

資料-6：電気探査

プロジェクトサイトに配置した電気探査は、開発予定井戸配置図に示すとおりである。VES 曲線の形態から 3 分類に分けて解析した。

1. 第 1 分類（地表面から徐々に上昇し、深度 80m 付近で下向線を示す。）

この分類に入る測点は B-19、20、7、13、16、1、6、10、12、及び B-17 である。測天 B-1 は、J1-2 井戸の地質柱状と対比する意味でその近くで実施した。

上昇する見掛比抵抗は、深度 80m 付近までに堆積する 4 層の玄武岩質安山岩類 (QvM) に対比されるものと推定する。その下部に堆積するラス・シエラス層 (TQps(M)) に対比して見掛比抵抗は下向を示し、低見掛比抵抗を示している。このような傾向を示す測点は上述のとおりであり、プロジェクトサイトの中央部に位置し、北西側に伸びている。深度 70~80m 付近まで何層かの硬岩が推定されるので、この付近に配置される井戸掘削に当たっては、ロータリー工法を採用すべきである。

2. 第 2 分類（地表から横這い状に伸び、深度 60~80m 付近で下向線を示す。）

この分類に入る測点は、B-15、18、4、11、5、8、及び B-9 である。第 1 分類から推定して玄武岩質安山岩類 (QvM) は、2~3 層で厚くなく、ラス・シエラス層 (TQps(M)) に移行するものと考えられる。この付近に配置される井戸掘削に当たっては、パーカッション工法を採用して差し支えない。

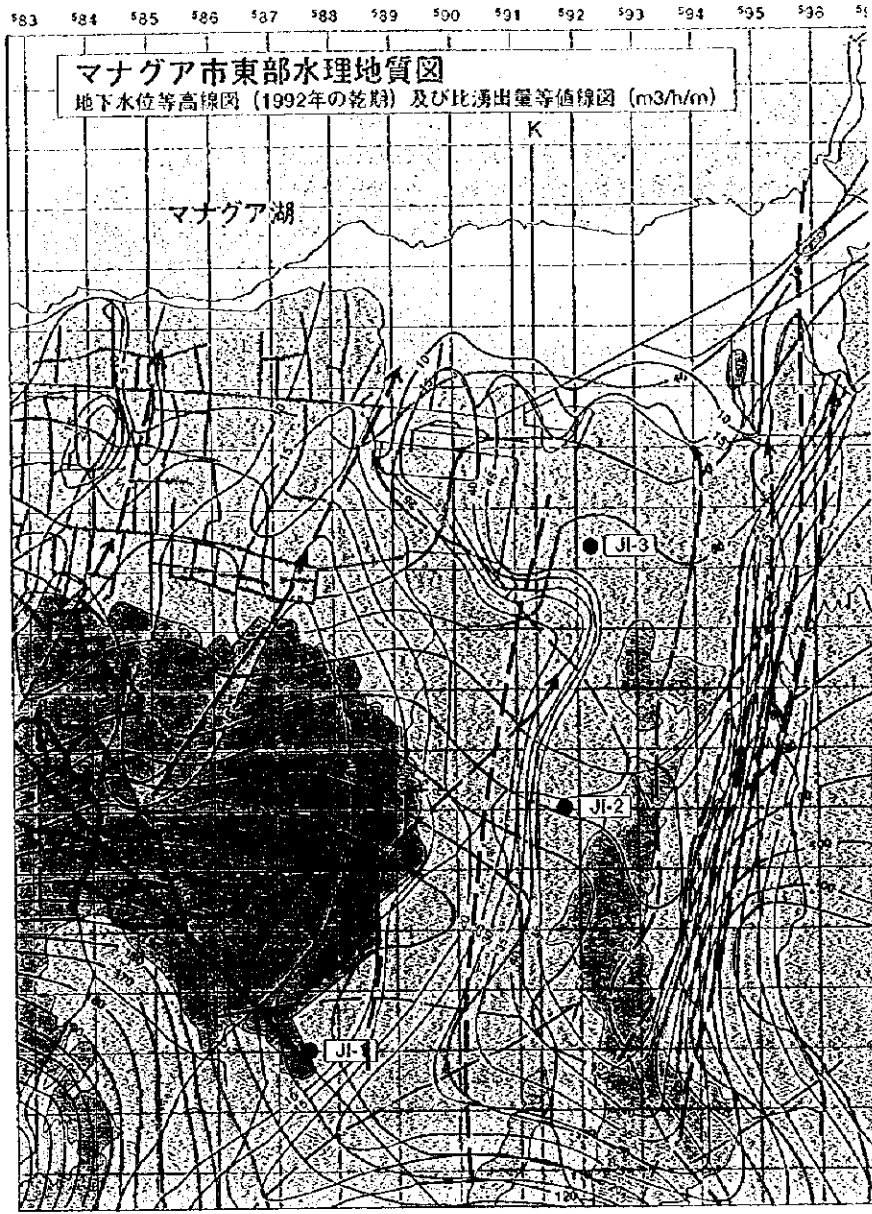
3. 第 3 分類（地表から下向し浅部で上昇して、深度 40~50m で再度下向線を示す。）

この分類にはいる測点は、B-14、3、及び B-2 である。

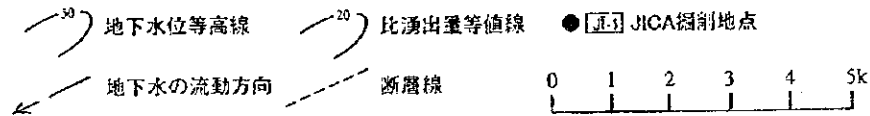
第 1 分類から推定して、地表付近及び深度 30~50m 付近に玄武岩質安山岩類 (QvM) が堆積し、順次ラス・シエラス層 (TQps(M)) に移行するものと考えられる。

この付近に配置される井戸掘削に当たっては、ロータリー工法及びパーカッション工法を併用して採用すべきと考えられる。

既存の電気探査結果及び既存井戸柱状図と今回の電気探査結果から 6 地質断面図 (O-P、E-F、L-M、G-II、C-D、及び A-B) を作成し、井戸掘削地点を決定した。



出典：MAPA HIDROGEOLOGICO DE MANAGUA



地質年代		地層名	岩相区分
第 四 紀	完新世	沖積層	火砕流堆積物及び土石流堆積物を伴う砂、粘土堆積物
	更新紀	更新世火山岩類	火砕流及び熔岩を伴う降下火砕堆積物
		マサヤグループ火山岩類	玄武岩質熔岩 (硬質・多孔質-自破砕質熔岩)
			火砕流及び降下火砕堆積物
第 三 紀	更新紀 中新世	ラス・シエラス層 上部	玄武岩質-安山岩質集塊岩・凝灰・角礫岩・凝灰岩・化石表土・凝灰質砂及びシルト層の互層
		ラス・シエラス層 中部	玄武岩質-安山岩質コンパクト集塊岩・凝灰角礫岩・凝灰岩を主とし部分的に火砕流(スコリア)を伴う
	鮮新世	エル・サトル層及びその他の第三紀堆積岩類	火山灰質砂岩、シルト岩、含化石シルト岩

資料-6：電気探査

図1-10のA-Fの各井は図面1が電気探査目、開発予定井(掘削指示に示すとおり)である。VES曲線(図面2)から各井地層分けを解読した。

1. 第1分類(地表面から往々に土層目、深度 80m 付近地下向線を示す。)

① ① 地層目(表向直井 B-10、20、7、13、16、1、6、10、12、及び B-17)である。掘削指示に「用井井の地層目状を對比する意味でその向きを矢印した」

土層目(見掛け抵抗は、深度 80m 付近までに推積する 1層の玄武岩質安山岩類 (QcM) に對比されるものを推定する。その下部に推積するソス・タラ・ソス層 (TQps(M)) に對比して見掛け抵抗は一向を示し、低見掛け抵抗を示している。このような傾向を示す調査地点はどの地点においても、それはソタラソの中央部に位置し、北西側に伸びている。深度 70~80m 付近まで(掘削指示)岩が推定されるので、その層面に掘削される井(掘削)は当然にこの層面に沿って掘削されるべきである。

2. 第2分類(地表面から掘削の状に類似、深度 60~80m 付近地下向線を示す。)

② ② 地層目(表向直井 B-15、18、4、11、5、8、及び B-1)である。第1分類から推定される地層目(表向直井)は、2~3層で厚くなく、ソス・タラ・ソス層 (TQps(M)) に掘削指示を沿って掘削される井(掘削)は当然にこの層面に沿って掘削されるべきである。

3. 第3分類(地表面から掘削の状に類似、深度 40~50m 付近地下向線を示す。)

③ ③ 地層目(表向直井 B-11)は、及び B-2)である。

④ ④ 地層目(表向直井)は、地表面から深度 40~50m 付近に玄武岩質安山岩類 (QcM) が埋積する層面に掘削される。掘削指示(掘削)は、掘削指示(掘削)に掘削されるものと考えられる。

⑤ ⑤ 地層目(表向直井)は、掘削指示(掘削)に掘削される井(掘削)は当然にこの層面に沿って掘削されるべきである。

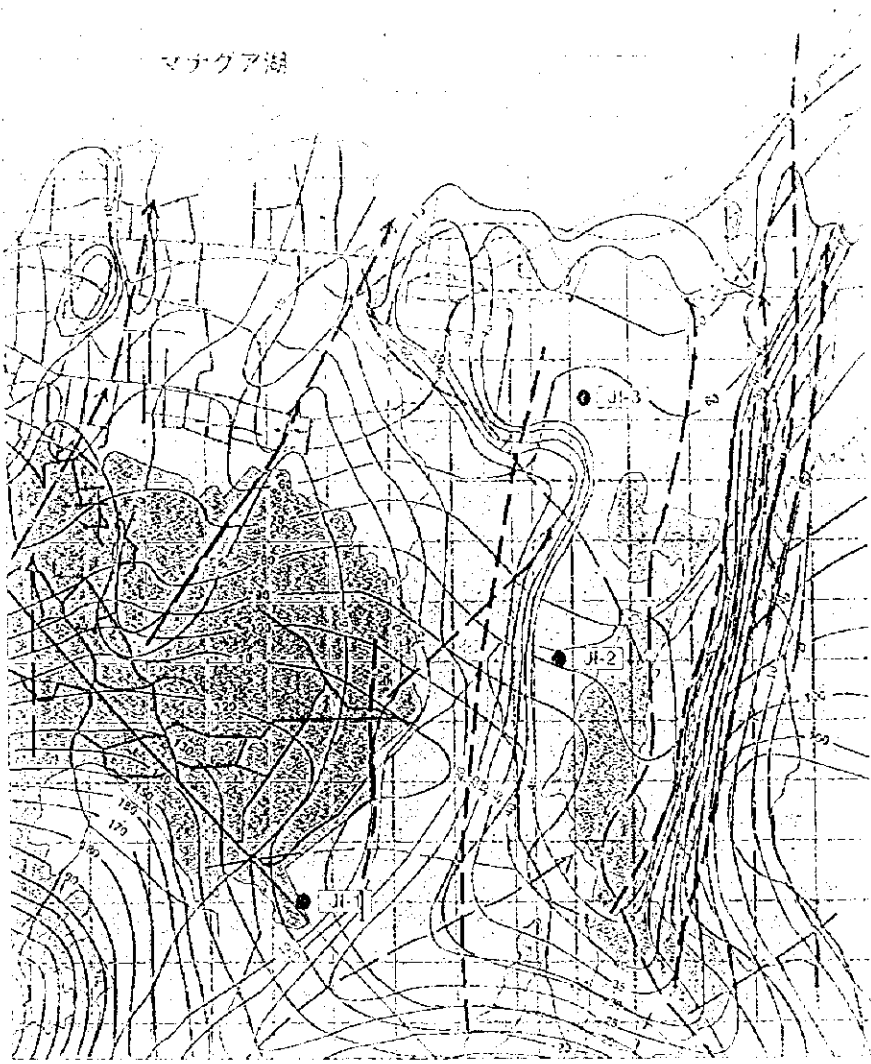
掘削指示(掘削)は、掘削指示(掘削)に掘削される井(掘削)は当然にこの層面に沿って掘削されるべきである。

マナグア市東部水理地質図

地下水位等高線図(1997年)地形図、及び地質図(1997年)を基に作成

名

マナグア湖



1997年10月調査結果に基づく地下水位等高線図

- 地下水位等高線
- 比高地形等高線
- JICA観測地点
- 地下水浸透方向
- 谷川線

この図は、マナグア市東部の水理地質状況を明らかにするために作成された。図には、1997年10月の調査結果に基づいた地下水位等高線、地形図の比高地形等高線、およびJICA観測地点(JI-1, JI-2, JI-3)の位置が示されている。また、地下水の浸透方向と谷川線も示されている。

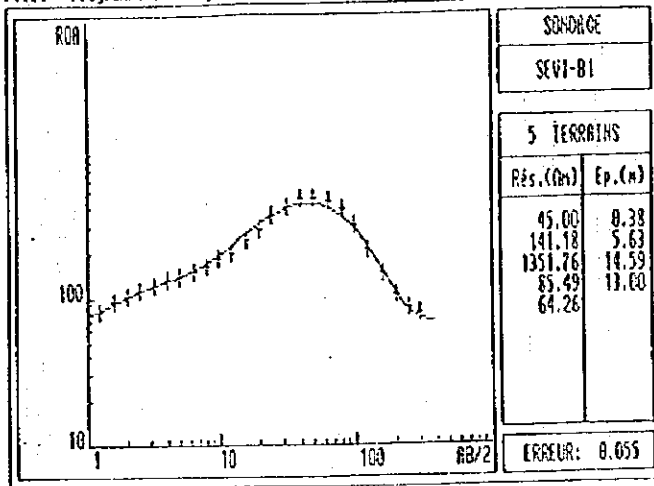
この図は、マナグア市東部の水理地質状況を明らかにするために作成された。図には、1997年10月の調査結果に基づいた地下水位等高線、地形図の比高地形等高線、およびJICA観測地点(JI-1, JI-2, JI-3)の位置が示されている。また、地下水の浸透方向と谷川線も示されている。

この図は、マナグア市東部の水理地質状況を明らかにするために作成された。図には、1997年10月の調査結果に基づいた地下水位等高線、地形図の比高地形等高線、およびJICA観測地点(JI-1, JI-2, JI-3)の位置が示されている。また、地下水の浸透方向と谷川線も示されている。

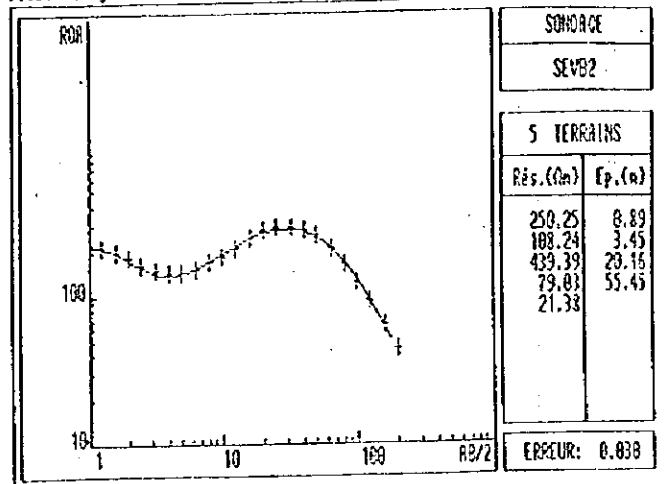
電気探査の成果

電気探査解析データ - 1

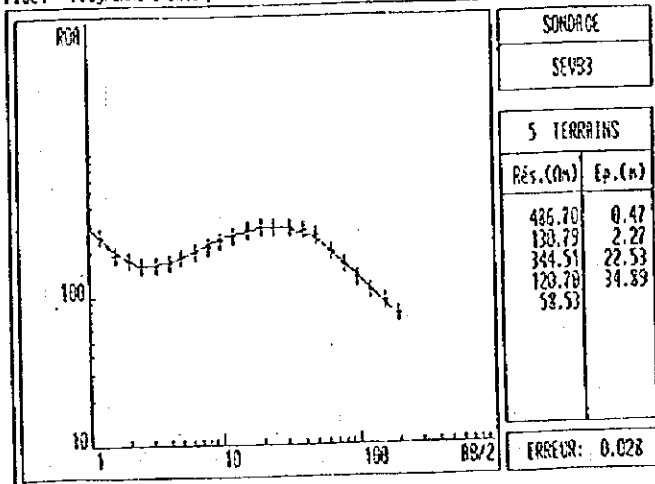
PISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LGI ORSTOM/CRC CNRS



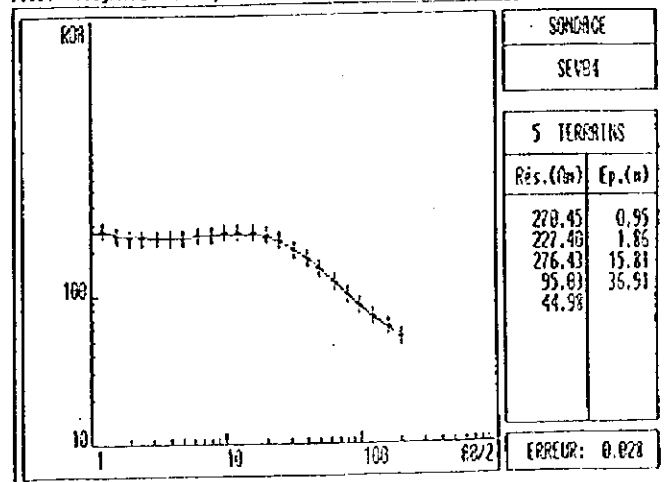
PISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LGI ORSTOM/CRC CNRS



PISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LGI ORSTOM/CRC CNRS

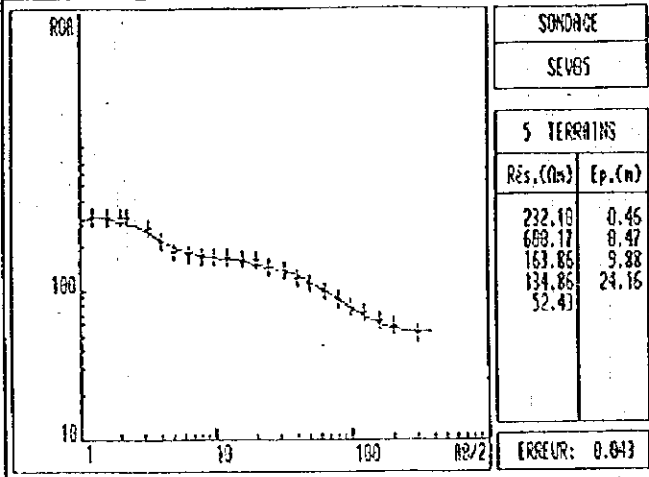


PISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LGI ORSTOM/CRC CNRS

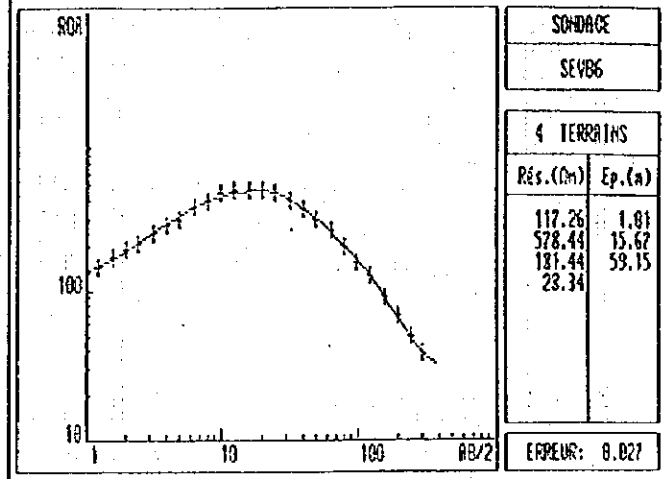


電気探査解析データ - 2

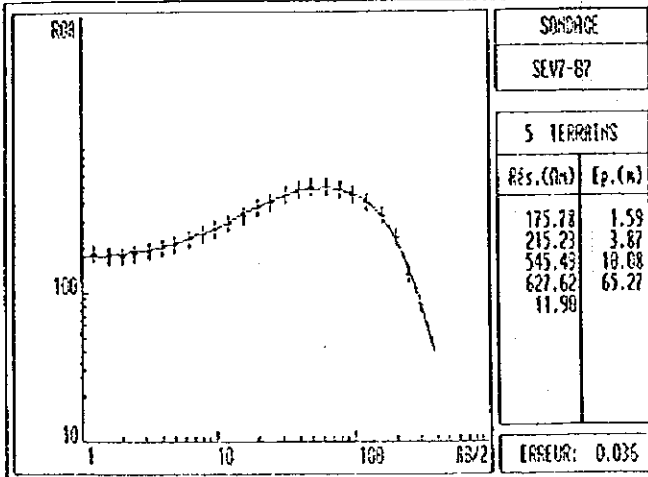
PISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LCI CRISTOM/CRG CNR



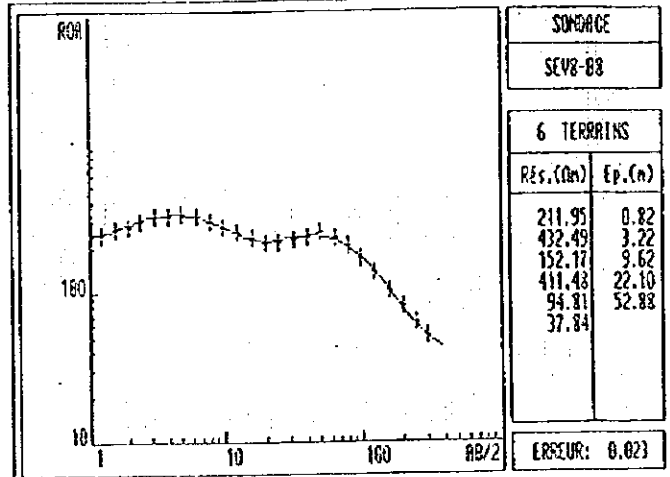
PISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LCI CRISTOM/CRG CNR



PISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LCI CRISTOM/CRG CNR

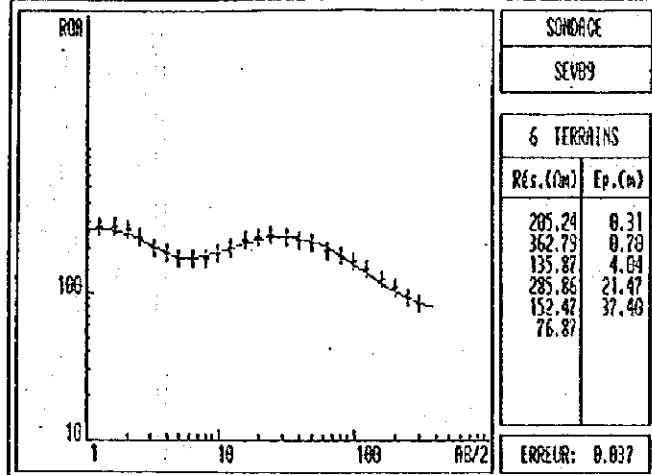


PISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LCI CRISTOM/CRG CNR

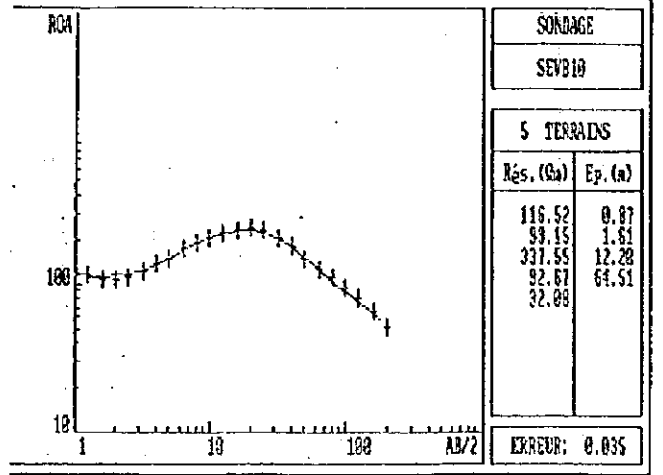


電気探査解析データ - 3

PISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LGI ORSTOM/CRG CNRS

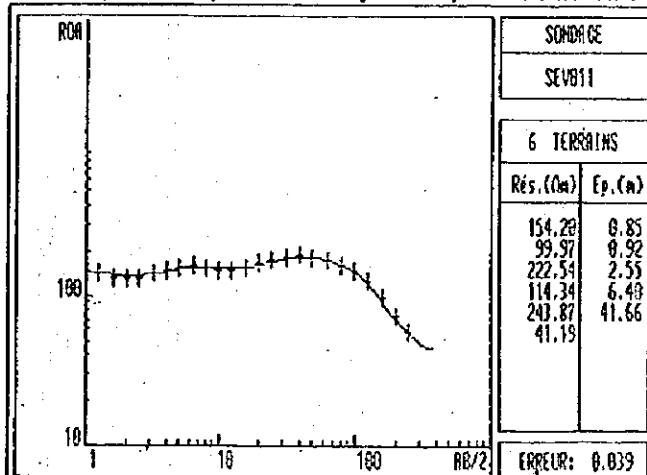


ISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LGI ORSTOM/CRG CNRS

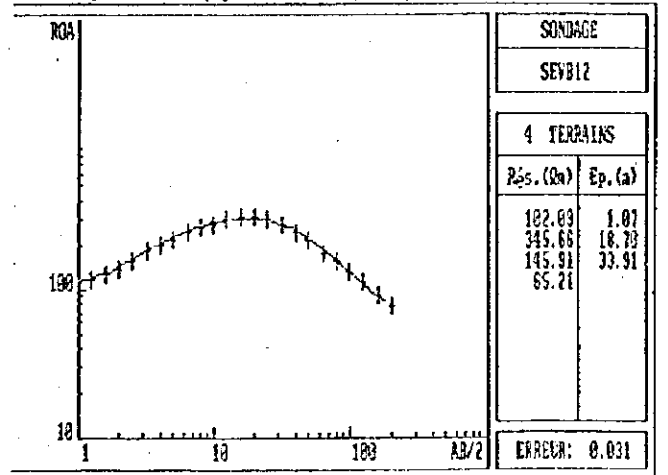


Données (M)odèle (L)ignes (A)utomatique (D)éprimante (Q)uitter

PISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LGI ORSTOM/CRG CNRS



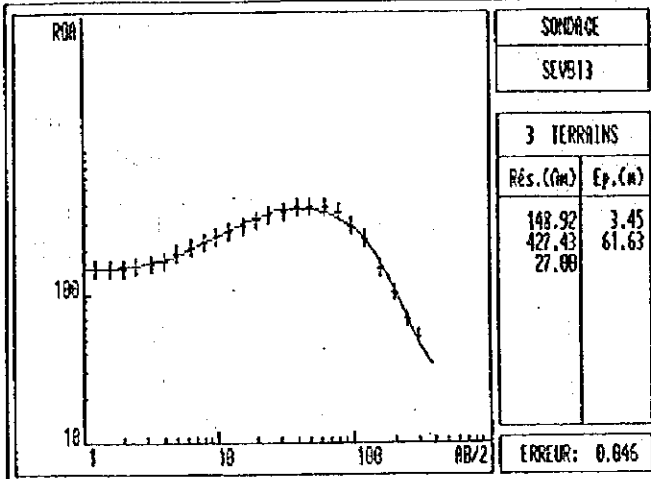
ISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LGI ORSTOM/CRG CNRS



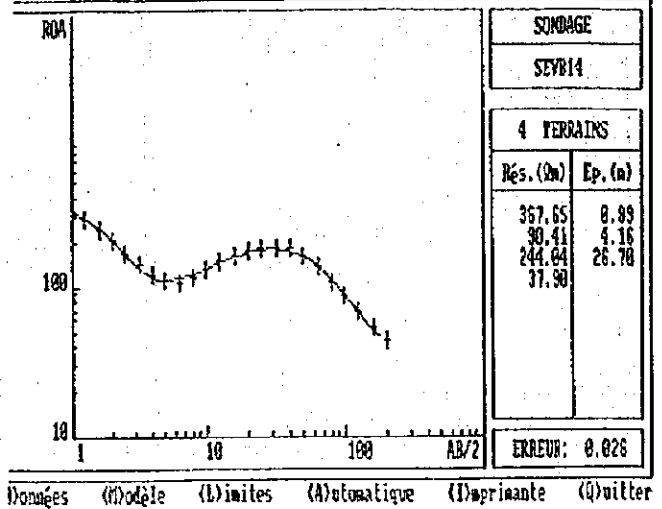
Données (M)odèle (L)ignes (A)utomatique (D)éprimante (Q)uitter

電気探査解析データ -- 4

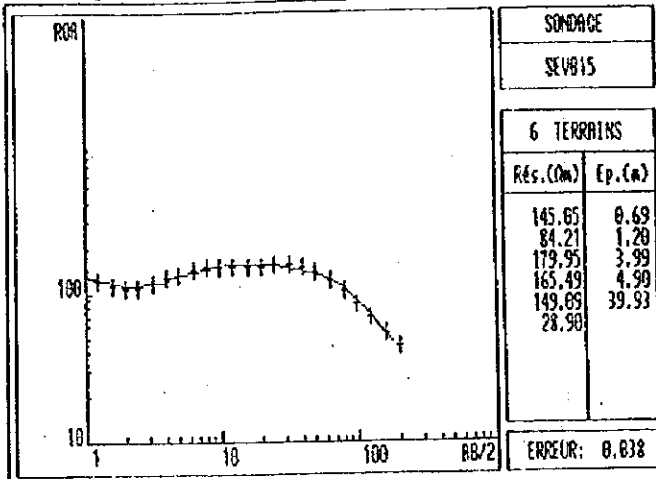
PISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LCI ORSTOM/CRG CNR



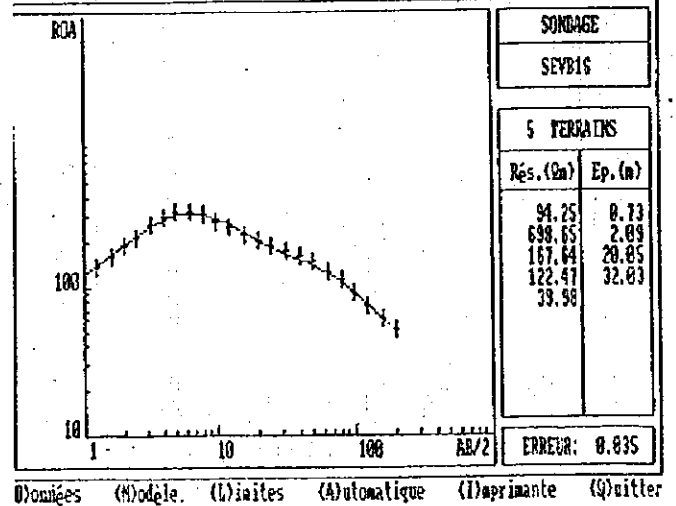
ISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LCI ORSTOM/CRG CNR



PISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LCI ORSTOM/CRG CNR

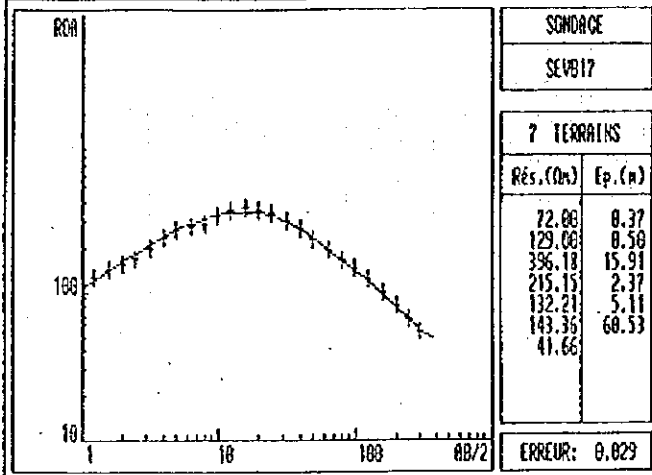


ISE4 - Programme d'Interpretation de Sondages Electriques - LCI ORSTOM/CRG CNR

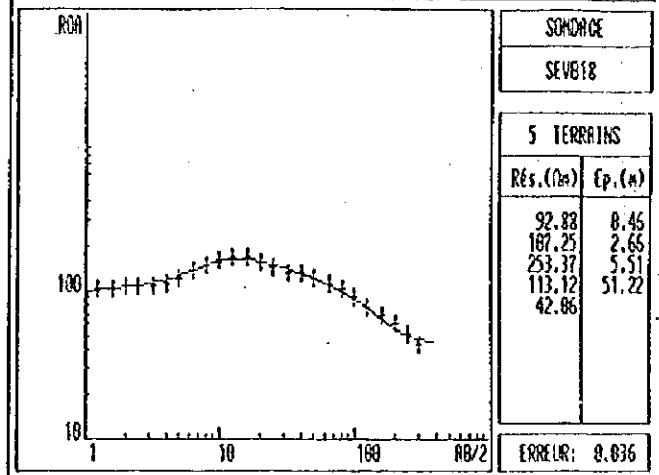


電気探査解析データ - 5

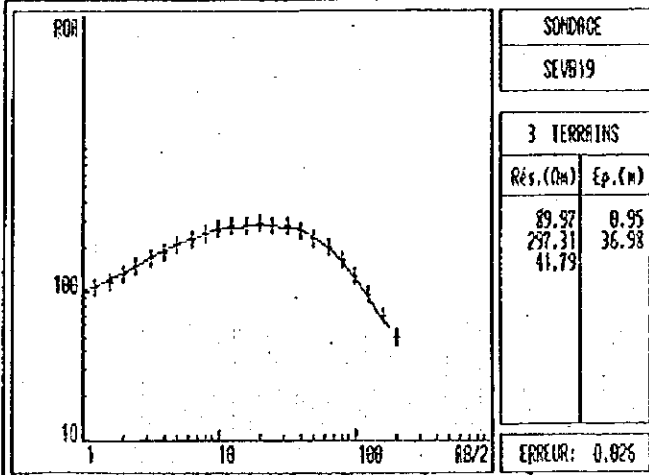
PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LCI ORSTOM/CRG CNRS



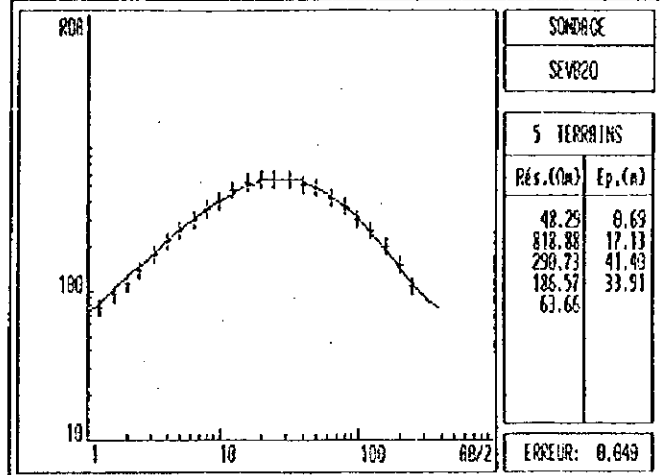
PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LCI ORSTOM/CRG CNRS



PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LCI ORSTOM/CRG CNRS

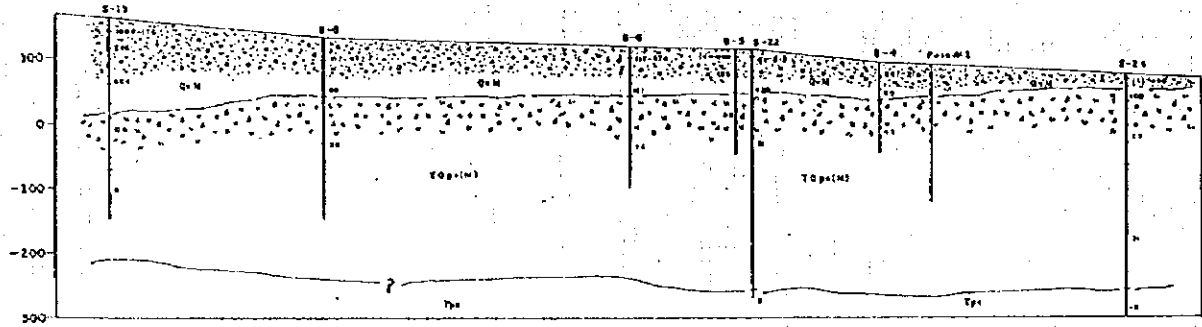


PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LCI ORSTOM/CRG CNRS



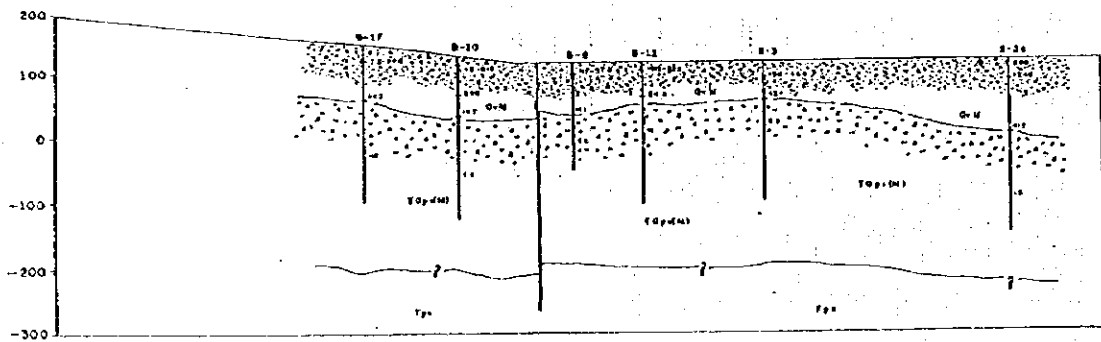
地質断面図

PERFIL HIDROGEOLOGICO G-M



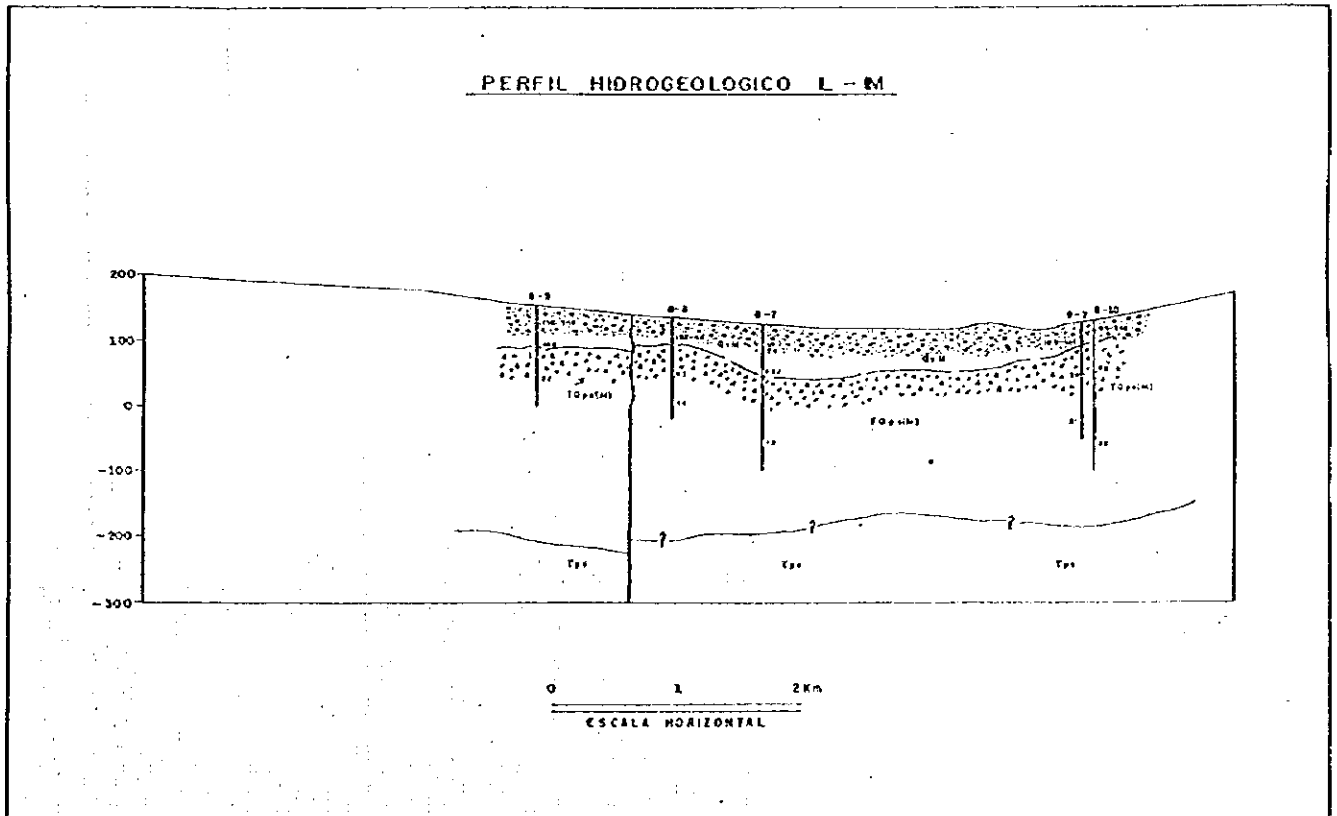
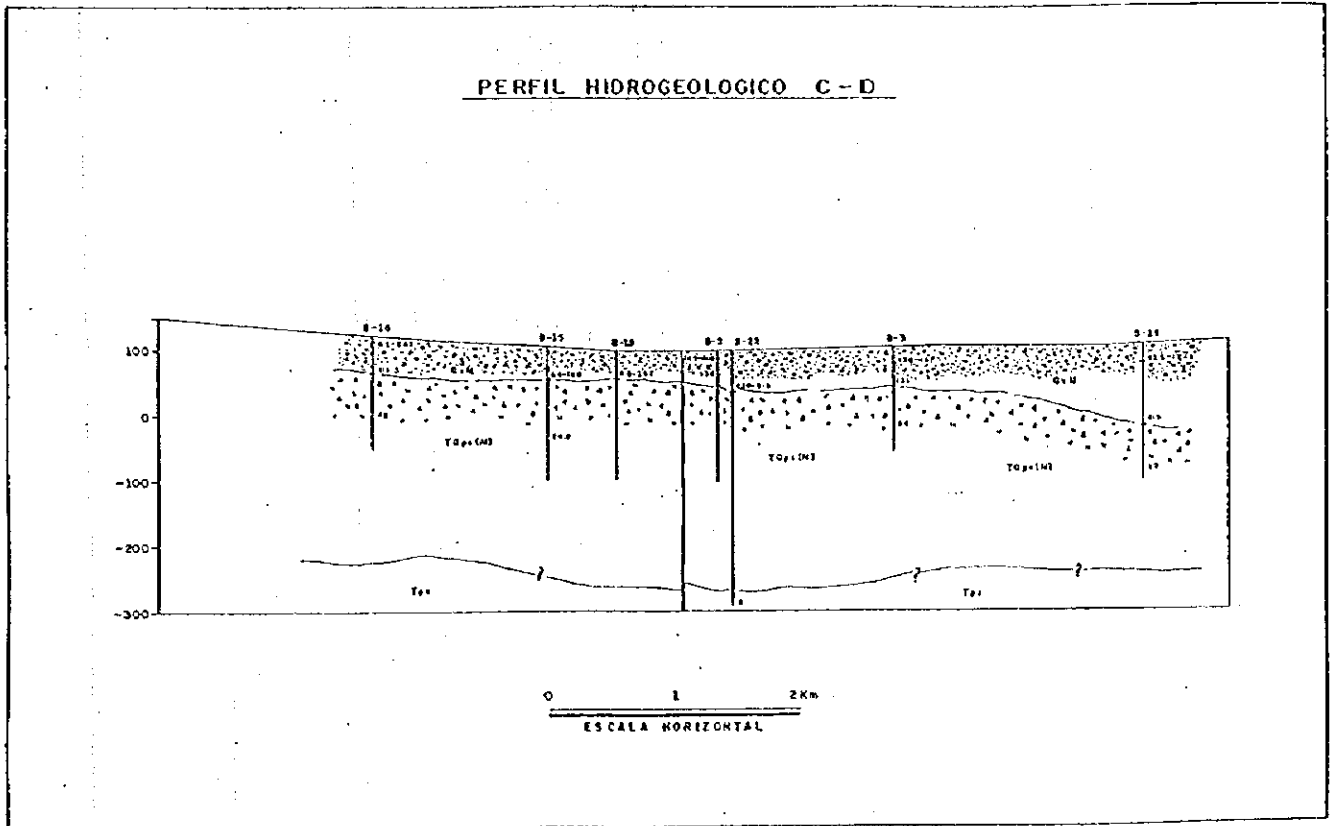
0 1 2 Km
ESCALA HORIZONTAL

