

2.3 Coeficiente de carga

El coeficiente de carga es la cantidad recíproca del volumen máximo de suministro de agua. El volumen máximo de suministro de ENACAL en 1997 fue de 1.28 veces mayor que el volumen de suministro promedio, sin embargo, debido a la coherencia con la "Fase I del Proyecto" y para evitar un diseño excesivo, se proyecta el volumen de suministro diario máximo con 1.2 veces más que el volumen promedio de suministro diario. Por consiguiente, el coeficiente de carga del Proyecto será de $1/1.2 = 0.83$.

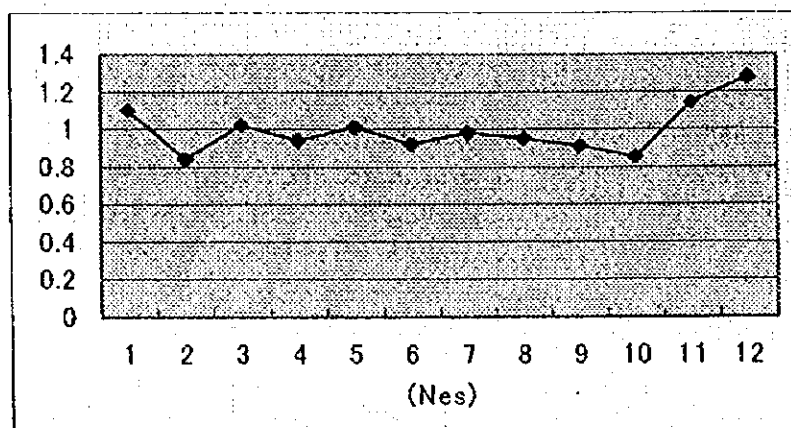


Gráfico Tasa de variación productiva

2.4 Porcentaje de eficiencia

De acuerdo con los estudios realizados en 1995 por ENACAL y el Banco Mundial, las pérdidas de agua en la ciudad de Managua son como se muestra en el siguiente cuadro, calculándose en un 45.8% (69% de eficiencia).

Agua utilizable y agua perdida

Causas de las pérdidas		%
Pozos y estaciones de bombeo		3.0
Redes de impulsión y distribución		16.0
Pérdidas por operación	Robos	15.1
	Omisión en la lectura del medidor	11.7
Total de pérdidas de agua		45.8
Porcentaje de eficiencia		54.2
TOTAL		100.0

ENACAL actualmente se encuentra en negociaciones con el Banco Mundial para el Proyecto de agua y alcantarillado, siendo un componente principal las medidas que se tomen para reducir estas pérdidas. Como resultado de ello, se ha establecido las metas que se

muestran en el siguiente cuadro, determinadas por el presente Proyecto.

Metas de reducción de pérdidas de agua

Unidad : %

Item	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Porcentaje de pérdidas	45.8	42.1	38.4	34.7	31.0	27.3	23.6	20.0
Porcentaje de eficiencia	54.2	57.9	61.6	65.3	69.0	72.7	76.4	80.0

En el siguiente cuadro se muestra la comparación de las pérdidas de agua en las capitales del mundo.

Comparación de pérdidas de agua

Unidad : %

Item	Promedio USA	Brasilia (Brasil)	Murcia (España)	Santiago (Chile)	Bangkok (Tailandia)	San José (Costa Rica)	Lima (Perú)
Porcentaje de pérdida	12	19	26	29	33	46	45
Porcentaje eficiencia	89	84	79	76	75	68	69

Con este Proyecto, el Gobierno de Nicaragua, además del Proyecto de asistencia del Banco Mundial, realiza su propio "esfuerzo de reducción de pérdidas" lo cual fue proyectado en la "Fase I del Proyecto". Por consiguiente, se harán las proyecciones con una eficiencia del 80%.

3. Volumen de Captación de los actuales Pozos.

Las fuentes de agua del sistema de suministro de agua de la ciudad de Managua, se clasifican en 4 tipos, de los cuales se realiza el abastecimiento.

Sistema 1. Laguna volcánica de Asososca (Formada por aguas subterráneas)

Sistema 2. Campo de Pozos Carlos Fonseca (Las Mercedes)

Sistema 3. Campo de Pozos de la Fase I del Proyecto (Ticuanatepe)

Sistema 4. 70 pozos independientes.

Los volúmenes de producción actual de los pozos existentes son como se muestra en el siguiente cuadro.

Volumen de captación de las instalaciones existentes

Nombre de los pozos	Cantidad de Pozos	Producción actual	
		MGD	m³/día
Dentro del distrito 1	5	5.07	19,205
Laguna Asososca	1	9.77	36,996
Terreno bajo del distrito 2	2	3.17	12,006
Terreno alto del distrito 3	4	3.77	14,269
Terreno muy alto distrito 3	16	9.62	36,412
Terreno bajo del distrito 4	6	7.03	26,609
Terreno alto del distrito 4	5	3.66	13,853
Terreno alto del distrito 5	4	2.56	9,690
Terreno muy alto distrito 5	11	4.96	18,774
Las Mercedes	16	19.64	74,337
Terreno alto del distrito 6	9	7.92	29,977
Instalaciones Fase I Proyecto	15	18.76	71,007
Nindiri	7	4.62	17,487
Distrito 7	1	0.60	2,271
Total	102	101.16	382,892

El volumen de agua producido por estos pozos se muestra en los gráficos No.....

De acuerdo con la evaluación de los campos de pozos existentes realizada en el presente estudio, se ha estimado que podría producirse un aumento de producción en un 3% como promedio (aumento a 11,318 m³ / día), si se realizara un adecuado mantenimiento, renovación de los pozos y elevación del rendimiento operativo de los mismos. Por consiguiente, se prevé para el año objetivo del presente proyecto, el volumen de producción de las instalaciones existentes que se muestra en el siguiente cuadro.

