

第5章 地下水についての検討

第5章 地下水についての検討

5.1 水道水源地区の水理地質学的条件

5.1.1 既存調査

過去において本地区で行われた地下水調査は、大別すると2種類に分けることができる。

第1にはGREATER LIMA及びCALLAO市の水理地質条件を大局的にとらえたものであり、この調査の1つは1971年にフランス国とペルー国の共同で実施されたLIMA周辺地区の水理地質図の作成である。その後1980年にMANTARO TRANSFER PROJECTの調査の一部としてRIO RIMAC, CHILLON, LURIN 流域の地下水の状況が明らかになった。この調査は英国とペルー国との協同作業によって実施されたものである。

第2は地下水を開発するための実質的な調査であり、漁業省が民間コンサルタントに依頼して行ったものであるが、しかしこの調査結果を不十分と考えた漁業省は1978年に農業省に依頼して同じ地域を再び調査し、地下水開発計画を立案した。

5.1.2 構成する地質

PUENTE PIEDRA及びCARABAYLLO地区を構成する地質は沖積層とその基盤岩であるジュラ紀の火山岩及び火山砕屑岩より構成されている。基盤岩は北部及び西部の山地を構成し、沖積低地では突出部として現われる。岩種は火山岩及び火山砕屑岩であり、比較的軟質である。ash, 鉱物の破片, 火山岩の礫から構成されている地質学的見地からすると不透水性の岩石であり、この地域の帯水層の実質的な基盤岩となるものであろう。

沖積層は粘土, 砂, 礫より構成されているが層相変化は激しく, 扇状地性の堆積物であろう。礫は円礫を主体とし直径20cm~50cmの巨礫が多く, 礫間のマトリックスは, 砂, 粘土交り砂, 粘土よりなっている。この沖積層が本地域の実質的な帯水層となるものである。

5.1.3 地下水の利用状況

新規水源を予定しているCHILLON川右岸地域の42km²中に取水井は119井存在する。その内26井がケーシングをもった深井戸であり, 6井が堀り井戸をケーシ

ング井戸に改修したものであり、残り87井が掘り井戸である。

実際に稼働している井戸が85井あり1978年時点で年間8,866,452 m³/yearを揚水している。このうち8井は湧水している。

地下水の利用は農業用水が主たるものであり、その他に飲料用水、家畜用水、工業用水がある。

5.1.4 帯水層の構造

地下水の容水地盤を構成する地質は砂礫とその間を充填した粘土から成る扇状地性堆積物である。実際ボーリングを行って確認した深度は地盤面下100m迄であるが、調査地域内で実施された電気探査結果からは、帯水層の基盤面迄の深度が得られている。電気探査の結果より得られた帯水層の基盤面迄の深度は、100m~250mであり、その形状はFig 5-1のようになっている。一方RIO CHILLON全体の形状からすると(Fig 5-4)予定地域はRIO CHILLONの ground water Va-Neyの構造を思わせる地下形状と ground water Reservoirの構造の2つの特徴ある構造をもっている。

電気的性質からすると帯水層は比較的高い抵抗値をもつ上部層と低い値をもつ下部層に分かれており上部層は100~150Ω-mの層比抵抗値で深度20~30mに境界をもっており、下部層は30~50Ω-mの値を示すものである。透水量係数(Transmissibility)の大きさに比例すると考えられるResistential Transversal (R.T.)の値は

$$R.T. = \text{Resistivity} \times \text{Thickness.}$$

$5 \times 10^2 \text{ ohm-m}^2 \sim 25 \times 10^2 \text{ ohm-m}^2$ の範囲にあり東部が比較的高い値を示している。

5.1.5 地下水の流動状況

本地域の地下水面は海拔185~200mであり、地下水は自由地下水としての性格をもっている。

地下水面の形状はFig 5-2にみられるとおりであり北部地域で0.45%の勾配をもちRIO CHILLON沿岸部では1%の値をもち西方に流動する。

地下水の補給は、上流域からの浸透流を主体とするものであり、地表部からの補給は調査地域西南部の1部のみにみられ、補給源はRIO CHILLONからの伏流浸透及びIrigationの浸透によるものである。

RIO CHILLON流域の地下水の補給量はMANTARO TRANSFER PROJECT の報告書の結果からすると $0.7 \text{ m}^3/\text{sec}$ の値が得られている。

地下水位の経年変化についての測定は1969年から1978年迄実施されたが、その結果は季節変動が深井戸の場合 $4 \text{ m} \sim 6 \text{ m}$ 浅井戸で $2 \text{ m} \sim 4 \text{ m}$ である。経年的水位変動をみると、1969年から1974年迄は年間 1 m の上昇がみられ、1975年～1978年迄は年間 1 m の下降がみられる。今回の現地調査の結果からも、年間 $0.5 \sim 1.0 \text{ m}$ の水位低下がみられた。

5.1.6 帯水層係数について

漁業省の手によって実施された調査によって予定地域内において8ヶ所の深井戸を用いて揚水試験が実施された。

その結果はTable 5-1にみられるとおり、透水量係数として $9 \sim 105 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$ の範囲にあり、平均的な値としては $28 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$ が得られている。

一方貯留係数は $0.01 \sim 0.066$ の範囲にあり、平均的な値は 0.03 である。この値は本地域の地下水が自由面地下水としての性格をもつものであることを示すものである。

5.1.7 地下水の水質

1) 化学的組成

地下水の化学的組成について、地下水総合研究所 (Laboratorio de Ia. Direccion General de Aguas.y.Suelos) で実施した Puente Piedra 地区8ヶ所の分析の結果 (Table 5-3) がキーダイアグラムにプロットされた。Fig 5-5。

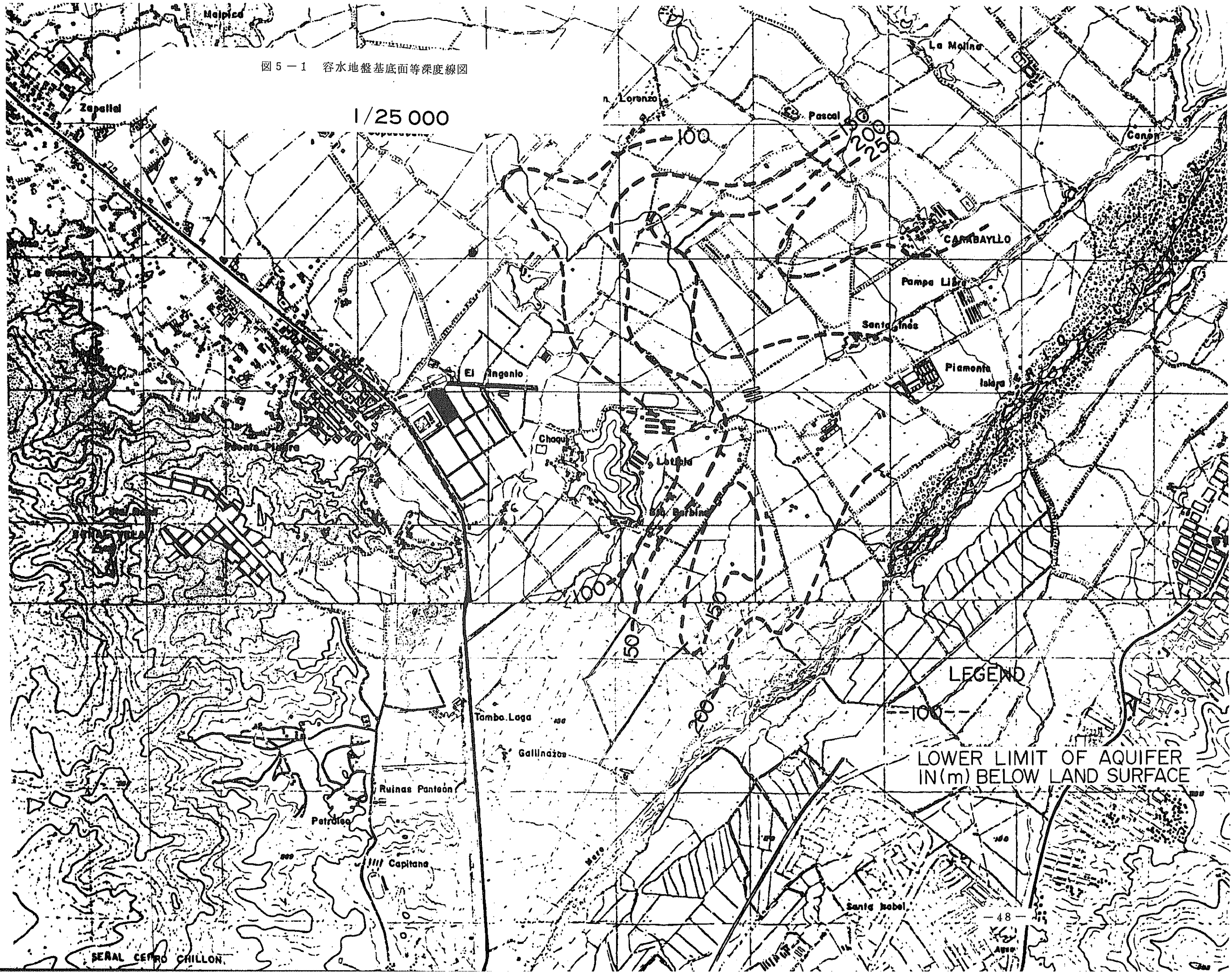
この結果からこの地区の地下水は CaSO_4 型の地下水であり、温泉水あるいは鉱泉水に類するものであることが明らかとなった。

