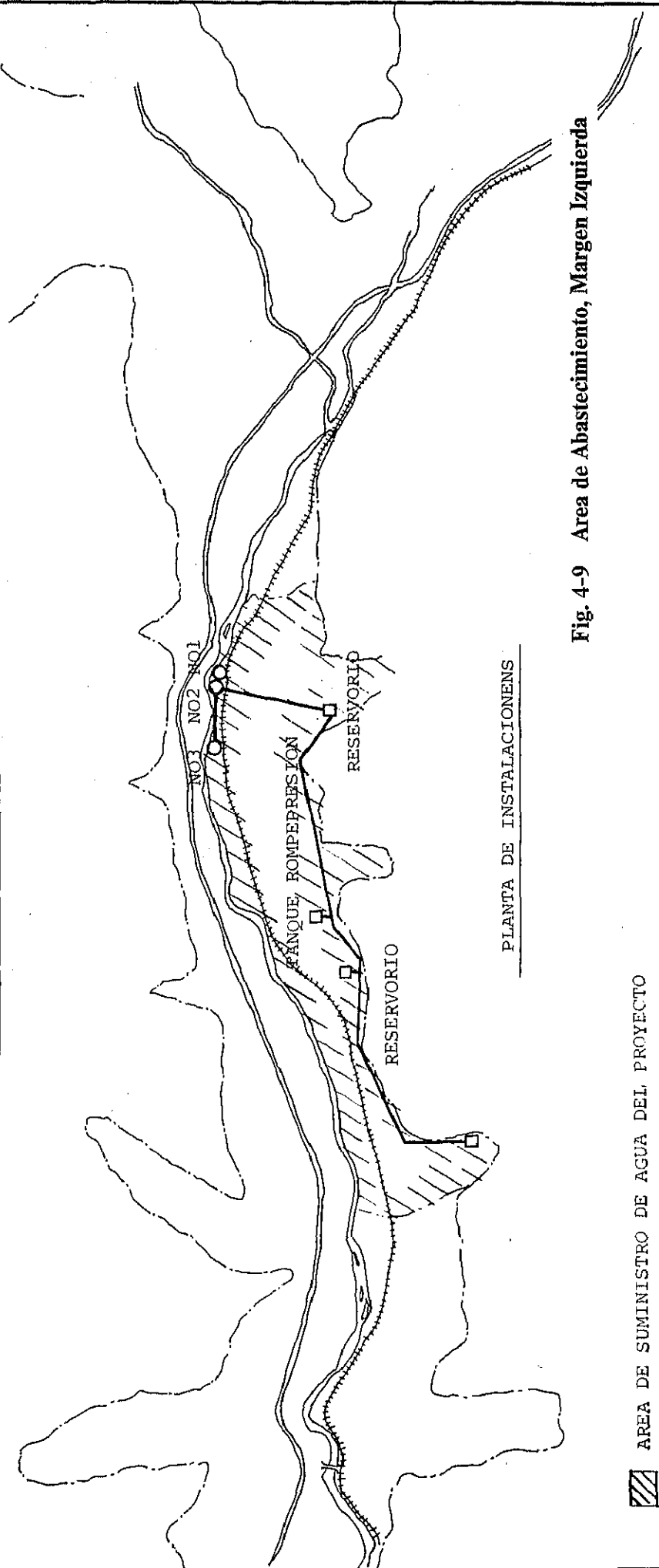


Fig. 4-8 Area de Abastecimiento, Margen Derecha (Alternativa 2)



SISTEMA DE DISTRIBUCION



PLANTA DE INSTALACIONENS

▨ AREA DE SUMINISTRO DE AGUA DEL PROYECTO

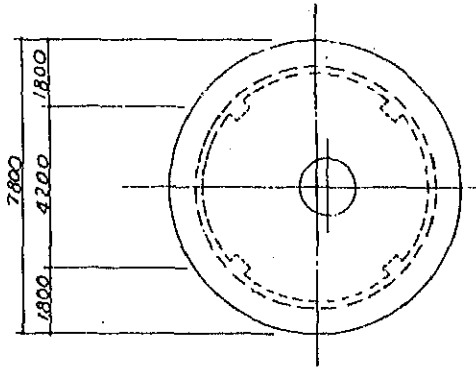
Fig. 4-9 Area de Abastecimiento, Margen Izquierda

Fig. 4-10 Diagrama de Estructura del Pozo

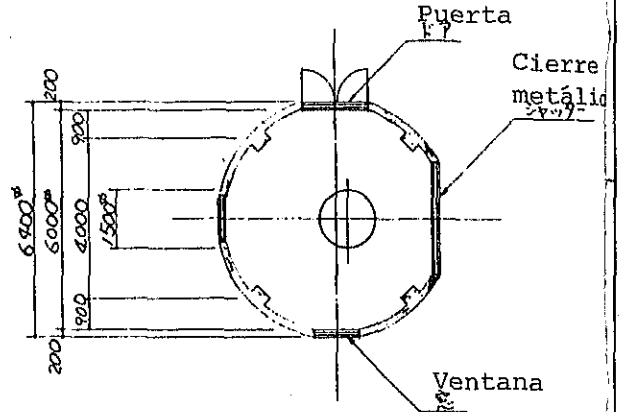
Escala : 1/100

($\phi 1,500 \times 20,000$)