Volumen de producción de los pozos existentes en el Proyecto anual

Nombre de los pozos	Cantidad de Pozos	Volumen previsto para el año 2005	
		MGD	m³/día
Dentro del distrito 1	5	5.47	20,719
Laguna Asososca	1	9.80	37,108
Terreno bajo del distrito 2	2	3.22	12,197
Terreno alto del distrito 3	4	3.88	14,686
Terreno muy alto distrito 3	16	9.93	37,585
Terreno bajo del distrito 4	6	7.31	27,668
Terreno alto del distrito 4	5	3.71	14,042

		Volumen previsto para el año 2005	
Terreno alto del distrito 5	4	2.80	10,598
Terreno muy alto distrito 5	11	5.31	20,098
Las Mercedes	16	20.34	76,987
Terreno alto del distrito 6	9	8.07	30,545
Instalaciones Fase I Proyecto	15	18.76	71,007
Nindirí	7	4.94	18,698
Distrito 7	1	0.60	2,271
Total	102	104.15	394,210

Para alcanzar el volumen de producción trazado en este Proyecto, existe la necesidad de que ENACAL hasta el año 2005 realice la renovación de 15 pozos en estado obsoleto tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Relación de pozos que deben ser renovados por ENACAL

No.de Pozo	Nombre del pozo	Total	Produc. diaria m³	Año de construcción	Años de uso hasta 1998	Años de uso hasta el 2005	Distrito
91	LaurianoMairena	633	1,759	1975	23	30	6
60	Km14.5 C.Sur	842	2,338	1974	24	31	3
1	C.Sandino 1	496	1,379	1974	24	31	1
2	C.Sandino 2	1,199	3,330	1974	24	31	1
17	Mercedes 1	740	2,055	1973	25	32	6
18	Mercedes 2	717	1,992	1973	25	32	6
19	Mercedes 3	2,445	6,791	1973	25	32	6
20	Mercedes 4	3,991	11,085	1975	23	30	6
21	Mercedes 5	4,307	11,964	1973	25	32	6
22	Mercedes 6	2,165	6,015	1974	24	31	6
23	Mercedes 7	1,165	3,235	1975	23	30	6
24	Mercedes 8	1,700	4,723	1976	22	29	6
70	Valle Goethel 2	1,018	2,829	1976	22	29	Otros
71	Valle Goethel 3	687	1,907	1975	23	30	Otros
74	Valle Goethel 4	689	1,913	1980	28	25	Otros

4. Nuevo volumen de captación de agua a obtenerse con el Proyecto.

Sobre la base de los resultados anteriores, el volumen necesario de agua a desarrollar para el abastecimiento de toda la ciudad y de la zona de Nindirí para el 2005, año objetivo, es de 57,996 m³ diarios, sin embargo, el Proyecto realizará el plan para asegurar las fuentes necesarias para el distrito 6 y para la zona rural de Nindirí. Sin embargo, debido a la envergadura de las instalaciones de impulsión que se proyecta para los 54,737 m³/día de agua necesarios para el distrito 6 y los 3,159m³/día de agua para Nindirín que es la zona de la fuente de agua, la construcción de las instalaciones de abastecimiento será realizada por un proyecto propio de ENACAL.

Situación del abastecimiento de agua en Managua y volumen necesario de desarrollo

Distrito	Vol. necesario abastecimiento año 1998	Vol. produc. Actual 1998	Volumen deficiente m ³ / día 1998	Vol. necesario abastecimiento año 2005	Vol. produc. para el 2005	Vol. necesario de desarrollo m ³ / día
D1	27,798	27,798	0	29,117	29,117	0
D2	49,696	49,696	0	52,161	52,161	0
D3	77,171	77,171	0	80,998	80,998	0
D4	73,306	73,306	0	76,941	76,941	0
D5	97,703	93,754	3,948	102,548	93,766	8,782
D6	102,936	53,293	49,643	108,040	53,303	54,737
D7	4,693	2,271	2,422	4,926	2,271	2,655
Total ciudad de Managua	433,303	377,290	56,013	454,790	388,608	66,181
Zona de Nindirí	8,442	5,602	2,840	8,861	5,602	3,259
Total	441,745	382,892	58,853	394,210	394,210	57,996

5. Situación general del Sistema de agua de la ciudad de Managua, luego de la conclusión del Proyecto.

Una parte del agua captada del campo de pozos de la meseta de Sábana Grande en el Distrito 6, zona objetivo del presente Proyecto, es suministrada al Distrito 5. Después de concluido el Proyecto, con el agua captada del campo de pozos del mismo sistema, del campo de pozos de las altiplanicies, y del campo de 16 pozos, se podrá satisfacer la demanda de agua, y una parte podrá ser suministrada a los Distritos 5,4,y 2. A continuación se menciona los cambios en el sistema de antes y después de la conclusión del Proyecto.

En el sistema de abastecimiento de agua del Distrito 1, actualmente una parte del agua extraída del campo de pozos de la ciudad Dandieno y del bajo de la laguna de Asososca en el Distrito 2, está siendo impulsada para el abastecimiento a un sistema independiente del Distrito 1; y en adelante también se hará uso de este sistema, respondiendo al volumen de

demanda.

En el sistema de abastecimiento de agua del Distrito 2, actualmente se está abasteciendo una parte del agua extraída de la corriente superficial del los bajíos de la laguna de Asososca, del campo de pozos de los bajíos y las aguas captadas con la Fase I del Proyecto de Managua. Después de la conclusión del Proyecto, además de las fuentes de abastecimiento antes mencionadas, se contará con una parte del agua colectada por este Proyecto, satisfaciendo el volumen de demanda.

En el sistema de suministro de agua del Distrito 3, actualmente se está abasteciendo al Distrito 3 de los campos de pozos situados en terrenos altos y, por las aguas colectadas por la Fase I del Proyecto de Managua. Además, una parte de las aguas colectadas del los bajíos de la laguna Asososca del Distrito 2, será suministrada a las zonas altas y zonas muy altas. Después de concluido el Proyecto, se continuará utilizando el mismo sistema, para satisfacer la demanda. Sin embargo, no será necesario el suministro de la laguna de Asososca.