2) 飲料の適否

飲料水としての可能性については、硫酸イオンを多く含んでおり、飲料水としては中位 (mediocre) からがまんでくる (Pasable) 範囲の水質である。

一方、この水質項目以外の分析については住宅建設省の研究機関において分析した、その結果はTable 5-4に示されたとおりであり、飲料水としてもさしつかえない。

图 5-1 容水地盤基底面等深度線圖



LEGEND

---100---
LOWER LIMIT OF AQUIFER
IN (m) BELOW LAND SURFACE

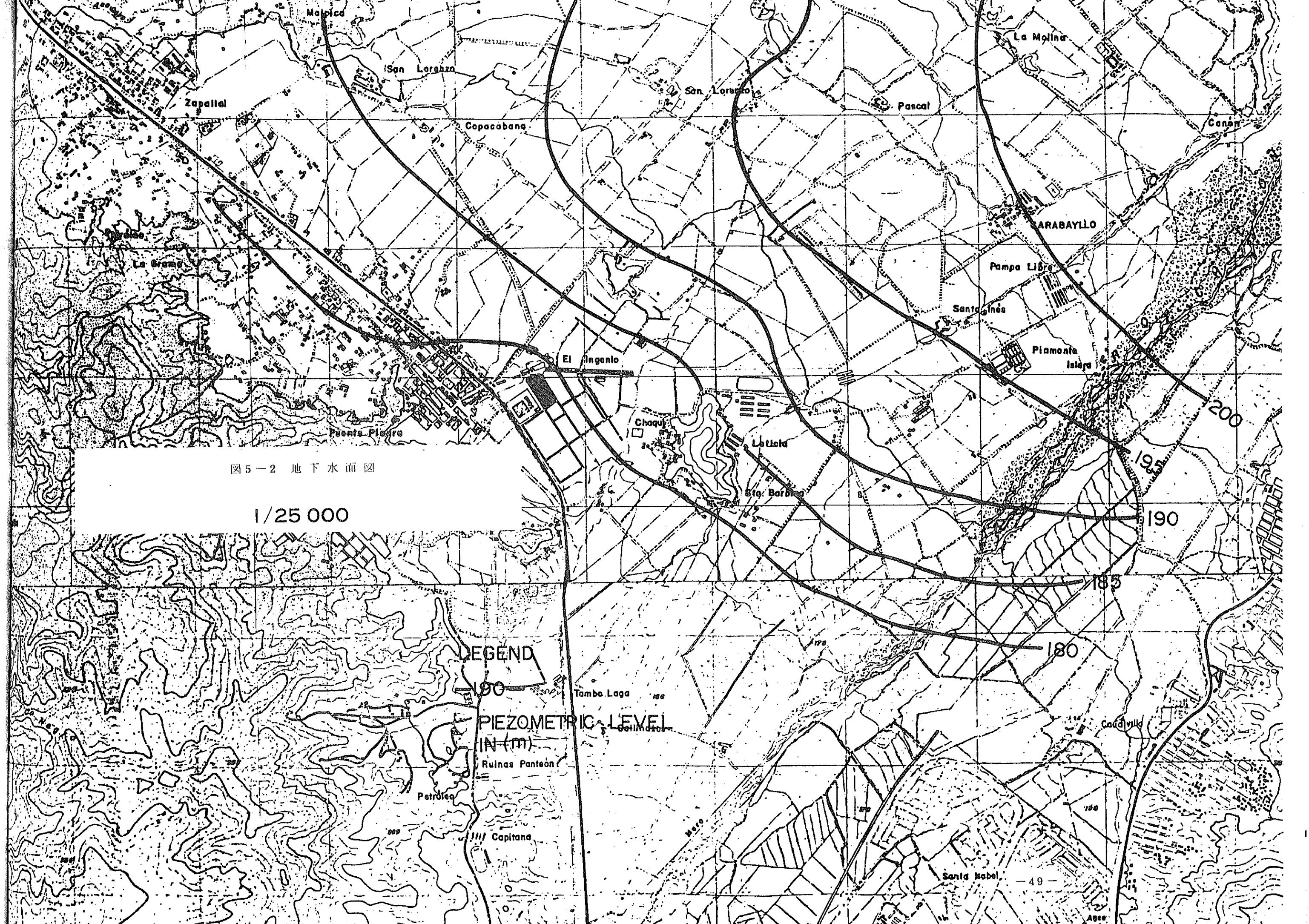


图5-2 地下水面图

1/25 000

LEGEND
 — 190 —
 PIEZOMETRIC LEVEL
 (IN (M))
 Ruinas Panteon
 Petrúleo
 Capitana

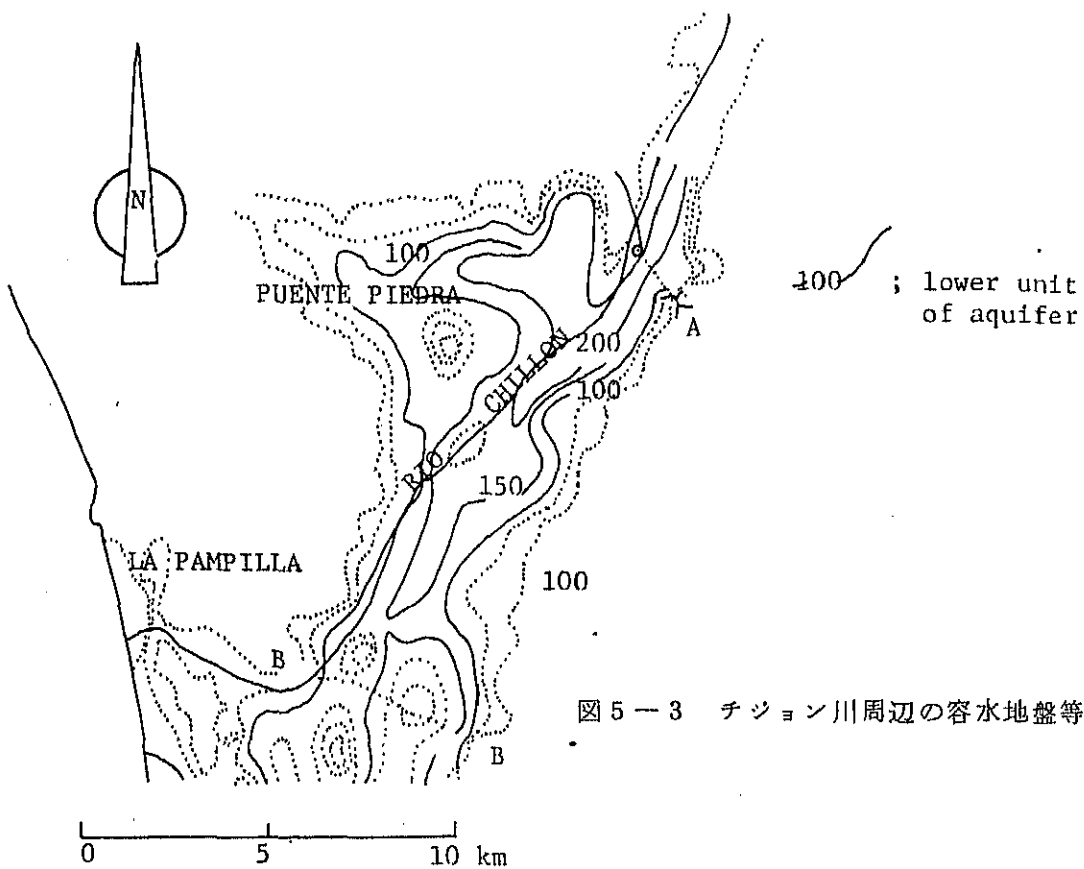


図5-3 チジョン川周辺の容水地盤等深度線図

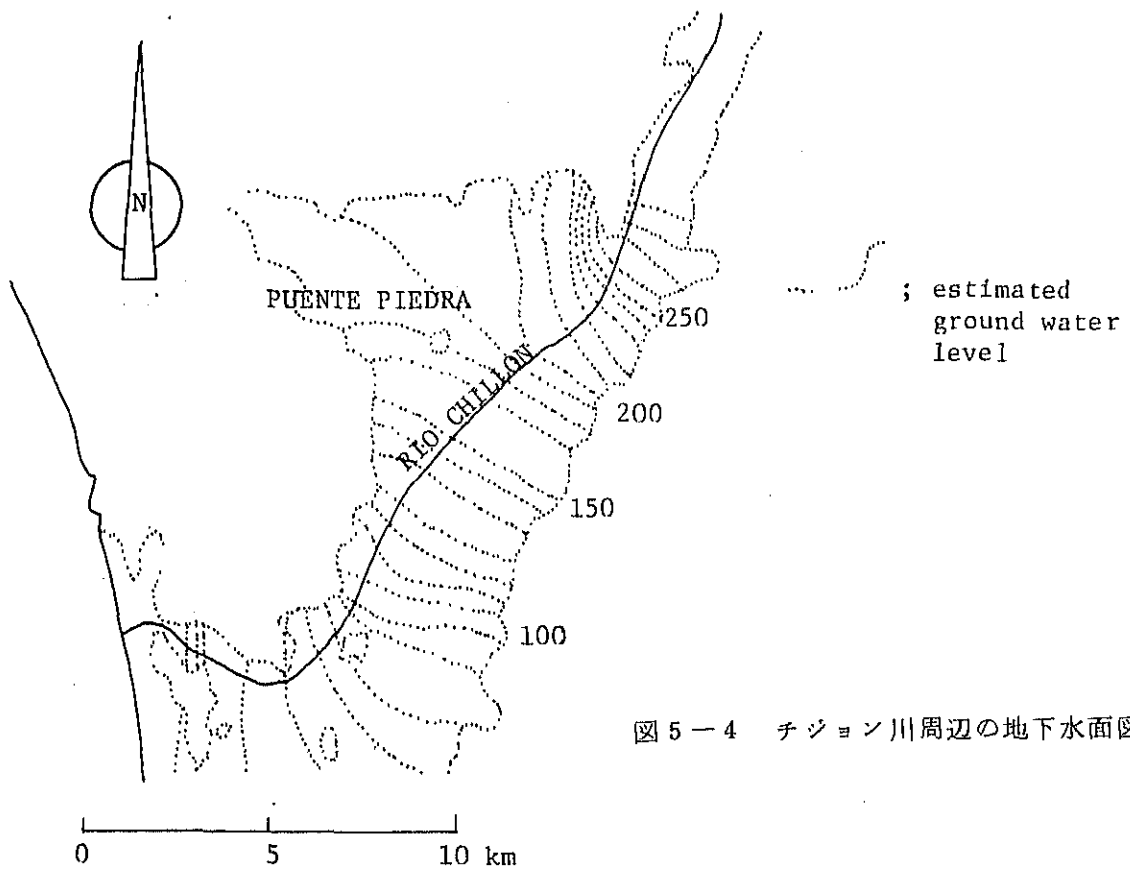


図5-4 チジョン川周辺の地下水面図

表 5-1 帶水層係數

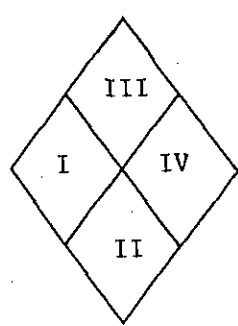
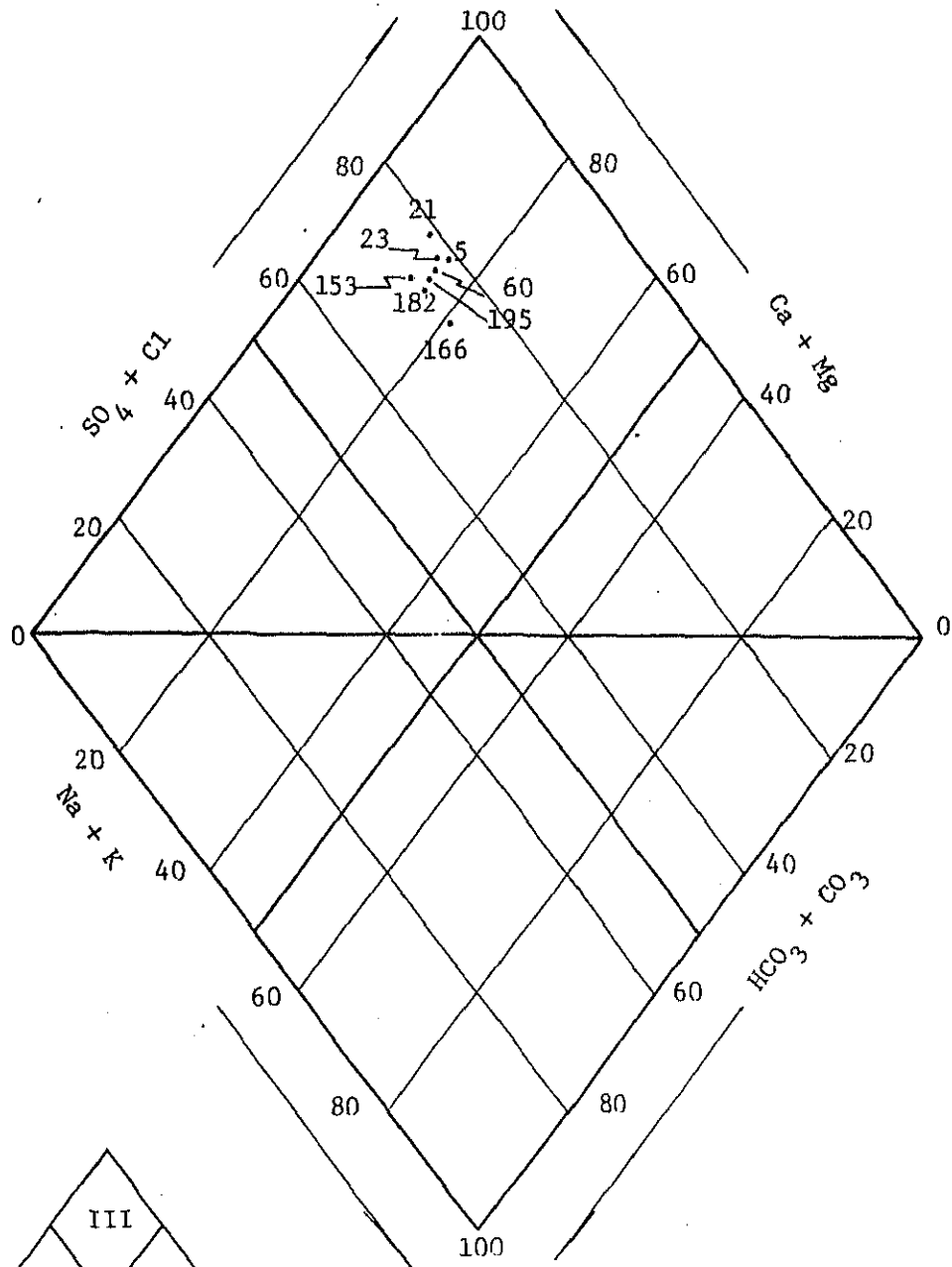
Well No.	Transmissibility (m.sq./sec)			Permiability (m/sec)	Storage Coefficient (%)	Observation
	Draw Down	Recovery	Average			
15/01/05- 4	7×10^{-3}	17×10^{-3}	10×10^{-3}	2.2×10^{-4}	-	PUMPING WELL
15/01/05- 5	17×10^{-3}	22×10^{-3}	19×10^{-3}	6.1×10^{-4}	-	"
15/01/05- 40	22×10^{-3}	11×10^{-3}	23×10^{-3}	4.3×10^{-4}	-	"
15/01/05- 41	18×10^{-3}	-	18×10^{-3}	-	1.0	OBS. WELL OF 15/01/05-40
15/01/16- 44	-	32×10^{-3}	32×10^{-3}	7.0×10^{-4}	-	PUMPING WELL
15/01/16- 45	105×10^{-3}	-	105×10^{-3}	-	6.6	OBS. WELL OF 15/01/16-44
15/01/16-101	11×10^{-3}	11×10^{-3}	11×10^{-3}	2.0×10^{-4}	-	PUMPING WELL
15/01/16-141	9×10^{-3}	-	9×10^{-3}	-	2.2	OBS. WELL OF 15/01/16-101
15/01/16-182	50×10^{-3}	50×10^{-3}	50×10^{-3}	-	-	PUMPING WELL
15/01/16-183	36×10^{-3}	-	36×10^{-3}	-	3.0	OBS. WELL OF 15/01/16-182
15/01/16-185	45×10^{-3}	40×10^{-3}	42×10^{-3}	11×10^{-4}	-	PUMPING WELL
OBSERVATION WELL	39×10^{-3}	33×10^{-3}	36×10^{-3}	19×10^{-4}	-	"
	49×10^{-3}	-	49×10^{-3}	-	3.5	OBS. WELL OF 15/01/16-185

表 5 - 2 水源地帯の地下水の特徴

Factor	Data	Remarks
GEOLOGY OF AQUIFER	Alluvial Pebble Layer	Matrix Sand and Clay
THICKNESS OF AQUIFER	Average 150 m (100m ~ 250 m)	From Electric Prospection
RESISTIVITY OF UPPER LAYER	100m ~ 150 Ω-m	Thickness 120 ~ 30 m
RESISTIVITY OF LOWER LAYER	30 ~ 50 Ω-m	Thickness 120 ~ 200 m
STATIC WATER LEVEL	185 ~ 200 m	Over Sea Level
GRADIENT OF STATIC WATER LEVEL	0.45% 1.0%	0.45%; Central area 1% ; along Rio Chillan
TRANSMISSIBILITY	28×10^{-3} m.sq./sec	$9 \sim 105 \times 10^{-3}$ m sq./sec
PERMEABILITY	7.4×10^{-4} m/sec	2.0 ~ 19 m/sec
STORAGE COEFFICIENT	0.03	0.01 ~ 0.06

表 5 - 3 Result of Chemical Analysis

No	Name of Well	Hardness °th F	C.E. mmhos/cm. 25° C	CATION (meq/lt)					ANION (meq/lt)					Class	
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼⁼		Total
15/01/05- 5	CAP. La Malina Alto	840	1.84	13.12	3.42	3.0	0.09	19.63	2.3	10.47	3.40	2.5	0.0	18.67	CaSO ₄
21	Pueblo Vicio	820	2.13	13.08	3.32	2.0	0.06	18.46	1.85	12.74	3.89	0.0	0.0	18.48	"
23	CAP. Moriategui- Agua Bendita	620	1.50	9.48	2.84	1.95	0.07	14.34	1.85	8.0	2.9	1.3	0.0	14.05	"
15/01/16- 60	Balfazar Centeno Leon	550	1.21	8.6	2.32	1.80	0.01	12.82	1.79	7.5	2.95	0.0		12.24	"
153	Genaro iguchi-Haras 33	520	1.36	7.76	2.72	1.50	0.06	12.04	1.3	6.4	2.9	1.0	0.0	11.60	"
166	Jose Balbuena B: Sn. Alejandro	670	1.96	10.48	3.04	3.40	0.10	17.02	1.79	13.70	4.05	0.0		19.54	"
192	Pancha Paula-2	620	1.38	9.8	2.6	2.1	0.08	14.58	1.9	7.8	3.6	1.8	0.0	14.60	"
195	CAP. Gallinazos	370	1.10	5.72	1.80	1.20	0.07	8.79	1.1	4.9	2.0	0.6	0.0	8.60	"



- I : $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- II : NaHCO_3
- III : CaSO_4 or CaCl_2
- IV : Na_2SO_4 or NaCl

図5-5 水源地区地下水のキアダイアグラム

表 5-4 水質試驗結果

Parametros		Muestra de Agua - Ventanilla			
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
Amonio, como nitrogene	mg/lt.	0.0	0.0	0.0	0.0
Nitrates, como nitrogene	mg/lt.	19.0	9.0	2.1	3.0
Nitrites, como nitrogene	mg/lt.	0.001	0.000	0.012	0.000
Mercurie, como Hg	mg/lt.	0.00	0.00	0.00	0.00
Cebre, como Cu	mg/lt.	0.00	0.00	0.00	0.00
Hierro, como Fe	mg/lt.	0.02	0.02	0.02	0.25
Manganese, como Mn	mg/lt.	0.00	0.00	0.00	0.01
Plome, como Pb.	mg/lt.	0.00	0.00	0.00	0.00
Crome, como $CrO_4 (Cr^{+6})$	mg/lt.	0.00	0.00	0.00	0.00
Cadmie, como Cd	mg/lt.	0.000	0.000	0.000	0.000
Arsenice, como As	mg/lt.	0.00	0.00.	0.00	0.00
Residue total	mg/lt.	1,044	904	551	706

Lima, 13 de Octubre de 1980

REMITENTE : Ing. Carles Valenzuela Flores

FUENTE DE ABASTECIMIENTO: Agua subterranea - Peze

TIPO DE AGUA : Cruda (sin tratamiento)

FECHA RECOLECCION : 08 - 10 - 80

5.2 地下水開発計画

5.2.1 開発地域の選定

水理地質学的な条件を総合的に判断すると、新設水源は、PUENTE PIEDRA 東方地域からRIO CHILLONの右岸にかけての地域が適切であると判断される。

5.2.2 深井戸数

既存の水源の段階揚水テスト結果(図5.6 表5.5)から判断すると本地域の取水井の適正限界揚水量は 37.6 l/sec であることが判明した。

従って、取水井一井当りの計画取水量は 34.0 l/sec として1日18時間運転を行うものとし、10井を考慮した。

$$\begin{aligned} 34.0 \text{ l/sec} \times 10 \text{ well} \times 64,800 \text{ sec} \\ \div 2,200 \text{ m}^3/\text{day} > 21,950 \text{ m}^3/\text{day} \end{aligned}$$

5.2.3 井戸間隔

井戸の配置を決定するにあたって影響半径を求めた。Transmissibilityを $T = 2.8 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec}$ とし Storage Coefficientを $S = 3 \times 10^{-3}$ とし、揚水量を $Q = 34.0 \text{ l/sec}$ 、運転時間を18時間とし、 ΔS を 0.1 m として影響半径を公式

$$R = \left(\frac{2.25 T t}{S \times 10 (h' t / 0.183 Q)} \right)^{0.5}$$

より求めると、影響半径 R は 220 m が得られた。

この結果より井戸間隔は少なくとも 440 m 以上とし、井戸相互の影響をさけるようにする。これは既存の深井戸に対しても採用することとした。その結果決定された計画水源位置は図5-8のとおりである。