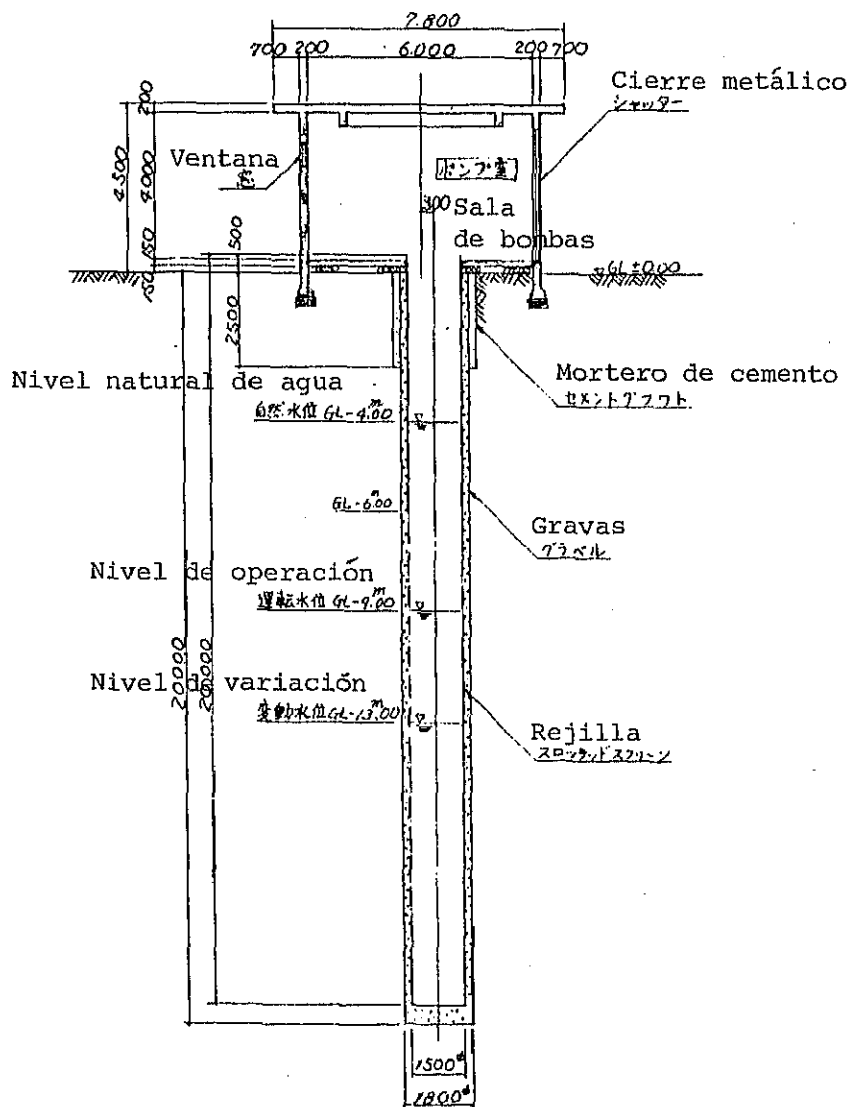
Planta
平面 図



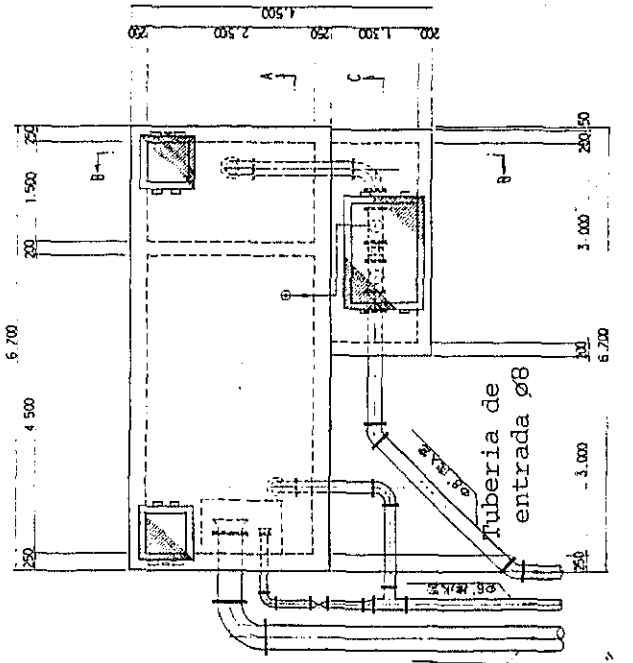
Planta seccional
平断面 図



Sección
断面 図

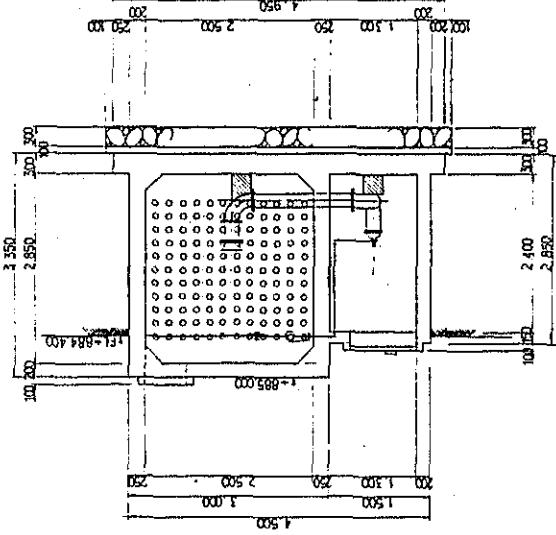


PLANTA

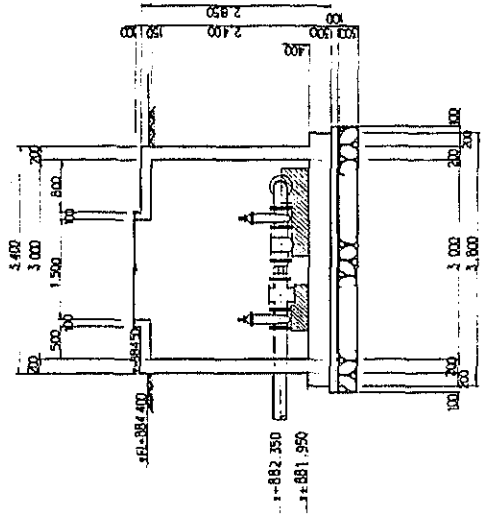


Tubería de salida ø14"
Tubería de drenaje ø6"

CORTE B-B



CORTE C-C



CORTE A-A

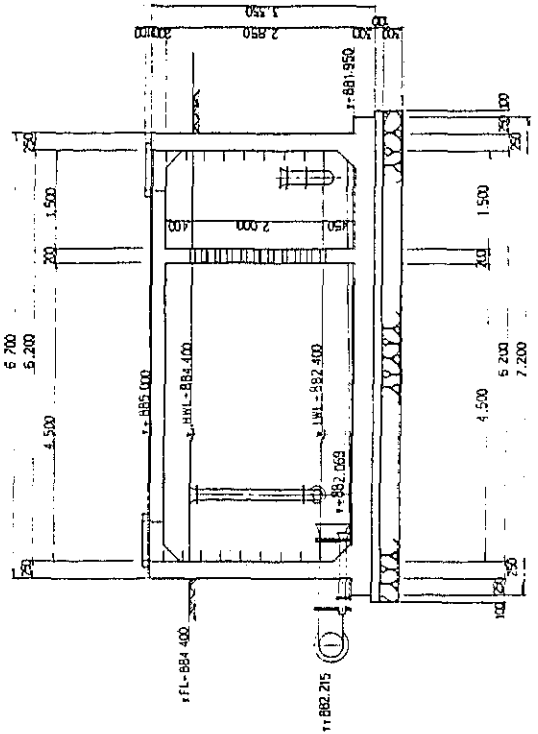
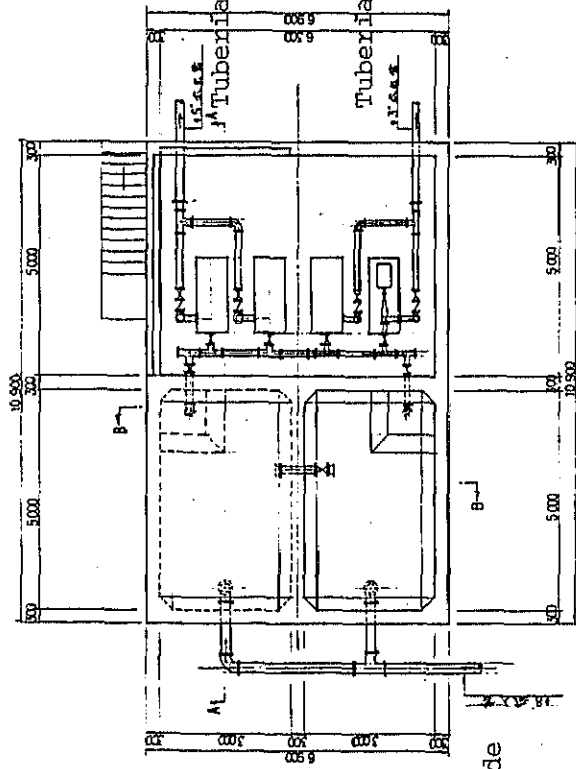