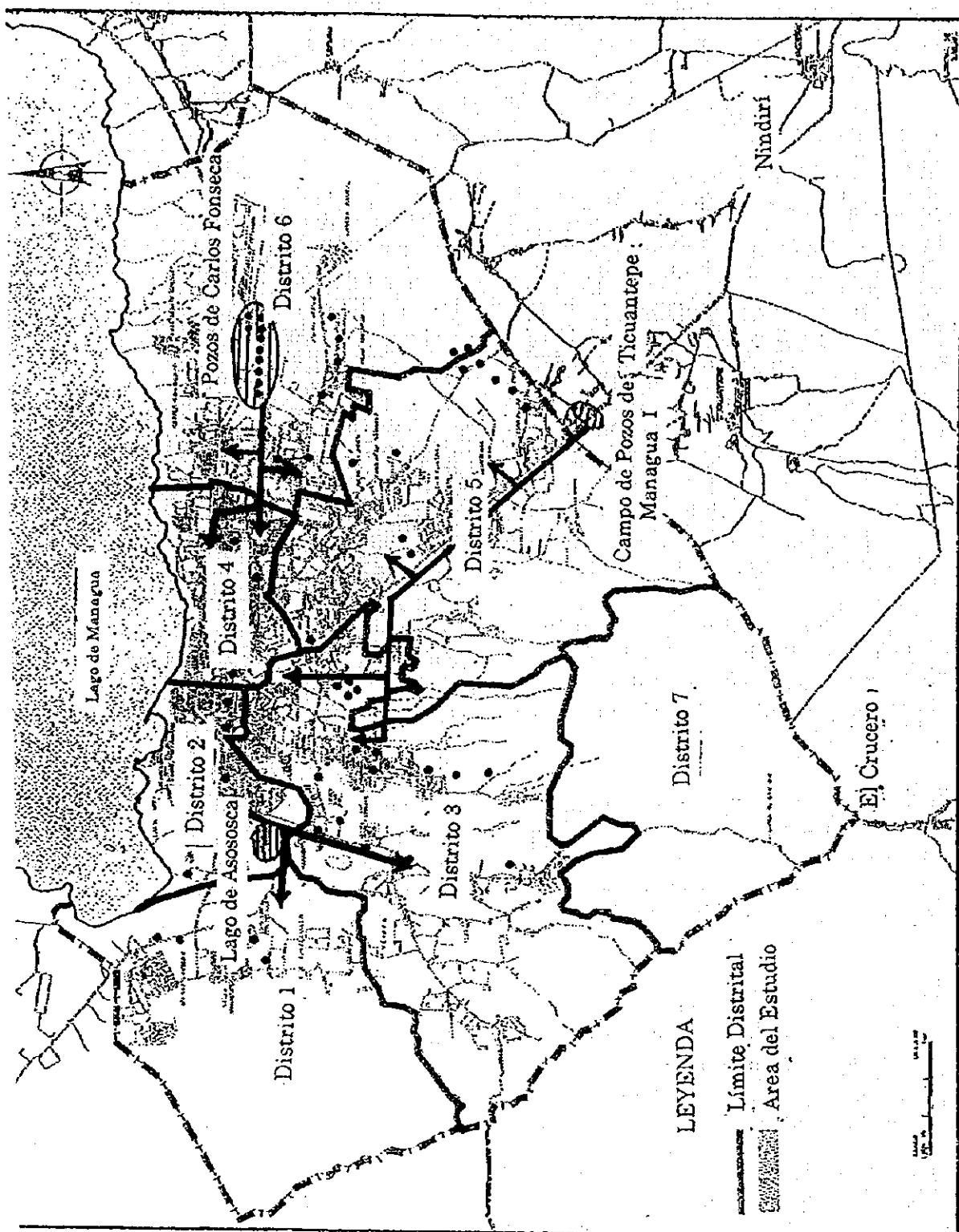
En el sistema de suministro de agua del Distrito 4, actualmente se está abasteciendo totalmente al Distrito 4 con las aguas del campo de pozos de Santo Cristo Bartán y de los bajíos. Además una parte de las aguas captadas en el campo de pozos Carlos Fonseca están abasteciendo a dicho Distrito. Después de la conclusión del Proyecto, se sumarán las aguas colectadas de los pozos del presente Proyecto al mismo sistema, y una parte podrá ser suministrada a las partes altas del Distrito 4.

En el sistema de suministro de agua del Distrito 5, actualmente se está abasteciendo totalmente al Distrito 5 con la totalidad de las aguas captadas de los pozos de la zona alta de Santo Domingo y de los pozos de las alturas, y una parte de las aguas captadas por la Fase I del Proyecto de Managua. Después de la conclusión del Proyecto, se ira cubriendo la demanda haciendo uso del mismo sistema.

En Nindirí y las demás zonas, una parte de las aguas captadas en el campo de pozos Carlos Fonseca están siendo enviadas a los Distritos 5, 4, y 3. Actualmente una parte del agua producida en el campo de pozos de Veracruz está abasteciendo al Distrito 5. En adelante, mientras se va satisfaciendo la demanda con este sistema de abastecimiento, todo el agua ccapitada con la Fase I del Proyecto de Managua será posible abastecer los Distritos 5 y 3.

En el Distrito 7, el agua captada con la Fase 2 del Proyecto Carazo que es un sistema independiente, se suministra a la totalidad del Distrito 7. En adelante también se irá respondiendo a la demanda con este mismo sistema.

Por consiguiente, después de concluido el presente Proyecto, tal como se muestra en el flujo del "Sistema de agua de Managua", en el año 2005, ENACAL cambiará el sistema de suministro.



PLANO DE DISTRITOS DE MANAGUA

POPULATION OF MANAGUA CITY

District	Zone	Pop.	Lowland	Highland	Upper land	Mauntain	Independent	Total
1	1	760					760	760
	2	19,874					19,874	19,874
	3	1,350					1,350	1,350
	4	50,459					50,459	50,459
	5	0					0	0
	6	0					0	0
	7	2,060					2,060	2,060
	8	2,500					2,500	2,500
	Sub.Total	77,003	0	0	0	0	77,003	77,003
2	9	5,642	5,642					5,642
	10	8,582	8,582					8,582
	11	13,626	13,626					13,626
	12	24,727	24,727					24,727
	13	19,052	19,052					19,052
	14	11,612		11,612				11,612
	15	17,684	17,684					17,684
	16	11,072	11,072					11,072
	17	8,425		8,425				8,425
	18	17,241		17,241				17,241
	Sub.Total	137,663	100,385	37,278	0	0	0	137,663
3	19	3,226		3,226				3,226
	20	10,308		10,308				10,308
	21	26,981		26,981				26,981
	22	15,914		15,914				15,914
	23	13,105		13,105				13,105
	24	700		700				700
	25	2,453			2,453			2,453
	26	7,746			7,746			7,746
	27	4,541		4,541				4,541
	28	24,960		12,480	12,480			24,960
	29	6,190		3,095	3,095			6,190
	30	1,930		1,930				1,930
	31	4,555			4,555			4,555
	32	12,290				12,290		12,290
	33	8,132			8,132			8,132
	34	2,640				2,640		2,640
	35	4,389				4,389		4,389
	36	1,000				1,000		1,000
	37	10,234				10,234		10,234
	38	5,405				5,405		5,405
	39	5,146				5,146		5,146
	40	14,707				14,707		14,707
	41	1,500				1,500		1,500
	42	5,893				5,893		5,893
	43	2,400				2,400		2,400
	44	6,000				6,000		6,000
	45	5,925				5,925		5,925
	46	1,500				1,500		1,500
	47	4,000				4,000		4,000
	Sub.Total	213,770	0	92,280	38,461	83,029	0	213,770