5.2.4 深井戸諸元

井戸口径は 34 l/sec の水量を考慮して $\phi 350 \text{ mm}$ とし、ストレーナー長は地層の有効空隙率を 0.3 とし $\phi 350 \text{ mm}$ のストレーナーの間孔率を 0.2 とすると、井戸内への流入速度、 $V = 0.018 \text{ m/sec}$ となる。この時の流入量は $Q = 0.0059 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{m}$ となる。(ペルーの基準によると流入速度は 0.03 m/sec 以下とならなければならない)この値をもって、ストレーナー長をもとめると、約 29 m を必要とするようになる。

一方掘さく深度は過去の調査結果より深度 100 m 程度が適切である。ストレーナーの装着位置は、掘さく直後の電気検層によって決定すべきである。

以上をまとめると

掘さく口径	5 5 0 mm	
ケーシング口径	3 5 0 mm	
深 度	1 0 0 m	
ストレーナー長	3 0 m	開孔率 0.2 以上

図 5 - 6 No 23 井戸の弾性限界揚水量

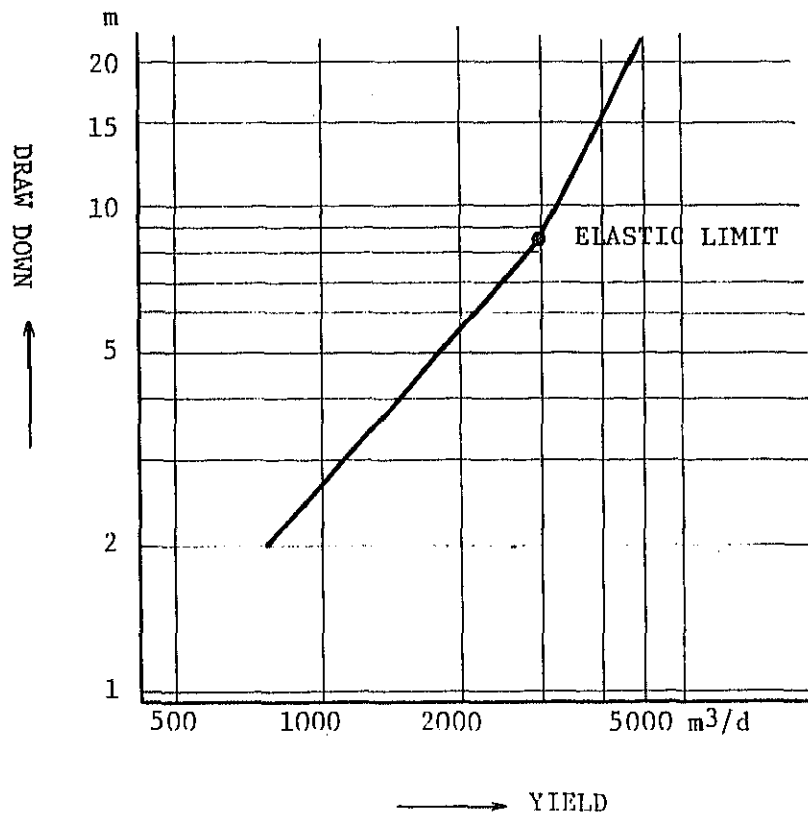


表 5 - 5 既存井戸の弾性限界揚水量

Well N ²	THE YIELD OF ELASTIC LIMIT		Draw Down (m)
	Yield during 24 hr. m. cu/day	Yield as ℓ/s	
6	2200	25.5	10.0
32	4000	46.2	11.5
23	3000	34.7	8.5
58	3000	34.7	9.0
40	4300	49.7	9.0
101	2500	28.5	10.5
53	4000	46.2	12.5
46	3100	35.9	7.4
44	3200	37.0	8.6

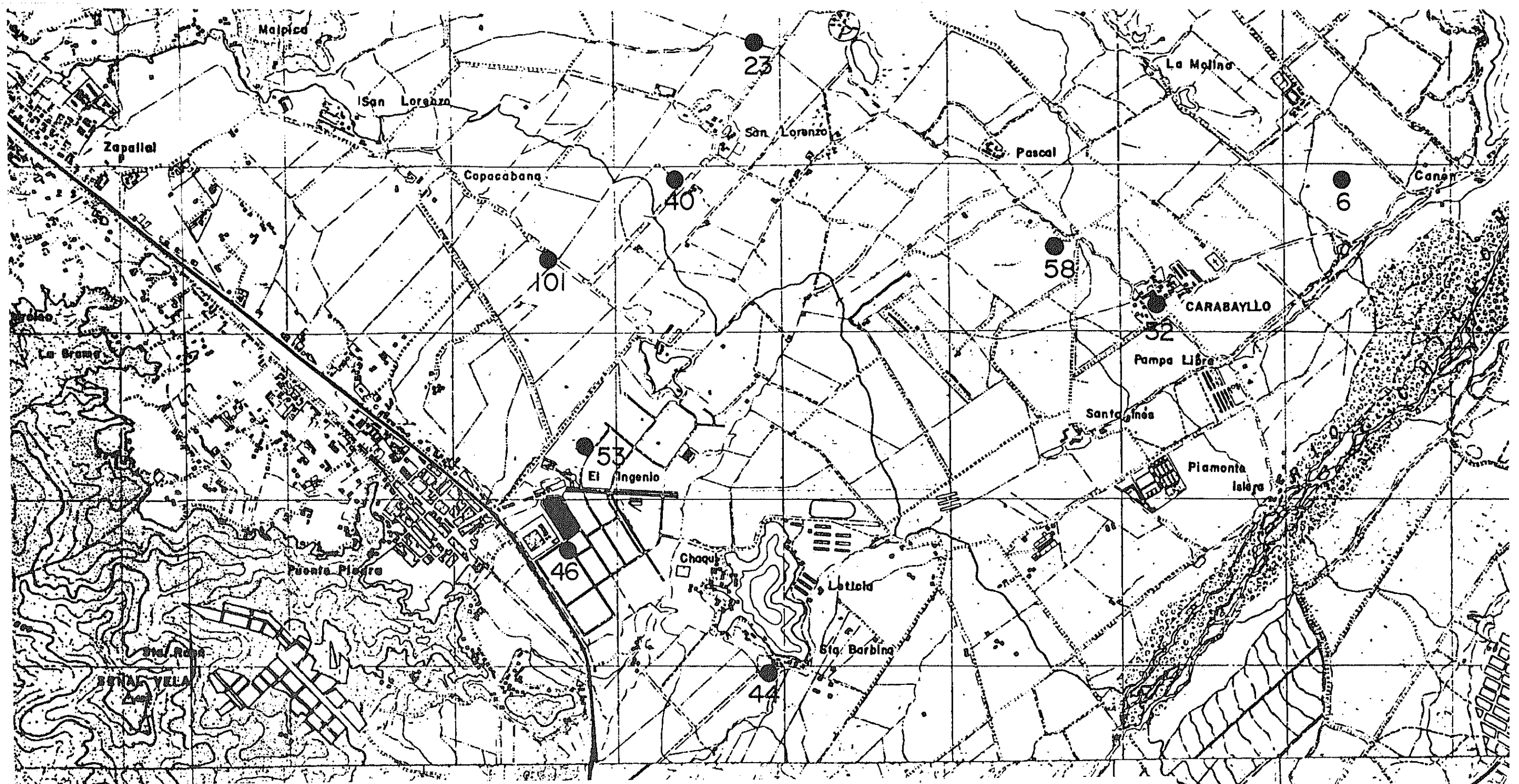
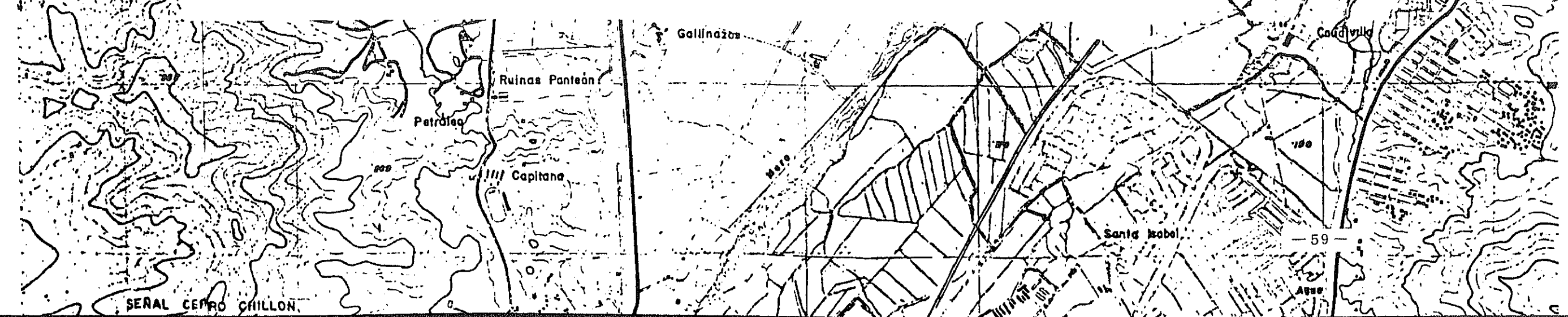


図5-7 段階揚水試験井戸の分布

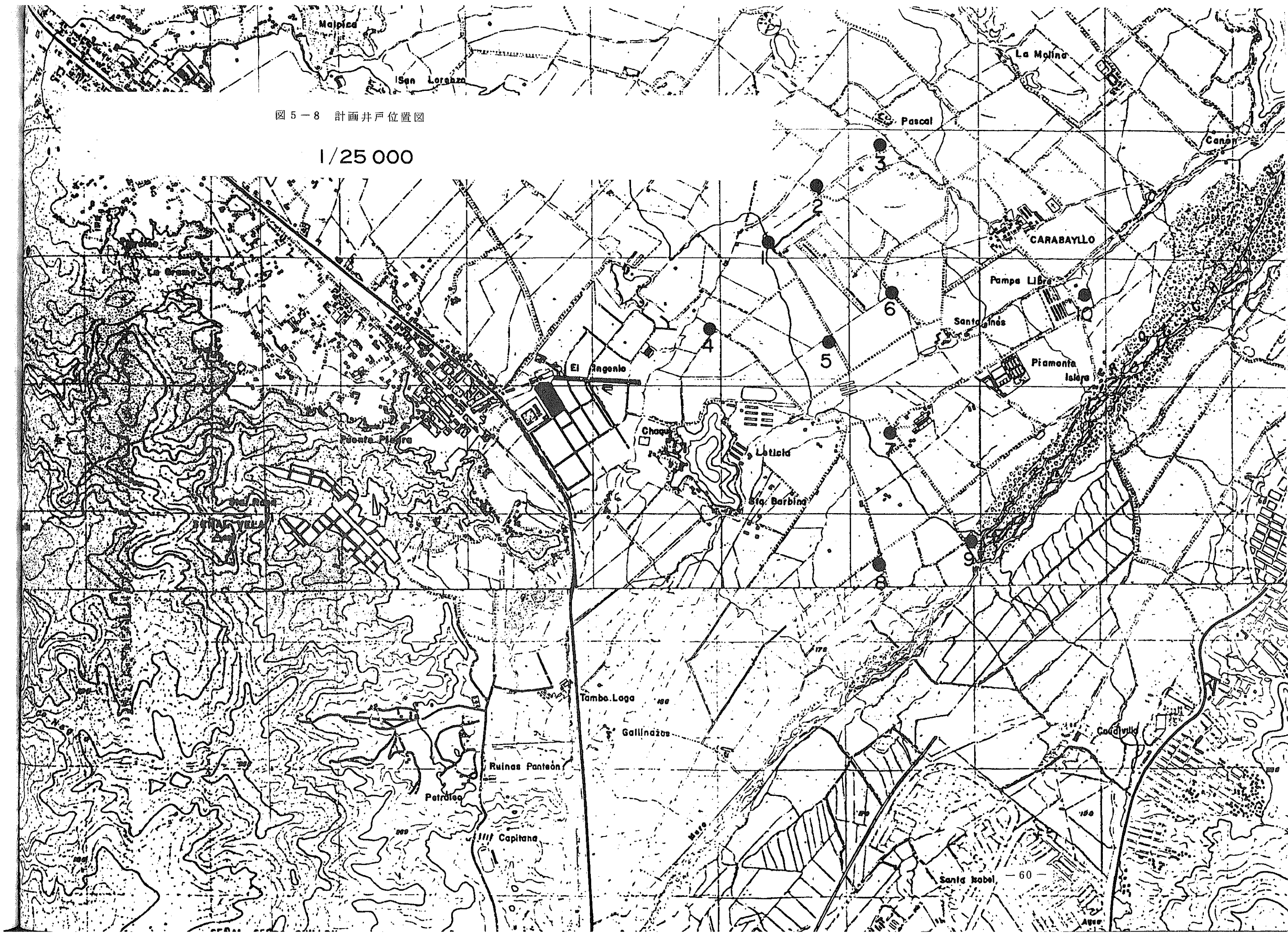
1/25 000



SERIAL CENTRO CHILLON.

图 5-8 計画井戸位置図

1/25 000



第6章 施設建設及び維持管理に関する条件

第6章 施設建設及び維持管理に関する条件

6.1 建設業界の実態

ペルー国における建設会社の能力について調査するためF社を選定した。

F社は過去5年間の工事実績で5指に入る実績をあげている総合建設会社である。

過去での工事実績はペルー国内において、ラ・パンピーヤ石油基地建設、人工衛星追跡基地建設、水産加工センター建設に従事し、技術能力は高い。

このF社のような建設会社は少くともリマ周辺に数社存在しており、事業実施に必要なローカルの建設技術能力は充分にあるとみて良いであろう。

6.2 建設資材の実態

ペルー国内で調達可能な資材及びそれらの仕様の調査を行った。調査の結果、ポンプ類は部品を外国から輸入し、ペルーで組立られ、販売されている。

パイプ類は石綿管が製造されており、工場には耐圧試験設備などの試験施設がととのっている。

又铸铁製異型管、付属品もペルー調達可能であることが明らかとなった。

ただし铸铁管はパナマ製品を輸入している。

セメント、骨材、ブリック、丸鋼及び異型丸鋼は現地で調達すべきである。

6.3 建設関連法規及び施設基準

工事設計に関する法規施設基準は住宅建設省及びE.S.A.Lによって定められたものがあり、建築に関するものは整備されている。

上下水道の施設に関するものは施設規模の計画基準を定めているが、耐震設計についての技術的基準については現在見直しが行われているが本計画では水平震度KH=0.14とし設計する。

資材に関する規準は現在主にパイプ・バルブ類等に関して定められており、その規準の内容はA.W.W.A, A.S.T.Mに準拠している。

6.4 建設工事の実態

(1) さく井工事

さく井工事についてはRio Chillon 流域の下流においてパーカッションボーリングにより掘さくが行われていた。構成する地質がいわゆる円礫を主体とする地層であるので、軽量のビットでは、かなりの掘さく時間を必要とし、事実この流域における掘さくはかなりの時間（少くとも3ヶ月以上）を要している。

その結果完成した深井戸の透水率は悪く、地層本来の透水係数からは考えられない劣悪な値を示す。この原因は掘さく泥水の地層への浸入によるものと考えられ、従って、本地区での掘さく工事は、なるべく迅速に施工可能RIG及び工法を考慮すべきである。