Fig. 4-II Tanque de Rompe-presión de Moyopampa

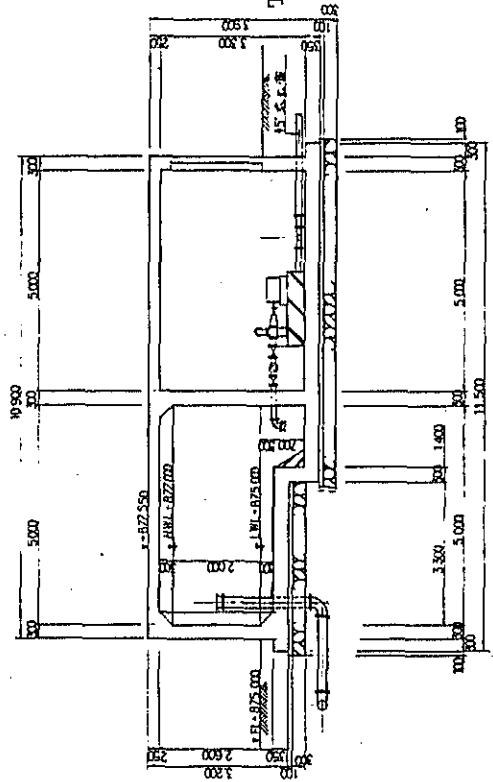
Escala 1/40

PIANTA



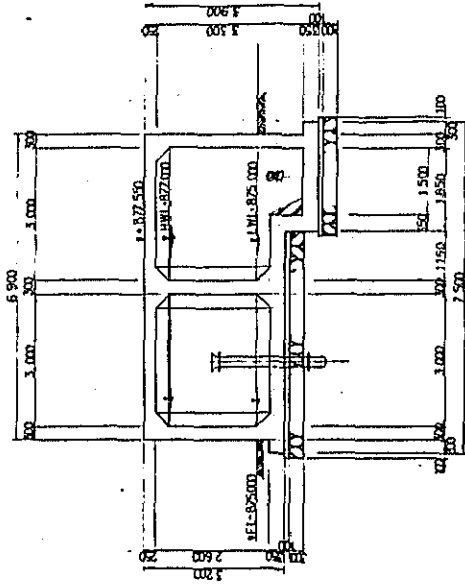
ø8 tubería de entrada

A-A CORTE A-A



Tubería de salida ø5

B-B CORTE B-B



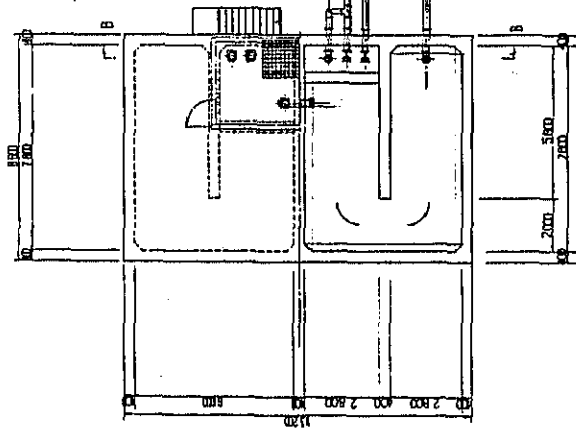
Tubería de salida ø5

Tubería de salida ø3

Fig. 4-12 Estación de Bombeo de San Miguel

Escala: 1/60

PLANTA



tubería de drenaje

Ø 15

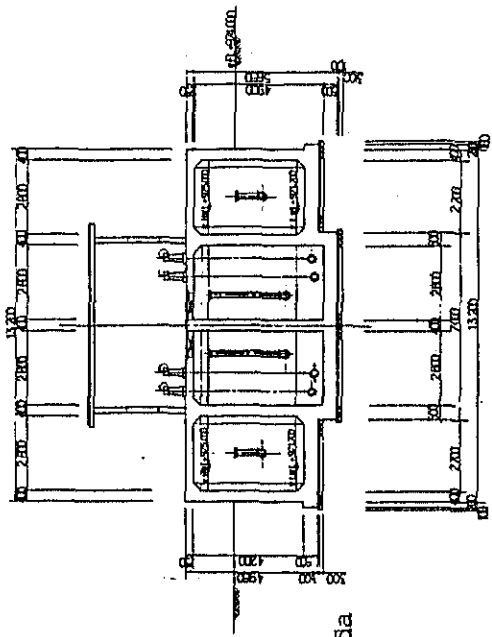
Ø 15

tubería de salida
Ø 6

Ø 15

tubería de salida
Ø 5

COORTE B-B



COORTE A-A

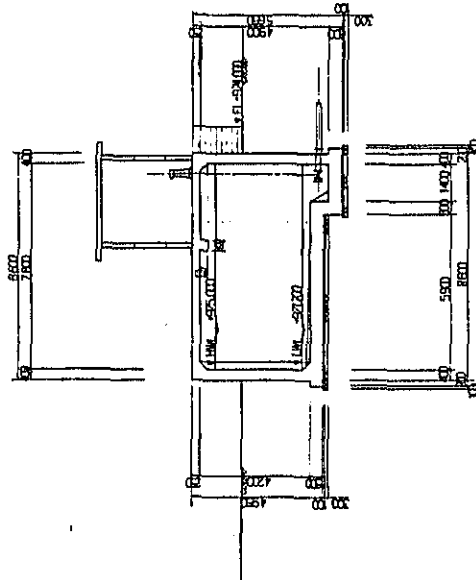
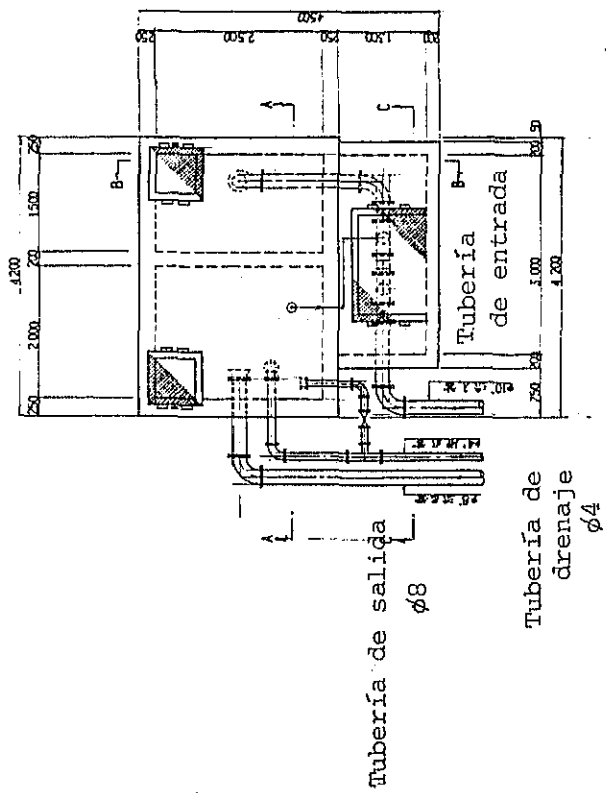


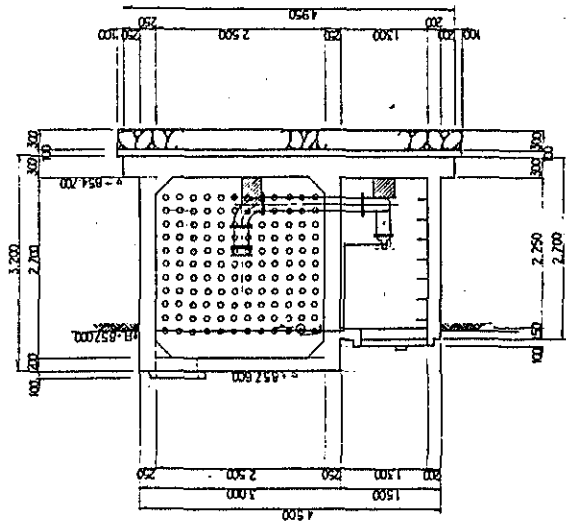
Fig. 4-14 Reservorio para la Zona Alta de San Antonio

Escala : 1/100

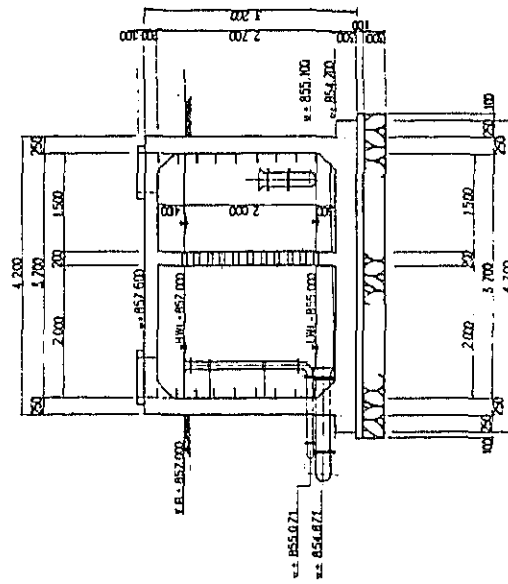
SEÑAL PLANTA



B-B SEÑAL CORTE B-B



A-A SEÑAL CORTE A-A



C-C SEÑAL CORTE C-C

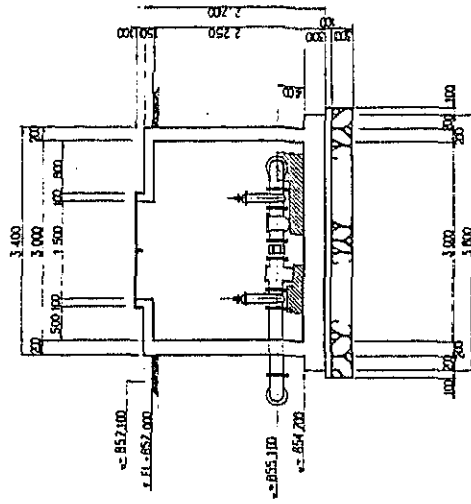
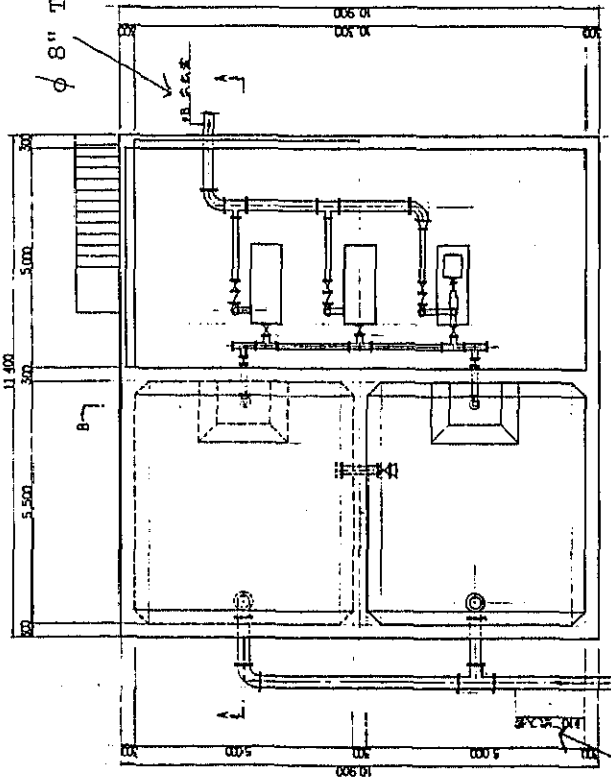