District	Zone	Pop.	Lowland	Highland	Upper land	Maintain	Independent	Total
4	48	434	434					434
	49	7,341	7,341					7,341
	50	6,460	6,460					6,460
	51	9,560	9,560					9,560
	52	5,841	5,841					5,841
	53	11,558		11,558				11,558
	54	16,952		16,952				16,952
	55	7,043	7,043					7,043
	56	9,284	9,284					9,284
	57	3,000	3,000					3,000
	58	13,034	13,034					13,034
	59	4,449	4,449					4,449
	60	20,396		20,396				20,396
	61	21,728		21,728				21,728
	62	23,459	23,459					23,459
	63	19,340	19,340					19,340
	64	23,185		23,185				23,185
	Sub.Total	203,064	109,245	93,819	0	0	0	203,064
5	65	7,671			7,671			7,671
	66	24,910			24,910			24,910
	67	23,007			23,007			23,007
	68	32,995			32,995			32,995
	69	8,600			8,600			8,600
	70	2,555				2,555		2,555
	71	33,721				33,721		33,721
	72	23,912			23,912			23,912
	73	38,224			19,112	19,112		38,224
	74	510				510		510
	75	500			500			500
	76	2,000				2,000		2,000
	77	400				400		400
	78	130				130		130
	79	4,985				4,985		4,985
	80	29,624				29,624		29,624
	81	16,401				16,401		16,401
	82	605				605		605
	83	0				0		0
	84	1,055				1,055		1,055
	85	4,840				4,840		4,840
	86	3,000				3,000		3,000
	87	4,000				4,000		4,000
	88	7,000				7,000		7,000
	Sub.Total	270,645	0	0	140,707	129,938	0	270,645

SITUACION DEL SUMINISTRO DE AGUA (DISTRITO 6)

No	Zona	Z	Número de Viviendas	Situación de suministro				Observaciones
				24hrs	Mañana	Tarde	Noche	
1	Anexo La Primavera	6	405	X				
2	Rpto. Vallarta	6	98	X				
3	Pedro J. Chamorro	6		X				
4	Carlos Núñez (Ivan Montenegro)	6	516				X	Suministro solo de 7pm a 6 am.
5	Lomas de Guadalupe	6	80				X	Suministro solo de 9pm a 5 am.
6	Carlos Marx		678		X		X	Suministro solo 2hrs. en la noche
7	25 de Febrero	6	291	X				
8	Georgino Andrade	6	1,100	X				
9	Villa Japón	6		X				
10	Anx. Jardines de Veracruz	6	124	X				Suministro desde las 4:00am hasta 1:00pm.
11	Coop. Manolo Morales	6		X				
12	Villa Bulgaria	6	269	X				
13	Lenin Grado	6	245		X		X	Suminist. Inestable
14	Enrique Smith	6	337	X				
15	Villa Argentina	6	487				X	Suminist. solo de noche
16	Anexo America 4	6					X	Suminist de 6pm a 7am.
17	Laureles Norte	6	751					
18	Anexo Villa Libertad	6	992				X	Suministro de 9pm a 6am.
19	Concepción de María	6	1103			X		Suministro de 12m. a 5am.
20	Villa Francia (Laureles Norte)	6		X				
21	Xolotlan	6	116	?				
22	Pedro A. Palacios	6		?				
23	Anexo Pene Polano	9					X	Suministro de 6pm a 9am.
24	Ciudadela de Nicaragua	6	431	X				
25	Villa Canada	6	128				X	Suministro de 8pm a 7am.
26	Anexo Carlos Nun	9					X	Suministro de 6pm a 8am.
27	Ana María	9	91	?				
28	Anexo La Sabana	6	175				X	Suministro de 11pm a 4am.
29	Anexo 1er. de Mayo	6		X				
30	8 de Mayo	6	383	?				
31	Villa Fraternidad	6	215				X	Suministro de 7pm a 9am.

早朝 1 時間のみ = Solo 1 hora en la mañana

District	Zone	Pop.	Lowland	Highland	Upper land	Mountain	Independent	Total
6	89	22,971		22,971				22,971
	90	27,455			27,455			27,455
	91	20,102	20,102					20,102
	92	17,731	17,731					17,731
	93	21,475	21,475					21,475
	94	37,852		37,852				37,852
	95	30,668		30,668				30,668
	96	21,529	21,529					21,529
	97	31,792	31,792					31,792
	98	1,150	1,150					1,150
	99	14,835	14,835					14,835
	100	17,803			17,803			17,803
	101	5,295	5,295					5,295
	102	3,228	3,228					3,228
	103	515			515			515
	104	9,239			9,239			9,239
	105	1,500			1,500			1,500
	Sub.Total	285,140	137,137	91,491	56,512	0	0	285,140
7	106	13,000					13,000	13,000
	Sub.Total	13,000	0	0	0	0	13,000	13,000
Total		1,200,285	346,767	314,868	235,680	212,967	90,003	1,200,285