(2) 配管工事

配管工事実際はリマ市内においてその布設を観察したが、その施工方法は日本国のものと変ることはない。ただ人力掘さくを主体とする。

(3) 仮設工事

仮設材は主として木製のもので使用されているが鋼製の板及びパイプ枠組足場も徐々に使用されており、建設工事の近代化が進みつつあることが感じられた。

しかし建設現場での機械化は現状では人力依存形であり今1歩というところである。

(4) 土工事

地盤状況は平地部では地表面以下1～2mから砂礫が出ており、丘陵部では表土がほとんどなく、岩石が露出している。

また耕作地以外には、植生は皆無といってよく、根伐の必要は全くない。

土工機械は平地部において、小型ブルドーザ・パワーシャベルが使用されているものの、丘陵部の岩盤掘さく作業はほとんどが人力であり、ブレーカーの使用もみられた。

作業能力は旧式機械を使用しており、性能が悪いこと、又人力作業においてもラテン諸国特有の国民性から非能率であること等から判断し日本における職能力の $\frac{2}{3}$ ～ $\frac{1}{3}$ とみなすべきであろう。

(5) 鉄筋コンクリート工事

現地では、リマ空港附近の配水池工事現場、リマ市内の建築工事等を見学した。

鉄筋組み立て作業では日本に比べ格差はないと思われたが、コンクリート打設作業

においては、コンクリートミキサー車の保有台数が少ないためか、ほとんどが現場での手練作業であり、品質の均一性に欠ける。特に本計画でのP.O 工事では、コンクリートの品質管理が最重要となるであろう。

又型枠はすべて木製であり、ビル建築における型枠は資材不足か、端材が大部分であったが、配水池現場における円形型枠は日本と比較しても引けを取らない充分なものであり、材料の確保を適切に行えば問題はない。

6.6 維持管理技術の実態

維持管理技術の水準について検討するために、今後、ペタニーヤの維持管理を管割することになっているLIMA上下水道公社(ESAL)の技術者との討議、実際にESALの運営するLIMA市の浄水場施設を見学した。その結果、幹部職員は水道技術に精通し、かつ、LIMA市の浄水場における施設管理技術は、我国の都市水道のそれと比較して遜色のないことがうかがえた。

第7章 施 設 計 画

第7章 施設計画

7.1 施設の概要

今回の調査に基づいて計画された VENTANILLA 地区生活用水供給の為の水道は、計画給水人口 40,000 人、計画 1 日最大給水量 $21,950 \text{ m}^3/\text{日}$ の規模をもつものである。

この水道施設は、主として、取水施設、導水施設、送水施設、及び貯水施設で構成される。施設経路は、図 - 7.1 に示す如く、VENTANILLA 地区から、東方約 10 km 程離れた CHIL LON 川右岸の PUENTE PIEDRA 地区及び CARABAYLLO 地区に深井戸 10 井をさく井し、各々の深井戸に設備される水中モーターポンプによって揚水される。揚水された原水（地下水）は口径 $\phi 8''$ ($\phi 200 \text{ mm}$) ~ $\phi 14''$ ($\phi 350 \text{ mm}$) の導水管によってポンプ場に導入される。各導水管からの原水は、ポンプ場内の接合井に流入し、更にポンプ井を経て、送水ポンプにてポンプアップされる。

ポンプ場からの送水管は口径 $\phi 24''$ ($\phi 600 \text{ mm}$) で、PAN-AMERICAN HIGHWAY に沿って ZAPALLA L まで行き、更に VENTANILLA との境界の尾根に設置される減圧槽まで布設される。

減圧槽から先は、現在使用されている 2 条の既設管で計画送水量を流下させることが充分可能であるため、これを使用し貯水槽へ送水する。

貯水槽は既存貯水槽 3 槽（容量 $1,000 \text{ m}^3 \cdots 2$ 槽、 $2,000 \text{ m}^3 \cdots 1$ 槽）に加えて、新たに 3 槽（ $2,000 \text{ m}^3 \cdots 3$ 槽）を建設し、これら貯水槽間の接続は、新設連絡管によって結ばれる。

7.2 計画諸元

計 画 給 水 人 口	；	40,000 人
計 画 目 標 年	；	1987 年
計画 1 人 1 日最大給水量	；	390 $\ell/\text{人}/\text{日}$
計画 1 人 1 日平均給水量	；	300 $\ell/\text{人}/\text{日}$
計 画 1 日最大給水量	；	$21,950 \text{ m}^3/\text{日}$
		(商工業区域, 公共施設用水含む)
計 画 深 井 戸 数	；	10 井
計 画 取 水 量	；	$21,950 \text{ m}^3/\text{日}$

1井当り計画取水量 ; 34ℓ/秒/井
 (ポンプ運転時間18時間/日)

7.3 施設の規模と容量計算

7.3.1. 取水施設

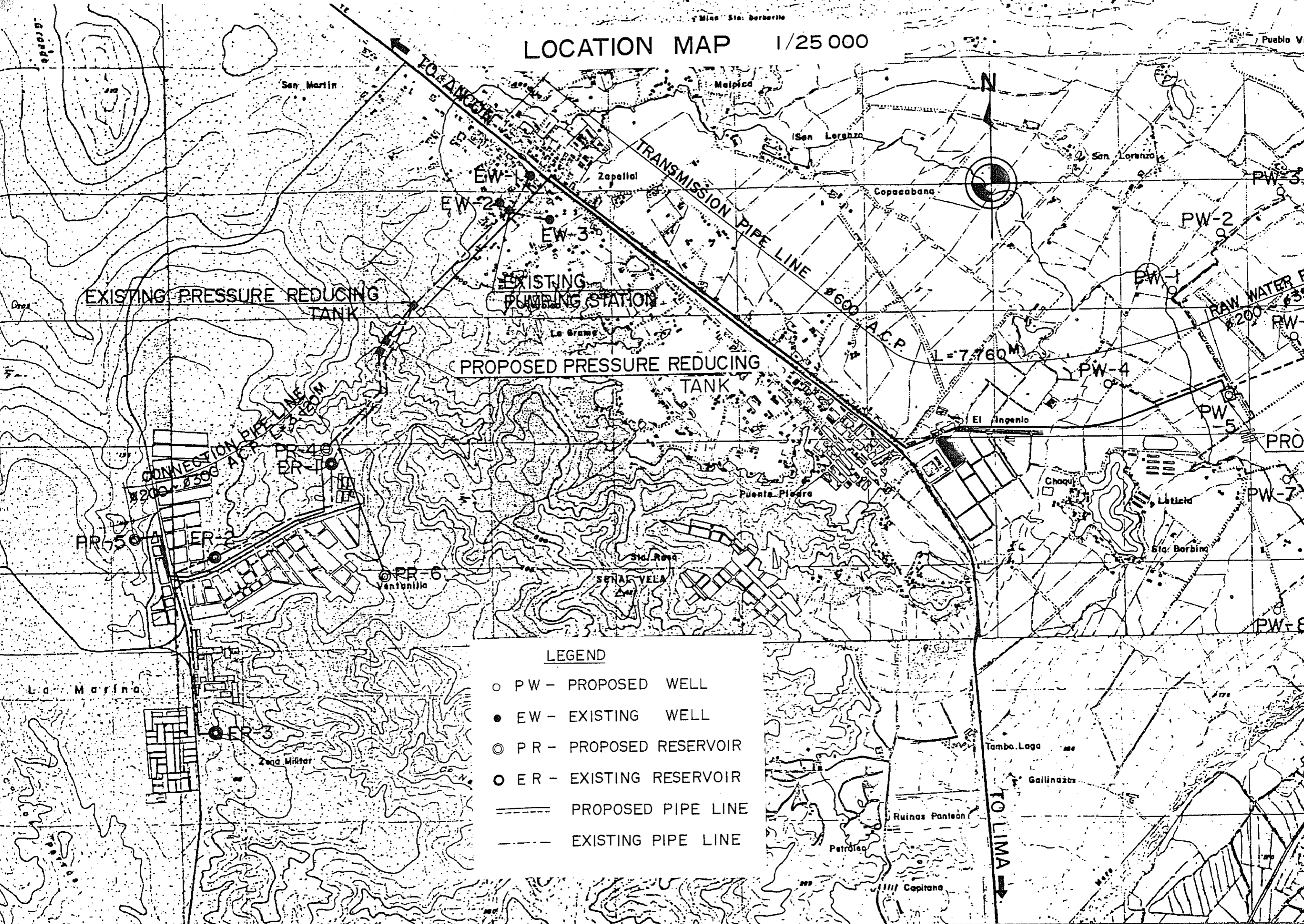
(a) 取水井

計 画 取 水 量	34 ℓ/秒/井
井 戸 本 数	10 井
深 度	100 m
孔 径	550 mm
ケーシング口径	350 mm
ストレーナー	丸孔捲線型
	実効長 30 m
	スリット巾 0.5 mm
	開孔率 20%以上
グラベルウォール	φ 3 mm ~ φ 10 mm

(b) 取水ポンプ室

構 造	レンガ造	4.0 m × 4.0 m
建 築 面 積		16.0 m ²
棟 数		10棟

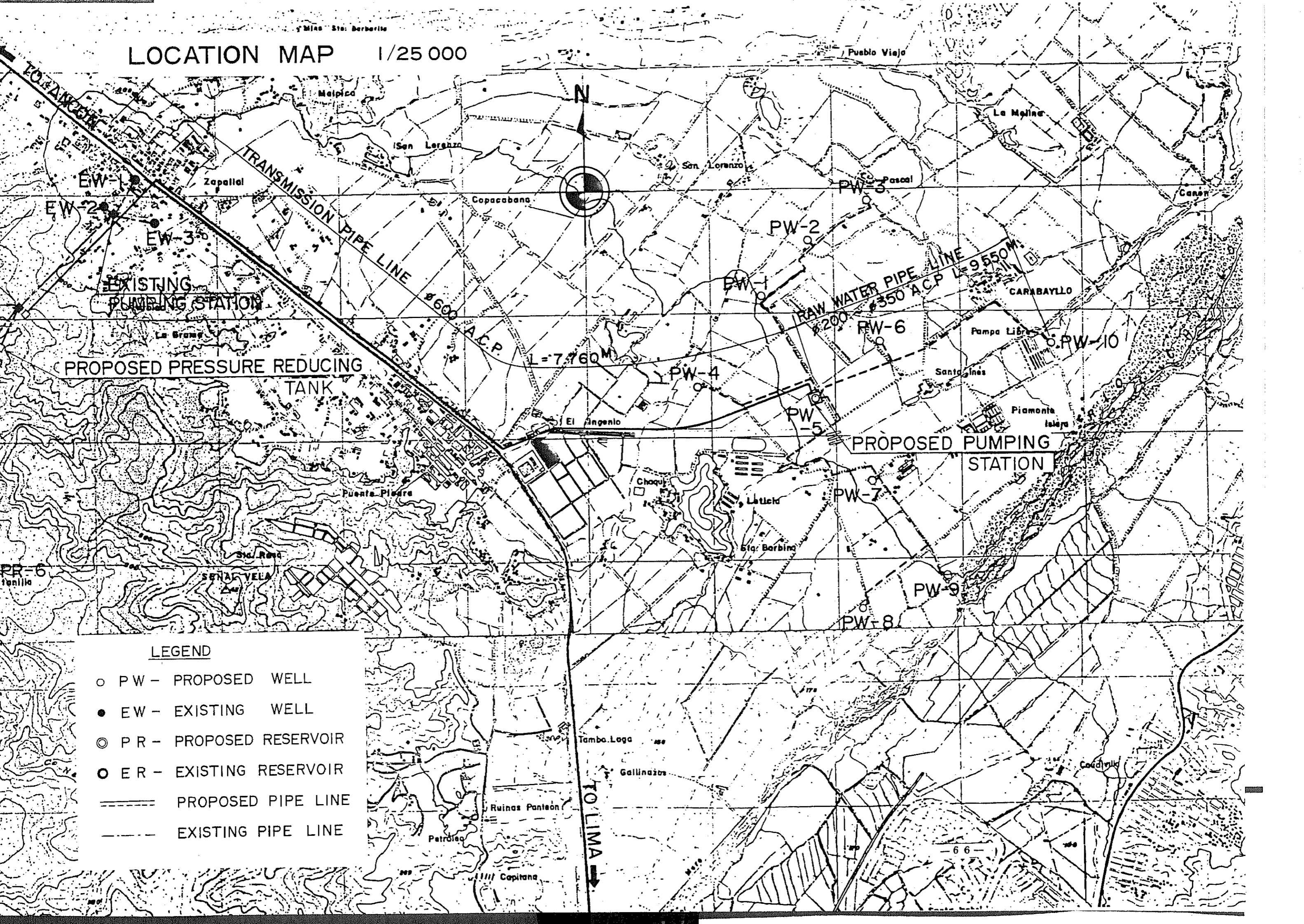
LOCATION MAP 1/25 000



LEGEND

- PW - PROPOSED WELL
- EW - EXISTING WELL
- ◎ PR - PROPOSED RESERVOIR
- ER - EXISTING RESERVOIR
- ==== PROPOSED PIPE LINE
- EXISTING PIPE LINE

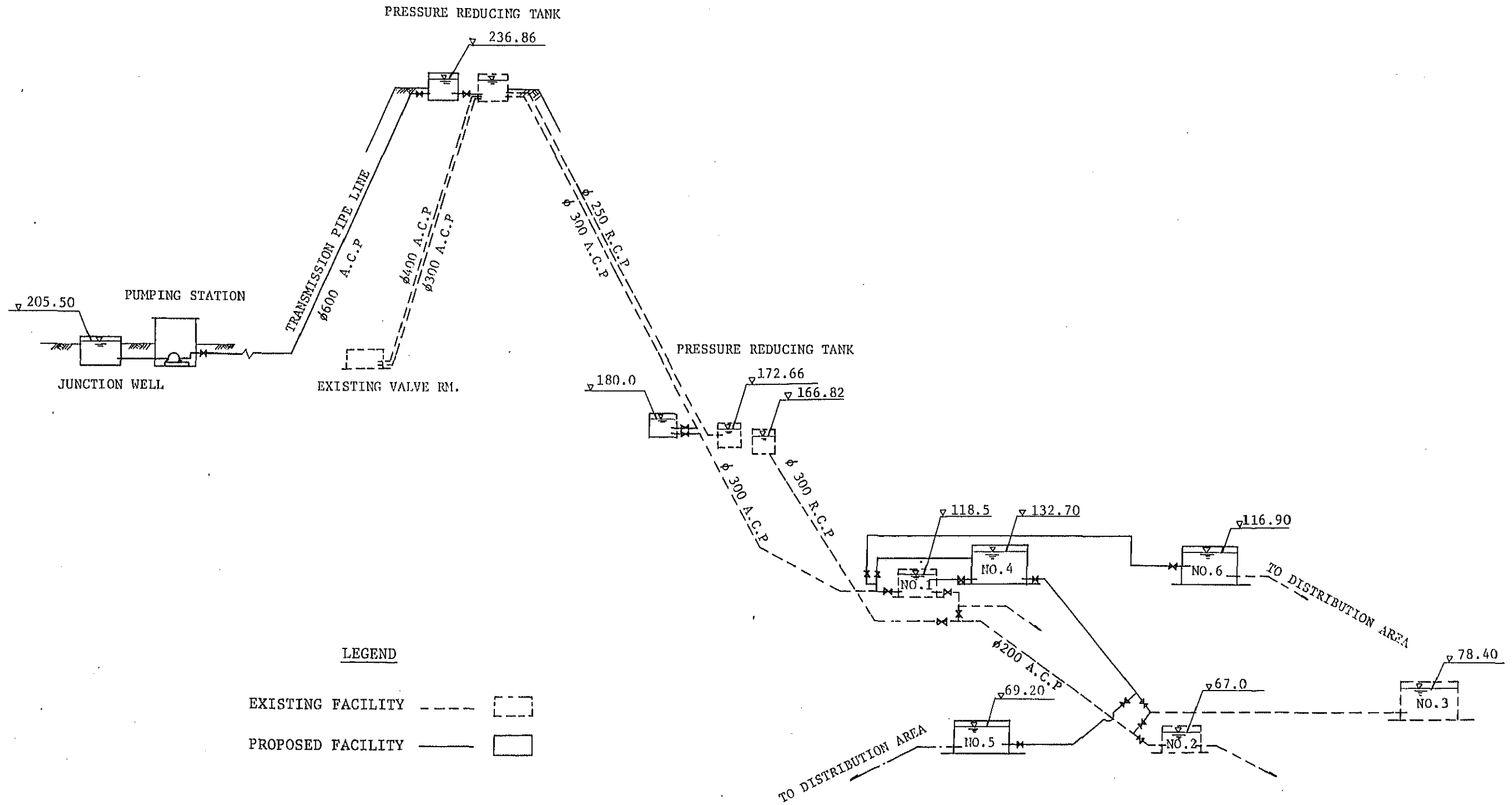
LOCATION MAP 1/25 000



LEGEND

- P W - PROPOSED WELL
- E W - EXISTING WELL
- ⊙ P R - PROPOSED RESERVOIR
- ⊙ E R - EXISTING RESERVOIR
- ==== PROPOSED PIPE LINE
- EXISTING PIPE LINE