Fig. 4-15 Tanque de Rompe-presión de Pedregal Bajo

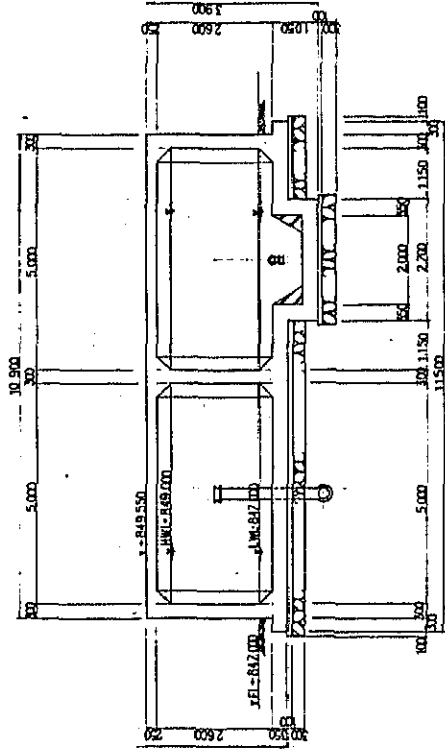
Escala: 1/40

Planta



R-B VIEW

Corte B-B



A-A VIEW

Corte A-A

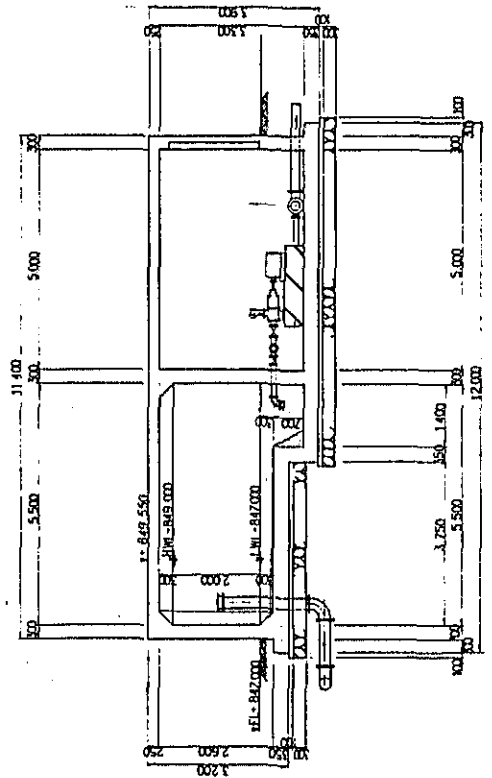
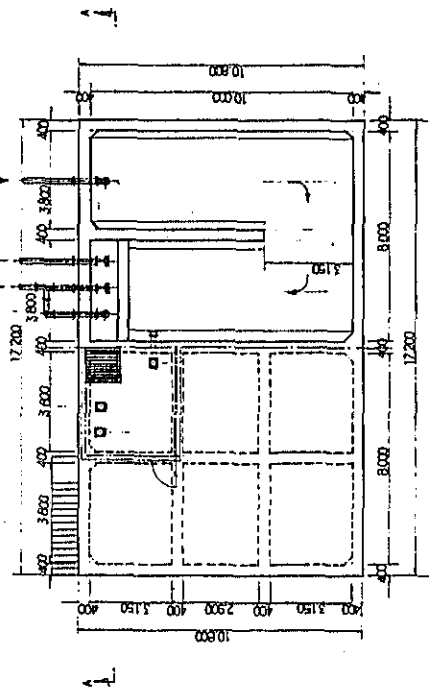


Fig. 4-16 Estación de Bombeo de Nicolás de Piérola No.1

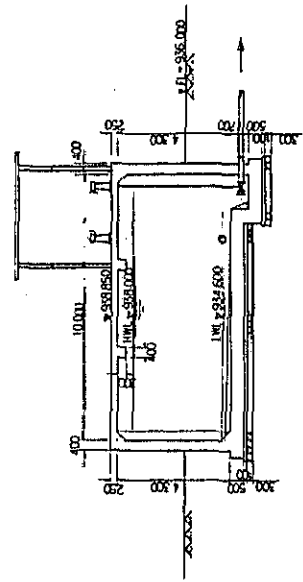
Escala : 1/60

Planta

Tubería de drenaje
Tubería de salida
Tubería de entrada



Corte B-B



Corte A-A

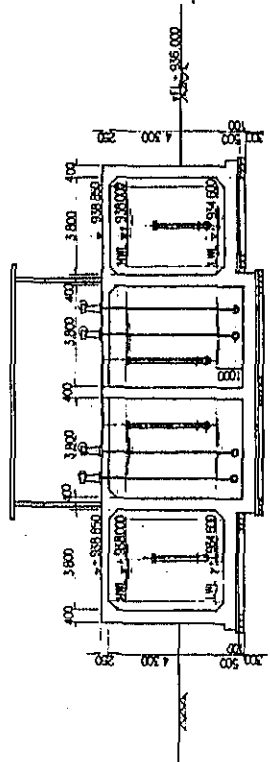
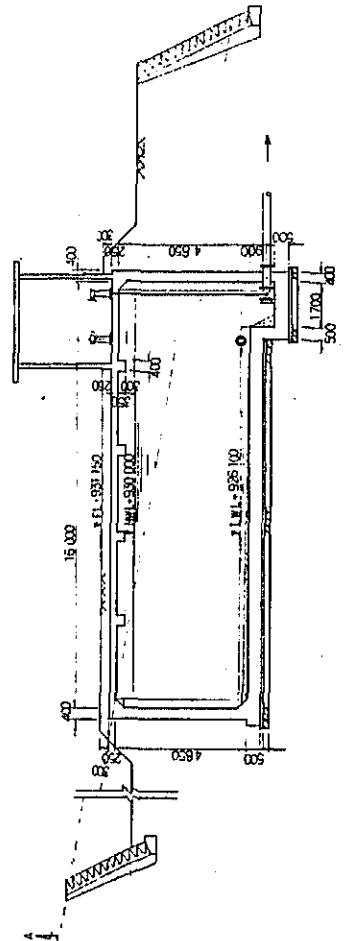
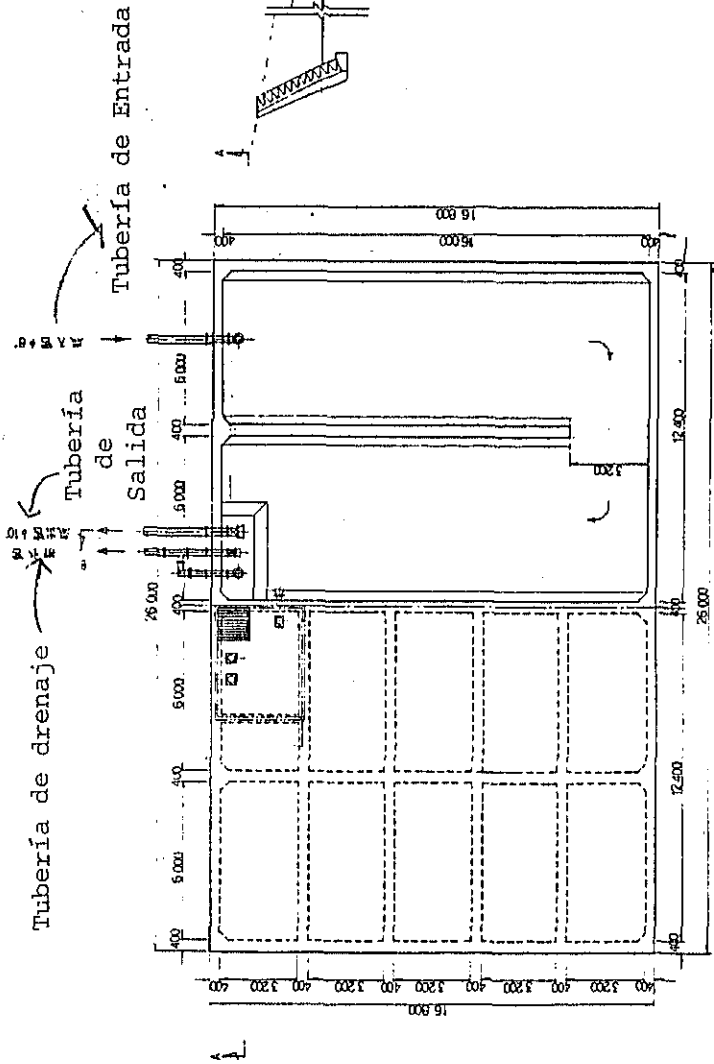