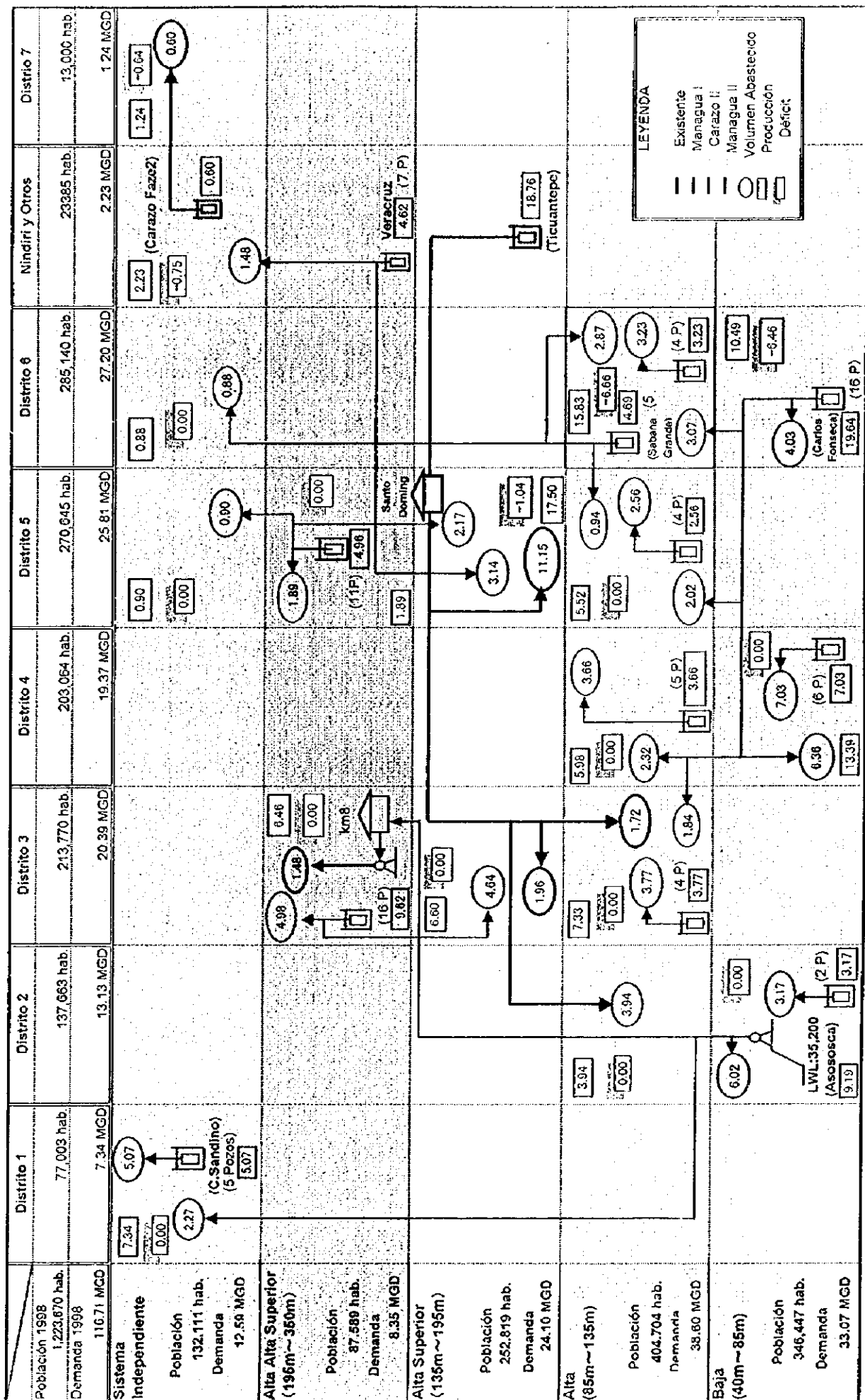


Diagrama Flujo del Sistema para 1998

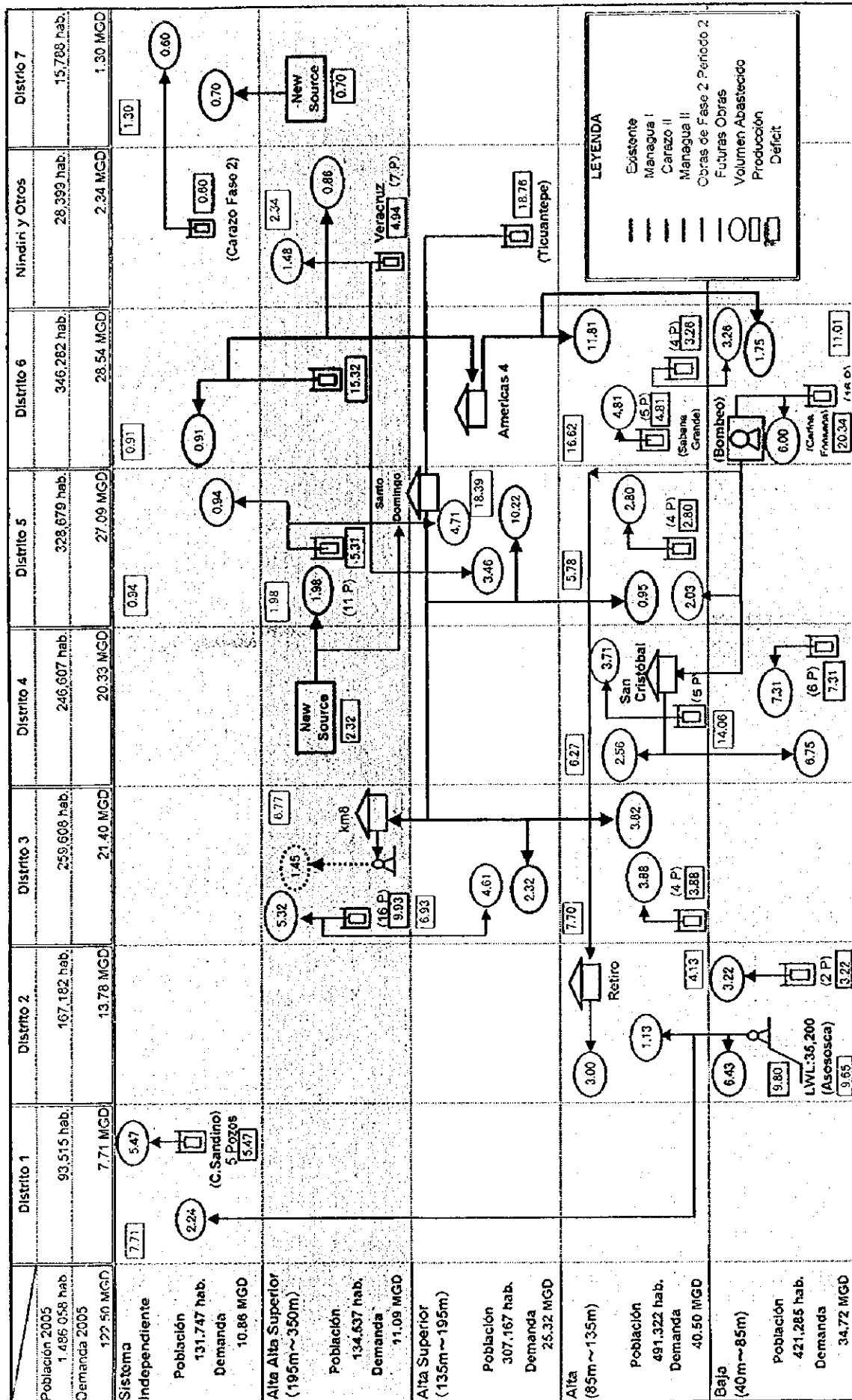
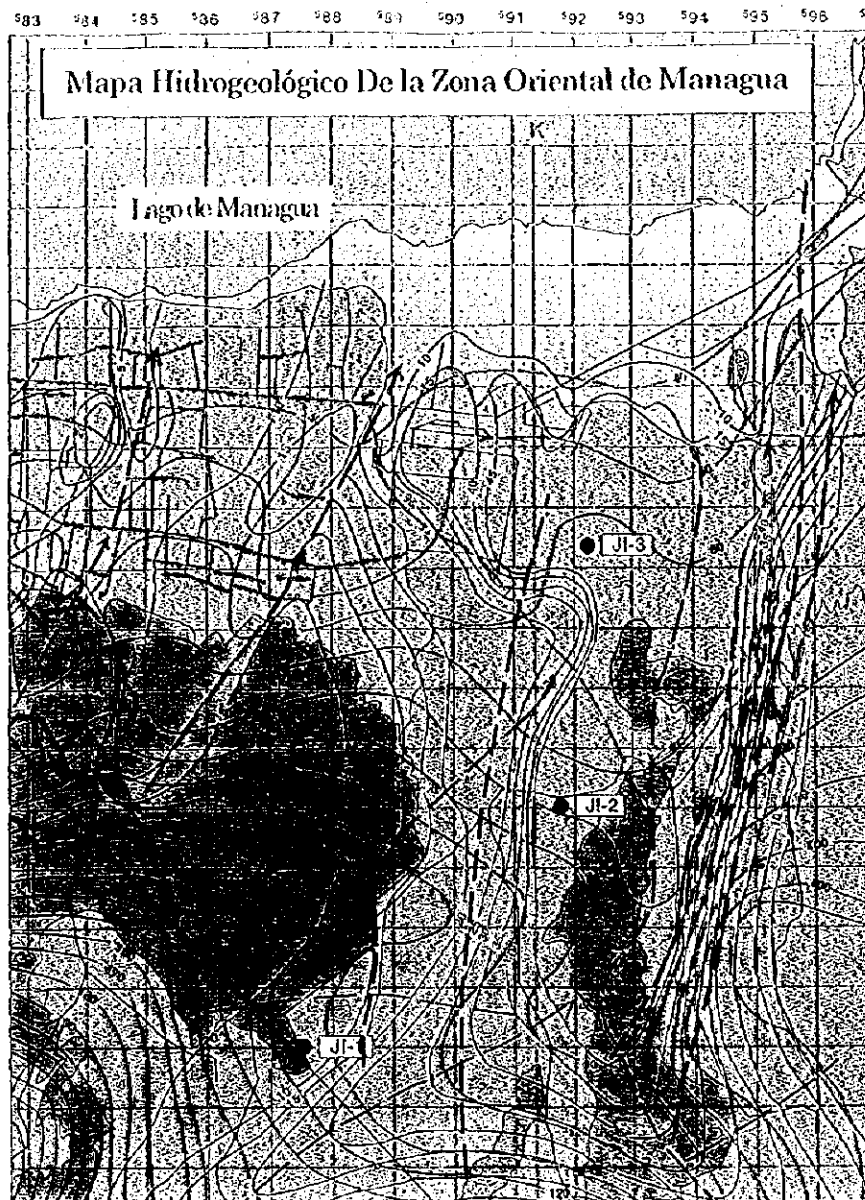