图7-2 水位高低图



(c) 取水ポンプ

表 7.1 List of Well

Number of Wells	Ground Level m	Static Water Level m	Draw down m	Pumping Water Level m
No. 1	199.7	194.0	15.0	179.0
No. 2	208.1	196.0	15.0	181.0
No. 3	216.5	198.0	15.0	183.0
No. 4	190.1	189.0	15.0	174.0
No. 5	202.5	193.0	15.0	178.0
No. 6	213.4	196.0	15.0	181.0
No. 7	200.7	192.0	15.0	177.0
No. 8	189.9	186.0	15.0	171.0
No. 9	197.9	189.0	15.0	174.0
No. 10	233.1	200.0	15.0	185.0

導水管リスト

- No. ① -----(No. 1, No. 2, No. 3)
" No. ② -----(No. 6, No. 10)
" No. ③ -----(No. 7, No. 8, No. 9)
" No. ④ -----(No. 4, No. 5)

表 7.2 導水管リスト

Route No. 導水管系統	Section 導水管路	Distance (m) 距離	Dia (mm) 口径	Quantity (m.cu/min) 流量	Hydraulic Gradient (%) 動水勾配	Velocity (m/s) 流速
No. ①	No.3 - No.2	650	φ200 (φ8")	2.04 (34 l/s)	8.6	1.08
	No.2 - No.1	670	φ300 (φ12")	4.08 (68 l/s)	4.3	0.96
	No.1 - P.S	790	φ350 (φ14")	6.12 (102 l/s)	4.3	1.06
No. ②	No. 10 - No. 6 P.I.	1560	φ200 (φ8")	2.04 (34 l/s)	8.6	1.08
	No. 6 - No. 10 P.I.	170	φ200 (φ8")	2.04 (34 l/s)	8.6	1.08
	P.I. - P.S.	690	φ250 (φ10")	4.08 (68 l/s)	10.5	1.38
No. ③	No. 8 - No. 9 P.I.	710	φ200 (φ8")	2.04 (34 l/s)	8.6	1.08
	No. 9 - No. 8 P.I.	420	φ200 (φ8")	2.04 (34 l/s)	8.6	1.08
	P.I. - No.7	720	φ300 (φ12")	4.08 (68 l/s)	4.3	0.96
	No.7 - P.S.	2030	φ350 (φ14")	6.12 (102 l/s)	4.3	1.06
No. ④	No.4 - P.S.	1050	φ200 (φ8")	2.04 (34 l/s)	8.6	1.08

Note) P.I. ----- Point of Intersection

P.S. ----- Pumping Station

流速係数 ----- 110

163 取水ポンプ

実揚程 $H' = \text{接合井 H.W. L} - \text{P.W. L}$

$$= 205.500 - 183.0 = 22.5 \text{ (m)}$$

$$\text{管路摩擦損失水頭 } \Delta h_1 = \frac{8.6}{1000} \times 650 + \frac{4.3}{1000} \times 670 + \frac{4.3}{1000} \times 790$$

$$= 11.87 \text{ (m)}$$

$$\text{残留速度水頭 } \Delta h_2 = 5.0 \text{ (m)}$$

$$\text{その他の損失水頭 } \Delta h_3 = 5.63 \text{ (m)}$$

全揚程 $H = H' + \Sigma \Delta h$

$$= 22.5 + 11.87 + 5.0 + 5.63$$

$$= 45 \text{ (m)}$$

$$\text{ポンプの口径 } D = 146 \sqrt{\frac{Q}{v}} \text{ (mm)}$$

$$= 146 \times \sqrt{\frac{2.04}{3.0}}$$

$$= 120 \text{ (mm)} \rightarrow \phi 125 \text{ (mm)}$$

v ; 吸込管の流速 (m/s)

Q ; 吐出量 (m^3/min)

$$\text{電動機出力 } P_m = \frac{16.3 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H}{\eta} (1 + \alpha) \text{ (kW)}$$

γ ; 水の単位体積重量 (kg/ℓ)

Q ; 吐出量 (m^3/min)

H ; 全揚程 (m)

η ; ポンプの効率 (%)

α ; 余裕

$$P_m = \frac{16.3 \times 1.0 \times 2.04 \times 45}{65} \times (1 + 0.15)$$

$$= 26.47 \text{ (kW)} \rightarrow 30 \text{ (kW)}$$

ポンプの仕様 $\phi 125 \text{ mm} \times 2.04 \text{ m}^3/\text{min} \times 45 \text{ m} \times 30 \text{ kW}$

16.2 取水ポンプ

16.2 取水井との接続点での動水位は、

$$(183.0 + 45.0 - 5.63) - \left(\frac{8.6}{1000} \times 650 \right) = 216.78 \text{ (m)}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{全揚程 } H &= 216.78 + 5.63 - 181.0 \\ &= 41.41 \text{ (m)} \rightarrow 42 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{電動機出力 } P_m &= \frac{16.3 \times 1.0 \times 2.04 \times 42}{65} \times 1.15 \\ &= 24.71 \text{ (kW)} \rightarrow 30 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

ポンプの仕様 $\phi 125 \text{ mm} \times 2.04 \text{ m}^3/\text{min} \times 42 \text{ m} \times 30 \text{ kW}$

16.1 取水ポンプ

16.1 取水井との接続点での動水位は、

$$216.78 - \left(\frac{4.3}{1000} \times 670 \right) = 213.90 \text{ (m)}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{全揚程 } H &= 213.90 + 5.63 - 179.0 \\ &= 40.53 \text{ (m)} \rightarrow 41 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{電動機出力 } P_m &= \frac{16.3 \times 1.0 \times 2.04 \times 41}{65} \times 1.15 \\ &= 24.12 \text{ (kW)} \rightarrow 30 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

ポンプの仕様 $\phi 125 \text{ mm} \times 2.04 \text{ m}^3/\text{min} \times 41 \text{ m} \times 30 \text{ kW}$

16.10 取水ポンプ

管路最高地点 235.9 (m)

16.10 取水井から最高地点までの距離約 50 m

$$\begin{aligned} \text{実揚程 } H' &= 235.9 - 185.0 \\ &= 50.9 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$\triangle h_1 = \frac{8.6}{1000} \times 50 = 0.43 \text{ (m)}$$

$$\triangle h_2 = 5.0 \text{ (m)}$$

$$\Delta h_3 = 3.67 \text{ (m)}$$

$$\begin{aligned} \text{全揚程 } H &= 50.9 + 0.43 + 8.67 \\ &= 60 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_m &= \frac{16.3 \times 1.0 \times 2.04 \times 60}{65} \times 1.15 \\ &= 35.30 \text{ (kW)} \rightarrow 37 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

ポンプの仕様 $\phi 125 \text{ mm} \times 2.04 \text{ m}^3/\text{min} \times 60 \text{ m} \times 37 \text{ kW}$

16.6 取水ポンプ

16.6 取水井からの導水管との接続点での動水位は、

$$(185.0 \times 60.0 - 3.67) - \left(\frac{8.6}{1000} \times 1,560 \right) = 227.91 \text{ (m)}$$

∴ 16.6 取水井で必要な動水位は、

$$227.91 + \frac{8.6}{1000} \times 170 = 229.37 \text{ (m)}$$

$$\begin{aligned} \text{全揚程 } H &= 229.37 + 3.67 - 181.0 \\ &= 52.04 \text{ (m)} \rightarrow 52 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_m &= \frac{16.3 \times 1.0 \times 2.04 \times 52}{65} \times 1.15 \\ &= 30.59 \text{ (kW)} \rightarrow 37 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

ポンプの仕様 $\phi 125 \text{ mm} \times 2.04 \text{ m}^3/\text{min} \times 52 \text{ m} \times 37 \text{ kW}$

16.8 取水ポンプ

$$H' = 205.5 - 171.0 = 34.5 \text{ (m)}$$

$$\Delta h_1 = \frac{8.6}{1000} \times 710 + \frac{4.3}{1000} \times 720 + \frac{4.3}{1000} \times 2030 = 17.93 \text{ (m)}$$

$$\Delta h_2 = 5.0 \text{ (m)}$$

$$\Delta h_3 = 7.57 \text{ (m)}$$

$$\begin{aligned} \text{全揚程 } H &= 34.5 + 17.93 + 5.0 + 7.57 \\ &= 65 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$P_m = \frac{16.3 \times 1.0 \times 2.04 \times 65}{65} \times 1.15$$

$$= 38.24 \text{ (kW)} \rightarrow 37 \text{ (kW)}$$

ポンプの仕様 $\phi 125 \text{ mm} \times 2.04 \text{ m}^3/\text{min} \times 65 \text{ m} \times 37 \text{ kW}$

169 取水ポンプ

168 取水井と 169 取水井からの導水管の接続点での動水位は、

$$(171.0 + 65.0 - 7.57) - \left(\frac{8.6}{1000} \times 710 \right) = 222.32 \text{ (m)}$$

∴ 169 取水井で必要な動水位は

$$222.32 + \left(\frac{8.6}{1000} \times 420 \right) = 225.93 \text{ (m)}$$

$$\text{全揚程 } H = 225.93 + 7.57 - 174.0$$

$$= 59.50 \text{ (m)} \rightarrow 60 \text{ (m)}$$

$$P_m = \frac{16.3 \times 1.0 \times 2.04 \times 60}{65} \times 1.15$$

$$= 35.30 \text{ (kW)} \rightarrow 37 \text{ (kW)}$$

ポンプの仕様 $\phi 125 \text{ mm} \times 2.04 \text{ m}^3/\text{min} \times 60 \text{ m} \times 37 \text{ kW}$

167 取水ポンプ

167 取水井との接続点での動水位は、

$$(236.0 - 7.57) - \left(\frac{8.6}{1000} \times 710 + \frac{4.3}{1000} \times 720 \right) = 219.22 \text{ (m)}$$

$$\text{全揚程 } H = 219.22 + 7.57 - 177.0$$

$$= 49.79 \text{ (m)} \rightarrow 50 \text{ (m)}$$

$$P_m = \frac{16.3 \times 1.0 \times 2.04 \times 50}{65} \times 1.15$$

$$= 29.42 \text{ (kW)} \rightarrow 30 \text{ (kW)}$$

ポンプの仕様 $\phi 125 \text{ mm} \times 2.04 \text{ m}^3/\text{min} \times 50 \text{ m} \times 30 \text{ kW}$

16.4 取水ポンプ

$$H' = 205.5 - 174.0 = 31.5 \text{ (m)}$$

$$\Delta h_1 = \frac{8.6}{1000} \times 1050 = 9.03 \text{ (m)}$$

$$\Delta h_2 = 5.0 \text{ (m)}$$

$$\Delta h_3 = 4.47 \text{ (m)}$$

$$\begin{aligned} \text{全揚程 } H &= 31.5 + 9.03 + 5.0 + 4.47 \\ &= 50 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$P_m = \frac{16.3 \times 1.0 \times 2.04 \times 50}{65} \times 1.15$$

$$= 29.42 \text{ (kW)} \rightarrow 30 \text{ (kW)}$$

ポンプの仕様 $\phi 125 \text{ mm} \times 2.04 \text{ m}^3/\text{min} \times 50 \text{ m} \times 30 \text{ kW}$

16.5 取水ポンプ

$$H' = 205.5 - 178.0 = 27.5 \text{ (m)}$$

$$\Delta h_2 = 5.0 \text{ (m)}$$

$$\Delta h_3 = 7.5 \text{ (m)}$$

$$\begin{aligned} \text{全揚程 } H &= 27.5 + 5.0 + 7.5 \\ &= 40 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$P_m = \frac{16.3 \times 1.0 \times 2.04 \times 40}{65} \times 1.15$$

$$= 23.53 \text{ (kW)} \rightarrow 22 \text{ (kW)}$$

ポンプの仕様 $\phi 125 \text{ mm} \times 2.04 \text{ m}^3/\text{min} \times 40 \text{ m} \times 22 \text{ kW}$

取水ポンプリスト

Well Number	Discharge Volume (m^3/min) (l/s)	Total Head (m)	Diameter of Suction Pipe (mm)	Power of Electric Motor (kW)	Type
No. 1	2.04 (34 l/s)	41.0	$\phi 125$ ($\phi 5''$)	30	Submergible Motor Pump
No. 2	"	42.0	"	30	"
No. 3	"	45.0	"	30	"
No. 4	"	50.0	"	30	"
No. 5	"	40.0	"	22	"
No. 6	"	52.0	"	37	"
No. 7	"	50.0	"	30	"
No. 8	"	65.0	"	37	"
No. 9	"	60.0	"	37	"
No. 10	"	60.0	"	37	"