Fig. 4-18 Reservorio para la Zona Alta de Nicolás de Piérola
Escala: 1/100

8-8 断面
Corte B-B

平面图
Planta



A-A 断面

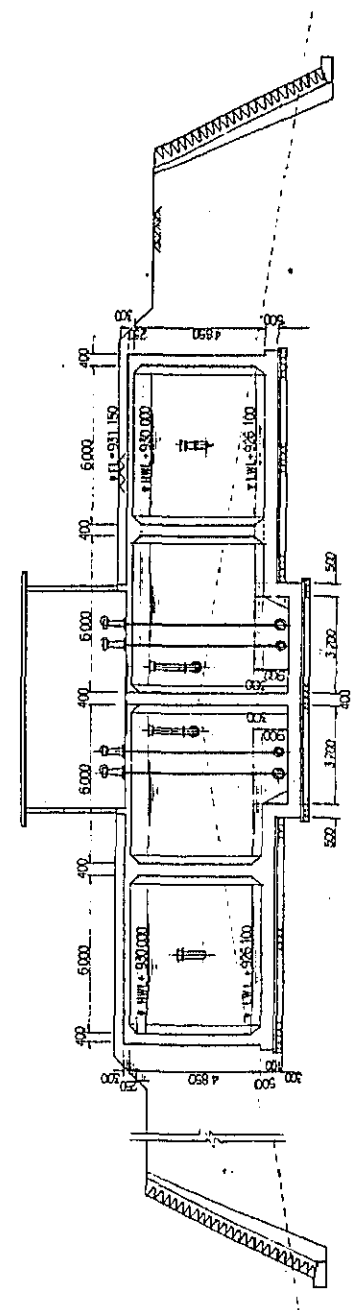
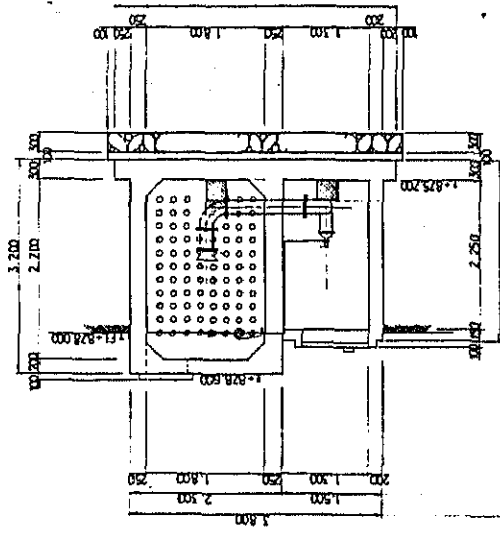


Fig. 4-19 Reservorio de Ancash
Escala : 1/100

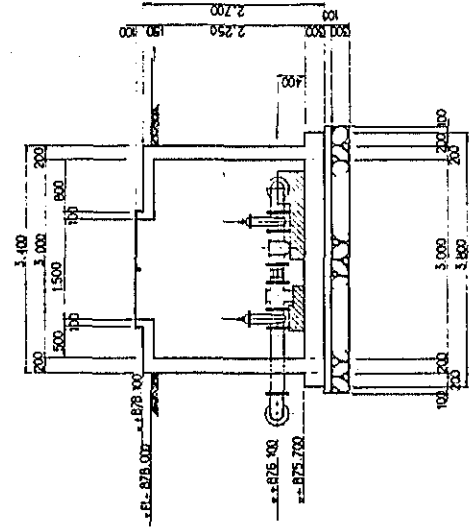
B-B

Corte B-B



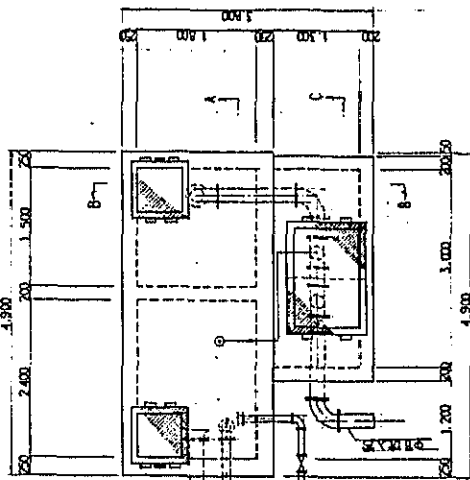
C-C

Corte C-C



Planta

Planta



Ø 8" Tubería de Salida

Ø 4" Tubería de Drenaje

A-A

Corte A-A

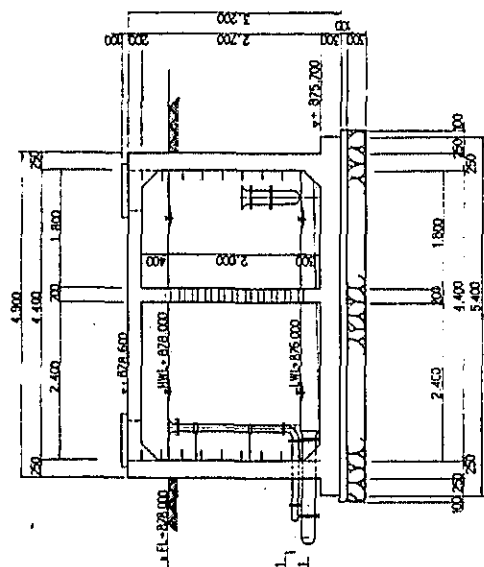


Fig. 4-20 Tanque de Rompe-presión de García Escala: 1/40

4-4 Diseño Básico del Sistema de Alcantarillado

4-4-1 Directrices Básicas

Las directrices para el diseño básico del sistema de alcantarillado son los siguientes:

- 1) Será un plan eficiente y eficaz para que pueda mejorar rápidamente la contaminación de las aguas del río Rímac.
- 2) Las zonas del servicio proyectadas serán las ciudades de Chosica y de Chaclacayo, y será diseñado el sistema que permita aprovechar al máximo las instalaciones existentes.
- 3) La ubicación de la planta de tratamiento de desagüe, según los resultados de las investigaciones en campo, será de Carapongo, Chaclacayo.
- 4) Para determinar la escala, se considerará que el sistema sea adaptable para con el crecimiento de las ciudades en el futuro, puesto que el sistema de alcantarillado es una de las infraestructuras primordiales en las ciudades.
- 5) En cuanto a la magnitud de la planta de tratamiento, y con el objeto de evitar la inversión adelantada, ésta será diseñada para que se pueda construir escalonadamente.

4-4-2 Establecimiento de los Principios

(1) Año Proyectado

El año proyectado será 1995. El porcentaje de cobertura del sistema de alcantarillado en Chosica y Chaclacayo son 50 a 99% y 60 a 97% respectivamente. (Véanse los cuadros 3-20 y 3-22.) Actualmente los desahües de estas ciudades están vertiendo directamente al río Rímac causando la contaminación. El objeto principal del presente proyecto es la prevención de contaminación de calidad de dicho río y es muy necesario terminar esta obra en corto plazo de manera que el año objetivo del proyecto será 1995.

(2) Area Proyectada de Tratamiento

En la figura 4-21 se indica el área proyectada incluyendo zonas urbanas, residenciales, Pueblos Jóvenes existentes y futuras zonas de urbanización de las ciudades de Chosica y Chaclacayo.