Diagrama Flujo del Sistema para 2005

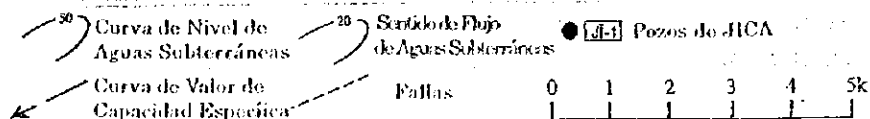
APENDICE 6 : PROSPECCIÓN ELÉCTRICAS

La prospección eléctrica dispuesta en el sitio del Proyecto es como se muestran en los Gráficos siguientes. Se ha analizado dividiéndola en 3 clasificaciones de acuerdo a la curva VES.

1. Primera clasificación (De la superficie de la tierra se va elevando paulatinamente, y cerca de los 80m de profundidad indica el descenso de la línea)
Los puntos de medición que se integran a esta clasificación son B-19, 20, 7, 13, 16, 1, 6, 10, 12 y B-17.
El punto de medición B-1, fue realizado para compararlo con la columna geológica del pozo JI-2 que se encuentra cerca.
La resistencia específica aparente que se eleva, se supone que puede ser correlacionada a las 4 capas de andesita basáltica (QvM) sedimentadas hasta cerca de los 80m de profundidad. En correlación con la capa de Las Sierras (TQps(M)) sedimentada en la parte inferior la resistencia específica aparente se muestra descendiente, indicando una baja resistencia aparente. El punto de observación que muestra esta tendencia es como se menciona anteriormente, ubicándose en la parte central del lugar del Proyecto y extendiéndose hacia la parte noroeste. Debido a que se presume la existencia de varias capas de roca dura hasta cerca de 70 a 80m de profundidad, para la perforación de los pozos ubicados en esta zona, deberá utilizarse el método rotativo.
2. Segunda clasificación (Se extiende desde la superficie sin alteración, mostrando un descenso a la altura de 60 a 80m de profundidad).
Los puntos de medición que se integran a esta clasificación son B-15, 18, 4, 11, 5, 8, y B-9.
Deduciendo de la primera clasificación, las capas de andesita basáltica (QvM) en estos puntos son entre 2 y 3 y de menor espesor, considerándose que están en transición hacia la capa de Las Sierras (TQps(M)). Para la perforación de pozos ubicados en esta zona, puede utilizarse el método de percusión.
3. Tercera clasificación (Desde la superficie muestra un descenso, y en la parte poco profunda se eleva la línea, y en la profundidad de 40 a 50m, nuevamente muestra un descenso).
Los puntos de medición que se integran a esta clasificación son B-14, 3 y B-2.
Deduciendo de la primera clasificación, cerca a la superficie y a una profundidad cercana a los 30 a 50m existen sedimentos de andesita basáltica (QvM) y se considera que están en transición hacia la capa de Las Sierras (TQps(M)).
Para la perforación de los pozos ubicados en esta zona, se considera que debe utilizarse los métodos rotativo y de percusión simultáneamente.
Con los resultados de prospección eléctrica existente, los gráficos de los pozos existentes, y con la prospección eléctrica realizada en esta oportunidad, se han elaborado 6 perfiles geológicos (O-P, E-F, L-M, G-H, C-D, y A-B), determinándose los puntos de perforación de los pozos.