PERFIL HIDROGEOLOGICO A-B

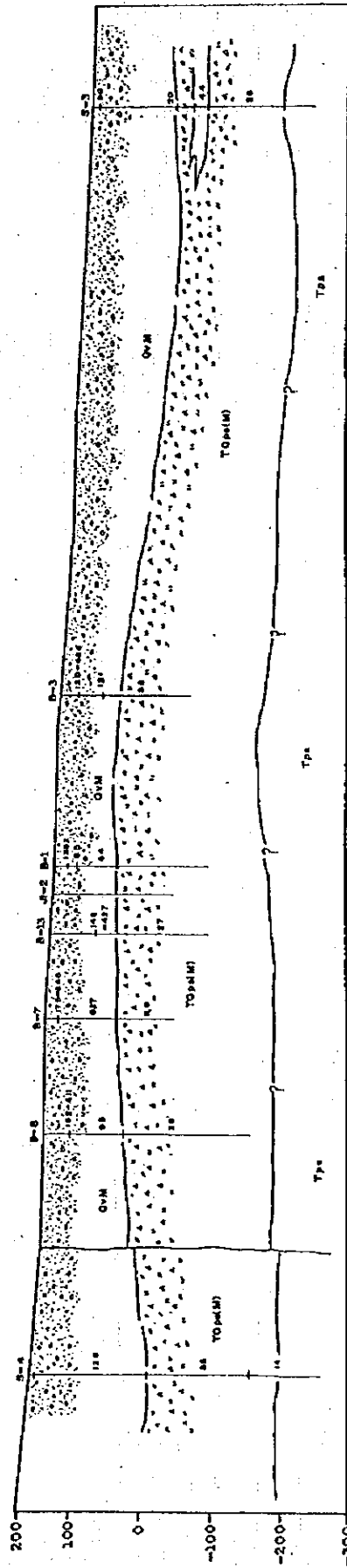


0 1 2 Km
ESCALA HORIZONTAL

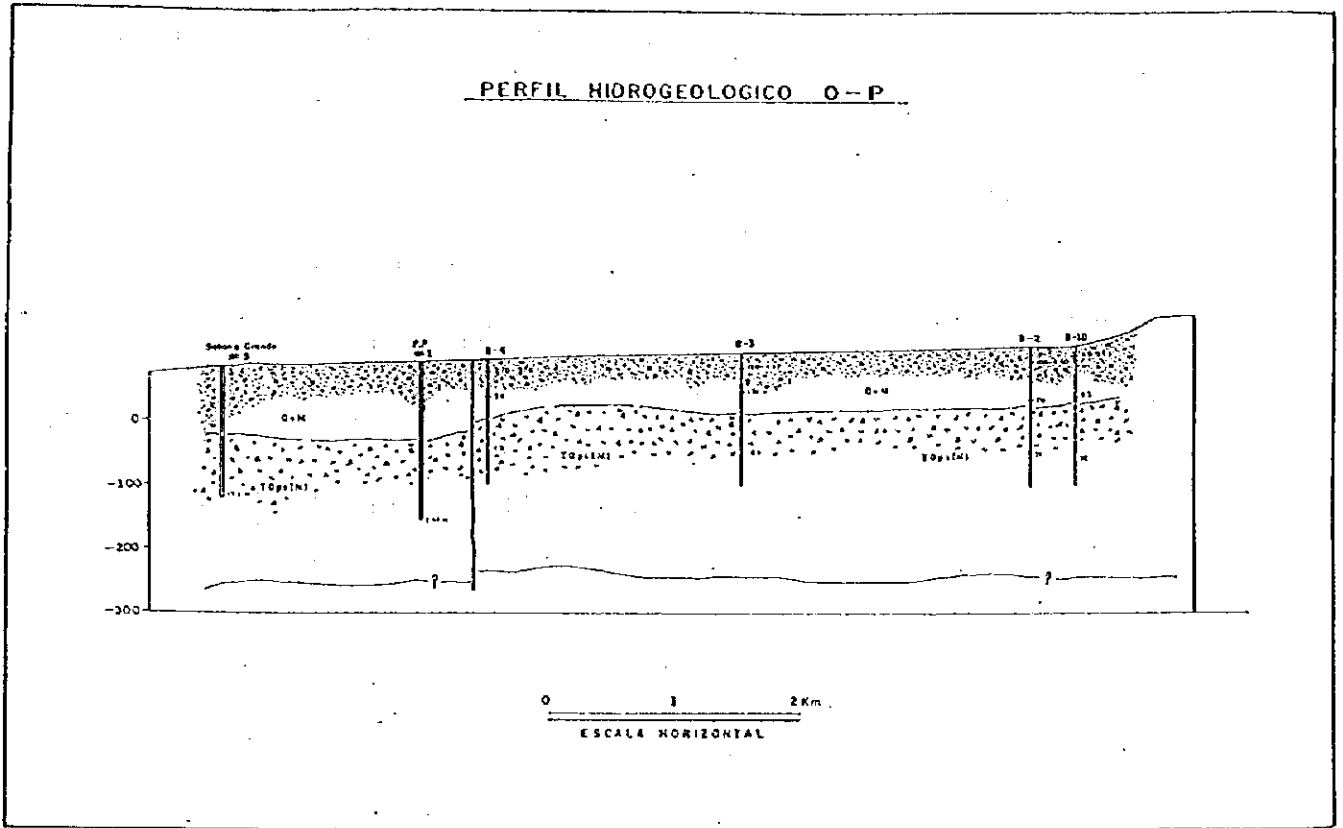
地質断面図



PERFIL HIDROGEOLOGICO E-F



地質断面図



資料-7：水質試験

1. 簡易分析

現地調査期間中に本計画に関連する水源（既存井戸水及び湧水）の水質について簡易分析と委託分析を実施した。

- ・採取年月日：98.6.20～98.7.16
- ・採取試料：20 検体（既存井戸水及び湧水）
- ・試験方法：飲料水検査セット(共立理化学研究所製)によるバックテスト他
- ・試験場所：採水場所

(1) 湧水 3 箇所について色と濁度については不合格。

臭気は海草及び雑草の匂い、大腸菌群については不合格。

硬度基準値 300mg/l を越えたところ 2 箇所、残留塩素は基準値すれすれ、フッ素は 1 箇所で不合格である。

現状は、飲料水には使用しておらず、家畜のみに利用している。

(2) 既存の井戸水

INAA：すべて基準値以内にあり、良好である。

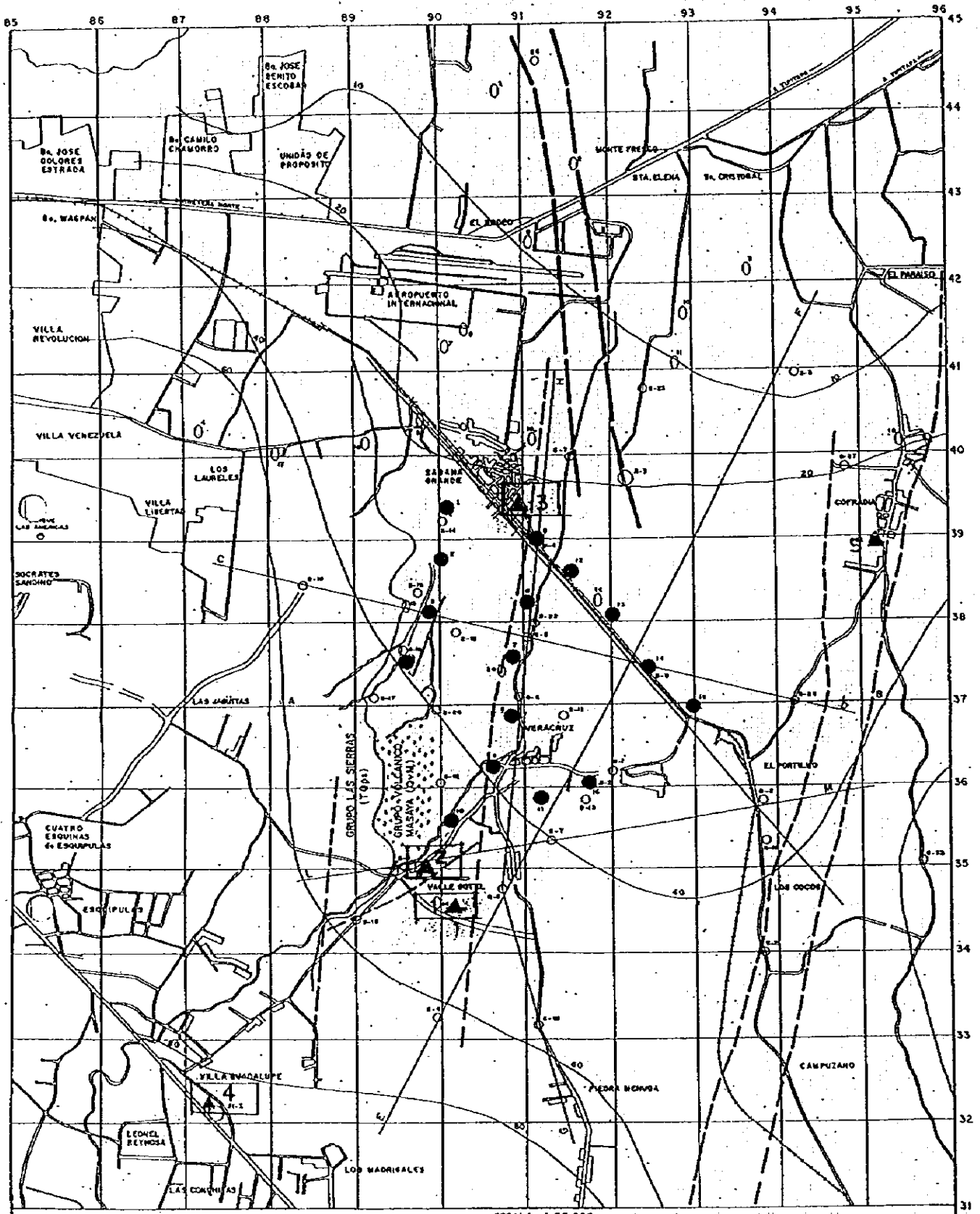
私有井戸：全硬度基準値 300mg/l 以上のところが 3 箇所ある。他は大体基準値以内にある。INAA の井戸に比べ、深度が浅いので濁度については不合格の箇所もある。

2. 委託分析

J1-2 井戸の揚水試験時に採水した試料について、UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA に分析委託すると同時に、一部日本に持ち帰り、帝人エコ・サイエンス(株)に委託して分析した。

無機物・有機物及び農薬について 56 項目の分析を実施した結果を別表に示す。ほとんどの項目は WHO ガイドライン値をクリアしており、本計画地内にある井戸水は飲料水として良好であった。ただ、この中であって鉄のみ基準値 0.3mg/l に対し、0.545 及び 0.69mg/l の値を示している。この原因としては、施設自体の問題があるか、または、取り巻く環境に問題があるのか二つの事が考えられた。追跡分析の結果からは、現時点では、鉄の含有量はガイドライン値以下と思われる。ランゲリア指数を求めた結果、少しマイナスであることからケーシング材の腐食によって生じたものと判断した。

このため、本計画に当たっては、使用する材料を腐食に強い材質である(P.V.C、ステンレス、FRP)等を検討する。



LEYENDA

ESCALA - 1:25,000

- | | | | |
|--|--------------------------------------|--|--|
| | INTRUSION FORMACION EL CONO | | SITE PROPOSED OR PLANNED |
| | SISTEMA DE FALLA | | SONDAS ELECTRICAS VERTICALES (SEV) |
| | SECCIONES TRANSVERSALES MORFOLOGICAS | | SONDAS ELECTRICAS VERTICALES REALIZADAS DURANTE EL PRESENTE ESTUDIO |
| | LINEAS DE APLAZAMIENTO GEOLOGICO | | PUNTO DE INVESTIGACION PARA ESTUDIOS ESPECIFICOS |
| | ISOBARAS DE PROFUNDIDADES DEL AGUA | | EXISTENTES EN 44 |
| | | | POZO EXPLORATORIO PLANIFICADO DURANTE EL ESTUDIO DE ESTADISTICO (1958) |

井戸配置図

▲ 水質試験実施井戸

帝人エコ・サイエンス(株) ENACALおよびUNIによる分析結果

1. 飲料水中の細菌について

生物	WHOガイドライン値	ENACAL	備考
大腸菌と耐熱性大腸菌	100ml中に検出されてはならない	0	OK
大腸菌群	100ml中に検出されてはならない	0	OK

2. 飲料水中の健康影響のある化学物質

2-1. 無機物

項目	WHO ガイドライン値 (mg/l)	ENACAL	UNI	日本	定量下限値	分析方法	備考
アンチモン	0.005			ND	0.001	上水試験方法 VI.3.22	OK
砒素	0.01		0.0035				OK
バリウム	0.7			0.03	0.01	上水試験方法 VI.3.23	OK
ベリリウム	NAD			ND	0.01	上水試験方法 VI.3.2	—
ホウ素	0.3		0.19				OK
カドミウム	0.003		ND				OK
クロム	0.05		ND	ND	0.03	規格 65.1.2	OK
銅	0.01		0.0051				OK
シアン	0.07		0.05				OK
フッ素	1.5	0.33	0.55				OK
鉛	0.01		0.0012				OK
マンガン	0.5		0				OK
総水銀	0.001		ND				OK
モリブデン	0.07			ND	0.01	上水試験方法 VI.3.18	OK
ニッケル	0.02		0.0017				OK
硝酸性窒素	50	2.96	2.3				OK
亜硝酸性窒素	3	0	0.144				OK
セレン	0.01		0.00091				OK
ウラン	NAD						—

2-2 味、臭い、色等に関する物質、性質など

項目	基準値	ENACAL	UNI	日本	備考
物理的性質					
色度	15TCU	11	10		OK
味と臭い	—				
温度	—	30	30.8		
濁度	5NTU	7.92	4.5		OK

無機物	基準値	ENACAL	UNI	日本	定量下限値	分析方法	備考
アルミニウム	0.2 mg/l		0.87	ND	0.5	規格 58.2	OK
アンモニア	1.5 mg/l		0				OK
塩化物	250 mg/l	34	0.064				OK
銅	1 mg/l		0.00051				OK
硬度	—		412				
硫化水素	0.5 mg/l		ND				OK
鉄	0.3 mg/l	0.01	0.545	0.69	0.08	規格 57.2	OK
マンガン	0.1 mg/l		0				OK
溶存酸素	—%		5.74				
pH値	8.0未満	7.07	7.9				OK
ナトリウム	200 mg/l	105	127				OK
硫酸塩	250 mg/l	31	168				OK
全蒸発残留物	1,000 mg/l	638.5	212				OK
亜鉛	3 mg/l		0.006				OK
有機物							
トルエン	24-170ug/l						
キシリン	20-1,800 ug/l						
エチルベンゼン	2-200 ug/l						
スチレン	4-2,600 ug/l			ND	0.0001	GC/MS法	OK
モノクロロベンゼン	10-120 ug/l			ND	0.004	GC/MS法	OK
1,2-ジクロロベンゼン	1-10 ug/l			ND	0.001	GC/MS法	OK
1,4-ジクロロベンゼン	0.3-30 ug/l			ND	0.001	GC/MS法	OK
総トリクロロベンゼン	5-50 ug/l			ND	0.001	GC/MS法	OK
合成洗剤	—						
消毒剤と消毒副生物							
塩素	600-1,000 ug/l						
クロロフェノール類							
2-クロロフェノール	0.1-10 ug/l						
2,4-ジクロロフェノール	0.3-40 ug/l						
2,4,6-トリクロロフェノール	2-300 ug/l						

3. その他

項目	単位	ENACAL	UNI	日本	備考
アルカリ度	mg/l	530	417		
伝導度	uS/cm		321		
ランゲリア指数			-0.882		
カルシウム	mg/l	74.01	90.26		
マグネシウム	mg/l	47.7	45.3		

4. 農薬

項目	ガイドライン値 (ug/l)	ENACAL	UNI	日本	定量下限値	分析方法	備考
アラクロル	20		ND				OK
アルデカーブ	10		ND				OK
アルドリン・ディルドリン	0.03		ND				OK
アトラジン	2		ND				OK
ベンタゾン	30						—
カルボフラン	5		ND				OK
クロルデン	0.2						—
クロロトルエン	30						—
DDT	2		ND				OK
1,2-ジブromo							
3-クロロプロパン	1						—
2,4-D	30		ND				OK
1,2-ジクロロプロパン	20						—
1,3-ジクロロプロパン	NAD						—
1,3-ジクロロプロペン	20			ND	0.0002	JIS K0125.5.2	OK
ジブromoエチレン	NAD			ND	0.002	GC/MS法	—
ヘプタクロル・ ヘプタクロルエポキシド	0.03		ND				OK
ヘキサクロロベンゼン	1			ND	0.001	GC/MS法	OK
リンデン	2		ND				OK
MCPA	2						—
メトキシクロル	20						—
メトラクロル	10		ND				OK
モリネート	6			ND	0.001	GC/MS法	OK
ペンディメタリン	20			ND	0.005	衛水第153号	OK
ペンタクロロフェノール	9		ND				OK
ベルメスリン	20						—
プロパニル	20						—
ピリデード	100						—
シマジン	2		ND				OK
トリフルラリン	20		ND				OK
2,4-DB	90		ND				OK
ジクロロプロップ	100						—
フェノプロップ	9						—
MCPB	NAD						—
メコプロップ	10			ND	0.001	衛水第193号	OK
2,4,5-T	9		ND				OK
ジクロロメタン				0.002	0.002	GC/MS法	OK
1,1,1-トリクロロエタン				ND	0.001	JIS K0125.5.2	OK
ジ-(2-エチルヘキシル)アジピン酸				0.0003	0.0001	GC/MS法	OK
エピクロヒドリン				ND	0.001	上水試験方法 VI.4.16	OK
ヘキサクロロブタジエン				ND	0.001	ガスクロマトグラフ法	OK
四塩化炭素				ND	0.0005	JIS K0125.5.2	OK
1,1-ジクロロエタン				ND	0.001	JIS K0125.5.2	OK
1,2-ジクロロエタン				ND	0.0004	JIS K0125.5.2	OK
塩化ビニル				ND	0.002	GC/MS法	OK
1,1-ジクロロエレン				ND	0.002	JIS K0125.5.2	OK
1,2-ジクロロエチレン				ND	0.001	JIS K0125.5.2	OK

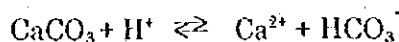
- (注) 1)UNI : Universidad Nacional de Ingenieria
2)ENACAL : ニカラグア上下水道公社
3)日本 : 帝人エコサイエンス(株)
4)ND : 検出限界以下

追跡分析

ランゲリア指数（腐食性）の検討

- (1) 本検討項目では、井戸のケーシングに使用した管材の溶解性を見極める腐食の程度とその傾向を推定する。

検査方法として、 CaCO_3 、 H_2O 、 CO_2 の平衡関係について調べる。



上式より

$$\text{pHs} = (\text{pK}'_2 - \text{pK}'_s) - \log(\text{Ca}^{2+}) - \log(\text{Alk}) + \log\left(1 + \frac{2\text{K}'_2}{(\text{Hs}^+)}\right)$$

但し、検討条件として ENACAL 及び UNI 等の分析結果も考慮する。

$$\text{pK}'_2 = 4.69 \times 10^{-11} \quad (25^\circ\text{C})$$

$$\text{pK}'_s = 4.82 \times 10^{-9} \quad (25^\circ\text{C})$$

$$\text{Ca}^{2+} = 74.01\text{mg/l} \sim 90.26\text{mg/l} = \text{中数 } 82.1\text{mg/l}$$

$$\text{Alk} = 530\text{mg/l} \sim 417\text{mg/l} = \text{中数 } 473.5\text{mg/l}$$

$$\text{Hs}^+ = \text{pH } 7.07 \sim 7.90 = \text{中性 } 7.48$$

$$\text{pHs} = (4.69 \times 10^{-11} - 4.82 \times 10^{-9}) - \log(82.1) - \log(473.5) + \log\left(1 + \frac{2 \times 41.69 \times 10^{-11}}{7.485}\right)$$

よって、 $\text{pHs} = -3.57$ となる。

ボウエルによれば、飽和指数の値が+0.6~1.0の範囲にあるとき、最も安定し、防食効果が優れているという。しかしながら、今回の分析結果によると、 $\text{pHs} = -3.57$ であり、金属面から液中への溶出があり、腐食の可能性も推測される。

(2) 一方、ENACAL 及び UNI 等の分析結果より、ランゲリア指数からみて腐食性の難易は次のとおりとなる。

- 1) pH 値は 7.07～7.90 と比較的高く腐食しやすい。
- 2) 水温は 30℃～30.8℃と比較的高いので腐食しやすい。
- 3) 蒸発残留物が 638.5mg/l と比較的多いので腐食しやすい。
- 4) カルシウム硬度は 74.01～90.26 と比較的高いので腐食しやすい。
- 5) アルカリ度が 417～530mg/l と比較的高いので腐食しやすい。