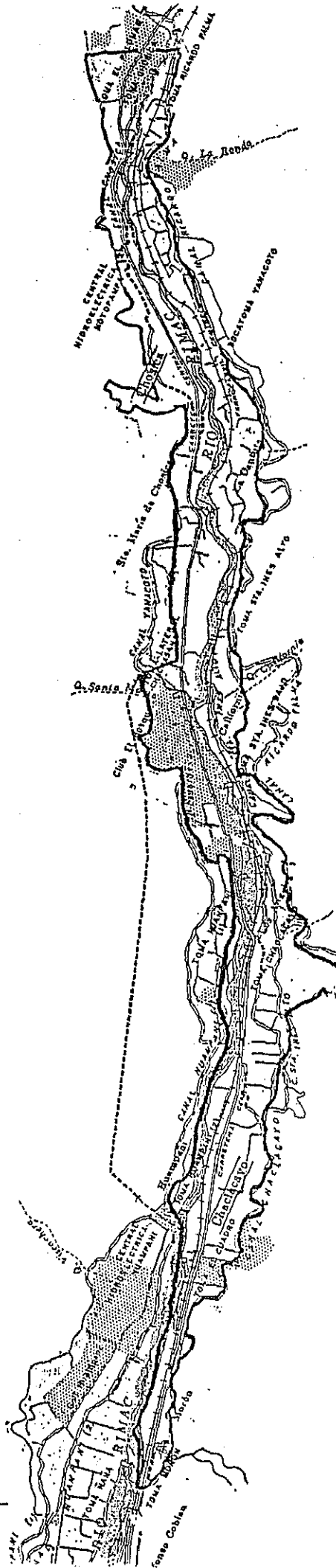
En el cuadro 4-11, está indicado las zonas y su superficie.

Cuadro 4-11 Zonas y Superficie del Area proyectada de Tratamiento

Ciudad Item Zona	Chosica		Chaclacayo		Observaciones
	Superficie	%	Superficie	%	
Urbana	98 has	8	179 has	30	
Residencial	495	38	285	47	
Pueblos Jóvenes	200	15	121	20	
Campo y parque	500	39	-	-	
Industrial	-	-	15	3	
Total	1.293 has		600 has		

Fig. 4-21 Plano General del Area proyectada de Tratamiento

S: 1/200,000



(3) Sistema de Alcantarillado

El sistema de evacuación de desagüe será separativo, ya que la precipitación anual del área proyectada es menos de 100 mm.

(4) Población Proyectada

Véanse los cuadros 4-12, 4-13, 4-14 sobre la población actual, de saturación y proyectada.

Cuadro 4-12 Detalle de la Población Actual (1984)

Zona	Chosica		Chaclacayo		Total		Observaciones
	Persona	%	Persona	%	Persona	%	
Pueblos Jóvenes	35,910	56	10,395	30	46,305	46	
Urbana	28,650	44	25,192	70	53,842	54	
Total	64,560		35,587		100,147		

Cuadro 4-13 Detalle de la Población Saturada (2010)

Zona	Chosica		Chaclacayo		Total		Observaciones
	Persona	%	Persona	%	Persona	%	
Pueblos Jóvenes	55,370	55	15,770	27	71,140	45	
Urbana	46,030	45	42,640	73	88,670	55	
Total	101,400		58,410		159,810		

Cuadro 4-14 Detalle de la Población Proyectada (1995)

Zona	Chosica		Chaclacayo		Total
	%	Persona	%	Persona	Persona
Pueblos Jóvenes	55	48,000	28	13,440	61,440
Urbana	45	40,000	72	34,560	74,560
Total		88,000		48,000	136,000

(5) Volumen Proyectado de Desagüe

El objeto del plan de alcantarillado es el drenaje de los desagües domésticos, industriales (biodegradables) y pecuarios.

No se considera el desagüe de oficinas y de tiendas por ser muy pequeño.

1) Volumen de los Desagües Domésticos

Para el cálculo del desagüe doméstico, se puede considerar los casos de zona urbana y zona de pueblos jóvenes que se desarrollarán más en el futuro. En cuanto a las casas lujosas y clubes que registran consumos de agua por persona de más de 1.000 litros por día, se considera que el desagüe que pasa a la tubería de alcantarillado coincide con el de una vivienda normal puesto que el agua es usada para el riego de jardines. Dentro del desagüe doméstico, se incluyen las aguas de escorrentía o infiltración del agua subterránea. El volumen de infiltración de estas aguas se diferenciará según método de empalme y ejecución de obra. En general, este porcentaje será considerado de 10 a 20% del volumen máximo de desagüe per cápita por día. El caso del área del proyecto, se considerará el 20%.

El plan de uso de agua potable de Chosica (cuadro 4-5) es como sigue:

Item	Zona urbana	Pueblos jóvenes	
	Suministro doméstico	Suministro doméstico	Pileta pública
Consumo medio/pers./día	130 ℓ	100 ℓ	65 ℓ

* Las piletas públicas que estén en los "Pueblos Jóvenes", serán cambiadas al suministro doméstico en el futuro, por lo que se considera 100 ℓ.

El volumen medio diario de desagüe se calculará con el consumo medio diario de agua potable.

Volumen proyectado de desagüe = Consumo proyectado + agua de infiltración.

a) Volumen medio diario de desagüe (según consumo medio diario)

Zona urbana: 130 ℓ/pers./día

Zona P.J.: 100 "

b) Volumen máximo diario (20% más del promedio diario)

Zona urbana: $130 \times 1.2 \doteq 156$ ℓ/pers./día

Zona P.J.: $100 \times 1.2 \doteq 120$ "

c) Volumen máximo horario de desagüe (desagüe medio diario x 2.1 veces*)

Zona urbana: $130 \times 2.1 \doteq 273$ ℓ/pers./día

Zona P.J.: $100 \times 2.1 \doteq 210$ "

d) Agua infiltrada (20% de volumen máximo diario)

Zona urbana: $130 \times 1.2 \times 0.2 = 31$ ℓ/pers./día

Zona P.J.: $100 \times 1.2 \times 0.2 = 24$ ℓ/pers./día

e) El volumen proyectado de desagüe es el siguiente.

	Zona Urbana	Pueblos Jóvenes
Volumen promedio diario	130 + 31 ÷ 160 ℓ/pers./día	100 + 24 ÷ 130 ℓ/pers./día
Volumen máximo diario	156 + 31 ÷ 190 "	120 + 24 ÷ 150 "
Volumen máximo horario	273 + 31 ÷ 300 "	210 + 24 ÷ 230 "

* Explicación del valor 2.1 veces

	Volumen medio diario	Volumen máximo diario	Volumen máximo horario	Observaciones
Presente Proyecto	0.7 a 0.8	1	1.3 a 1.8	
	1	1.25 a 1.43	1.63 a 2.57	

Fue adaptado el valor promedio de volumen máximo horario

$$\frac{1.63 + 2.57}{2} = 2.1$$

2) Volumen de Desagüe Industrial

En general no es recomendable introducir gran volumen del desagüe industrial al sistema de alcantarillado, pero teniendo en cuenta que una de las metas es la de reducir la contaminación del río Rímac, se aceptarán los desagües industriales susceptibles al tratamiento biológico. Dentro del área del proyecto, existen las fábricas señaladas en el cuadro siguiente, sin embargo se aceptará solamente el desagüe de la cervecería.

Zona	Tipo de fábrica	Volumen de agua (m ³ /día)	Calidad de agua (DBO) (p.p.m)	Observación
Chosica	papel	4,000	150	
	calzado	550	72	
Chaclacayo	papel	4,500	125	
	textil	600	831	
	cerveza	1,843	114	Aceptada en el alcantarillado
	papel	3,200	98	

3) Desagüe Pecuario

El desagüe pecuario es el siguiente

Zona	Lugar	Volumen de agua (m ³ /día)	Calidad de agua (DBO) (ppm)	Observaciones
Chosica	Camal	70	1,500	Se aceptará en el sistema de alcantarillado
	Avicultura	1,000	161	

El desagüe del camal que incluye sangre es descargado sin tratamiento al río, se aceptará en el sistema de alcantarillado debido a su poco caudal y mantener condiciones estéticas.

4) Volumen Projectado de Desgüe

a) Plan Completo

En el cuadro siguiente se resume el volumen de desgüe arriba mencionado.