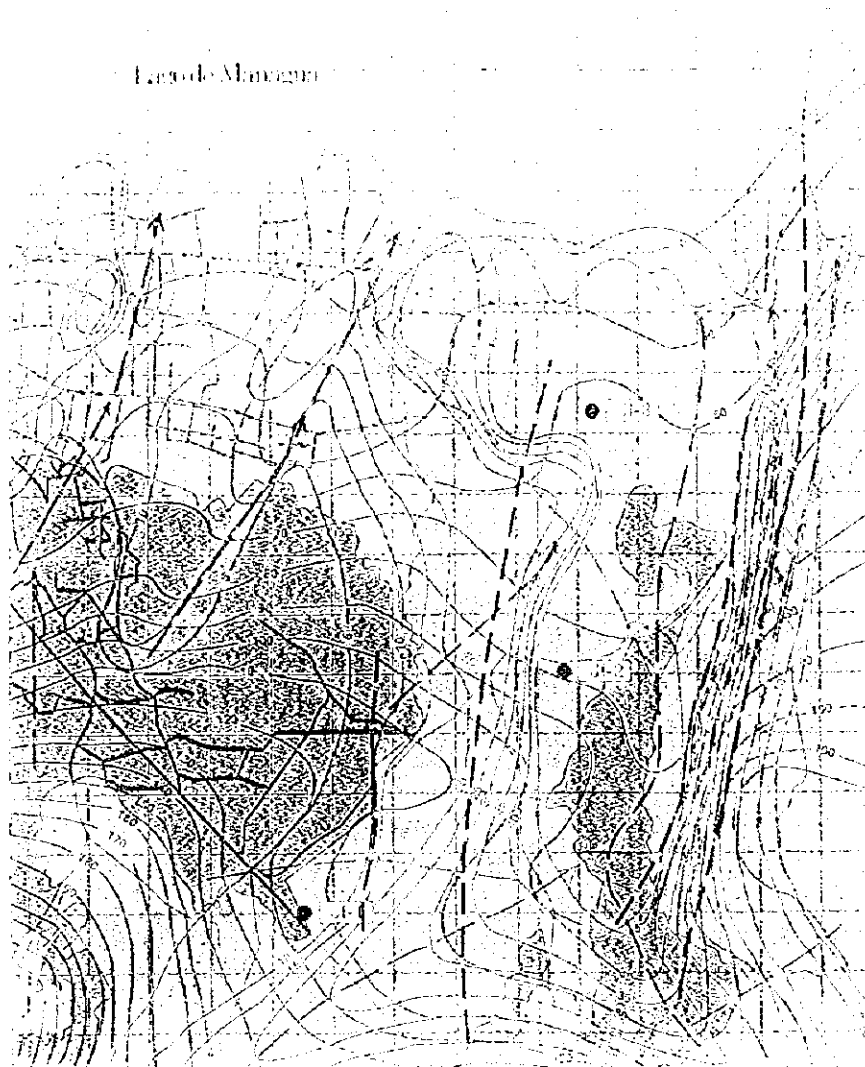
Fuente: MAPA HIDROGEOLOGICO DE MANAGUA



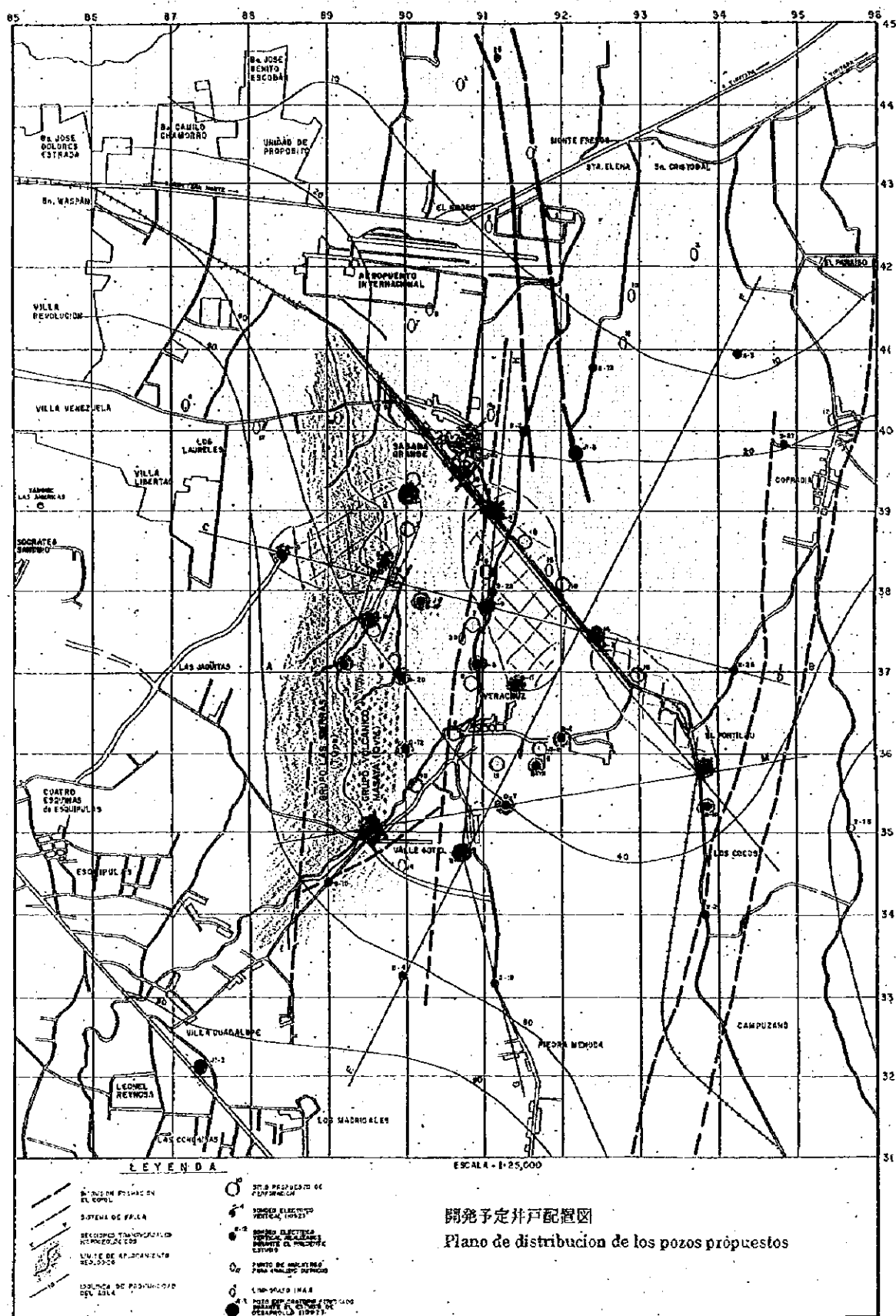
Era Geológica		Nombre del Estrato	Característica de los Estratos	
Cuaternario	Holoceno	Estratos Aluvionales	Sedimentos volcánicos y sedimentos aluviales Estratos de arena, limos y arcillas	
	Pleistoceno	Estratos volcánicos del Pleistoceno		
		Rocas volcánicas del Grupo Masaya	Rocas ígneas basálticas (Dura, porosa)	
			Cenizas volcánicas	
Terciario	Pleistoceno	Las Sierras	Rocas basálticas, andesíticas, cenizas consolidadas, intercaladas con estratos de gravas, limos, cenizas y otros	
	Mioceno		Roca consolidada basáltica, andesítica, con mezclas de rocas consolidadas de cenizas, escorias	
	Plioceno	El Salto y otras rocas sedimentarias del terciario	Rocas de cenizas volcánicas, limonitas, incluyen de limonitas fosilizadas	