表 7.3.1 No. ① Raw Water Pipe Line

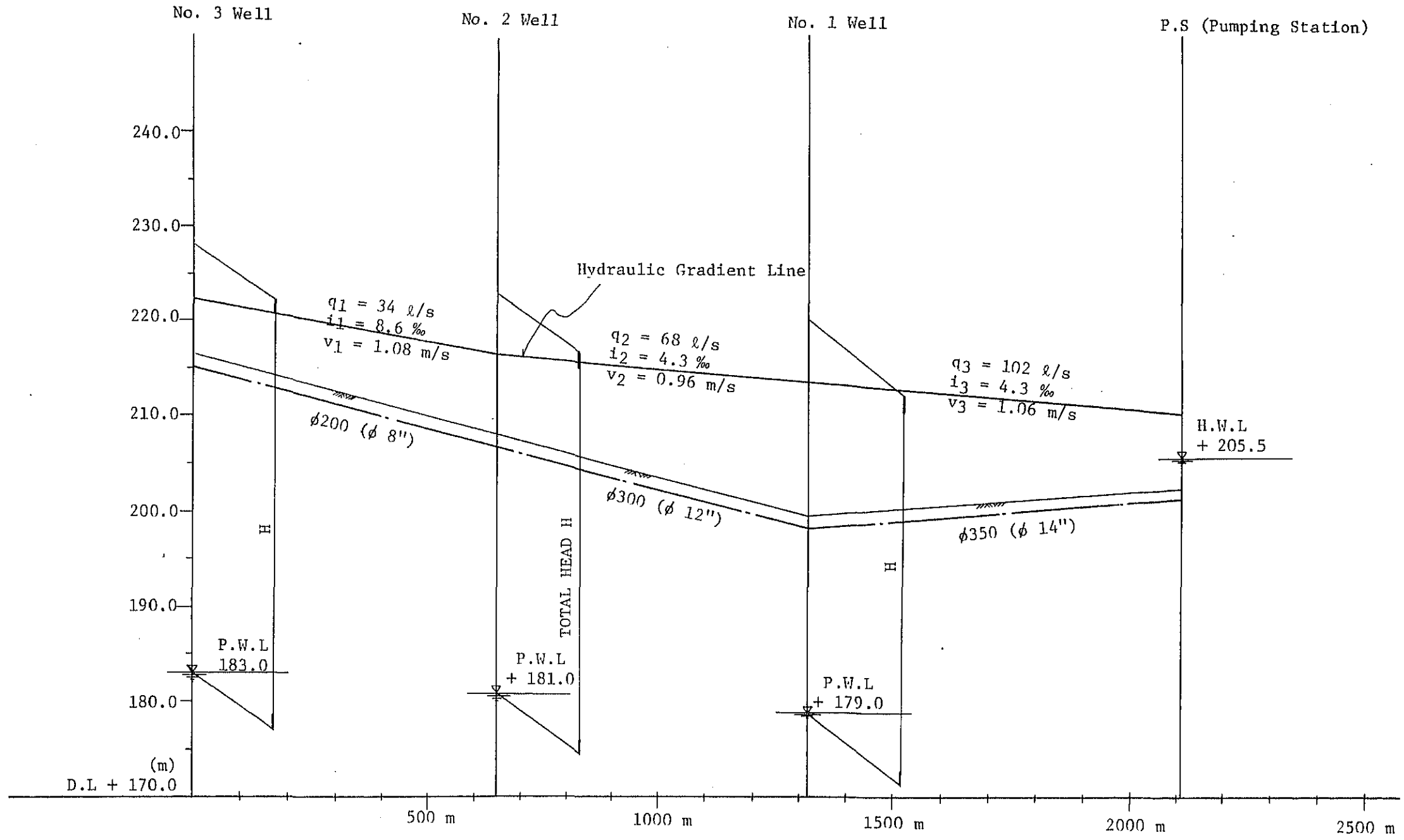


表 7.3.2 No. 2 Raw Water Pipe Line

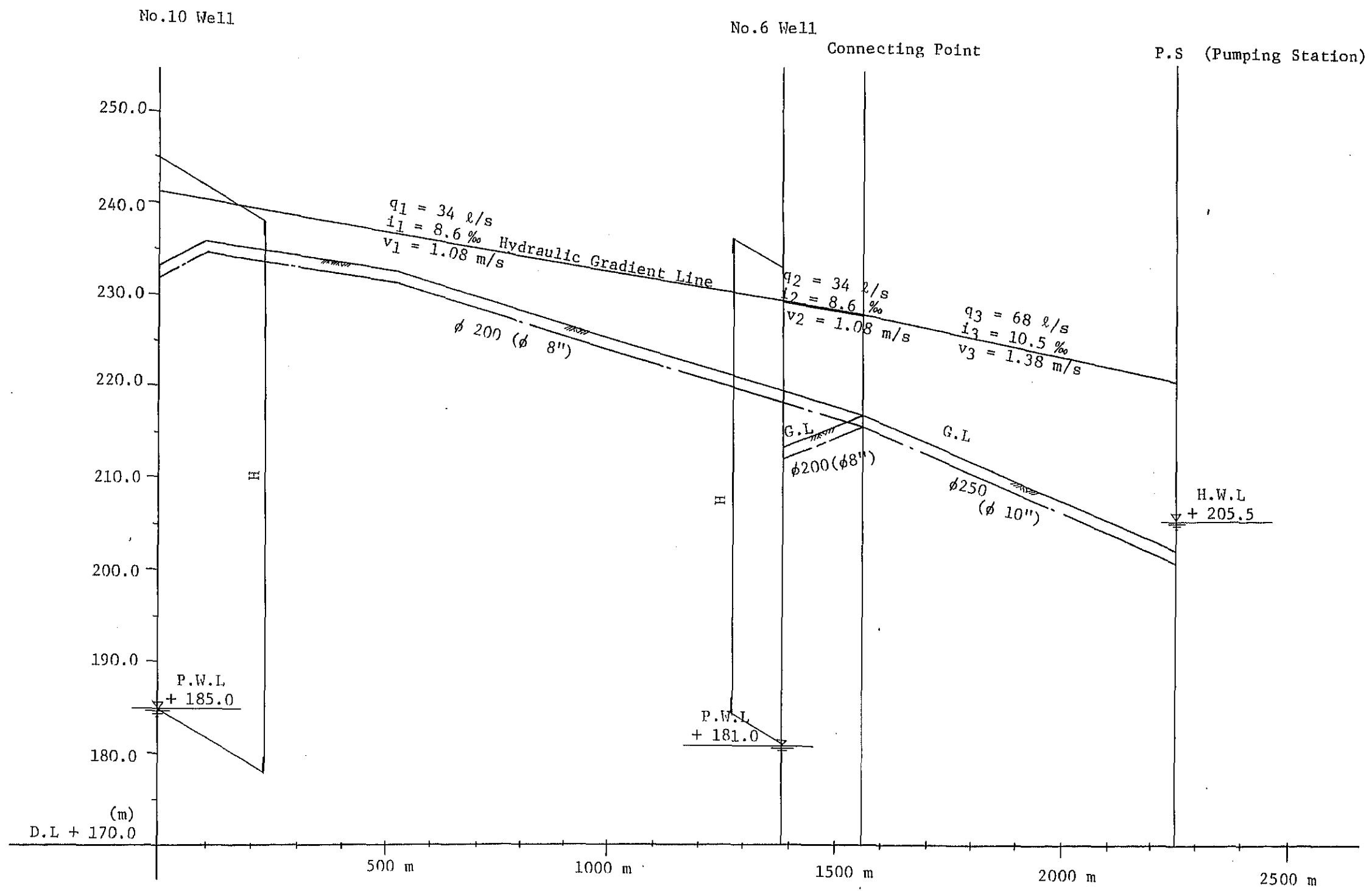


表 7.3.3 No. ③ Raw Water Pipe Line

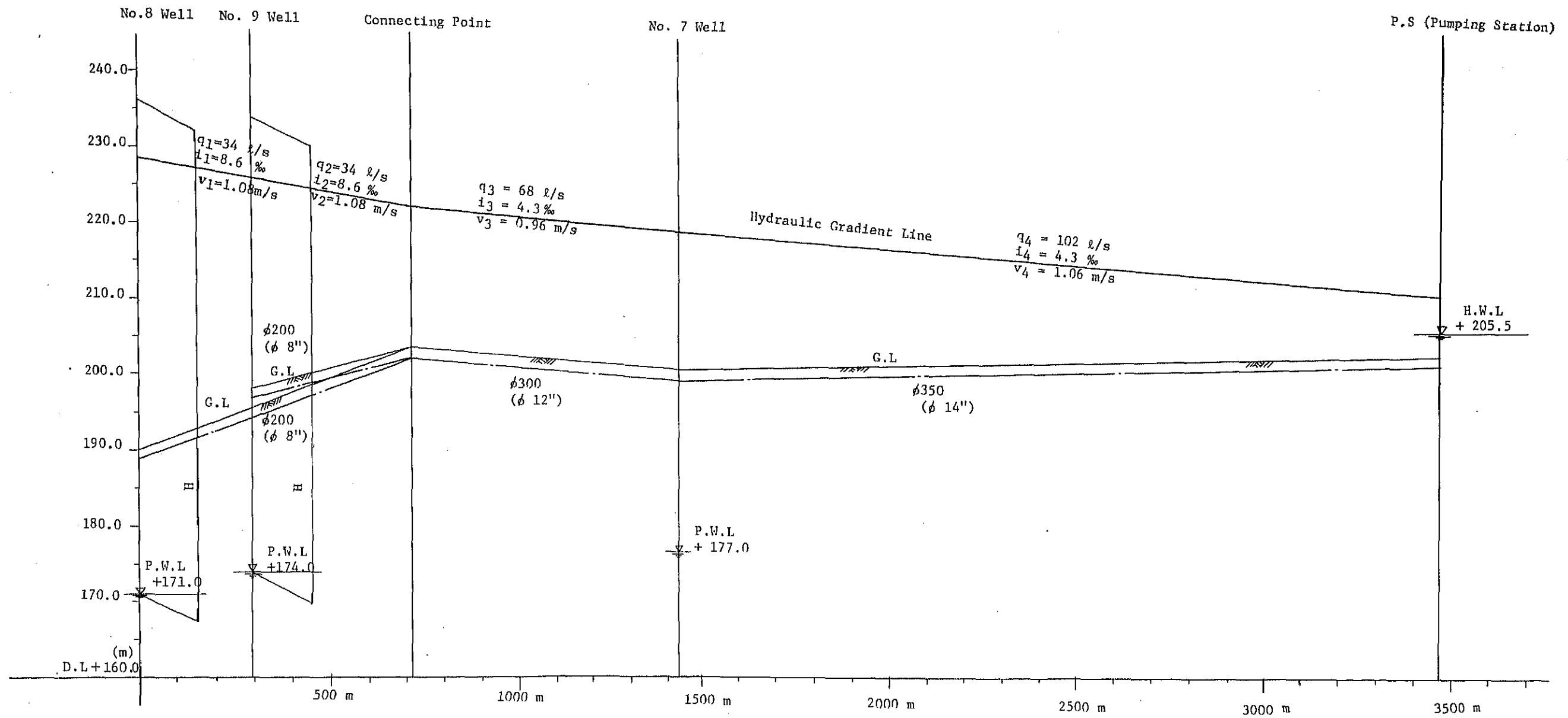
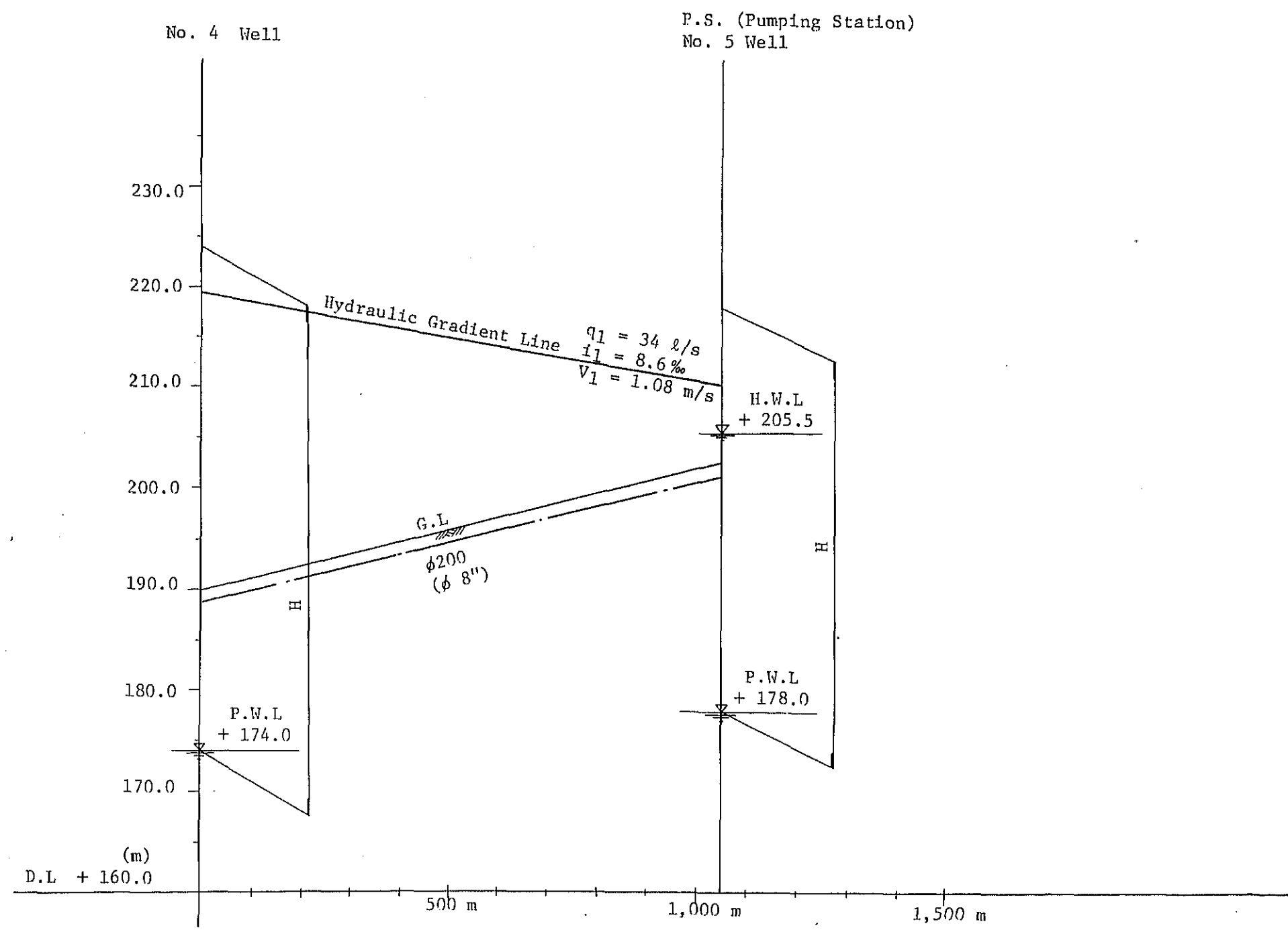


表 7.3.4 No. ④ Raw Water Pipe Line



(d) 掘さく機械

型 式；トップヘッドドライブ形ロータリー掘さく機
(トラック塔載型)

工 法；再循環工法 (リバースサーキュレーション)

掘 さ く 深 度 100 m
孔 径 500 ~ 600 mm
ド リ ル パ イ プ $\phi 6''$ ($\phi 150$ mm)
ケーシング口径 300 ~ 400 mm

付 属 品；○掘さく機械塔載用トラック 1 台

○サクションポンプ

○リバース用掘さく工具 1 式

輸送用機材；○タンクローリー 1 台

揚水試験用機材；○発 電 機 70 ~ 80 KVA 1 台

○水中モーターポンプ 45 KW 1 台

○同上付属品 1 式

7.3.2 導水施設

(a) 導 水 管

管 径	管 種	クラス	延 長
$\phi 200$ mm ($\phi 8''$)	A . C . P	A - 7.5	4,560 m
$\phi 250$ mm ($\phi 10''$)	"	"	690 m
$\phi 300$ mm ($\phi 12''$)	"	"	1,390 m
$\phi 350$ mm ($\phi 14''$)	"	"	2,820 m