Cuadro 4-15 Volumen Projectado de Desagüe (1995)

(Unidad: m³/día)

	Volumen de desgüe doméstico				Fábrica	Camal y avicultura	Total	
		P.J.	Per.	m ³ /per./día				
Vol. medio diario de desgüe	Chosica	P.J.	48,000	0.13	6,240	-	100	12,740
		Urb.	40,000	0.16	6,400			
	Chaclacayo	P.J.	13,440	0.13	1,750	4,000	-	11,280
		Urb.	34,560	0.16	5,530			
	Total				19,920	4,000	100	24,000
	Vol. máx. diario de desgüe	Chosica	P.J.	48,000	0.15	7,200	-	100
Urb.			40,000	0.19	8,970			
Chaclacayo		P.J.	13,440	0.15	2,020	4,000	-	12,590
		Urb.	34,560	0.19	6,570			
Total				24,760	4,000	100	28,860	
Vol. máx. horario de desgüe		Chosica	P.J.	48,000	0.21	10,080	-	(25 *2 m ³ /h)
	Urb.		40,000	0.30	12,000			
	Chaclacayo	P.J.	13,440	0.21	2,820	*1 (980 m ³ /h)	-	
		Urb.	34,560	0.30	10,370			
	Total				35,270 (1,470 m ³ /h)	(980)	(25)	59,400 (2,475)

Notas: *1. El volumen de desagüe en 1995 será de 4,000 m³/día.

El volumen de desagüe industrial será

$$4,000 \times \frac{1}{8.2 \text{ hora}} \times 2 \text{ veces} = 980 \text{ m}^3/\text{hora}$$

*2. El volumen de desagüe en 1995 será de 100 m³/día

el volumen de desagüe ganadero será

$$100 \times 1/8 \times 2 \text{ veces} = 25 \text{ m}^3/\text{hora}.$$

b) Plan a Realizar en esta Cooperación

i) Estado actual y futuro del volumen de desagüe doméstico estimado por el consumo de agua potable.

- Consumo promedio por persona por día de agua potable de Chosica

La estimación del consumo promedio por persona por día de los sistemas de agua potable de Don Bosco, Santa María y la Cantuta es como se indica en el siguiente cuadro.

Cuadro 4-16 Estimación del Consumo Promedio por Persona por Día del Sistema de Agua Potable en Chosica

Zonas	Suministro (m ³ /día)	Efectividad	Consumo (m ³ /día)	Población suministrada	Consumo prom./pers./día (ℓ/per.día)
	A	B	C=A x B	D	E=C/D
Don Bosco	4,090 *1	0.65	2,660	27,675 *2	96
Santa María	1,400	0.65 x 0.5 0.33 *3	460	2,880	164
La Cantuta	420	0.65 x 0.9 0.59	245	1,850	133

*1 (Ver P. 67 y 68)

Galería filtrante:	$2,770 \text{ m}^3/\text{día} \times 0.95$	
	(Efectividad)	= $2,630 \text{ m}^3/\text{día}$
Pozo	$1,560 \times \frac{22.5 \text{ Hr}}{24}$	
	(Disponibilidad de bomba= 1,460 "	
		Total $4,090 \text{ m}^3/\text{día}$

*2 (Ver P. 54 y 55)

Margen derecha	20,770	pers.
Margen izquierda	5,170	
" "	con piletas	$4,460 \times 1/2$
	Total	27,675 personas

*3 (Ver P. 70)

El suministro de agua por persona por día de esta zona será de 0.42 a 0.64 m³/día, sin embargo, se consumirá gran cantidad de agua para los jardines, piscinas, etc., suponemos a 0.5 el índice de consumo doméstico. La fuga durante la distribución es de 35%.

- Volumen de desagüe doméstico estimado por el suministro de agua de Chosica

El cuadro 4-17 indica la estimación del volumen de desagüe doméstico de Chosica actual y del año 1990, en base al volumen suministrado de agua potable.

Están calculados dos casos; el 5% (Caso 1) o el 20% (Caso 2) de la población actual de la zona proyectada de desagüe sean dispuestos nuevamente la red secundaria en 1990.

Cuadro 4-17 Volumen de Desagüe Doméstico de Chosica Estimado por el Volumen de Suministro de Agua Potable

Zonas	Volumen de desagüe en 1984			Mejoramiento de agua potable con la condición actual			Volumen de desagüe en 1990		
	Población en zona proyec.	Litro por persona por día	Volumen de desagüe (m ³ /día)	Litro por persona por día	Volumen de desagüe (m ³ /día)	Población en zona proyec.	Litro por persona por día	Volumen de desagüe (m ³ /día)	
	F	$G = E \times \frac{160}{130}$	$H = F \times G \times 10^{-3}$	I	$J = F \times I \times 10^{-3}$	$K = F \times Y$ *4	L = I	$M = K \times L \times 10^{-3}$	
Don Bosco	13,225	$96 \times \frac{160}{130}$ = 118	1,560	160	2,120	14,650	160	2,340	
Santa María	2,800	$164 \times \frac{160}{130}$ = 200	560	200	560	3,050	200	610	
La Cantuta Y O. Burgo	1,525	$133 \times \frac{160}{130}$ = 164	250	164	250	1,740	164	290	
Lima Sur Y San Miguel	1,450	$80 \times \frac{160}{130}$ = 98	140	160	230	2,710	160	430	
Ampliación nueva Caso 1: Chosicana Caso 2: Chosicana San Antonio						980	160	160	
Total	19,000		2,510		3,160	23,130 26,470	160	3,830 4,350	

*1 Población estimada con el sistema de desagüe en Chosica

Zona	Población actual	x Índice de uso	=	Población estimada con sistema de desagüe	Sistema de agua potable
1) Moyopampa	4,250	x 0.1	=	425 pers.	Don Bosco
2) Zona Urbana	9,270	x 0.9	=	8,340	"
3) Libertad	1,100	x 0.8	=	880	"
4) 28 de Julio	500	x 0.5	=	250	"
5) Lima Sur y sus Transvers.	1,500	x 0.8	=	1,200	"
6) San Miguel	1,250	x 0.2	=	250	"
7) Santa María	2,800	x 1.0	=	2,800	Santa María
8) Pedregal Bajo	1,450	x 0.9	=	1,305	Don Bosco
9) San Fernando	2,250	x 0.9	=	2,025	"
10) Oswaldo Burgo	350	x 0.5	=	175	La Cantuta
11) La Cantuta	1,500	x 0.9	=	1,350	"
Total:				19,000	

*2 Dentro de lo arriba descrito, la población que recibe servicio del sistema de agua potable de Don Bosco será 13,225.

*3 El consumo promedio por persona por día es de 130 ℓ/per.día y el suministro promedio por persona por día incluido la pérdida tales como la fuga, etc. es de 200 ℓ/per.día

Por otra parte, el volumen de desagüe promedio por persona por día, en que se basa el diseño, es 160 ℓ/per.día, por lo que se estima el consumo unitario del volumen de desagüe actual (G) de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$G = \left(\frac{\text{Consumo promedio por per. por día actual}}{\text{Consumo promedio por per. por día actual}} \right) \times \frac{\text{Desagüe medio/per./día proyec. (160)}}{\text{Consumo medio/per./día proyec. (130)}}$$

*4 Razón de crecimiento de población

- Volumen de desagüe doméstico estimado en Chaclacayo en 1984

(Zona Urbana)	Habit. m ³ /per/día	Cobertura
Los Cóndores	2,520 x 0.16 x 0.5 =	202
El Abanico	13,340 x 0.16 x 0.7 =	1,494
Zarumilla	450 x 0.16 x 0.8 =	58
Niágara	540 x 0.16 x 0.8 =	69
<hr/>		
Total		1,823 m ³ /día

(Pueblos Jóvenes)

No se considera

- Volumen de desagüe doméstico estimado en 1990

Crecimiento de la población y la población con servicio en Chaclacayo en 1990 (Ver P. 63)

$$\frac{\text{Población saturada}}{\text{Población en 1990}} = \frac{59,000}{42,000} = 1.40$$

(Zona Urbana)	Habit.	Cobertura
Los Cóndores	2,520 x 1.3 x 8/6 x 1/1.40 x 0.6 =	1,872
El Abanico	13,340 x 1.1 x 7/5 x 1/1.40 x 0.9 =	13,207
Zarumilla	450 x 1.1 x 7/5 x 1/1.40 x 0.8 =	396
Los Halcones (nuevo)	900 x 1.3 x 7/5 x 1/1.40 x 0.3 =	351
Niágara	540 x 1.3 x 7/5 x 1/1.40 x 0.8 =	561
Alfonso Coblan (nuevo)	1,440 x 1.1 x 7/5 x 1/1.40 x 0.3 =	475
La Floresta (nuevo)	3,752 x 1.2 x 8/6 x 1/1.40 x 0.3 =	1,286
<hr/>		
Total		18,148 personas

(Pueblos Jóvenes)

Se supone un 10% de la población actual

$$10,395 \times 0.1 = 1,040 \text{ personas}$$

Por consiguiente, el volumen de desagüe doméstico estimado de acuerdo con el consumo unitario del proyecto será:

Zona Urb.	$18,148 \times 0.16 \text{ m}^3/\text{per.día} = 2,904 \text{ m}^3/\text{día}$
PP.JJ.	$1,040 \times 0.13 \text{ m}^3/\text{per.día} = 135 \text{ m}^3/\text{día}$
<hr/>	
Total	$3,039 \text{ m}^3/\text{día}$

El cuadro 4-18 resume el volumen de desagüe promedio diario basado en el volumen de suministro de agua potable y el volumen de desagüe por persona por día del proyecto.