以上の(1)、(2)の総合所見から井戸のケーシング材の腐食によって鉄分の分析値が若干高めに生じた可能性も否定できない。

資料-8：揚水試験

開発地域の地価水位標高は、西部及び南部の流域からマサヤ湖に向かう東向きの流れがマサヤカルデラを經由して、流路を北に変えていることが判明している。サバナグランデ低地での湧水はこの末端である。マサヤカルデラの北壁から地下谷に流出する水量を評価するため、ベラクルス地区の既存井戸（ENACAL No.70）及びJI-2の揚水試験を実施した。揚水試験の結果では、二地点とも水位低下の勾配に大きな増加は認められず限界揚水量に達しているとは判断しがたい。したがって、やや変動が見られる第3ステップと第4ステップの平均をもって限界揚水量とみなし、この地区の井戸1本当たりの安全揚水量を2.6m³/h（687GPM）と決定した。

1. Valle Gothel 2 No.70 ENACAL Pozo

段階揚水試験の結果は以下のとおりである。試験データは別表に付す。

段階	地下水位 (m)	水位降下量 (m)	揚水量		比湧水量 m ³ /日/m
			l/s	g/m	
1	60.79	2.7	19.12	303	611.4
2	61.99	3.9	27.32	433	604.8
3	65.49	7.4	40.69	645	475.1

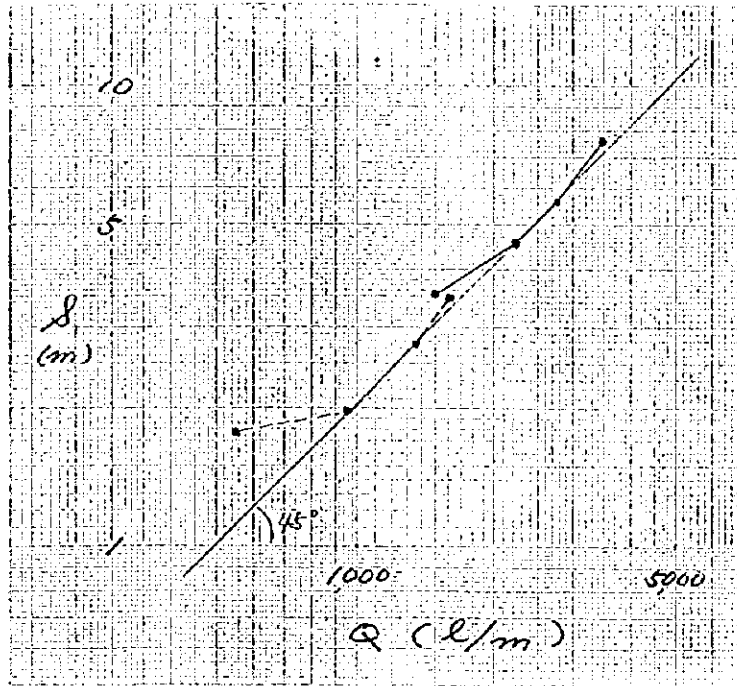
（静水位：58.09m）

なお、1996年ENACALが実施したサバナグランデ、ベラクルス、Valle Gothelの既存井戸の揚水試験結果を別表に付す。

2. JI-2 Pozo

(1) 段階揚水試験

揚水量は4段階に区分し段階揚水量試験を実施した。その結果を下图(S-Q線図)に示す。



段階揚水試験の結果を以下の表に示す。

段階	揚水量			揚水水位	水位降下量	比湧水量
	GPM	m ³ /日	m ³ /分	m	m	m ³ /日/m
1	400	2.180	90.8	48.271	3.606	604.5
2	600	3.270	136.3	49.206	4.541	720.1
3	750	4.087	170.3	50.285	5.620	727.2
4	900	4.905	204.4	52.355	7.690	637.8

NEA : 44.665m

段階	揚水量		揚水量の85%		揚水量の85%		両者の平均
	GPM	m ³ /m	GPM	m ³ /m	m ³ /m	GPM	
3	750	170.33	638	2.41	600	2.3	2.36
4	900	204.39	765	2.89	720	2.7	2.80
			702	2.65	660	2.5	2.58

(2) 連続揚水試験

安全揚水量 687GPM で良いが、ポンプの揚水量の関係で今回は 750GPM(2.84m³/分)で72時間の連続揚水試験を実施した。試験結果は、別表に付す。

(3) 影響圏の半径 (R) の算出

水位観測を仮に 1.0cm が可能とすれば、水位降下 $S=1.0\text{cm}$ になる距離が影響圏の半径 (R) に相当する。タイス、野満の非衛式から R を求めると次のようになる。

$$\text{公式} \quad S = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \quad \text{から} \quad W(u) = \frac{4\pi TS}{Q} \quad \text{となり}$$

$$\text{また、} \quad u = \frac{R^2 s}{4Tt} \quad \text{から} \quad R = \sqrt{\frac{u \cdot 4Tt}{s}} \quad \text{となる。}$$

ここで、R : 影響圏の半径(m)

Q : 揚水量 $0.0473\text{m}^3/\text{s}$ ($750\text{GPM}=170.32\text{m}^3/\text{min}$)

S : 水位降下 0.01m

s : 貯留係数 7.5×10^{-3}

T : 透水量係数 3.032×10^{-3} ($262\text{m}^2/\text{d}$)

t : 揚水時間 259,200sec(3 日間)

$$W(u) = \frac{4\pi TS}{Q} = \frac{4 \times 3.14 \times 3.032 \times 10^{-3} \times 0.01}{0.0473} = \frac{0.3808 \times 10^{-3}}{0.0473} = 8.05 \times 10^{-3}$$

$W(u)=8.05 \times 10^{-3}$ に対応する値を井戸関数表から求めると、 $u \approx 4.25$ を得る。
したがって、

$$R = \sqrt{\frac{4.25 \times 4 \times 3.032 \times 10^{-3} \times 86400}{7.5 \times 10^{-3}}} = \sqrt{593786.9} \approx 770.6 \text{ となる}$$

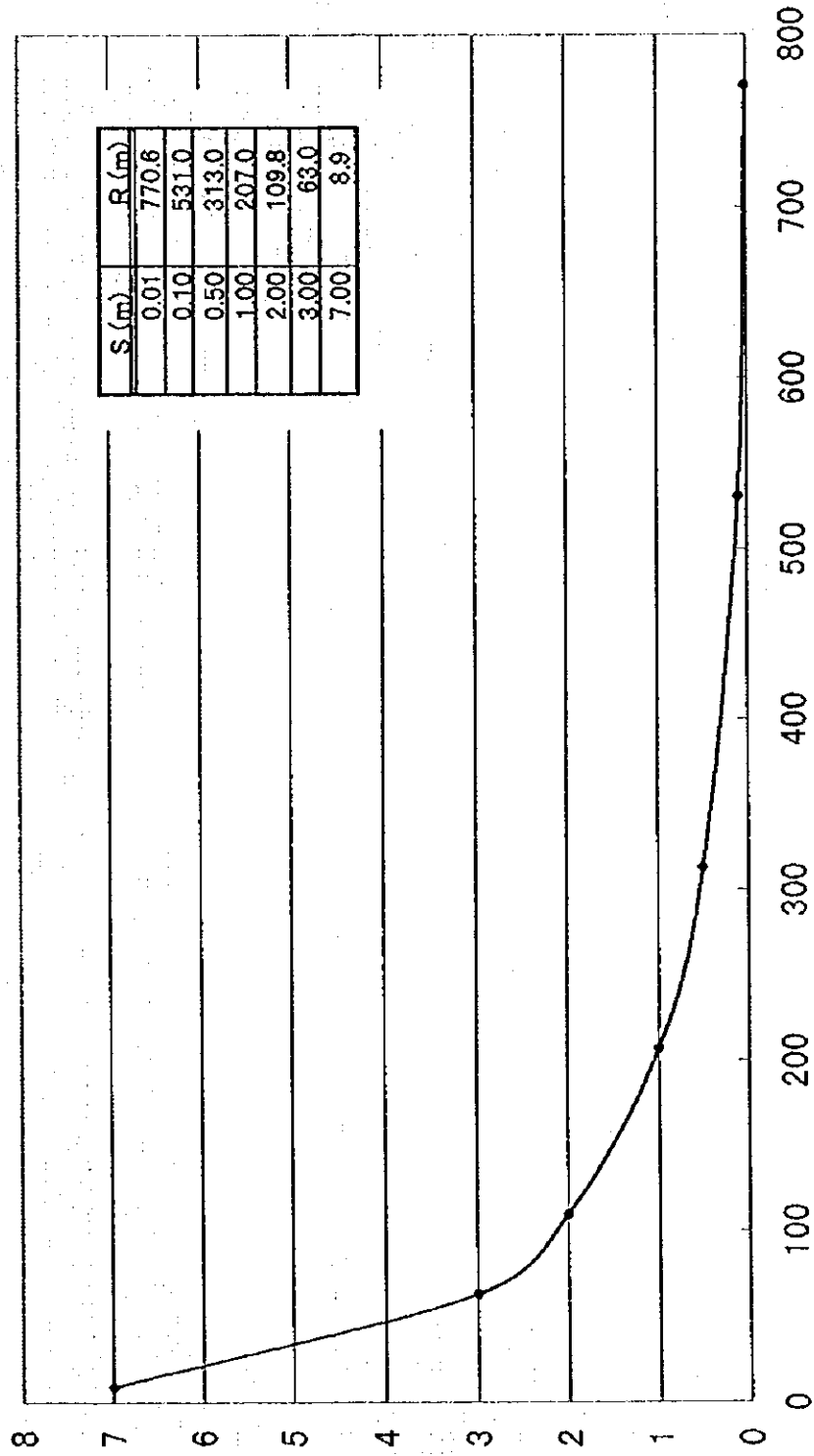
以下、水位降下 (S) を 10cm、50cm、1.0m、2.0m、3.0m、および 7.0m についてそれぞれの R を計算して、グラフに図示すると次のようになる。

今回の井戸配置について井戸間隔は 600m 以上とっている。S-R 曲線にみられるとおり、井戸干渉における影響は少ないものと考えられるが、将来を見込んでさらなる地下水降下量のシュミレーションは必要である。

揚水試験結果
RESULTADOS DE PRUEBAS DE BOMBEO
RESULTS OF PUMPING TEST

Nombre del Pozo (Well Name)	Jl-2 (Pumped Well)	Jl-2 obs (Obser-well)
1.- Profundidad (Well Depth) (m)	200	200
2.- Longitud de rejilla (Screen Length) (m)	81.14	79.3
3.- Principal formación acuífera (Main Aquifer Formation)	QvM	QvM
4.- Fecha de Prueba de Bombeo (Pumping Test's date)		
a) Escalonada (a. Step-Drawdown)	09/07/98	09/07/98
b) Caudal Constante de larga duración (b. Constant rate)	10-13/07/98	10-13/07/98
c) Recuperación (c. Recovery)	13-14/07/98	13-14/07/98
5.- Nivel Estático del agua (Static Water Level) (G. L.-m)	44.765	44.765
6.- Caudal (Pumping Discharge)(m ³ /min)		
a) Escalonada (a. Step-Drawdown)		
Q1	1.51	0
Q2	2.27	0
Q3	2.84	0
Q4	3.41	0
b) Caudal Constante de larga duración (b. Constant rate)	2.84	0
7.- Descenso (Drawdown) (m)		
a) Escalonada (a. Step-Drawdown)		
s1	3.606	0.06
s2	4.541	0.13
s3	5.62	0.21
s4	7.69	0.31
b) Caudal Constante de larga duración. 72horas (b. Constant rate. 72hours)	7.075	0.5
8.- Capacidad Específica(C.E) (Specific Capacity) (m ³ /d)	578	
9.- Transmisividad (transmissivity) (m ² /d)		
a)Theis	262	3,618
b)Jacob	354	3,655
c) Recuperación(Recovery Test)	3,651	3,388
d)T=1.22xC.E	705	
e)Promedio(average)	1,243	3,554
10.- Coeficiente de Almacenamiento (Storage Coefficient)		
a)Theis		7.5x10-3
c) Recuperación(Recovery Test)		9.37x10-3
e)Promedio(average)		8.5x10-3
11.- Coeficiente de pérdidas en el acuífero (Aquifer loss coefficient) (d/m ²)	2.2	
12.- Coeficiente de pérdidas en el pozo de bombeo (Pumping Well loss coefficient) (d2/m5)	0.0	

S-R曲線



「1次計画」井戸生産量(1998. 1. 15~1998. 3. 24)

NIVELES, % ABERTURA, CAUDAL Y PRESION DE LOS POZOS DEL COMPO MANAGIA I

No. POZO	ENERO 15 DE 1998				ENERO 18 DE 1998				FEBRERO 09 DE 1998				FEBRERO 17 DE 1998				FEBRERO 23 DE 1998			
	NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (MG/MIN)	PRESION (PSI)	NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (MG/MIN)	PRESION (PSI)	NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (MG/MIN)	PRESION (PSI)	NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (MG/MIN)	PRESION (PSI)	NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (MG/MIN)	PRESION (PSI)
1 W-1	409.04	3	2.85	104	435.82	2	2.90	112.84	438.29	2	2.90	111	429.33	2	2.79	121	441.08	2	3.00	105
2 W-2	429.41	4	3.02	81	427.59	3	2.96	86.74	428.41	2	3.10	90	437.29	4	3.23	53	426.41	1	3.10	92
3 W-3	389.91	10	3.65	33	369.87	10	3.80	29.86	368.83	10	3.65	33	370.54	20	3.75	20	371.16	20	3.80	20
4 W-4	383.78	14	3.75	20	383.70	14	3.95	21.33	384.29	21	3.67	16	394.25	38	3.72	12	383.16	42	3.63	11
5 W-5	412.33	8	3.85	30	412.16	9	3.83	28.44	411.08	9	3.90	28	411.54	8	3.90	28	415.08	26	4.00	11
6 W-6	393.92	2	3.30	88	395.83	1	3.42	72.52	395.50	1	3.35	80	398.66	2	3.90	70	393.92	1	3.17	100
7 W-7	408.29	0.9	2.30	128	412.66	0.9	2.42	116.60	400.02	0.8	1.95	151	413.00	0.8	2.40	118	411.33	0.8	2.30	127
8 W-8	428.58	2	2.80	99	421.41	1	2.35	112.34	413.00	1	2.00	135	415.00	1	2.10	134	417.50	1	2.10	134
1 E-1	374.08	39	3.85	17	374.16	15	3.95	22.75	374.56	10	4.00	23	374.83	17	3.85	22	375.66	22	4.00	20
2 E-2	402.87	22	4.00	18	401.25	10	3.90	21.33	402.58	14	4.00	23	402.66	18	3.80	20	403.75	18	4.00	20
3 E-3	420.87	6	3.55	46	421.33	6	3.40	44.08	411.86	4	3.75	60	416.78	4	3.25	64	417.83	5	3.30	61
4 E-4	410.87	42	3.85	9	410.25	48	3.60	6.53	411.25	10	3.80	18	411.54	10	3.55	18	411.70	30	3.80	10
5 E-5	408.20	6	3.65	23	408.16	10	3.65	17.08	409.41	10	3.65	17	408.00	10	3.81	16	409.54	10	3.65	17
6 E-6	418.66	5	3.25	67	418.83	5	3.35	81.15	418.50	4	3.25	65	418.75	4	3.22	67	420.08	5	3.27	65
7 E-7	428.37	3	2.75	92	437.08	4	3.10	49.77	427.82	3	2.82	88	428.66	4	2.80	83	430.65	3	2.80	87

NOTA: Estas mediciones fueron realizadas con los pozos trabajando

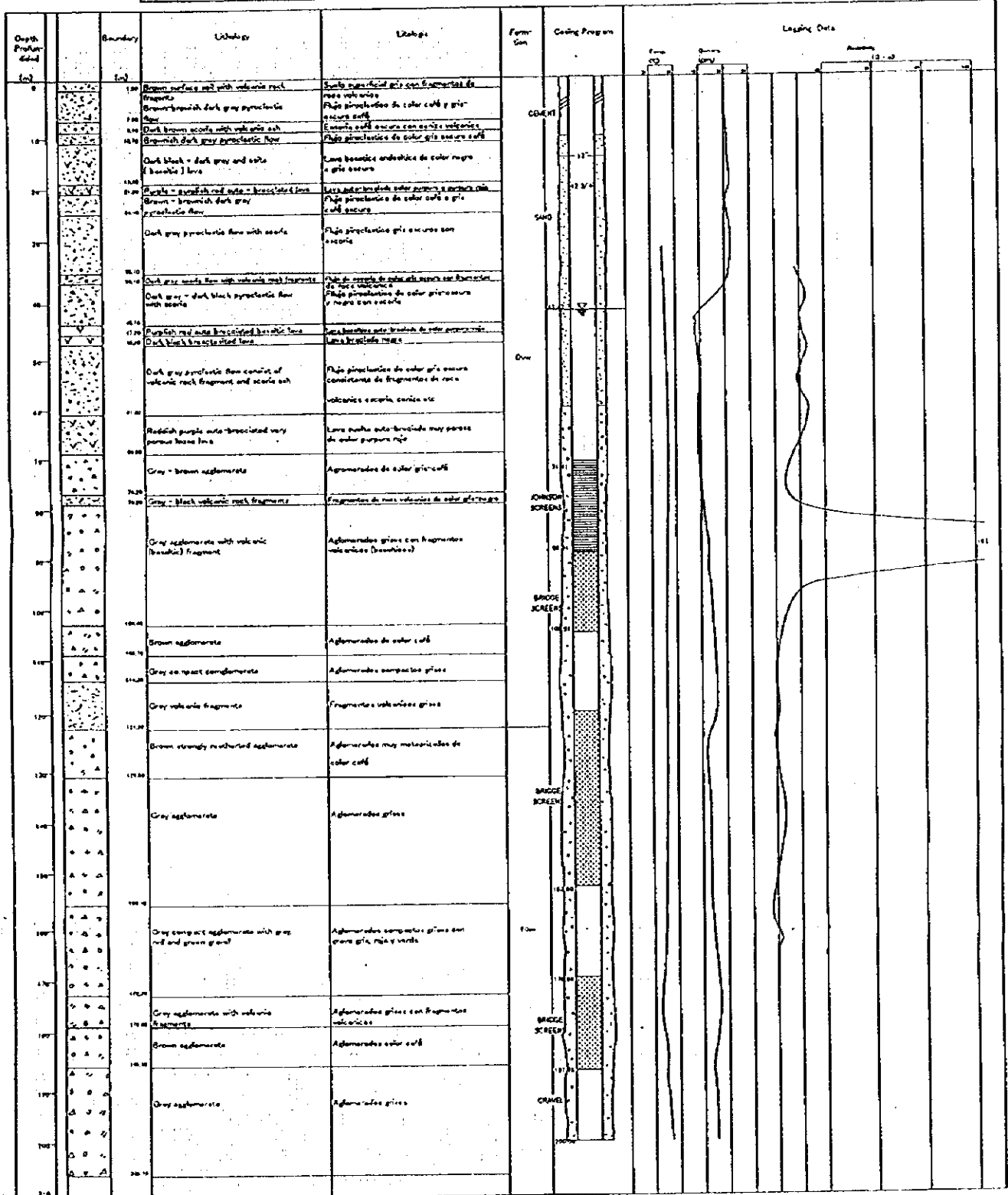
NIVELES, % ABERTURA, CAUDAL Y PRESION DE LOS POZOS DEL COMPO MANAGIA I

No. POZO	MARZO 03 DE 1998				MARZO 09 DE 1998				MARZO 16 DE 1998				MARZO 24 DE 1998			
	NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (MG/MIN)	PRESION (PSI)	NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (MG/MIN)	PRESION (PSI)	NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (MG/MIN)	PRESION (PSI)	NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (MG/MIN)	PRESION (PSI)
1 W-1	448.00	0.8	3.10	86	444.48	1	3.00	101	450.33	2	3.02	92	454.92	1	3.00	121
2 W-2	435.75	0.8	3.18	71	423.83	1	3.00	99	439.58	5	3.25	47	440.42	3	3.20	51
3 W-3	371.92	19	3.60	19	372.00	20	3.80	20	372.09	20	3.75	20	372.66	14	3.70	22
4 W-4	385.50	40	3.85	11	385.92	40	3.70	13	386.09	41	3.85	12	386.33	44	3.80	6
5 W-5	415.25	23	3.88	11	408.82	4	3.70	50	414.83	20	4.05	14	412.42	8	3.90	29
6 W-6	398.83	3	3.40	54	394.92	2	3.20	85	399.86	5	3.46	38	400.00	4	3.46	43
7 W-7	414.49	0.8	2.40	119	407.00	1	2.20	139	408.92	0.8	2.10	138	408.58	0.8	2.20	135
8 W-8	423.83	1	2.20	123	422.50	1.5	2.20	124	421.04	1	2.15	122	417.00	1	2.10	140
1 E-1	376.42	22	3.90	19	376.50	22	3.90	20	376.54	22	4.07	20	377.33	61	3.80	17
2 E-2	404.00	18	4.00	20	404.08	18	4.00	18	404.16	19	4.00	20	404.75	28	4.00	16
3 E-3	424.00	9	3.60	28	412.08	3	3.60	51	423.83	9	3.45	30	425.50	38	3.50	15
4 E-4	411.58	30	3.60	10	412.25	30	3.60	11	411.33	18	3.80	14	413.80	30	3.80	10
5 E-5	409.66	10	3.62	17	408.69	9	3.65	17	409.41	10	3.85	17	410.16	30	3.60	10
6 E-6	420.50	3	3.20	85	419.75	2	3.20	67	426.31	10	3.76	24	428.16	10	3.60	24
7 E-7	440.00	5	3.18	97	428.50	3	2.75	92	437.58	4	3.05	64	440.50	6	3.20	49

NOTA: Estas mediciones fueron realizadas con los pozos trabajando

WELL LOG

PROJECT NAME	The Study on Water Supply Project in Marikina, Phase B
AREA AND LOCATION	Marikina
ELEVATION	125m
TOTAL DEPTH	200m
DRILLING STARTED	DATE: 08/10/77
WELL COMPLETED	LOGGED BY: Juan Carlos Valle
STATIC WATER	42.5m
DYNAMIC WATER	43.0m
PUMPING RATE	1000m ³ /D
SPECIFIC CAPACITY	100m ³ /D/m
WATER TEMPERATURE	23.0°C
CONDUCTIVITY	8180 μS/cm
pH	7.1
TOTAL HARDNESS	



資料-9：土質試験（受水槽・配水池）

受水槽と配水池の地盤支持力の検討

地質調査の結果では、地表から地下 3.6m までは、N値が 4~16 の値を示す。ボーリング調査では、土の相対密度がN値換算値 0~10 の場合、砂質土や粘性土地盤の可能性があり、この場合は地下水位以下で地盤沈下の発生する問題がある。

特に本計画地の受水槽や配水池の建設箇所は、土質試験及び試料採取等の自然条件調査により二地区とも地下約 3m までローム砂質土層である。また、15m までは砂質ローム土より構成され地盤支持力をN値に換算すると 20 程度である。

ここで、受水槽と配水池の基礎支持地盤位置を地表より 2-3m と想定すれば、ローム砂質土層と砂質ローム土層の境目付近に位置する。

よって、テルツァギーの支持力公式に基づいて、地盤の安全性を検討した。

検討条件：基礎底面の形状は長方形とする。

：支持力係数は $\phi = 0$ 度の時 $N_c=5.3$ $N_1=0$ $N_g=3.0$ と仮定する。

：砂質ローム土の粘着力は、土質試験の結果 3.0 tf/m^2 とする。

：ローム土の一般的許容地耐力は、 $N_q=5.0 \text{ tf/m}^2$ である。

$$q_a = 1/3 \cdot 1.26 \cdot 3.0 \cdot 5.3 = 6.67 \text{ tf/m}^2$$

但し、 $a = 1.0 + 0.3 \cdot 35/40 = 1.26$

$$L = 40.0 \text{ m}$$

$$B = 35.0 \text{ m}$$

よって、 $q_a = 6.67 \text{ tf/m}^2 > N_q = 5.0 \text{ tf/m}^2$ であり、安全側にある。

検証：平板載荷試験の結果では、地盤支持力（地耐力）がN値で4から16である。

$S_u \text{ (tf/m}^2) = N_s / 5$ ……砂質土系

$\text{tf/m}^2 = q_u / 2$ ……粘土質系（但し、 $q_u = 1.25 N_c$ ）

であり、この周辺の土質をローム粘土質 $S_u = q_u / 2$ とすれば許容支持力は 2.5 から 10 tf/m^2 である。

したがって、より安全側にするためには基礎支持力を上げるために軟弱地盤ヶ所を砂またはソイルセメントに置換改良することとする。

地質調査データ

標準貫入試験

ANEXO No.1

**REGISTROS DE CAMPO Y
GRAFICOS DE RESISTENCIA A LA
PENETRACION ESTANDAR (S.P.T)**

nicasolum

INGENIERIA DE MATERIALES S.A.