7.3.3 送水施設

(a) 接 合 井

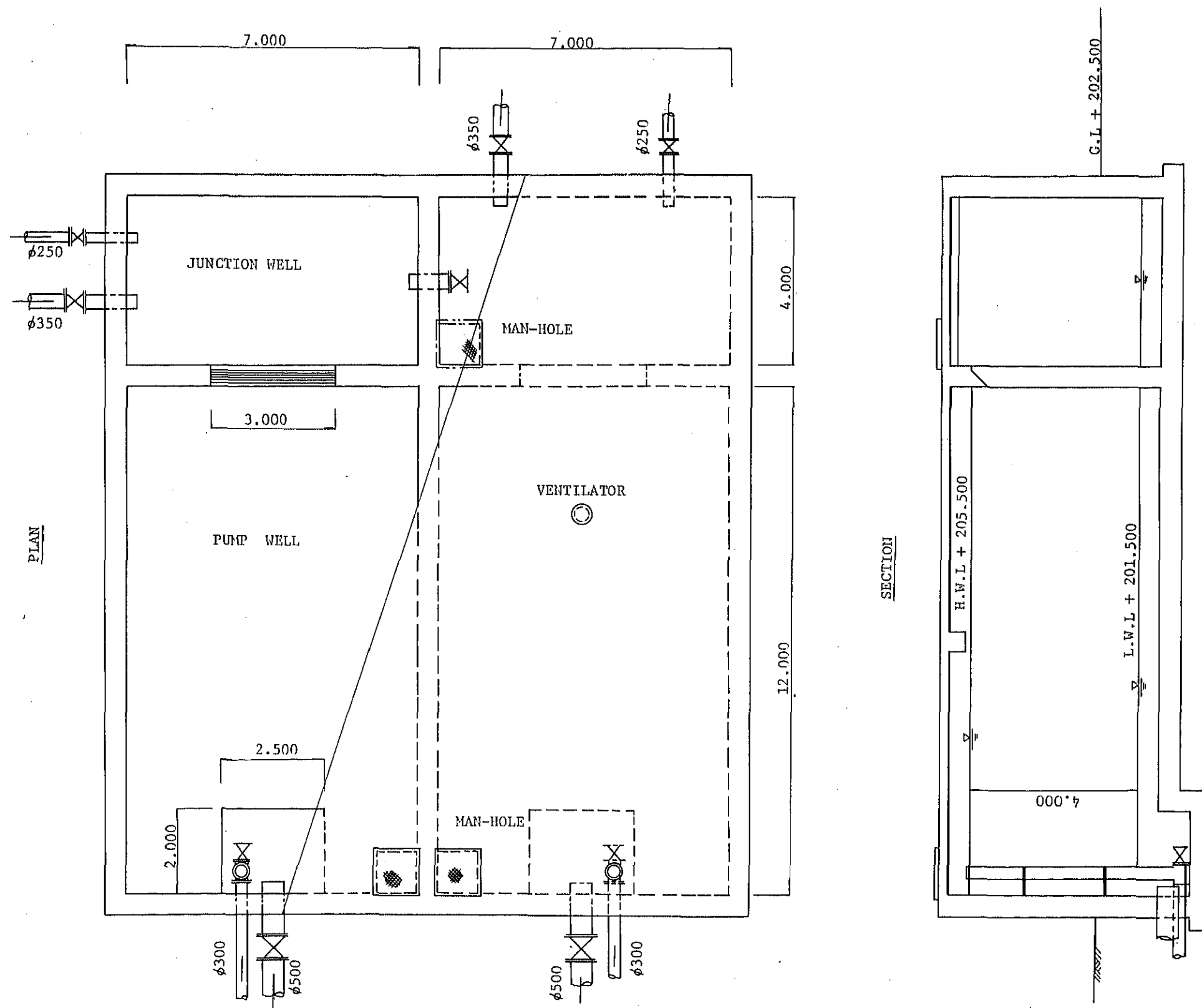
構 造；鉄筋コンクリート造 (ポンプ井と一体構造)

寸 法；4.0 m × 7.0 m × 4.0 m × 2 槽
(有効水深)

有効容量；112 m³/槽 × 2 槽 = 224 m³

滞留時間； 14.7 分

表 7.4 Structural Drawing of Junction and Pump Well



(b) 送水ポンプ井

構 造；鉄筋コンクリート造

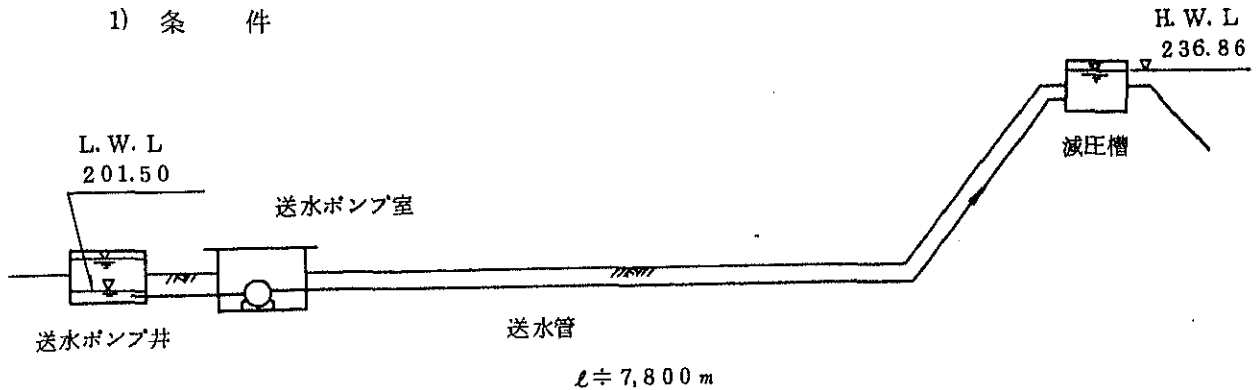
寸 法；7.0 m × 12.0 m × 4.0 m × 2 槽
(有効水深)

有効容量；336 m³/槽 × 2 槽 = 672 m³

滞留時間； 44.1 分

(c) 送水ポンプ及び送水管の計算

1) 条 件



計画最大送水量；21,950 m³/日

送水管延長；7,760 m

送水管管種；石綿セメント管

送水管管径；φ600 mm (φ24")

2) ポンプ台数

送水量を，台数制御で行なうことを考慮して，最大時4台にて送水するものとする。

$$\begin{aligned} 1 \text{ 台当り送水量} &= 21,950 \text{ m}^3 / 1440 \text{ 分} \div 4 \\ &= 3.81 \text{ m}^3 / \text{分} \end{aligned}$$

3) ポンプの口径

$$D = 146 \sqrt{\frac{Q}{V}} \quad (\text{mm})$$

$$Q ; 3.81 \text{ m}^3 / \text{分} \quad V ; 3.5 \text{ m} / \text{s}$$

$$\begin{aligned} D &= 146 \sqrt{\frac{3.81}{3.5}} \\ &= 152 \text{ (mm)} \longrightarrow \phi 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

4) ポンプの揚程

$$\begin{aligned} \text{実揚程 } H' &= \text{接合井 H.W.L} - \text{送水ポンプ井 L.W.L} \\ &= 236.86 - 201.50 = 35.36 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$\text{管路摩擦損失水頭 } \Delta h_1 = 1.7 / 1000 \times 7800 = 13.26 \text{ (m)}$$

$$\text{残留速度水頭 } \Delta h_2 = 5.0 \text{ (m)}$$

$$\text{その他の損失水頭 } \Delta h_3 = 6.38 \text{ (m)}$$

$$\begin{aligned} \text{全揚程 } H &= H' + \Sigma \Delta h \\ &= 35.36 + 13.26 + 5.0 + 6.38 \\ &= 60 \text{ (m)} \end{aligned}$$

5) 電動機出力

$$\begin{aligned} P_m &= \frac{16.3 \times r \times Q \times H}{\eta} \times (1 + \alpha) \quad (\text{KW}) \\ &= \frac{16.3 \times 1.0 \times 3.81 \times 60}{70} \times (1 + 0.15) \\ &= 61.2 \text{ (KW)} \longrightarrow 75 \text{ (KW)} \end{aligned}$$

6) 比較回転度

$$\begin{aligned} N_s &= N \times \frac{Q^{\frac{1}{2}}}{H^{\frac{3}{4}}} && N ; \text{ポンプの規定回転数 (r.p.m)} \\ &= 1800 \times \frac{3.81^{\frac{1}{2}}}{60^{\frac{3}{4}}} && Q ; \text{規定吐出量 (m}^3\text{/分)} \\ & && H ; \text{規定全揚程 (m)} \\ &\approx 163 \end{aligned}$$

7) ポンプの仕様

$$\phi 150 \text{ mm} \times 3.81 \text{ m}^3\text{/分} \times 60 \text{ m} \times 75 \text{ KW}$$

片吸込うず巻ポンプ 5台 (内1台予備)

(d) 送水管

管径 ; $\phi 600 \text{ mm} (\phi 24'')$

管種 ; A.C.P クラス A - 10

延長 ; 約 7,760 m

流速 ; 0.90 m/秒

動水勾配 ; 1.7 %

表 7.5 NO. 1 PRESSURE REDUCING TANK

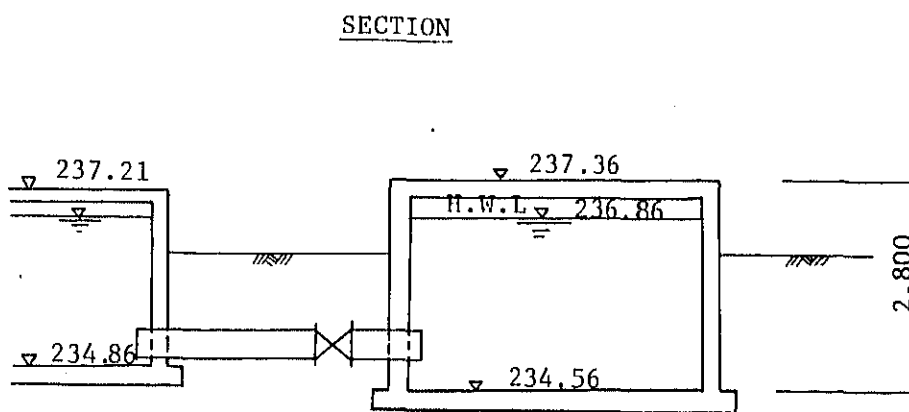
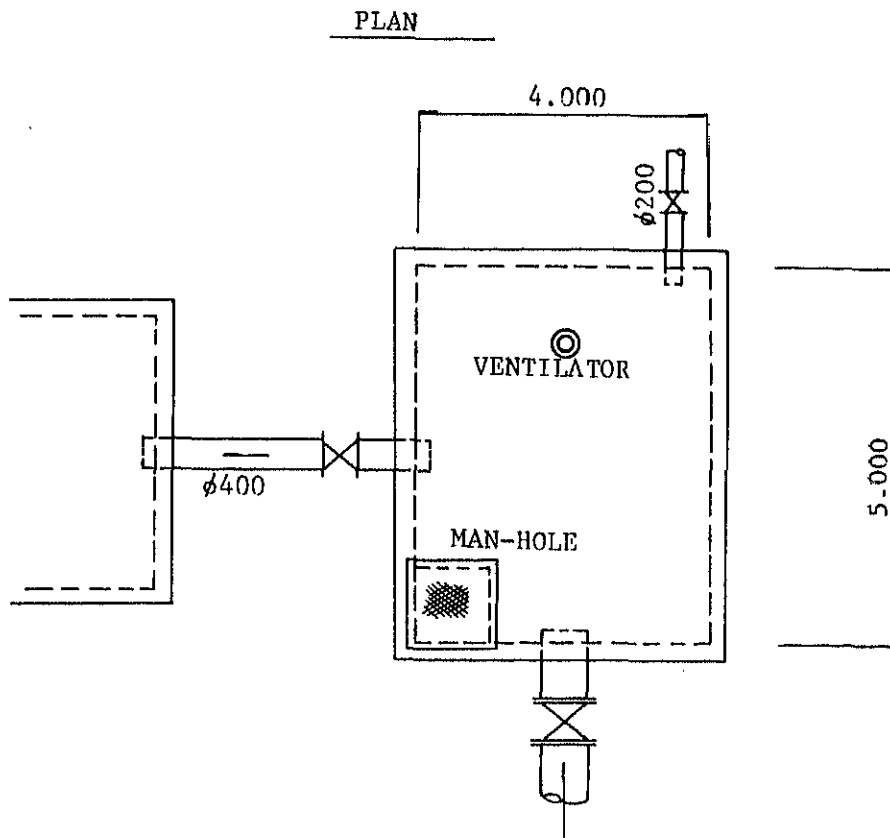
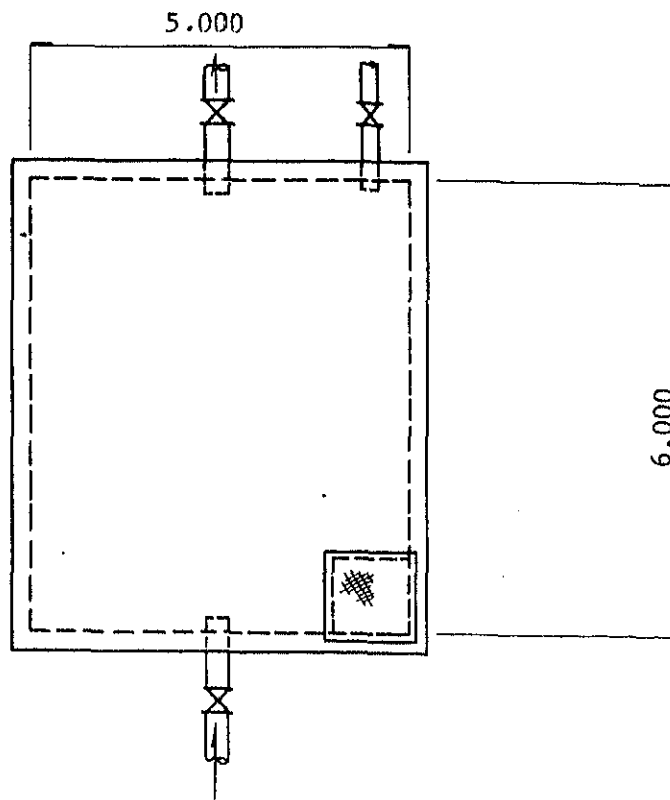
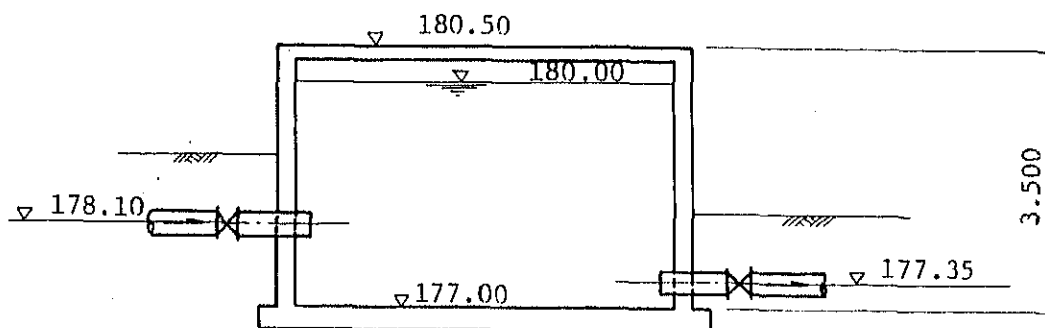


表 7.6 No. 2 PRESSURE REDUCING TANK

PLAN



SECTION



(e) 減 圧 槽

第 1 減圧槽

構 造；鉄筋コンクリート造

寸 法； $4.0\text{ m} \times 5.0\text{ m} \times 2.0\text{ m}$
(有効水深)

有効容量； $40\text{ m}^3 \times 1$ 槽

滞留時間； 2.6 分

第 2 減圧槽

構 造；鉄筋コンクリート造

寸 法； $5.0\text{ m} \times 6.0\text{ m} \times 2.7\text{ m}$
(有効水深)

有効容量； $80\text{ m}^3 \times 1$ 槽

7.3.4 貯 水 施 設

(a) 貯 水 槽

貯水池容量は、1日最大給水量の10時間分に消火用水量を加えた容量とする。

$$\text{全体貯水容量} = 21,950\text{ m}^3 \times \frac{10}{24} + 500\text{ m}^3$$

$$\approx 9,650\text{ m}^3 \text{ —— } 10,000\text{ m}^3$$

$$\text{既存貯水池容量} = 1,000\text{ m}^3/\text{池} \times 2\text{ 池} + 2,000\text{ m}^3/\text{池}$$

$$= 4,000\text{ m}^3$$

$$\therefore \text{新たに必要とする貯水容量} = 10,000 - 4,000$$

$$= 6,000\text{ m}^3$$

配水区域及び地形状況を考慮して $2,000\text{ m}^3/\text{池}$ を3池計画するものとする。

構 造；円筒型 P.C造

内 径；18.0 m

有効水深；7.9 m

有効容量； $2,000\text{ m}^3$

池 数；3 池

支承形式；固定支承

基礎形式；直接基礎

(b) 連絡管

№4貯水槽～№6貯水槽

管 径； $\phi 200\text{ mm}$ ($\phi 8''$)

管 種；A.C.P クラスA-10

延 長；880 m

№4貯水槽～№5貯水槽

管 径； $\phi 300\text{ mm}$ ($\phi 12''$)