Cuadro 4-18 Estimación del Volumen de Desagüe Doméstico de 1984 y 1990

Unidad: $\text{m}^3/\text{día}$

	1984	1990	Razón de crecimiento de población
Chosica	2,510	Caso 1 3,830 Caso 2 4,350	Caso 1 1.53 Caso 2 1.73
Chaclacayo	1,822	3,039	1.67
Industrial y otros	1,920	1,920	1.0
Total	6,252	Caso 1 8,789 Caso 2 9,309	Caso 1 1.41 Caso 2 1.49

- ii) Magnitud de la planta de tratamiento de desagüe que se va a realizar en este proyecto

La capacidad de tratamiento del presente proyecto será 12,000 m³/día el volumen de desagüe promedio diario, por las siguientes razones.

- Cuando se realice este proyecto la obra terminará a fines de 1987.

Considerando que es un proyecto de cooperación financiera no reembolsable del Gobierno del Japón y las circunstancias de construcción del sistema de alcantarillado del Perú, se requiere por lo menos construir una planta con capacidad de 9,000 m³/día en este proyecto.

- La cobertura del sistema de desagüe en las zonas urbanas de Chosica y Chaclacayo es alta y su condición de mantenimiento es buena.

De lo cual, se supone que la ampliación de las tuberías secundarias de dichas zonas será acelerado más de lo que se prevee por la construcción del colector principal, por lo que se requiere plantear una instalación que tenga la capacidad de tratamiento con un margen de seguridad.

- Para definir la magnitud de la planta de tratamiento de desagüe es más racional construir gradualmente desde el punto de vista de los mejores efectos de inversión y del mejor rendimiento del costo de operación.

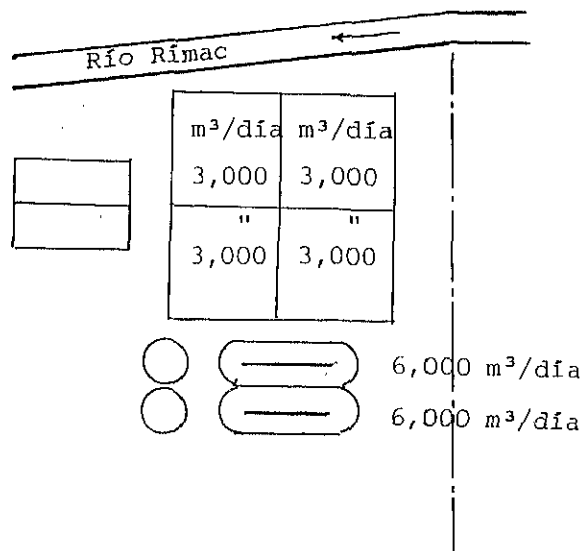
Por consiguiente, considerando el mantenimiento y administración después de haber hecho la obra, no es recomendable tener una instalación excedente, sin embargo;

- (1) El método de laguna de aeración que se adopta en este proyecto, mediante el control del nivel de desagüe en lagunas o la operación cíclica, se puede regular la fuerza motriz, que permite realizar una operación económica según el volumen de ingreso.

- (2) Debido a la limitación del terreno previsto, en el diseño básico se ha diseñado tratar la mitad del desagüe proyectado del plan completo con las zanjas de oxidación, pero es racional, como plan completo, tener mayor instalación de tratamiento posible de lagunas de oxidación que es de menor costo de operación.
- (3) Si se construyen gradualmente las tres lagunas de las cuatro, que cada una tiene 3,000 m³/día de capacidad, se imposibilita operar en serie de dos líneas.

Por las razones arriba mencionadas, la magnitud de la planta de tratamiento de desagüe a construir en este proyecto será de 12,000 m³/día.

(Replanteo del Plan Completo)



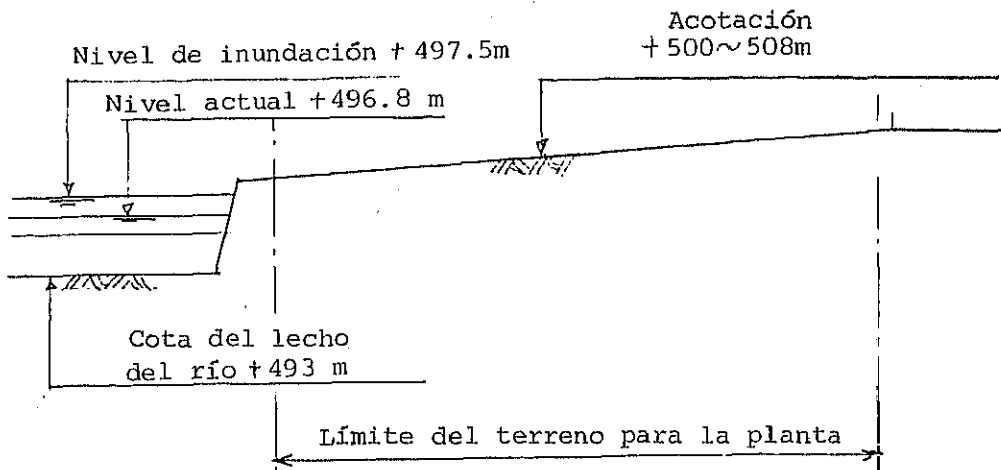
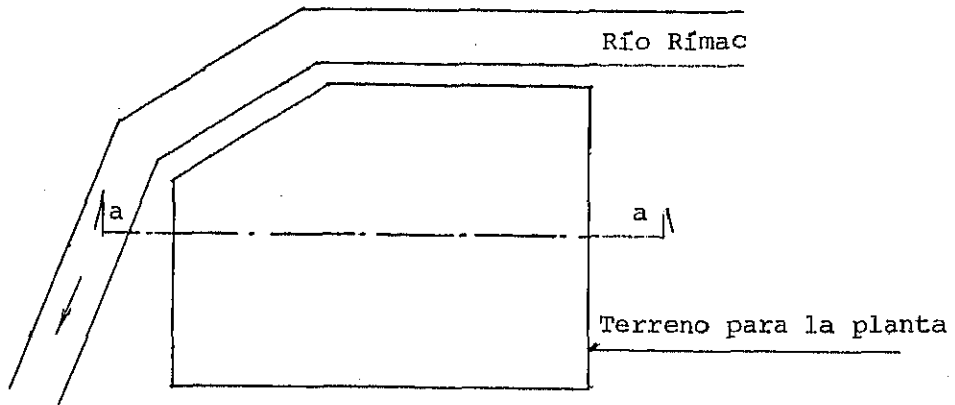
5) Descarga del Desagüe Tratado y Niveles del Río

La planta de tratamiento de Carapongo está localizado junto con el río Rímac y su nivel del terreno es de 500 a 508 m. La altura del lecho de dicho río es de 493 m. El cambio de nivel de agua del río es bastante grande y el volumen de flujo oscila entre 150 m³/seg (máximo) y 1.5 m³/seg (mínimo).

Es necesario planear un malecón de protección debido a que ese río tiene gran poder de erosionar el lecho, solo en una noche de 1 a 2 m y dañar el malecón. El nivel de descarga será nivel planeado considerando el nivel de inundación.

La sección cerca de la planta de tratamiento y el nivel de agua serán determinados como sigue.

Plano del terreno de planta de tratamiento



Sección a-a