地質調査データ

REGISTRO DE CAMPO - SONDEO No. TA-1

Proyecto: Tanque de Agua Potable Ing. de Campo: Salomón Reyes
 Localización: Américas No.4 Perforador: Leónidas Sánchez
 Elevación: — Fecha de inicio: 02 - 07 - 98
 Nivel freático: No se detectó Fecha de terminación: 03 - 07 - 98

PROF. EN m.	No. DE MTRA.	HUMED.	CONSISTENCIA Δ COMPACIDAD	COLOR	DESCRIPCION	N				R (m)	ROD (%)
						1	2	3	4		
0.00		#13									
0.45			Durísima	Café claro	Limo arcilloso	5	13	18	31	0.30	
0.90		S-166	Durísima	Café oscuro	Arcilla limosa	16	19	18	37	0.30	
1.35			Muy dura	Café claro	Arcilla limosa	12	13	17	30	0.25	
1.80		S-30	Densa	Café claro	Limo arenoso arcilloso	16	20	34	54	0.30	
2.25			Densa	Oscuro	Limo arenoso arcilloso	30	34	26	60	0.40	
2.70		S-8	Suelta	Café claro	Limo arenoso arcilloso	2	3	4	7	0.35	
3.15			Media	Café claro	Arena limosa	4	12	17	29	0.42	
3.60		#4	Densa	Gris	Arena limosa	21	32	49	81	0.43	
4.05			Muy densa	Gris	Arena limosa	30	49	51	100	0.40	
4.50		A-9	Densa	Gris	Arena limosa	39	47	44	91	0.35	
4.95			Densa	Gris	Arena limosa	36	29	35	64	0.35	
5.40		S-3	Densa	Gris	Arena limosa	38	36	32	68	0.35	
5.85			Media	Café claro	Arena limosa	20	21	22	43	0.40	
6.30		C-13	Media	Café claro	Arena limosa	9	11	13	24	0.35	
6.75			Media	Café claro	Arena limosa	10	18	26	42	0.40	

nicasolum Ingeniería de Materiales S.A.			Managua, Nicaragua		
			Proyecto: Tanque de Agua Potable, Américas No.4		
Cliente: J I C A			Registro de Campo (Sondeo TA-1)		
Operador: Nicasolum	Verificado: A. Jerez	Fecha: 10.07.1998	Aprobado: A. Jerez	Anexo: N° 1	

nicaSolum

INGENIERIA DE MATERIALES S.A.

地質調査データ

REGISTRO DE CAMPO - SONDEO No.

TA-1

Proyecto: Tanque de Agua Potable Ing. de Campo: Salomón Reyes
 Localización: Américas No.4 Perforador: Leónidas Sánchez
 Elevación: — Fecha de Inicio: 02 - 07 - 98
 Nivel freático: No se detectó Fecha de terminación: 03 - 07 - 98

PROF. EN m.	No. DE MTRA.	HUMED.	CONSISTENCIA & COMPACIDAD	COLOR	DESCRIPCION	N				R (m)	ROD (%)
						1	2	3	4		
7.20	#17		Densa	Café claro	Arena limosa con pómez	23	28	33	61	0.30	
7.65			Densa	Café claro	Arena limosa con pómez	14	25	31	56	0.35	
8.10	SC-2		Densa	Café claro	Arena limosa con pómez	21	26	28	54	0.30	
8.55			Media	Café claro	Arena limosa con pómez	20	16	16	32	0.20	
9.00	S-7		Densa	Café claro	Arena limosa con pómez	18	26	44	70	0.20	
9.45			Media	Café claro	Arena limosa con pómez	11	19	21	40	0.20	
9.90	S-8		Densa	Café claro	Arena limosa con pómez	31	37	48	83	0.25	
10.35			Densa	Gris	Arena limosa con pómez	47	44	33	77	0.30	
10.80	Z-7		Media	Gris	Pómez	9	11	22	33	0.35	
11.25			Densa	Gris oscuro	Arena limosa	54	66	118	204	0.30	
12.30					Levado con NV-2						
13.70					Rotado con NV-2 en grava					0.20	
15.00					Rotado con NV-2 en grava					0.28	
					Se efectuó prueba S.P.T después de los 15m, no penetró						
					Se además hasta 12.40m						

nicaSolum Ingeniería de Materiales S.A.			Managua, Nicaragua		
			Proyecto: Tanque de Agua Potable, Américas No.4		
Cliente: J I C A			Registro de Campo (Sondeo TA-1)		
Operador: NicaSolum	Verificado: A. Jerez	Fecha: 10.07.1998	Aprobado: A. Jerez	Anexo: N° 1	

nicaSolum

INGENIERIA DE MATERIALES S.A.

地質調査データ

REGISTRO DE CAMPO - SONDEO No. SG-1

Proyecto: Estación de Bombeo Ing. de Campo: Salomón Reyes
 Localización: Sabanagrande Perforador: Leónidas Sánchez
 Elevación: _____ Fecha de inicio: 07-07-98
 Nivel freático: No se detectó Fecha de terminación: 07-07-98

PROF. EN m.	No. DE MTRA.	HUMED.	CONSISTENCIA & COMPACIDAD	COLOR	DESCRIPCION	N				R (m)	RGD (%)
						1	2	3	4		
0.00	#54										
0.45			Suelta	Café claro	Limo arenoso	2	3	3	6	0.39	
0.90	E-7		Media	Café claro	Limo arenoso	3	6	7	13	0.40	
1.35			Suelta	Café claro	Limo arenoso	10	3	3	6	0.40	
1.80	P#23		Media	Café claro	Limo arenoso	4	9	8	17	0.41	
2.25			Suelta	Café claro	Limo arenoso	6	5	4	9	0.39	
2.70	#2		Media	Café claro	Limo arenoso	6	7	9	16	0.48	
3.15			Media	Café claro	Limo arenoso	15	12	14	26	0.41	
3.60	F-9		Densa	Café claro	Limo arenoso	30	29	24	53	0.40	
4.05			Media	Gris	Arena limosa	18	10	34	44	0.38	
4.50	SR-10		Muy densa	Gris	Arena limosa	68	53	47	100	0.36	
4.95			Muy densa	Gris	Arena limosa	50	60	61	121	0.37	
5.40	S-45		Muy densa	Gris	Arena limosa	58	65	60	125	0.38	
6.00			Muy densa	Gris	Arena limosa	60	70	70	140	0.40	

nicaSolum

Ingeniería de Materiales S.A.

Managua, Nicaragua

Proyecto: Estación de bombeo, Sabanagrande

Cliente:

JICA

Registro de Campo (Sondeo SG-1)

Operador:

NicaSolum

Verificado:

A. Jerez

Fecha:

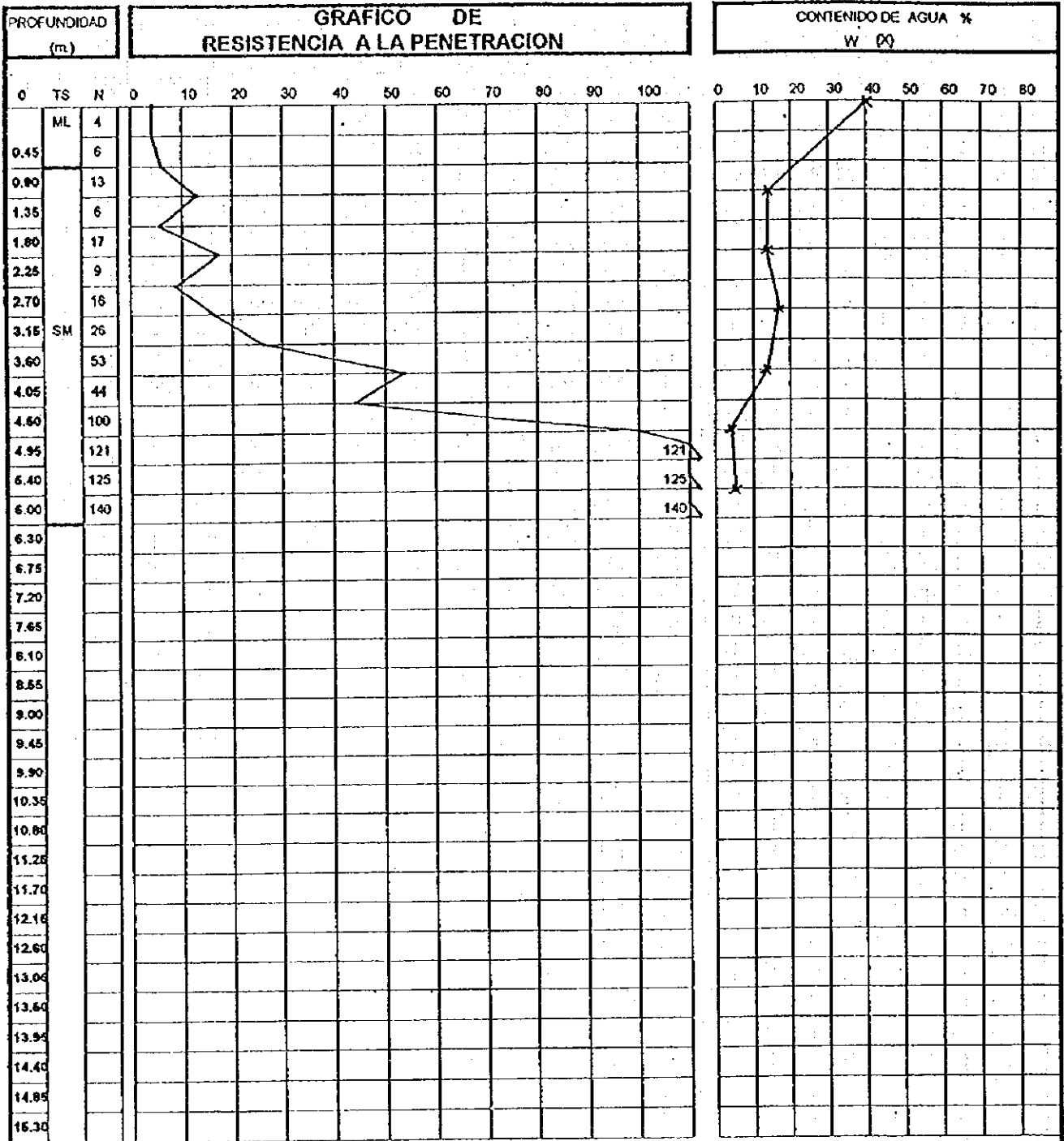
10.07.1998

Aprobado:

A. Jerez

Anexo:

Nº1



N : N° de golpes

TS : Tipo de Suelo

nicaSolum Ingeniería de Materiales S.A.			Managua, Nicaragua		
			Proyecto: Estación de Bombeo, Sabanagrande		
Cliente : J I C A			Gráfico de Resistencia (Sondeo SG-1)		
Operador : NicaSolum	Verificado : A. Jerez	Fecha : 10.07.1998	Aprobado : A. Jerez	Anexo: No.1	

nicaSolum

室内試験結果

ANEXO No.2

RESULTADOS DE ENSAYES DE LABORATORIO

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

室内試験結果

Cliente: JICA

Proyecto: Tanque de Almacenamiento de Agua Potable, Las Américas No.4

Procedencia: Muestras tomadas de sondeos realizados en el sitio del proyecto

Fecha de Muestreo	ESTACION UBICACION	PROFUNDIDAD EN (m)	Muestra N°	% MALLA N°		L. L.	I. P.	Clasificación S.U.C.S	
				4	200	%	%		
02 - 07 - 98	TA-1	0.00 - 0.45	1	100	75	60	24	MH	
		0.45 - 1.35	2	100	86	60	27	MH	
		1.35 - 3.15	3	99	49	54	18	SM	
		3.15 - 5.40	4	97	31	-	NP	SM	
		5.40 - 6.75	5	100	34	30	5	SM	
		6.75 - 10.35	6	98	36	29	5	SM	
		10.35 - 10.80	7	86	13	-	NP	SM	
		10.80 - 11.25	8	84	18	-	NP	SM	
		11.25 - 12.30	-	Lavado con NV-2					
		12.30 - 15.00	-	Rotado con NV-2 en grava					

nicaSolum

Ingeniería de Materiales S.A.

Managua, Nicaragua

Proyecto: Tanque de Agua Potable, Américas No.4

Cliente:

J I C A

Resultados de Ensayes de Laboratorio

Operador :
NicaSolum

Verificado :
A. Jerez

Fecha :
10.07.1998

Aprobado:
A. Jerez

Anexo:
No.2

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

室内試験結果

Cliente: JICA
Proyecto: Estación de Bombeo, Sabanagrande
Procedencia: Muestras tomadas de sondeos realizados en el sitio del proyecto

Fecha de Muestreo	ESTACION UBICACION	PROFUNDIDAD EN (m)	Muestra N°	% MALLA N°		L. L	I. P	Clasificación S.U.C.S
				4	200	%	%	
07 - 07 - 98	SG-1	0.00 - 0.45	1	100	66	41	8	ML
		0.45 - 3.60	2	95	30	39	5	SM
		3.60 - 5.40	3	100	18	-	NP	SM
		5.40 - 6.00	4	100	21	-	NP	SM

nicaSolum Ingeniería de Materiales S.A.			Managua, Nicaragua	
			Proyecto: Estación de Bombeo, Sabanagrande	
Cliente : J I C A			Resultados de Ensayes de Laboratorio	
Operador : NicaSolum	Verificado : A. Jerez	Fecha : 10.07.1998	Aprobado: A. Jerez	Anexo: No.2

資料-10：水資源のポテンシャル

1. 水資源ポテンシャル

マナグア周辺地域では、平均年間降雨量は、1,120mm 前後あり、天水のみでも 180 日間以上の生物生育可能期間があるとし、「亜湿潤地帯」と FAO は位置づけている。

水資源ポテンシャルは以下に示すように、マナグア湖、ニカラグア湖周辺の平地、レオンとチナンデカの両市を結ぶ太平洋岸の平地、及びマイパイシージョ周辺の平地で高くなっており、貧困層の多い中山間地域を遍くカバーできるものとはなっていない状況である。

(1) 河川水

マナグア市周辺の水系は、山側斜面から直接マナグア湖へ向かう I、II 流域(342km²)とマサテペ、ラ・コンセプションを含み、マサヤ湖を経由して北東のモクワナ川へと向かう III～V 流域(538km²)とに区分される。

各、流域図面	(km ²)
I 流域	120
II 流域	222
III 流域	136
IV 流域	183
V マサヤ湖流域	219
合 計	880

対象地域には、大小 5 つの湖があり、「ニ」国第 2 の湖であるマナグア湖は市の北側に位置する。この湖には南側からの表流水・地下水が全て流入する。東にあるティピタバ川は、中米最大の湖であるニカラグア湖とつながっているものの水位の関係で実際に流れるのはまれである。

計画地域東北部、飛行場の東側には、大規模な湧水地帯があり、湧水地点の標高は 50-60m である。この湧出量の総計がマサヤカルデラ等を含めた上流域に対するおよその基底流量と考えられる。モクワナ川は、湧水を源とする唯一の通年河川であるが、1991 年～1992 年の河川水位観測を実施した結果、河川の流量はおよそ 1.0～1.40m³/sec であり、湧水地帯全体の流出量は少なくとも 1.35m³/sec と極めて限定されている。

地域内の河川は、このモクワナ川を除くと、他は完全な季節河川であり、雨季における流

出時間は、2～3時間と短い。

(2) 湖水

対象地区の北西部に位置するアソソスカ湖は、前述のとおり、歴史的にマナグア市の飲料水を供給してきた水源であり、現在でも 30%以上(2.90m³/年)を占めて、マナグア市の水源として重要な役割を果たしている。しかし、70年代以降の急激な揚水により、水位が低下し続けており、90年代に入ってから取水制限にもかかわらず、マナグア湖では1992年に海拔36.5mに対し、1993年に海拔35.0mと1.5mも低下した。現在マナグア湖では、湖岸の工場や市内からの生活排水による汚染が問題となっており、極端な水位の低下が続くとマナグア湖側からの汚水浸入も懸念される。さらに、アソソスカ湖の北側には石油等の工場が立地し、INETERが実施した周辺既存井の水質調査によると、工場排水に起因した地下水汚染の可能性が報告され、この件からもアソソスカ湖の水位回復が重要な課題となっている。

アソソスカ湖の水位低下の原因は、揚水量によるものであり、1989年以降の揚水量削減により、回復のきざしを見せてはいるものの、依然マナグア湖の水位より低い状態である。

(3) 地下水

地下水は豊富であり、家庭用水、灌漑用水、工業用水の主な水源となっている。これは難透水性基盤の上層に透水性の高い地層が堆積している地質構造に由来している。ただし、太平洋岸地域では、透水性の高い地層が堆積しておらず、このためこの地域の地下水ポテンシャルは非常に低くなっている。

一方、太平洋岸を除いた地域の地下水ポテンシャルは0.011m³/sec/km²以上の値が期待され、ENACALの既存井戸においても0.01～0.1m³/sec程度の揚水量実績がある。特にチナンデガ北部の平野部、マナグア湖北部のシネカバ、ピエオ川流域、グラナダ北部のニカラグア湖周辺において地下水ポテンシャルが高く既存井戸で約0.04m³/sec以上の揚水量がある。

2. 水収支の解析

マナグア市全区域対象

地下水盆	西部水理区域	中央水理区域	東部水理区域
面積 (km ²)	54.0	237.0	499.0
平均年間降雨量 (mm)	1120	1120	1120
平均涵養率 (%)	18.0	18.0	18.0
年間涵養量 (百万 m ³ /年)	10.89	48.04	100.60
地下水ポテンシャル (百万 m ³ /年)	8.71	38.43	88.48
1997年実績揚水量 INAA	7.00	66.98	37.20
工業用水	-	5.9	-
農業用水	-	-	1.2
「第一次計画」年平均揚水量	-	-	21.6
「第二次計画」年平均揚水量	-	-	17.64
収 支	1.71	-34.45	10.84