管 種；A.C.P クラスA-10

延 長；2,250 m

LIST OF PROPOSED FACILITY

INTAKE FACILITY	Facility	DEEP WELL		COLLECTING PUMP			PUMP ROOM	Drilling Machine (RIG)
	Item	Deep Well		Submergible Pump			Brick building	Top-head Drive Type Rotary Machine
	Type	Bore hole; 550mm Depth; 100 m Casing diameter; 350mm		D	Q	H	Pm	Set
	Capacity or Size	10 Wells		∅125mm	x 34ℓ/s	x 30	- 65m	x 22 kw
Quantity			"	"	"	30	... 5	4.0 m x 4.0 m 16m ²
Quantity			"	"	"	37	... 4	10 rm.
		Reverse Circulation Method Capacity ; 150m Bore hole ; 500 ~ 600m Drill Pipe ; 6" Casing Diameter ; 300 ~ 400mm						
COLLECTING FACILITY (RAW WATER MAIN)	Facility	RAW WATER PIPE						
	Item	Asbestos Cement Pipe (A.C.P.)						
	Type							
	Size & Length			Diameter	Class		length	
				∅ 8" A - 7.5	4,560 m		
				∅ 10" "	690 m		
				∅ 12" "	1,390 m		
				∅ 14" "	2,910		
TRANSMISSION MAIN	Facility	JUNCTION WELL & PUMPING WELL	PUMP STATION (includes Electric Rm. etc.)		TRANSMISSION PUMP	TRANSMISSION PIPE	PRESSURE REDUCING TANK	
	Item	Reinforced Concrete (R.C) Construction	R.C. & Brick Building		Centrifugal Pump	A.C.P.	R.C. Structure	
	Type	e.d. J.W. 4.0m x 7.0m x 4.0m x 2 P.W. 12.0m x 70m x 4.0m x 2 Total 900m ³	Pump rm. 165 m ² Electric rm. ...) 67.5 m ² Control rm. ...) Office rm. ... 22.5 m ²	D	Q	H	Pm	Diameter ... ∅24" Class ... A-10
	Capacity or Size	J.W. 2 well P.W. 2 well	1 house (Pump Rm. is semi-basement)	5 sets (include a spare pump)		approx. 7,760 m		(A) 80m ³ (B) 40m ³
Quantity							(A) 1 tank (B) 1 tank	
STORAGE FACILITY	Facility	RESERVOIR			CONNECTION PIPES			
	Item	Cylindrical P.C. Structure			A.C.P. Class A-10			
	Type	Inside diameter ; 18.0 m Effective depth ; 7.9 m e.c. - 2,000 m ³			Dia. ∅8", ∅12"			
	Capacity or Size	3 tanks			∅ 8" 870 m ∅12" 2,250 m			
Quantity								

第8章 工事費の概算

第 8 章 工事費の概算

援助要請の内容である、計画給水人口 40,000 人計画 1 日最大給水量 21,950m³/日を、給水するための施設を建設するためには約 11 億円の事業費を必要とする。援助要請 7 億円 + 2 億ソーレスの内容では 18 時間の地下水取水と、ベントニーヤ迄の送水、ベントニーヤ内での円滑な配水すべてを期待することは困難であろう。

本プロジェクトが理想的な形で行われるための事業費 11 億円の内容は次のようなものである。

工 事 費	911,482 千円
ボーリング機械	125,000 千円
設 計 管 理	112,000 千円
計	1,148,482 千円

8.1 工 事 費

建設費は 911,482,000 円である。この費用は取水施設、導水施設、送水施設、貯水施設の各工事費から構成される。建設費の内訳は以下のとおりである。

8.1.1 取水施設

1-01	深井戸築造工費	10 井	56,702,000
1-02	取水ポンプ設備工費	10 基	49,982,000
1-03	取水ポンプ室建設工費	10 室	8,039,000
	小 計		114,723,000

8.1.2 導水施設

2-01	導水管布設工費	9,550 m	69,627,000
	小 計		69,627,000

8.1.3 送水施設

3-01	送水ポンプ井及び 接合井築造工事		30,401,000
3-02	送水ポンプ室築造工事		34,002,000
3-03	送水ポンプ設備工費	5 台	54,652,000
3-04	電気計装設備工費		151,881,000
3-05	場内連絡管工費		4,042,000

3-06	送水管布設工費	7,760 m	264,198,000
3-07	減圧槽築造工費	2基	4,997,000
3-08	場内整備費		5,611,000
	小計		549,784,000

8.1.4 貯水施設

4-01	貯水池築造工費	3基	147,735,000
4-02	連絡管布設工費	3,130 m	29,613,000
	小計		177,348,000
	建設費計		911,482,000

8.2 ボーリング機械

	ロータリーボーリング機械	1台	125,000,000
	計		125,000,000

8.3 設計管理費

	計		112,000,000
--	---	--	-------------

資機材の調達費用は外国製品が398,776,000円でありペルー国内で調達可能な製品が、427,731,000円、計826,507,000円となり、労務費は建設工事として209,985,000円、設計管理費112,000千円である。

工事費の明細については表8-1にある。

表 8 - 1 概算工事費

単位千円

施設	工 種	数 量	単 位	工 事 費				計
				資 機 材		労 務 費		
				海 外	ペルー国内	海 外	ペルー国内	
1. 取水施設	1-01 深井戸築造工費	10	井	43,080	2,320		11,302	56,702
	1-02 取水ポンプ設備工費	10	基	49,235			747	49,982
	1-03 取水ポンプ室建設工費	10	室		5,108		2,931	8,039
	小 計			92,325	7,428		14,980	114,723
2. 導水施設	2-01 導水管布設工費	9,550	m		39,255		30,372	69,627
	小 計				39,255		30,372	69,627
3. 送水施設	3-01 送水ポンプ井及び 接合井築造工費	1	式		18,090		12,311	30,401
	3-02 送水ポンプ室築造工費	1	式		21,440		12,562	34,002
	3-03 送水ポンプ設備工費	5	台	53,700	251		701	54,652
	3-04 電気計装設備工費	1	式	127,751	20,353		3,777	151,881
	3-05 場内連絡管	1	式		3,757		285	4,042
	3-06 送水管布設工費	7,760	m		201,385		62,813	264,198
	3-07 減圧槽築造工費	2	基		2,417		2,580	4,997
	3-08 場内整備工費	1	式		3,493		2,118	5,611
4. 貯水施設	小 計			181,451	271,186		97,147	549,784
	4-01 貯水池築造工費	3	基		93,515		54,220	147,735
	4-02 連絡管布設工費	3,130	m		16,347		13,266	29,613
	小 計				109,862		67,486	
建設費合計				273,776	427,731		209,985	911,482
5. その他機械	5-01 ボーリング機械	1	台	125,000				125,000
	5-02 設言管理費	1	式					112,000
	小 計							247,000
援助額総計				398,776	427,731	112,000	209,985	1,148,482
				826,507		321,985		

第9章 プロジェクト実施計画

第9章 事業の実施計画

9.1 事業の優先順位

ベントニーヤ地区40,000人の給水計画を工事内容をもって区分するなりは、第1に取水導水施設が考えられ、第2に送水施設、第3に配水池である。

夫夫の内容は次のようなものである。

① 取水導水施設（ペルー側基準による場合）

取水施設	井戸10井	取水ポンプ10台
導水施設	導水管	9,550m
受水槽		1基
ボーリング機械		1台
工事費		339,751千円

② 送水施設

送水ポンプ所	送水ポンプ5台	送水ポンプ所
送水管		7,760m
減圧槽		2基
貯水池		1基
工事費		568,558千円

③ 貯水施設

貯水池		2基
連絡管		3,130m
工事費		128,103千円

これら3大別される施設群のうち取水導水施設については、2種類の対応の仕方があろう。一つはペルー側の希望をとり入れた場合で、これは前記のとおりである。

一方、日本の厚生省による水道施設基準による場合は、24時間運転で取水することになり、その際には井戸は7井で良いことになる。その時取水導水施設は次のような建設費となる。

④ 取水導水施設（我国の水道施設基準による場合）

取水施設	井戸7井	取水ポンプ7台
導水施設	導水管	5,680m

受水槽	1 基
ボーリング機械	1 台
工事費	273,471 千円

この場合ペルー側希望の残り3井はペルー独自の努力により建設することも考えられよう。援助の優先順位について検討すると、取水とベントニャへの送水が第1であり、配水は第2であるといえるであろう。

さらに第1になすべきは、水源開発である。水源開発に必要なボーリング機械は、日本の技術への依存度合は極めて大であり、ケーシングパイプ及びストレーナーも又、日本製のものが技術的にも、経済的にも有利である。

又その内容は、日本の水道施設基準による24時間取水によれば7井の建設が妥当と思われる。又送水施設が存在しないと、ベントニャ迄の送水が不可能であり本プロジェクトは機能しないことになるが、送水ポンプ設備と、電気計装設備を除くと、その大部分がペルー国内の資機材、技術力で十分にカバーできる内容であり、水源関係よりは優先度は落ちると考えられよう。貯水槽2池と連絡管、残り3井の井戸については、優先順位はさらに下位にランクされるであろう。

援助の要請の中にある技術トレーニングについては、技術協力ベースで行うべきものであると考えられる。

援助方法としては技術トレーニングを除く、全施設が援助されることが最善であろうが、現在ペルー国に対して精神病院の無償協力が実施されている現状にあっては可能な範囲での段階的援助が妥当であろう。

事業が段階的に実施される場合は先に述べたように、優先順位のランクの高いものから実施されるべきであろう。その内容は次のようなものである。

① 第1段階 取水、導水施設

取水施設	7 井	80,257 千円
導水施設	5,680m	37,813 千円
受水槽	1 基	30,401 千円
ボーリング機械	1 台	125,000 千円
小 計		273,471 千円
設計管理費		26,529 千円
計		300,000 千円

② 第2段階 送水施設

送水施設	送水ポンプ5台	519,383千円
	送水管7,760m	49,245千円
貯水槽(受水用)	1基	568,628千円
設計管理費		51,372千円
小計		51,372千円
計		620,000千円

第3段階としては貯水施設(2ヶ所)と残る、取水井3井であり、これは1987年に、人口40,000人に対する給水を確保すべき施設でありペリー側で、建設すべき要素の大であるものと考えられよう。

第1段階は日本側からの資機材、技術力がなくしては不可能である建設であるから、施設を提供すべきものであるが、第2段階はペリーの技術力をもって可能である内容であるので、これを資機材供与という形にした場合には第2段階は約4.6億円の範囲となる。

③ 送水設備資機材費用

送水ポンプ室	1式	21,440千円
送水ポンプ	5台	53,951千円
電気計装設備	1式	148,104千円
場内連絡管	1式	3,757千円
送水管中24"	7,760m	201,385千円
減圧槽	2基	2,417千円
場内整備資材	1式	3,493千円
貯水槽	1基	31,171千円
計		465,718千円

9.2 プロジェクト担当省庁

VENTANILLA地区飲料用水供給事業を担当するペルー国の政府機関は、住宅建設省(MINISTERIO DE VIVIENDA Y CONSTRUCCION)である。実施にあたっては、その下部機関であるリマ上下水道公社(EMPRESA DE SANEAMIENTO DE LIMA、略称ESAL)が直接担当することになる。

Fig 9-1はE. S. A. Lの組織図であるが、このうち本プロジェクトの担当部局は首都

圏技術部 (GERENCIA CENTRAL AREA TECNICA) の計画課 (GERENCIA DE PROYECTOS) である。

9.3 プロジェクトの推行に関係する機関

本プロジェクトを推行するにあたって関係ある機関は前記住宅建設省、E. S. A. L の他に、地下水の取水権に関しては農業省が関係し、動力の取得に関しては、エレクトロ・リマ公社道路専用に関しては運輸省が関係している。

9.4 プロジェクト推行にあたってペルー国にて行われるべき義務について

本プロジェクトの実施にあたって日本国政府が無償協力する内容は施工計画に明示した水道施設とボーリング機械及び技術トレーニング実施設計業務であるが、ペルー国において行すべき内容は以下に示すとおりである。

- 1) 以下の人及び物品に関するペルー国政府の輸入税、関税その他諸税の免除とその必要な手続。
 - － 本プロジェクトに従事する日本人
 - － 建設資材及び機器
- 2) 本プロジェクトによる諸施設の建設用地の取得及び建設に必要な仮設のための用地の取得手続及び費用。
- 3) 諸施設建設前における用地造成工事及び搬入道路。
- 4) 建設中建設現場に近接して居住する住民に対する補償。
- 5) 取水ポンプ室、及び送水ポンプ室、貯水槽への電話回線敷設工事。
- 6) 取水ポンプ所及び送水ポンプ所への動力線架設工事。
- 7) 本プロジェクト推行に必要なペルー人カウンターパートに関するすべての費用。
- 8) 本プロジェクト完成後の運転に関する維持管理費用の負担。

第10章 プロジェクトの評価

第10章 プロジェクトの評価

10.1 プロジェクトの社会的評価

ペルー国内における都市型態をみると、その大部分が自然発生的な要素が強うかがえ、あらかじめ都市計画が行われ都市が建設されるという形態での発達は、おそらくこのベンタニーヤが初めてのことであったとのことである。リマ市に対する地方からの人口の流入は、大きな社会問題となり、地域のスラム化、失業者の増加は現政府にとっては民政安定上、早急に対策せねばならぬ問題である。このような背景にあって、リマ市の衛星都市ベンタニーヤは、職住近接する理想的な都市として建設されようとしていた。しかるに市民の飲料水不足という障害のためにその正常な発展が望めなくなって、現在にいたっているわけである。飲料水が十分に供給されさえすれば、ベンタニーヤはリマ市の衛星都市としての働きを果すべく、発展していくであろうことは明らかであり、このような衛星都市が今後多く建設されていく出発点となるであろう。このような観点から本プロジェクトの果す社会的役割は多大なものであると考えられ、現ペルー政権が主要な目標の一つとしている国民生活の安定化政策に大きく寄与することになる。

又、新しい手法の掘さく技術と、ボーリング機械の援助は表流水の乏しい、大平洋沿岸の地下水開発が著しく促進されるであろうし、又地震国でもあるペルーの非常時における飲料水確保に対して大きな効果をもたらすものであろう。

10.2 プロジェクトの経済的評価

本プロジェクトを理想的に完成させたとき、その建設には約11億円の費用が必要になることが明らかとなり、当初の援助要請額約7億円との間に大きな差異が生じた。この差異は当初の計画が都市水道の施設基準に対して不適合な要素を多く持っていたからであり、当初の計画のままで援助が行われるならば十分な飲料水の供給がおぼつかないことになるであろうことが調査の結果判明したからである。

本計画は援助要請のあった40,000人の給水人口を対象として行われたものであって、井戸本数、導水管の口径、送水管の口径、取水ポンプ、送水ポンプの能力台数はすべて、40,000人の給水が円滑に行われるように設計されている。水道施設の計画は過大すぎると不経済であるが、過少にすぎると、2重の投資を余儀なくされることになり、これ又不経済とならざるを得ない。

従って、本計画は適正であることを主目的として設計され、既存の施設は可能なかぎり利用できるように、検討された。その結果配水系統及び自然流下系送水管は既存施設を利用することが可能となり、又送水ポンプ所の設置により、高出力の取水ポンプの採用、高圧送水管の採用を不要なものとした。その結果、ペルー側の要望を十分にとり入れた計画で約11億円、さらに日本の水道規準を採用した取水方法、ベンタニーヤ迄の送水のみを考慮した計画では、約9億円の工事費をもってプロジェクトが完成することになったわけである。

一方、新しいボーリング機械の援助による地下水源の開発技術の進歩は、ペルー国太平洋沿岸の水資源開発に対して多大の貢献をなすことが予想され、これをもたらす経済的効果は極めて大と考えられよう。

JICA