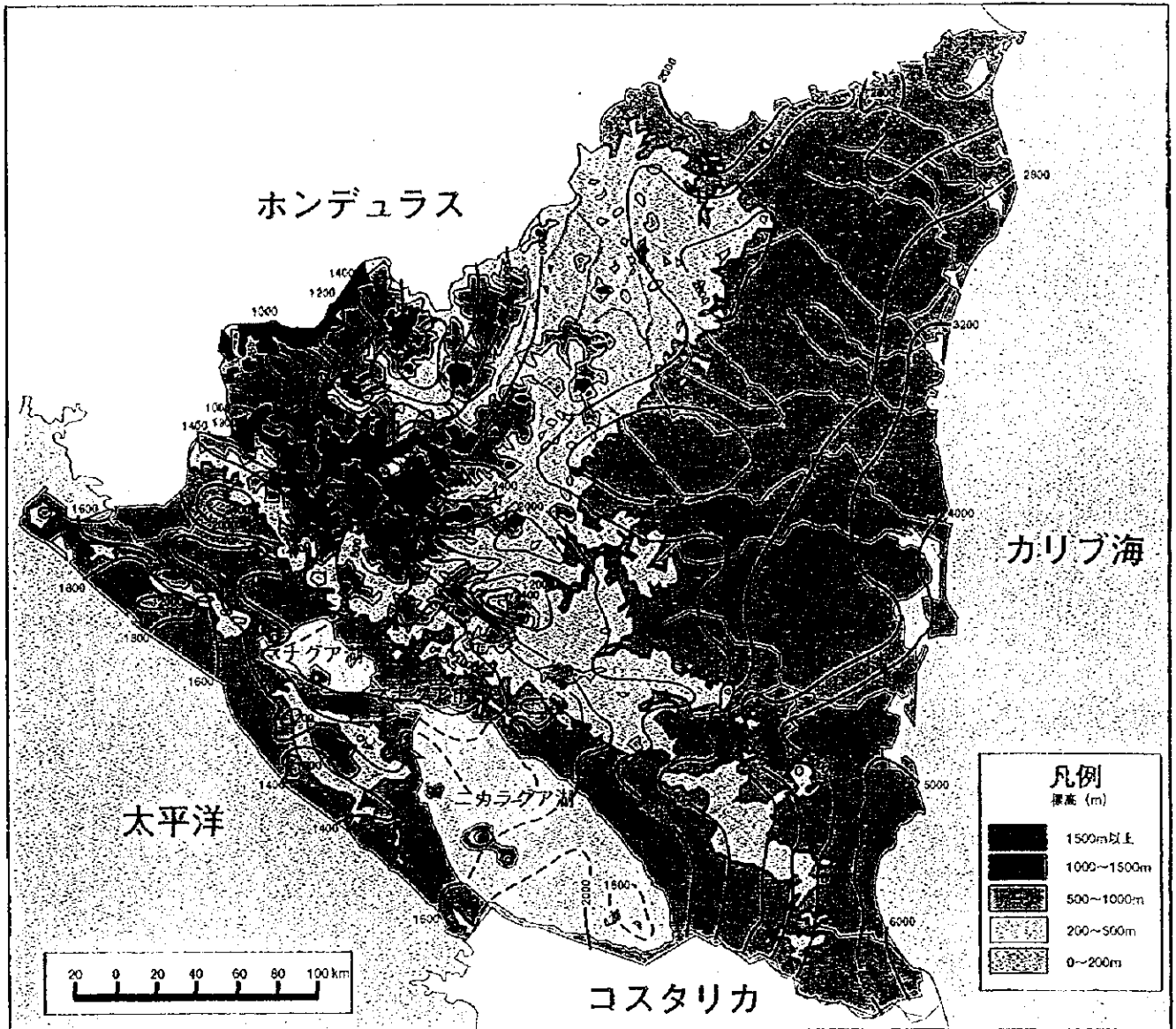
注：「開発計画」の水収支表は 1997 年における年揚水量として換算した。

* INAA 揚水量は 1997 年生産井戸実績を計上した。

* * 工業及び農業揚水量は「開発計画」時の 1991 年揚水実績を計上した。

「開発計画」で指摘されているように、中央水理区域の第 2 行政区から第 5 行政区に相当する地域では、地下水が過剰揚水されており、不足量はアソソスカ湖水を 2.90 万 m³/年揚水し、水位低下を生じさせている。また、アソソスカ湖やマナグア湖の水質等の汚染が年々深刻となり上水道用としては使用上問題があるために「INAA」は、揚水量を 0.01 万 m³/年に減少させる緩和対策を実施している。

従って、東部水理区域における地下水生産量は本計画の揚水量をまかなった後も、さらに 10.84 百万 m³/年の新規開発可能と推定される。また、マナグア市全域の中でも西部及び中央水理区域の様な湖沼水を上水道水源とする必要はなく、水質的にも清浄である有望な地区であると言える。



出典：INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES

等雨量線図

2. 水収支の解析

マナグア市全区域対象

地下水益	西部水理区域	中央水理区域	東部水理区域
面積 (km ²)	51.0	237.0	499.0
平均年間降雨量 (mm)	1120	1120	1120
平均涵養率 (%)	18.0	18.0	18.0
年間涵養量 (百万 m ³ /年)	10.89	48.04	100.60
地下水探砂量 (百万 m ³ /年)	8.71	38.43	88.48
1997 年実績揚水量 INAA	7.00	66.98	37.20
工業用水	-	5.9	-
農業用水	-	-	1.2
「第一次計画」年平均揚水量	-	-	21.6
「第二次計画」年平均揚水量	-	-	17.64
収 支	1.71	-34.45	10.81

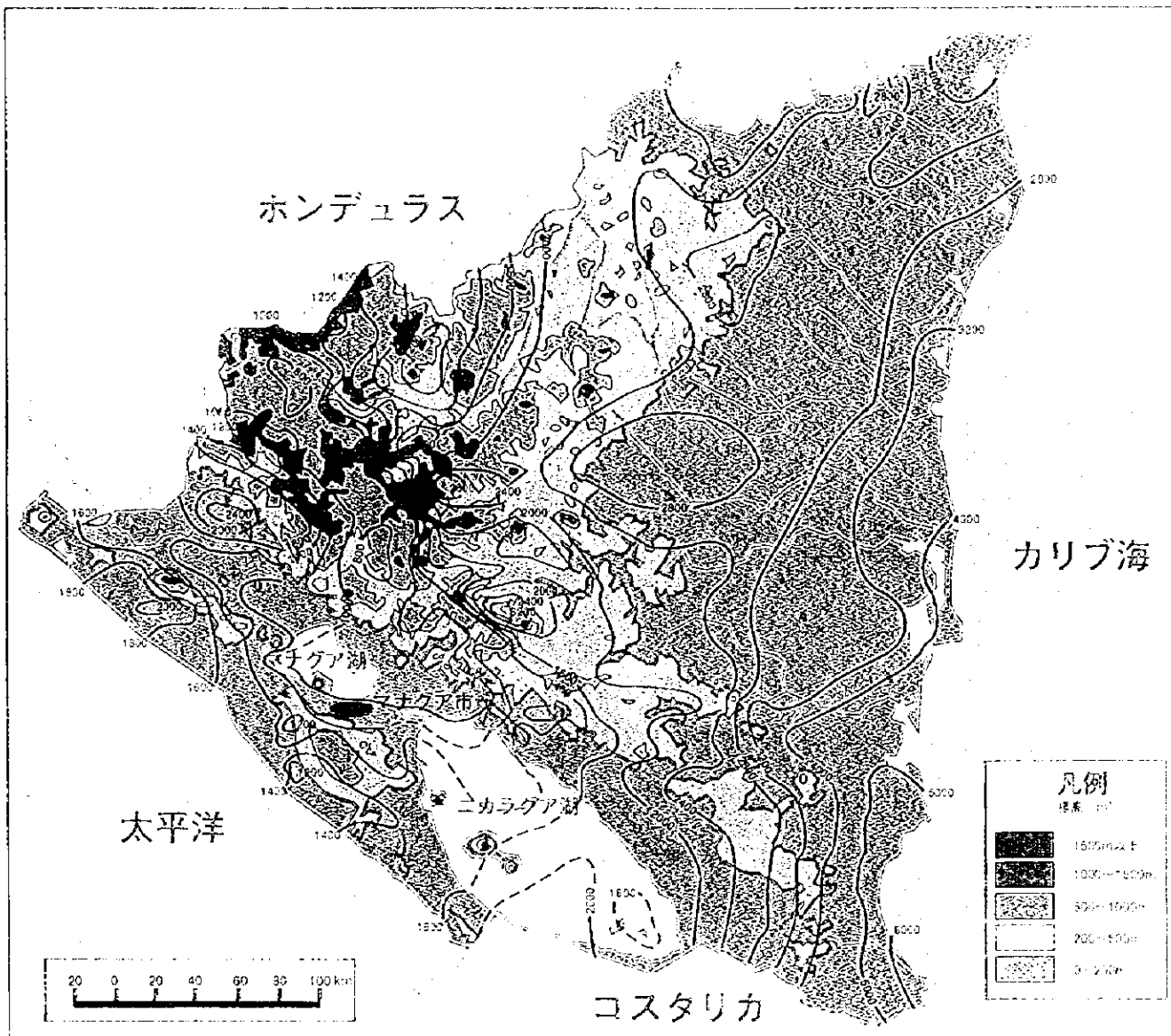
注：「開発計画」の水収支表は 1997 年における年揚水量として換算した。

※ INAA 揚水量は 1997 年生産井戸実績を計上した。

※ 工業及び農業揚水量は「開発計画」時の 1991 年揚水実績を計上した。

「開発計画」で指摘されているように、中央水理区域の第 2 行政区から第 5 行政区に相当する地域では、地下水が過剰揚水されており、不足量はアソソスカ湖水を 290 万 m³/年揚水し、水位低下を生じさせている。また、アソソスカ湖やマナグア湖の水質等の汚染が年々深刻となり上水道用としては使用上問題があるために「INAA」は、揚水量を 0.01 万 m³/年に減水させる緩和対策を実施している。

従って、東部水理区域における地下水生産量は本計画の揚水量をまかなった後も、さらに 10.81 百万 m³/年の新規開発可能と推定される。また、マナグア市全域の中でも西部及び中央水理区域の様な湖沼水を上水道水源とする必要はなく、水質的にも清浄である有望な地域であると言える。



出典：INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES

等雨量線図



等雨量線図

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES

ESTACION: A.C.SANDINO (AEROPUERTO)

LATITUD : 12° 08' N
LONGITUD : 86° 10' W
ELEVACION : 56 msnm

*** INETER ***
過去40年間のマナグア市降雨量データ

CODIGO : 069027

PARAMETRO : PRECIPITACION(mm)

TIPO : HMP

ANO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1955	0	0	32	0	184	524	171	83	155	205	75	1	1,430
1959	0	2	0	0	44	224	73	83	147	287	18	1	879
1960	0	2	0	4	131	212	193	271	184	263	50	1	1,320
1961	1	0	0	0	8	241	170	40	236	155	92	21	964
1962	9	0	4	3	8	259	104	194	208	397	16	8	1,210
1963	6	1	0	2	17	183	87	107	157	110	87	9	766
1964	4	0	0	33	136	422	207	154	92	341	27	6	1,422
1965	5	1	0	0	131	129	85	97	130	154	35	10	777
1966	0	0	0	0	150	384	220	137	203	239	14	37	1,384
1967	2	0	3	1	4	223	120	51	193	124	91	12	824
1968	8	0	0	1	207	228	75	103	263	341	26	10	1,267
1969	6	1	7	13	98	252	104	283	256	303	64	6	1,370
1970	6	1	0	0	207	96	128	204	276	117	111	25	1,082
1971	17	2	0	0	226	137	208	132	367	160	23	22	1,294
1972	5	0	0	0	158	82	80	100	116	79	46	3	669
1973	0	0	0	4	212	182	267	362	240	430	38	8	1,743
1974	15	1	0	0	106	148	50	140	332	64	4	9	869
1975	17	0	0	0	207	241	138	199	325	182	56	0	1,365
1976	1	1	3	0	21	157	57	152	70	265	14	4	745
1977	0	0	0	0	84	210	57	74	95	135	156	2	813
1978	1	0	0	29	168	122	161	161	152	148	32	34	1,008
1979	4	0	0	14	43	269	136	158	238	162	23	11	1,058
1980	5	0	0	0	165	199	154	147	190	313	203	1	1,377
1981	0	1	71	6	196	203	141	176	252	153	74	13	1,286
1982	7	10	3	12	519	199	118	45	219	190	29	1	1,352
1983	0	28	4	25	57	138	125	117	184	93	31	5	807
1984	2	1	0	1	63	231	221	150	296	133	54	0	1,152
1985	0	1	0	15	307	111	110	164	116	379	38	5	1,246
1986	1	3	0	0	213	86	107	148	123	59	33	2	775
1987	6	0	1	0	71	153	311	162	228	129	5	30	1,096
1988	2	3	0	4	158	348	381	388	345	399	14	14	2,057
1989	1	0	0	0	5	130	118	83	316	55	51	23	782
1990	1	1	0	4	90	113	104	115	85	101	132	9	755
1991	0	2	0	4	203	152	75	107	188	221	26	3	981
1992	1	0	0	1	149	159	119	119	132	114	4	16	814
1993	1	0	0	29	345	156	104	287	168	117	69	1	1,453
1994	3	1	3	129	83	49	97	109	168	223	143	10	1,018
1995	0	0	16	113	21	212	112	326	297	203	44	13	1,357
1996	213	0	5	0	241	222	282	122	296	314	129	2	1,826
1997	6	1	0	1	94	192	58	83	99	25	63	0	622
SUMA	365	63	153	470	5,417	7,979	5,628	6,113	8,319	7,881	2,241	388	45,015
MEDIA	9	2	4	12	135	199	141	153	208	197	56	10	1,125
MAXIMA	213	23	71	129	519	524	381	388	367	430	203	37	2,057
MINIMA	0	0	0	0	4	49	50	40	70	25	4	0	622

0 = dudoso 1 = incompleto

INFORMATICA
Datos y Estadística

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
*** INETER ***

ESTACION: A.C.SANDINO (AEROPUERTO)

LATITUD : 12° 08' N
LONGITUD : 86° 10' W
ELEVACION : 56 msnm

過去40年間マナグア市気温データ

CODIGO: 069027

PARAMETRO: TEMPERATURA MEDIA(° C)

TIPO : HMP

ANO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA
1957	27.1	27.2	26.9	29.3	30.0	28.5	28.8	29.0	27.9	27.2	27.8	27.0	28.3
1958	26.8	27.6	29.7	30.5	29.7	27.8	27.0	27.3	27.7	27.0	26.6	26.8	27.9
1959	26.8	27.5	29.0	30.1	30.1	27.6	27.3	27.2	27.2	27.1	26.9	26.7	27.8
1960	27.0	28.0	28.9	29.5	29.7	27.3	27.1	26.8	27.2	26.2	26.6	25.9	27.5
1961	26.3	27.2	28.2	29.5	29.9	27.1	26.5	27.0	26.3	26.6	26.0	26.0	27.2
1962	26.0	26.7	28.2	29.4	29.3	27.1	26.9	26.9	27.0	26.3	25.8	25.8	27.1
1963	25.8	26.8	28.0	28.6	29.4	26.7	25.3	26.2	25.5	25.7	24.6	25.0	26.5
1964	25.5	26.7	28.0	28.1	27.3	24.8	24.6	25.5	25.9	25.3	25.8	24.9	26.0
1965	25.3	27.0	27.4	27.9	29.0	26.9	26.9	26.9	26.6	26.1	24.6	25.7	26.8
1966	26.5	26.6	27.0	28.8	27.1	26.1	26.4	26.4	26.0	26.1	26.3	25.1	26.4
1967	25.8	26.5	26.5	27.8	28.7	26.4	25.6	26.2	27.5	26.8	25.9	25.4	26.5
1968	25.2	25.7	26.8	27.9	27.5	26.0	26.6	26.3	26.0	25.8	25.7	25.7	26.3
1969	20.2	26.7	29.3	29.5	29.5	26.2	26.4	25.9	25.8	25.1	25.4	25.3	26.8
1970	25.3	26.2	27.5	28.4	27.2	25.9	26.2	25.9	25.0	26.1	25.0	24.3	25.9
1971	25.2	26.2	27.0	28.2	27.3	25.9	25.4	26.7	26.9	26.7	26.4	26.7	26.9
1972	25.0	26.0	27.4	28.6	27.9	27.1	27.4	26.7	26.9	25.3	26.4	25.0	26.4
1973	26.7	26.9	28.8	29.3	29.2	26.5	25.9	25.9	25.5	25.3	25.4	26.7	26.9
1974	24.8	25.3	27.0	27.6	27.4	26.1	25.9	25.9	25.1	25.5	25.4	25.0	25.9
1975	25.3	25.9	27.6	28.4	28.8	26.7	25.8	25.6	25.4	25.5	25.1	23.8	26.2
1976	24.5	25.4	26.5	28.2	28.3	26.5	26.7	26.3	27.1	26.3	25.8	25.8	26.5
1977	25.7	27.0	28.1	29.0	28.0	26.3	26.9	26.6	27.0	26.6	26.4	26.0	27.0
1978	25.8	26.8	28.4	29.1	28.4	26.3	26.6	26.3	26.0	25.9	26.0	25.4	26.8
1979	25.7	27.1	27.9	28.3	29.0	26.4	26.3	26.2	25.8	26.0	25.8	25.4	26.7
1980	25.9	26.1	27.7	29.3	29.0	27.1	26.6	26.5	26.2	25.7	25.7	24.9	26.7
1981	24.9	26.5	28.0	28.2	27.4	26.2	26.5	26.4	26.3	26.1	27.5	25.5	26.6
1982	26.1	26.7	27.5	28.5	27.8	26.9	26.4	27.0	26.3	25.9	25.8	25.9	26.7
1983	26.4	27.3	28.3	29.4	30.3	28.0	27.1	26.9	26.1	26.2	26.2	26.0	27.4
1984	25.7	27.0	28.0	29.3	28.7	26.8	25.8	28.1	25.3	25.8	24.9	25.5	26.6
1985	25.1	26.2	27.2	28.1	28.3	26.5	25.9	26.0	26.1	25.9	25.5	25.4	26.4
1986	25.3	26.2	27.2	28.8	28.5	26.4	26.0	26.6	26.4	26.6	26.2	26.7	26.7
1987	26.5	27.6	29.1	29.7	29.5	28.5	26.4	27.1	27.4	27.2	27.3	26.7	27.8
1988	26.7	27.4	26.8	29.7	29.0	27.1	26.0	26.0	26.0	26.2	26.4	25.5	26.9
1989	24.0	25.9	26.7	28.6	28.8	27.1	26.7	26.6	26.1	26.3	26.6	25.6	26.6
1990	26.1	26.4	27.7	29.1	28.3	27.3	26.9	27.2	27.0	26.5	26.3	26.1	27.3
1991	26.0	27.0	28.4	29.4	28.6	27.8	27.2	27.0	26.7	26.5	26.9	26.6	27.4
1992	26.2	27.3	27.0	27.7	29.8	28.1	26.2	26.7	26.7	26.7	26.3	26.1	27.1
1993	26.5	27.2	28.3	29.5	27.9	27.4	26.8	26.4	25.9	26.8	26.2	26.2	27.1
1994	25.8	26.8	27.9	28.7	28.4	27.4	27.2	28.0	26.5	26.5	26.4	26.2	27.2
1995	26.3	27.0	28.3	29.0	29.0	26.5	27.1	28.0	26.5	26.5	26.4	25.9	27.2
1996	25.6	26.8	29.5	29.4	29.7	27.2	26.7	26.4	26.6	26.4	26.8	25.8	27.2
1997	25.7	26.7	27.6	28.7	29.8	26.7	27.7	27.7	27.7	26.1	26.8	26.5	27.3
MEDIA	25.8	26.7	27.9	28.9	28.7	26.9	26.5	26.6	26.4	26.3	26.0	25.7	26.9
MAXIMA	27.1	28.0	29.7	30.5	30.3	29.5	29.8	29.0	27.9	29.1	27.8	27.0	29.3
MINIMA	24.0	25.3	26.5	27.6	27.1	24.8	24.5	25.5	25.0	25.1	24.6	23.8	25.9

d = dudoso | = incomplete

INFORMATICA
Datos y Estadística

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES

ESTACION: A.C.SANDINO (AEROPUERTO)

CODIGO: 069027

LATITUD : 12° 08' N
LONGITUD : 86° 10' W
ELEVACION : 56 msnm

PARAMETRO: EVAPORACION(mm)

TIPO : HMP

過去30年間の蒸発散量一タ

ANO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1969	205		255		275	31		94	91	73	115	185	1,374
1970	220	291	264	319	248	161	115	111	74	92	129	197	2,221
1971	237	244	352	342	254	233	239	130	79	89	127	176	2,502
1972	174	228	205	231	208	148	187	186	188	168	150	124	2,197
1973	226	240	276	284	243	189	145	159	150	131	150	149	2,342
1974	159	196	263	271	212	168	187	159	107	122	154	161	2,159
1975	185	183	271	305	253	154	142	142	138	137	100	191	2,213
1976	196	234	279	283	270	170	196	186	192	155	172	224	2,557
1977	249	264	312	287	210	152	194	197	177	174	177	190	2,593
1978	233	245	296	224	245	166	157	172	165	169	170	178	2,420
1979	230	251	281	246	238	129	154	156	124	125	148	161	2,243
1980	199	224	297	293	229	164	167	172	161	128	135	169	2,338
1981	225	237	287	278	202	165	202	171	182	165	191	190	2,495
1982	223	226	316	311	238	198	189	211	182	169	184	205	2,652
1983	237	248	301	281	291	178	164	171	156	177	167	205	2,576
1984	245	237	298	314	285	209	163	176	134	164	153	208	2,586
1985	248	254	310	297	243	171	170	192	160	149	124	141	2,459
1986	193	205	298	317	240	139	137	160	142	160	160	191	2,342
1987	229	250	289	306	236	184	140	166	163	174	175	142	2,454
1988	182	227	273	275	218	168	121	125	130	181	134	134	2,168
1989						195	125	130		148			598
1990	184	159	234	264	147	151	134	164	150	146	134	150	2,017
1991	172	226	269	253	224	161	150	135	157	155	137	159	2,192
1992	175	191	270	269	252	164	125	135	120	115	130	132	2,078
1993	178	201	263	240	169	129	134	128	108	143	136	171	2,000
1994	171	197	253	238	196	151	153	148	134	144	119	160	2,064
1995	188	206	242	222	201	145	150	146	142	132	123	131	2,027
1996	151	192	247	264	168	142	147	148	142	131	108	150	1,989
1997	154	172	228	226	256	132	164	160	153	135	118	156	2,052
SUMA	5,668	6,027	7,728	7,440	6,451	4,697	4,463	4,530	4,000	4,152	4,020	4,730	63,905
MEDIA	202	223	276	276	230	162	159	156	143	143	144	169	2,204
MAXIMA	249	291	352	342	291	233	239	211	192	181	191	224	2,652
MINIMA	151	159	205	222	147	81	115	94	74	73	100	124	598

d = dudoso I = incompleto

資料-11：導水管路の水理計算

水理計算

管水路の水理計算は、次式に示す Hazen - William 公式を用いて行った。計算結果は次項表に示す。

$$V=0.355C \cdot D^{0.53} \cdot I^{0.51}$$

$$V=0.279C \cdot D^{2.63} \cdot I^{0.51}$$

$$D=1.626C^{-0.53} \cdot Q^{0.53} \cdot I^{-0.21}$$

$$I=hf/L=10.67C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85}$$

V : 平均流速(m/s)

D : 口径(m)

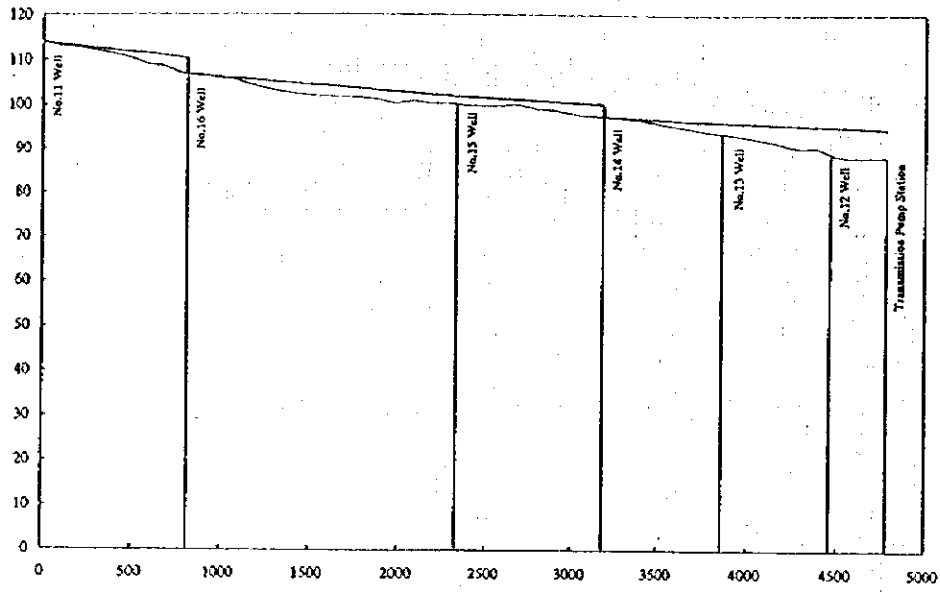
I : 動水勾配

hf : 摩擦損失水頭(m)

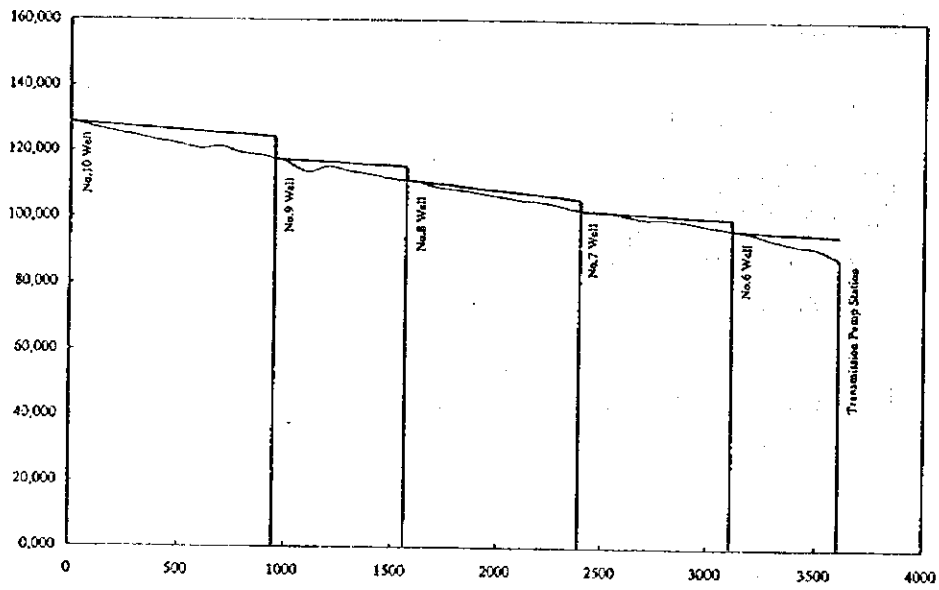
C : 流速係数

但し、Q : 流量(m³/s)は、第6行政区とニンディリ地区の導水量を考慮した流量

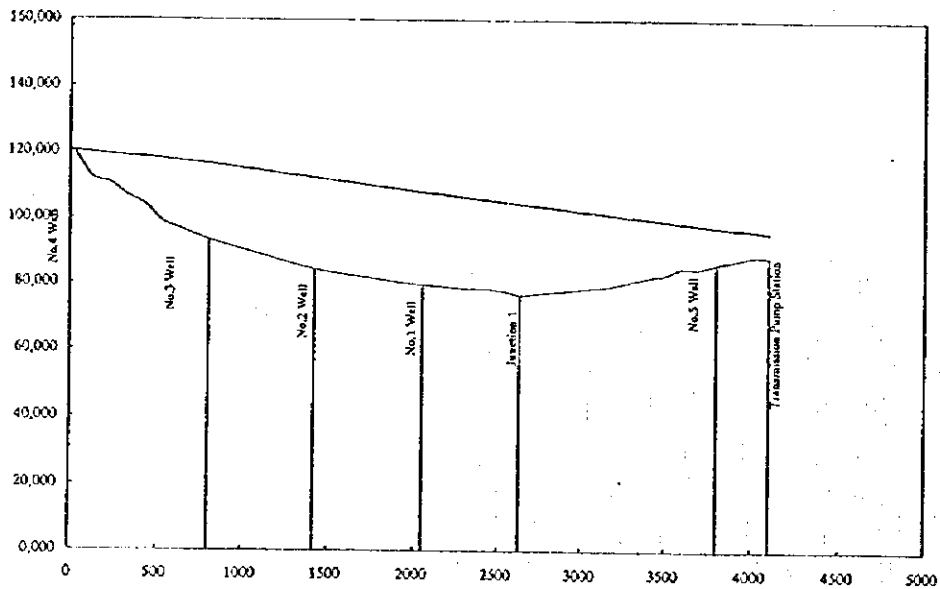
L : 管路長(m)は、各取水井戸から受水槽までの延長



Graph 10-PS



Graph 4-PS



11-15-PS

	累加距離 m	地盤高 m	單距離 m	流量 l/s	口徑 mm	勾配 m/km	損失水頭 m	動水位 m	殘存水頭 m
No.11	0	113,974	0					113,974	0,000
	80	113,266	80	43	250	4,52	0,362	113,612	0,346
	180	112,817	100	43	250	4,52	0,452	113,160	0,343
	280	112,218	100	43	250	4,52	0,452	112,708	0,490
	380	111,392	100	43	250	4,52	0,452	112,256	0,864
	480	110,512	100	43	250	4,52	0,452	111,804	1,292
	580	109,037	100	43	250	4,52	0,452	111,352	2,315
	680	108,377	100	43	250	4,52	0,452	110,900	2,523
	780	106,797	100	43	250	4,52	0,452	110,448	3,651
No.16	810	106,731	30	43	250	4,52	0,136	110,313	3,582
	810	106,726	0					106,726	0,000
	880	106,559	70	87	350	3,24	0,227	106,499	-0,060
	980	105,917	100	87	350	3,24	0,324	106,175	0,258
	1080	105,443	100	87	350	3,24	0,324	105,851	0,408
	1180	104,313	100	87	350	3,24	0,324	105,527	1,214
	1280	103,398	100	87	350	3,24	0,324	105,203	1,805
	1380	102,624	100	87	350	3,24	0,324	104,879	2,255
	1480	102,117	100	87	350	3,24	0,324	104,555	2,438
	1580	101,867	100	87	350	3,24	0,324	104,231	2,364
	1680	101,621	100	87	350	3,24	0,324	103,907	2,286
	1780	101,463	100	87	350	3,24	0,324	103,583	2,120
	1880	101,161	100	87	350	3,24	0,324	103,259	2,098
	1980	100,344	100	87	350	3,24	0,324	102,935	2,591
	2080	100,812	100	87	350	3,24	0,324	102,611	1,799
	2180	100,312	100	87	350	3,24	0,324	102,287	1,975
	2280	100,273	100	87	350	3,24	0,324	101,963	1,690
No.15	2330	99,980	50	87	350	3,24	0,162	101,801	1,821
	2380	99,686	50	130	450	2,00	0,100	101,701	2,015
	2480	99,698	100	130	450	2,00	0,200	101,501	1,803
	2580	99,736	100	130	450	2,00	0,200	101,301	1,565
	2680	99,941	100	130	450	2,00	0,200	101,101	1,160
	2780	99,121	100	130	450	2,00	0,200	100,901	1,780
	2880	98,792	100	130	450	2,00	0,200	100,701	1,909
	2980	98,070	100	130	450	2,00	0,200	100,501	2,431
	3080	97,609	100	130	450	2,00	0,200	100,301	2,692
No.14	3180	97,321	100	130	450	2,00	0,200	100,101	2,780
	3180	97,321						97,321	
	3280	96,941	100	173	500	2,03	0,203	97,118	0,177
	3380	96,599	100	173	500	2,03	0,203	96,915	0,316
	3480	95,910	100	173	500	2,03	0,203	96,712	0,802
	3580	95,244	100	173	500	2,03	0,203	96,509	1,265
	3680	94,604	100	173	500	2,03	0,203	96,306	1,702
	3780	93,932	100	173	500	2,03	0,203	96,103	2,171
No.13	3860	93,500	80	173	500	2,03	0,162	95,941	2,441
	3980	92,801	120	217	600	1,27	0,152	95,788	2,987
	4080	92,081	100	217	600	1,27	0,127	95,661	3,580
	4180	91,300	100	217	600	1,27	0,127	95,534	4,234
	4280	90,284	100	217	600	1,27	0,127	95,407	5,123
	4380	90,285	100	217	600	1,27	0,127	95,280	4,995
No.12	4460	89,048	80	217	600	1,27	0,102	95,179	6,131
	4480	88,635	20	260	600	1,78	0,036	95,143	6,508
	4580	88,124	100	260	600	1,78	0,178	94,965	6,841
	4680	88,131	100	260	600	1,78	0,178	94,787	6,656
Pump S.	4780	88,194	100	260	600	1,78	0,178	94,609	6,415

10-PS

	累加距離	地盤高	單距離	流量	口径	勾配	損失水頭	動水位	殘存水頭
No.10 Well	0	128,473	0					128,473	0,000
	100	127,069	100	43	250	4,52	0,452	128,021	0,952
	200	125,721	100	43	250	4,52	0,452	127,569	1,848
	300	124,326	100	43	250	4,52	0,452	127,117	2,791
	400	122,984	100	43	250	4,52	0,452	126,665	3,681
	500	121,986	100	43	250	4,52	0,452	126,213	4,227
	600	120,561	100	43	250	4,52	0,452	125,761	5,200
	700	121,097	100	43	250	4,52	0,452	125,309	4,212
	800	119,151	100	43	250	4,52	0,452	124,857	5,706
	900	118,453	100	43	250	4,52	0,452	124,405	5,952
No.9 Well	950	117,371	50	43	250	4,52	0,226	124,179	6,808
	950	117,371						117,371	
	1000	116,650	50	87	350	3,24	0,162	117,209	0,559
	1100	113,543	100	87	350	3,24	0,324	116,885	3,342
	1200	115,147	100	87	350	3,24	0,324	116,561	1,414
	1300	113,766	100	87	350	3,24	0,324	116,237	2,471
	1400	112,851	100	87	350	3,24	0,324	115,913	3,062
	1500	111,624	100	87	350	3,24	0,324	115,589	3,965
No.8 Well	1560	111,182	60	87	350	3,24	0,194	115,395	4,213
	1560	111,182						111,182	
	1600	110,944	40	130	350	6,80	0,272	110,910	-0,034
	1700	109,123	100	130	350	6,80	0,680	110,230	1,107
	1800	108,231	100	130	350	6,80	0,680	109,550	1,319
	1900	107,453	100	130	350	6,80	0,680	108,870	1,417
	2000	106,427	100	130	350	6,80	0,680	108,190	1,763
	2100	105,298	100	130	350	6,80	0,680	107,510	2,212
	2200	104,758	100	130	350	6,80	0,680	106,830	2,072
	2300	103,516	100	130	350	6,80	0,680	106,150	2,634
No.7 Well	2390	102,190	90	130	350	6,80	0,612	105,538	3,348
	2390	102,190						102,190	
	2400	102,075	10	173	450	3,39	0,034	102,156	0,081
	2500	101,645	100	173	450	3,39	0,339	101,817	0,172
	2600	100,785	100	173	450	3,39	0,339	101,478	0,693
	2700	99,673	100	173	450	3,39	0,339	101,139	1,466
	2800	99,686	100	173	450	3,39	0,339	100,800	1,114
	2900	98,999	100	173	450	3,39	0,339	100,461	1,462
	3000	97,734	100	173	450	3,39	0,339	100,122	2,388
	3100	96,604	100	173	450	3,39	0,339	99,783	3,179
No.6 Well	3110	96,507	10	173	450	3,39	0,034	99,749	3,242
	3110	96,507						96,507	0,000
	3200	95,639	90	217	500	3,09	0,278	96,229	0,590
	3300	93,622	100	217	500	3,09	0,309	95,920	2,298
	3400	92,207	100	217	500	3,09	0,309	95,611	3,404
	3500	91,274	100	217	500	3,09	0,309	95,302	4,028
Pump S.	3600	88,194	100	217	500	3,09	0,309	94,993	6,799

4-PS

	累加距離	地盤高	單距離	流量	口徑	勾配	損失水頭	動水位	殘存水頭
No.4 Well	0	120,200	0					120,200	0,000
	30	119,585	30	43	250	4,52	0,136	120,064	0,479
	130	112,244	100	43	250	4,52	0,452	119,612	7,368
	230	110,624	100	43	250	4,52	0,452	119,160	8,536
	330	106,741	100	43	250	4,52	0,452	118,708	11,967
	430	103,944	100	43	250	4,52	0,452	118,256	14,312
	530	98,681	100	43	250	4,52	0,452	117,804	19,123
	630	96,836	100	43	250	4,52	0,452	117,352	20,516
	730	94,550	100	43	250	4,52	0,452	116,900	22,350
No.3 Well	800	93,277	70	87	300	6,85	0,480	116,421	23,144
	830	92,732	30	87	300	6,85	0,206	116,215	23,483
	930	91,283	100	87	300	6,85	0,685	115,530	24,247
	1030	89,741	100	87	300	6,85	0,685	114,845	25,104
	1130	88,323	100	87	300	6,85	0,685	114,160	25,837
	1230	86,817	100	87	300	6,85	0,685	113,475	26,658
	1330	85,521	100	87	300	6,85	0,685	112,790	27,269
No.2 Well	1420	84,343	90	87	300	6,85	0,617	112,174	27,831
	1430	84,212	10	130	350	6,80	0,068	112,106	27,894
	1530	83,207	100	130	350	6,80	0,680	111,426	28,219
	1630	82,378	100	130	350	6,80	0,680	110,746	28,368
	1730	81,818	100	130	350	6,80	0,680	110,066	28,248
	1830	80,916	100	130	350	6,80	0,680	109,386	28,470
	1930	80,308	100	130	350	6,80	0,680	108,706	28,398
	2030	79,738	100	130	350	6,80	0,680	108,026	28,288
No.1 Well	2050	79,607	20	130	350	6,80	0,136	107,890	28,283
	2130	79,175	80	173	400	6,02	0,482	107,408	28,233
	2230	78,652	100	173	400	6,02	0,602	106,806	28,154
	2330	78,346	100	173	400	6,02	0,602	106,204	27,858
	2430	78,359	100	173	400	6,02	0,602	105,602	27,243
	2530	77,758	100	173	400	6,02	0,602	105,000	27,242
Junction 1	2630	76,504	100	173	400	6,02	0,602	104,398	27,894
	2700	76,819	70	173	400	6,02	0,421	103,977	27,158
	2800	77,238	100	173	400	6,02	0,602	103,375	26,137
	2900	77,722	100	173	400	6,02	0,602	102,773	25,051
	3000	78,451	100	173	400	6,02	0,602	102,171	23,720
	3100	78,888	100	173	400	6,02	0,602	101,569	22,681
	3200	79,585	100	173	400	6,02	0,602	100,967	21,382
	3300	80,872	100	173	400	6,02	0,602	100,365	19,493
	3350	81,362	50	173	400	6,02	0,301	100,064	18,702
	3400	81,852	50	173	400	6,02	0,301	99,763	17,911
	3500	82,777	100	173	400	6,02	0,602	99,161	16,384
	3600	84,867	100	173	400	6,02	0,602	98,559	13,692
	3700	84,864	100	173	400	6,02	0,602	97,957	13,093
No.5 Well	3800	86,132	100	173	400	6,02	0,602	97,355	11,223
	3900	87,209	100	217	450	5,16	0,516	96,839	9,630
	4000	88,194	100	217	450	5,16	0,516	96,323	8,129
Pump S.	4100	88,194	100	217	450	5,16	0,516	95,807	7,613

資料-12：管路地耐力の検討

1. 調査目的

当該調査の管路の地耐力を調査し、配管計画と工事施工時及び工事完了後の施設引渡後、INAAの施設管理に支障ないことを確認するために行うものである。

2. 調査方法

簡易貫入試験器を使用して、選定地点の地耐力を測定した。使用した試験器の性格上、貫入実施地点の地耐力を測定することになるため、必要に応じて選定地点を掘削して所定深度の地耐力を測定した。使用した簡易貫入試験器は、次のとおりである。

器 種 : 土研式貫入試験器

メーカー名 : 谷藤機械工業株式会社

Model No. : TS-301

この試験器の調査方法は 5kg の重錘を 50cm 自由落下させて 10cm 貫入するのに要する打撃数 N 値から支持力係数 K 値(kg/cm²)をこの Model に固有の次式により推定する。

$$K = 4.7 \log_{10} N - 3.6$$

ここに K : 支持力係数(kg/cm²)

N : 10cm 貫入したときの打撃数

本調査においては Model TS-301 の取扱説明書に添付の「K-打撃回数との関係図」から図解法により、K 値を算出した。

3. 測定地点と地耐力

貫入量を測定した地点を表：貫入試験地点と地耐力に示す。地点 2、3 及び 11 の場所では貫入量が 10cm になる前に岩石等の障害物に遭遇したらしく、打撃ごとの貫入量が零になったので近傍に観測点を移動して測定を再続行した。

地表で打撃数を測定した地点は No.1~No.15 までの 15 地点で、地表と共に掘削面で測定した地点は、No.16~No.20 の 5 地点である。したがって、貫入試験を実施した地点数は全数 23 地点である。

4. 観測結果

測定された地耐力から、次のことが言える。

- (1) 一般に地表は固結しており、管材の搬送に支障はないと判断される。開削後の地表面の地耐力は地質の状況か、比較的短期間にその地耐力は開削前の状態に近づくと予想され、維持管理にも支障はないと考えられる。
- (2) 管理設深さの地耐力は、先行荷重(近似的に $1,600\text{Kg/m}^3 \times 2\text{m} = 3,200\text{kgf/m}^3$)荷より大きく、特別の場合を除いて沈下することはないと判断される。
- (3) 管理設深さ付近に固結した砂層が出現することが多いため、管底を均一に支持するための砂による埋戻しとその転圧が必要である。INAA の設計基準も同様な方法を採用している。
- (4) 水管橋、弁室、受水槽、配水池等の構造物前後除いて、配管の接合部はメカニカル形接合あるいはブッシュオン形接合の採用により、かなりの可撓性が得られるから、直線部に伸縮管を挿入する必要はないと考えられる。
- (5) 異形管保護に打設するコンクリートのアンカーブロックは受働土圧を受ける側のコンクリート面を在来の土の面に密着させる必要がある。この面は型枠の代わりにビニールシート等の腐敗しないシートを埋殺しにするのも受働土圧を有効に利用する方法である。

貫入試験地点と地耐力

地点 No.	観測点	打撃数	支持力係数 (N 値 kgf/cm ²)	許容支持力 (ton/m ²)	摘要
1	地表	179	6.5	21.7	アメリカス配水池構内
2	地表	70	5.1	17.0	上記配水池と街路の間地点
2'	地表	300?	?	?	8cm 以上貫入せず
3	地表	68	4.9	16.3	街路の角地
3'	地表	270?	?	?	6cm 以上貫入せず
4	地表	90	5.6	18.7	No.3 地点の東方 1km の地点
5	地表	55	4.6	15.3	No.3 地点の東方 2km の地点
6	地表	38	3.9	13.0	No.3 地点の東方 3km の地点
7	地表	63	4.8	16.0	No.3 地点の東方 4km の地点
8	地表	64	4.8	16.0	旧鉄道用地と街路との角地
9	地表	68	5.1	17.0	No.8 地点の東南方 1km の地点
10	地表	23	2.8	9.3	No.8 地点の東南方 2km の地点
11	地表	31	3.3	11.0	No.8 地点の東南方 2km の地点
11'	地表	81?	?	?	8cm 以上貫入せず
12	地表	70	5.1	17.0	No.8 地点の東南方 4km の地点
13	地表	52	4.4	14.7	No.8 地点の東南方 5km の地点
14	地表	66	4.9	16.3	No.8 地点の東南方 6km の地点
15	地表	19	2.5	8.3	No.8 地点の東南方 7km の地点
	地表 15cm 以下	62	4.7	15.7	No.15 地点の地表面下 15cm 下
16	地表	21	2.7	9.0	
	地表 1.8m 以下	32	3.4	11.3	
17	地表	45	4.2	14.0	
	地表 1.8m 以下	85	5.6	18.7	
18	地表	108	5.9	19.7	
	地表 1.8m 以下	30	3.3	11.0	
19	地表	30	3.3	11.0	
	地表 1.8m 以下	67	4.9	16.3	
20	地表	69	5.1	17.0	アメリカス配水池構内
	地表 1.8m 以下	18	2.3	7.7	アメリカス配水池構内

資料-13：井戸工事関連施設の検討

1. 接合井の地盤支持力の検討

受水槽及び配水池と同様にTerzaghiの支持力公式を用いて検討する。

支持力公式

$$q_a = \alpha N_c \cdot c + N_q \cdot p_0 + \beta N \gamma \cdot \gamma B$$

条件：

- (1) 円形基礎の場合、第3項を $\beta N \gamma \cdot \gamma R$ として算出し、 R ：半径(2.0m)、 $\alpha = 1.3$ 、 $\beta = 0.6$ 、 $\gamma = 1.8$ とする。
- (2) ボーリング調査結果から、本地域では地表面直下でも $N = 5$ 、 $C = 0$ 、 $\phi = 25^\circ$ とする。
- (3) $N_c = 10$ 、 $N_q = 6$ 、 $N \gamma = 3.5$ とする。
- (4) p_0 を仮想支持基盤から0.3m（地表から支持地盤まで）とすると、

$$q_a(\text{t/m}^2) = 1.3 \times 10 \times 0 + 6 \times 0.3 + 0.6 \times 3.5 \times 1.8 \times 2 = 9.36 \quad \text{である。}$$

接合井の接地圧（荷重）は 2.7t/m^2 以下であるから、安全側から q を $1/3$ と仮定しても、支持力は十分あると考えられる。

2. 接合井の構造検討

接合井自体は、自然流下で導水するための水を一時的に溜め込む取水施設の付属構造物であり、規模は小さい。本体を鋼製タンク製にすることから、自重も鉄筋コンクリート造のものと比較して軽量である。従って、基礎地盤にかかる荷重も大きくなく、施工性/経済性を考慮して根入れは深くせず、地表面直下の比較的柔らかく、植生等の有機物を含む地層を掘削・剥ぎ取り、直接基礎となるコンクリートスラブを設けて鋼製タンクを設置するものとする。

(1) 容量

井戸揚水量の約 10 分間分を貯水可能容量とする。… 26m^3 (貯水可能容量)

(2) 重量 (荷重)

鋼製タンクの自重は約 2,000kg である。上記の 1)容量と合わせても 30t 弱である。タンクの直接基礎が $R=4.5\text{m}$ のコンクリートスラブ($t=300$)である時、その総荷重量は 2.7t/m^2 以下である。

(3) 支持地盤の検討

Terzaghi の支持力公式から、地表面直下でも支持力は 9.36t/m^2 と推定される。安全サイドの支持力 1/3 を設定した場合も、2)から荷重は 2.7t/m^2 以下であり、地表面直下にタンク基礎を設けても $9.36 \times 1/3 = 3.12 > 2.7$ で支障はない。(別添地盤検討参照)

(4) 鋼製タンク基礎

接合井の規模は小規模であるから、また、土質試験結果より含水比も大きな値でなく、圧密による地盤の低下も少ないと考えられる。地表部を伐開、基礎部の掘削を行い、直径 4.5m、30cm 厚の基礎底版 (直接基礎) を設けることで、安全性が確保できるものとする。

(5) 鋼製とコンクリート製との経済比較

26m^3 の有効容量を確保するためには、流出管の据付け位置等考慮すると、鋼製タンク規模としては全容量 50m^3 程度のもが必要となる。コンクリート製では同様に流出管の据付け位置の関係から 50m^3 程度の規模が必要となり、同容量の規模で設計する。基礎工事は地表面直下になることから土工量は考慮せず、本体価格での経済比較を行うこととすれば、コンクリート製のものが、鋼製のものの約 2 倍の価格となり、接合井は鋼製タンクを採用することが経済的である。

(6) 設置箇所

接合井は、水源井に据付けられる水中ポンプとその管理施設を含めてワンユニットとし、 $90\text{m}^2 \sim 120\text{m}^2$ 程度の面積をもつ水源井敷地内に設置する。

(7) 接合井の詳細

各接合井の流出管の口径は「水理公式計」で求められる。また、その口径を基礎として次のとおり最低水位を決定した。最高水位については、接合井の有効容量である 26m^3 を貯留できる高さとし、且つオーバーフロー管径を「円筒せきの公式」により求め、その水深は通常値の 300mm としていることから、接合井の天端高は最高水位に 300mm を加えた高さとする。各接合井の詳細は別添表のとおりである。

接合井

接合井	水源井	流入管		③流出管	④オーバーフロー管	⑤排水管	EL.(m)
		①水源井	②上位部井				
No.1	No.4	φ200		φ250	φ50	φ100	120.200
No.2	No.6	φ200	φ450	φ500	φ250	φ100	96.507
No.3	No.7	φ200	φ350	φ450	φ200	φ100	102.190
No.4	No.8	φ200	φ350	φ350	φ150	φ100	111.182
No.5	No.9	φ200	φ250	φ350	φ100	φ100	117.371
No.6	No.10	φ200		φ250	φ50	φ100	128.473
No.7	No.14	φ200	φ450	φ500	φ200	φ100	97.321
No.8	No.16	φ200	φ250	φ350	φ100	φ100	106.731
No.9	No.11	φ200		φ250	φ50	φ100	113.974

接合井	水源井	水位		クリアランス	タンクの形状	高さ	EL.(m)
		LWL	HWL				
No.1	No.4	121.263	123.332	0.300	D=4.00m, H=3.45m	3.432	120.200
No.2	No.6	98.382	100.451	0.300	D=4.00m, H=4.25m	4.244	96.507
No.3	No.7	103.878	105.947	0.300	D=4.00m, H=4.10m	4.057	102.190
No.4	No.8	112.495	114.564	0.300	D=4.00m, H=3.70m	3.682	111.182
No.5	No.9	118.684	120.753	0.300	D=4.00m, H=3.70m	3.682	117.371
No.6	No.10	129.536	131.605	0.300	D=4.00m, H=3.45m	3.431	128.473
No.7	No.14	99.196	101.265	0.300	D=4.00m, H=4.25m	4.244	97.321
No.8	No.16	108.044	110.113	0.300	D=4.00m, H=3.70m	3.682	106.731
No.9	No.11	115.037	117.106	0.300	D=4.00m, H=3.45m	3.432	113.974

3. 取水井群の導水計画

(1) 導水システムの概要

当プロジェクトの水源井群は、導水・送水管計画模式図に示すようにサバナグランデ(Sabana Grande)とベラクルス(Veracruz)の両地区に広がる旧綿花畑の中に計画された。この地域の地盤高は一般に南西部が高く、旧鉄道敷に向かってなだらかに傾斜している。これらの井戸群の原水は揚水後、この傾斜地を利用して可能な限り自然流下方式により導水することを原則として配管が計画された。

各井戸で取水した原水は、地形的に可能な場合は各井戸の近傍に小型の水槽(接合井)を設置し、それ以後は自然流下により下流側の水槽に導入することとして導水・送水管計画模式図のように配管が計画された。しかし、井戸No.12及びNo.17の2井は当井戸群の最南部に位置していることもあって、自然流下方式とポンプによる圧送の2方式が考案された。No.11井は地形的に自然流下方式を採用するには適当な位置にないことから、ポンプ圧送を計画した。

No.12井戸とNo.17井戸から取水した原水を自然流下方式によって集水する方式を第1案としポンプによって圧送する方式を第2案として、この両案を以下に比較する。

(2) 計算の条件

1) 使用電力と電力料

井戸のポンプは1日平均給水量に見合った運転を行うとして、ポンプの全kWをこの平均給水量に次のように比例するものとした。

全井戸のポンプkW: $43\text{kW} \times 16\text{基} = 688\text{kW}$

導水量は井戸の全容量に等しいとして $0.043\text{m}^3/\text{sec} (2.8\text{ m}^3/\text{min}) \times 16\text{基} = 0.688\text{ m}^3/\text{sec}$

新規開発量 $41.6\text{ m}^3/\text{min} (0.693\text{m}^3/\text{sec})$ は1日最大給水量に等しいとし、1日平均給水量は1日最大給水量の1/1.2として推定する。

1日平均給水量 $0.688/1.2 = 0.573\text{ m}^3/\text{sec}$

ポンプは1日平均給水量と全井戸の容量の比率により運転されるとして、

給水量の比率: $0.573/0.688 \approx 0.83$

ポンプは年間に平均給水量を取水するために全容量の83%を運転するとした場合、

年間運転費: $890\text{kW} \times 0.83 \times 365\text{日} \times 24\text{時間} \times 0.86\text{CS}/\text{kWh} = 5,565,070\text{CS}/\text{年}$

$= 525,007\text{US}\$/\text{年}$ (換算率 US\$1.00 = CS10.60 : 8June98現在)

2) 償却費の計算

施設の耐用年数は、我が国の公営企業法の定める耐用年数を採用して、各施設毎に次の年数を見込むものとする。

深井戸	:	10年
ポンプ	:	16年
鋼製受水槽他	:	20年
ダクタイル鋳鉄導水管	:	40年

INAAが融資先から借り入れている利子率は無償の0%から市中銀行の融資の場合の24.94%までであるが、INAAの推定によると平均の利子率は年7.5%であるとされている。この償却費の計算にもこのINAAの推定による平均利子率を採用する。年間償却費は元利均等償還として、耐用年数の期間に均等に返還するものとした。

3) 建設工事費

各施設の地盤高と点間距離は1/10,000の平面図の図上から推定した。また、各工事単価は既往のデータを参考に行っている。自然流下方式（第1案）の導水管φ600～φ250×9.47km、ポンプの総kW数890kWであるのに対して、ポンプ圧送方式（第2案）では導水管φ600～φ250×8.62km、ポンプの総kW数759kWとなった。この両案の工事費は次の通りである。

(単位：million US\$)

No.	深井戸	水中ポンプ	受水槽他	導水管	計
1案	2.735	1.758	0.445	1.386	6.324
2案	2.735	1.825	0.435	1.230	6.225

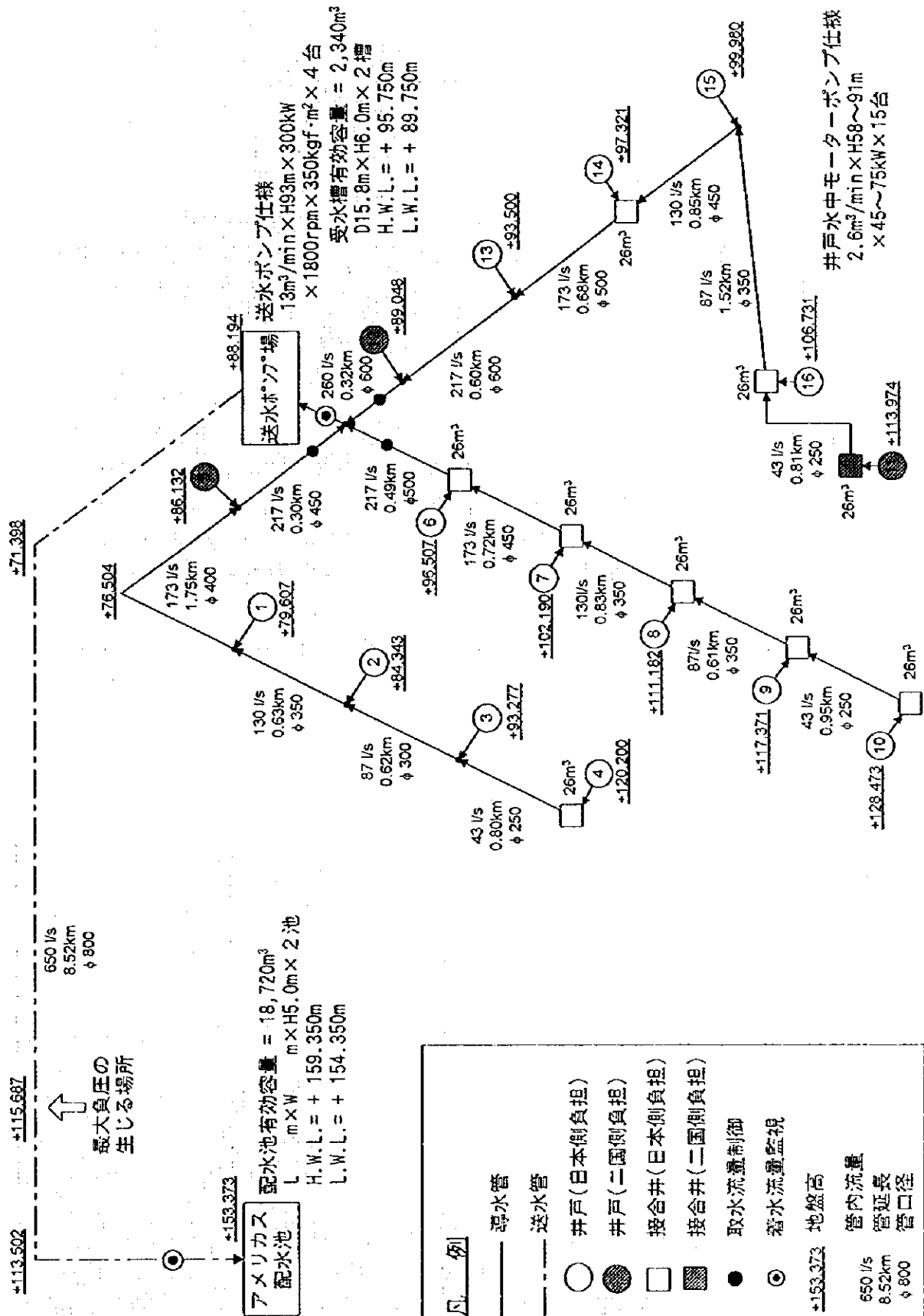
4) 施設の維持管理費

施設の維持管理費は、建設費の1%を年間維持費として概算した。

(3) 比較検討結果

受水槽に別系統として流入する井戸No.1、2、3、4及び5の5井は両案とも同様であることから、便宜上、計算の対象とはしなかった。計算は初年度に全工事が単年度で完了すると仮定し、耐用年数が来たときは関係施設を再建設するものとして積算している。計算した年数は工事着工後25年間の計算を行って、施設の建設費と維持管理費及び施設の償却費に現在価値を合計して両案を比較した。両案とも、初年度の単年で受水槽までの建設が完了するとし、次年度から運転が開始されると仮定して運転費を試算している。計算した25年の間に耐用期間が来る深井戸、ポンプ、接合井は該当する年度に建設するものとして現在価値を計算した。

この試算によると、両案とも極めて類似でシステムの違いによる現在価値の相違はあまりない。しかし、自然流下方式はややポンプ圧送方式より安価であり、運転上も管理し易い方式であることから、第1案の自然流下方式を導水システムに採用することとする。



導水・送水管計画模式図

(注) 各井の取水ポンプに流量計を設置

この試算によると、両案とも概めて類似でシステムの違いによる現在価値の相違はあまりない。しかし、自然流下方式はややポンプ圧送方式より安価であり、運転上も管理し易い方式であることから、第1案の自然流下方式を導水システムに採用することとする。

資料-14: 送水管ルートを選定

ルート選定

送水管のルートには、我が国が実施した「マナグア市上水道整備計画調査」(1991年～1993年)の際に提案されたサバナグランデ村付近からアメリカス配水池間の直線ルート(以下「直線ルート」と略称する)と、「ニ」国の要請書で提案された既設道路沿いのルート(以下「道路沿いルート」と略称する)の2案がある。

この直線ルートの距離は道路沿いルートに比べて最も短い反面、市街地を貫通するから買収し、移転補償しなければならない民家が多すぎて買収に期間がかかりすぎ、しかも補償費も大きくなり、実施するには非常に困難なことが予想された。貫通する市街地には区画された私有地に建てられた住宅街と、公用地を占拠している不法住宅地の2種類がある。「ニ」国の現状では不法占拠の住宅の撤去でも多くの期間を要するのが実情であり、合法的に建築されている民間住宅の買収はさらに多くの期間を必要とするのが一般である。

そこで、ルートを短くするという趣旨に沿いながら近傍の既設の公道を利用する修正ルート(以下「修正直線ルート」と略称)を採用して、道路沿いルートとの概算工事費を比較すると次表のとおりである。

概算工事費の比較

種別	単位	単価	修正直線ルート		道路沿いルート	
		(US\$/m)	数量(m)	金額(US\$)	数量(m)	金額(US\$)
1.管敷設工事(φ800DIP材料共) (仮設工事を含む)	m	357.58	5,660	2,023,900	8,930	3,193,100
2.道路復旧工事(アスファルト)	m	43.06	450	19,400	470	20,200
3.道路復旧工事(7ブロック舗装)	m	2.38	-	-	1,400	3,300
小計				2,043,300		3,216,600
4.用地購入費	m ²	20.00	33,680	673,600	-	-
5.道路境界柵設置費	m	22.00	8,420	185,200	-	-
6.道路建設費	m	125.00	4,210	526,300	-	-
小計				1,385,100		
計				3,428,400		3,216,600

上表のように、修正直線ルートの総工事費は道路沿いルートの総工事費に比較して、工事費そのものは延長が短いこともあって安価であるにも係わらず、用地購入その他費が必要なことから、総工事費は高額となる。このことから、「開発計画」で提案された「直線ルート」の総工事費は、管敷設に係わる工事は修正直線ルートのそれと近似的に等しいと

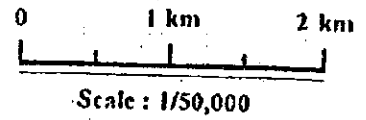
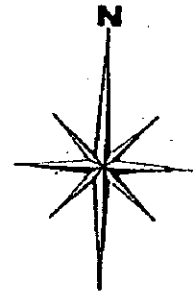
仮定すれば、用地費や補償費がさらに高額となることが予想される。よって、総工事費は修正直線ルートの方が高額となり、買収に要する期間がさらに長くなると予想され、直線ルートの実現性は薄いと考えられる。したがって、以下の比較の対象からこの直線ルートは除外するのが妥当である。

以下に、修正直線ルートと道路沿いルートの特長の比較を示す。

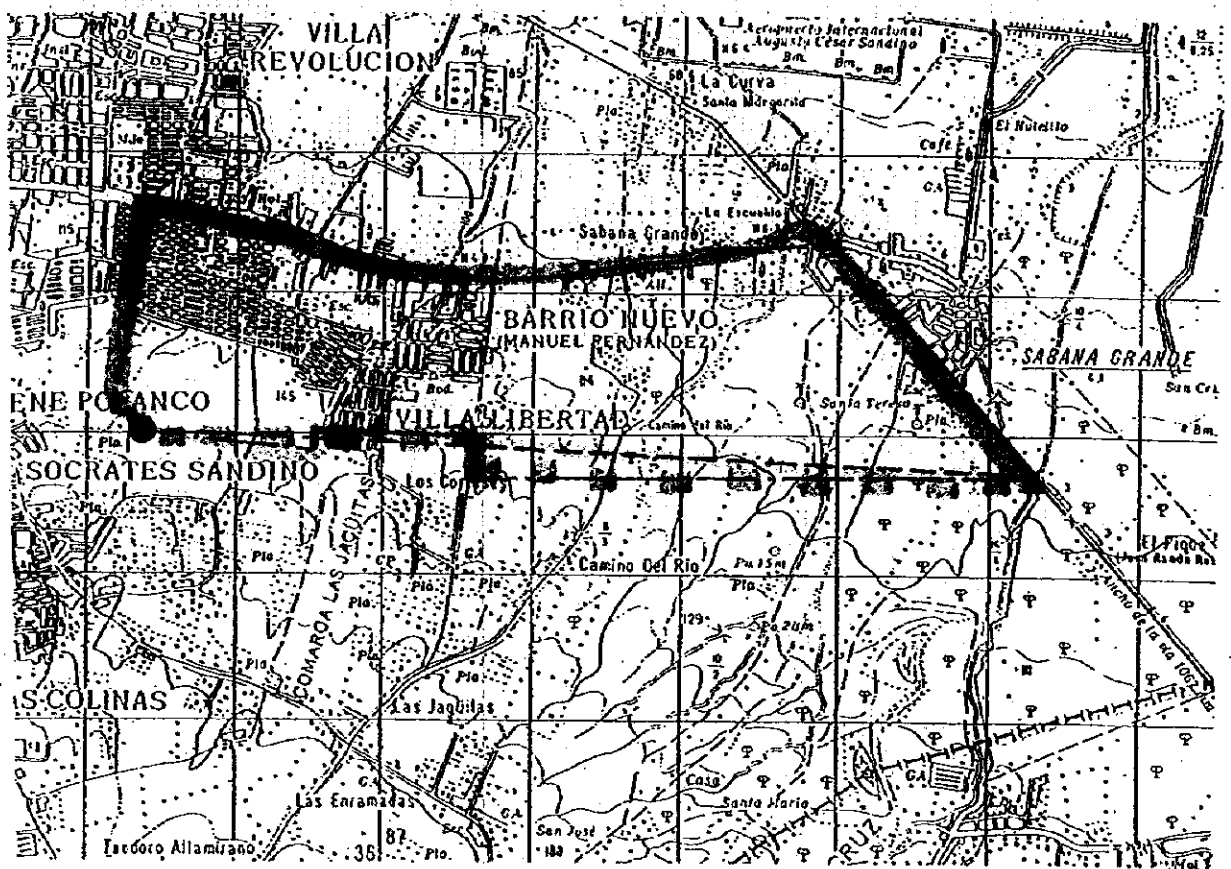
ルートの比較一覧

比較項目	修正直線ルート	道路沿いルート
管路延長	a)道路沿いルートより短い。 b)管敷設工事費は安い。 c)漏水発生率は延長が短い分だけ低く維持管理費は安価。	a)修正直線ルートより長い。 b)管敷設工事費は高い。 c)左記より高額。
用地買収と道路建設費	a)用地買収費と道路建設費が必要。 b)用地の取得に最低2年程度必要。道路の新設にも建設期間を要する。 c)新しい道路が新設される(INAAは8m幅の道路を計画)から、地域開発に寄与する。	a)既設公道に敷設。用地買収と道路建設は不要。 b)必要なし。 c)関連なし。
総工事費	a)道路沿いルートに比べ高価。	a)修正直線ルートに比べ安価。
工事着手までの推定期間	a)用地取得と道路建設に2年以上が必要。	a)直ちに着手が可能。

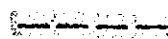



上記の一覧表から、管敷設工事の着手までにかかなりの期間を要し、総工事費も高額となる修正直線ルートは、道路沿いルートと比較して実現性は薄いと考えられる。従って、送水管のルートは道路沿いルートを採用する。



送水管ルート図



凡 例

-  : 直線ルート
-  : 修正直線ルート
-  : 道路沿いルート
-  : アメリカス配水池