Mapa Hidrogeológico De la Zona Oriental de Managua

Lago de Managua



El Mapa Hidrogeológico de la Zona Oriental de Managua, Nicaragua, fue elaborado por el Departamento de Geología y Minería del Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente, en colaboración con el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (CETEC-UNAN). El mapa muestra la distribución de los recursos hídricos subterráneos en la zona oriental de Managua, incluyendo la zona de recarga y la zona de descarga. El mapa también muestra la ubicación de los pozos de agua subterránea y la zona de recarga de los pozos.



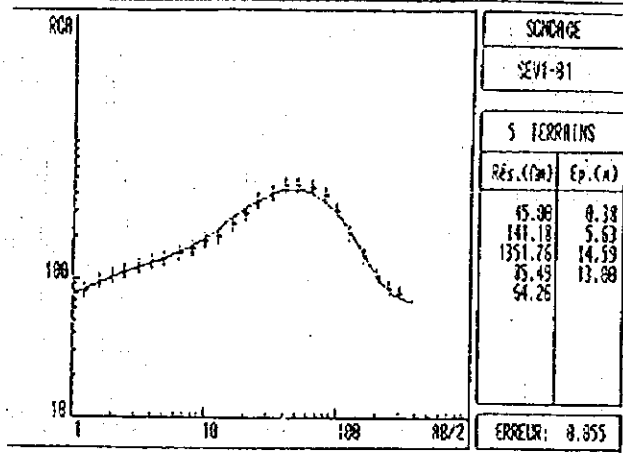
RESULTADOS DE LA PROSPECCION ELECTRICA

DATOS DEL RESULTADO DE LA PROSPECCION ELECTRICA (1)

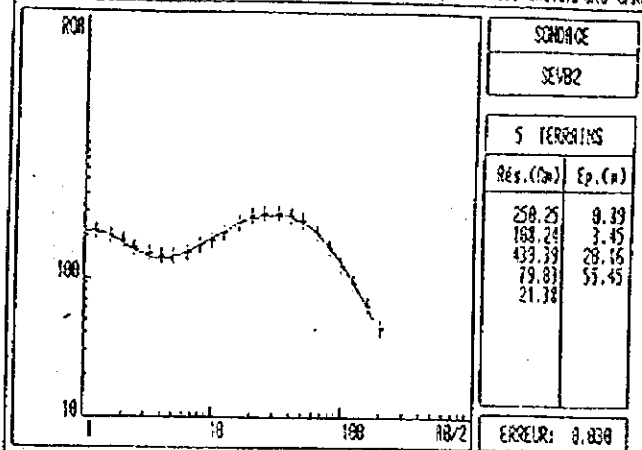
RESULT OF ELECTRICAL SOUNDING

INTERPRETATION DATA-1

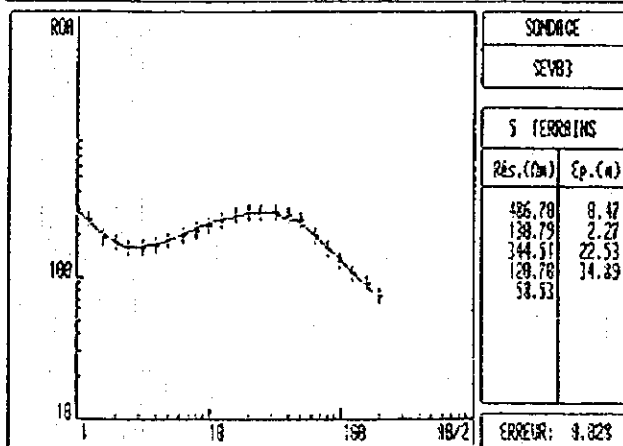
PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LCI ORSTOM/CRO CHR



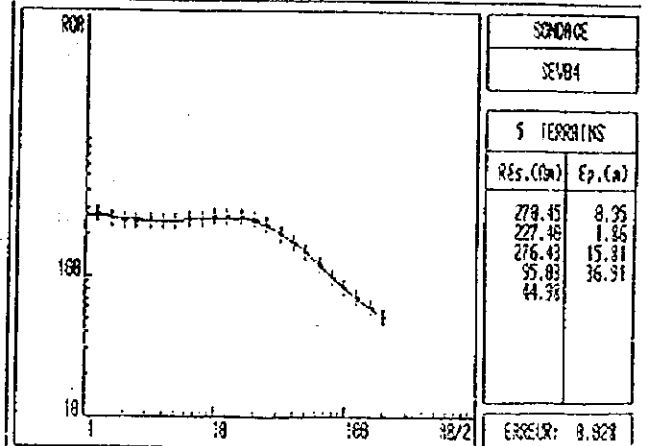
PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LCI ORSTOM/CRO CHR



PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LCI ORSTOM/CRO CHR

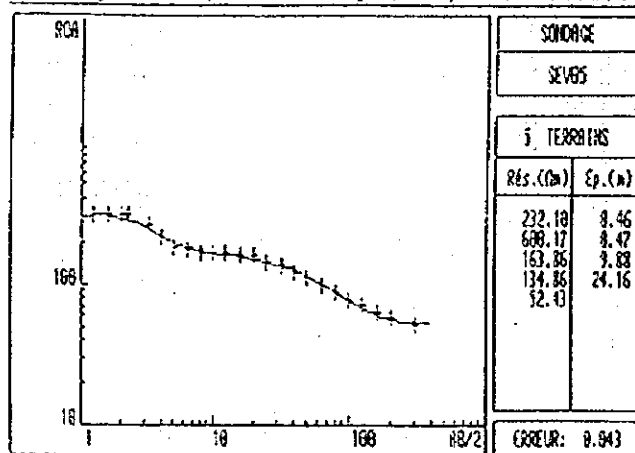


PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LCI ORSTOM/CRO CHR

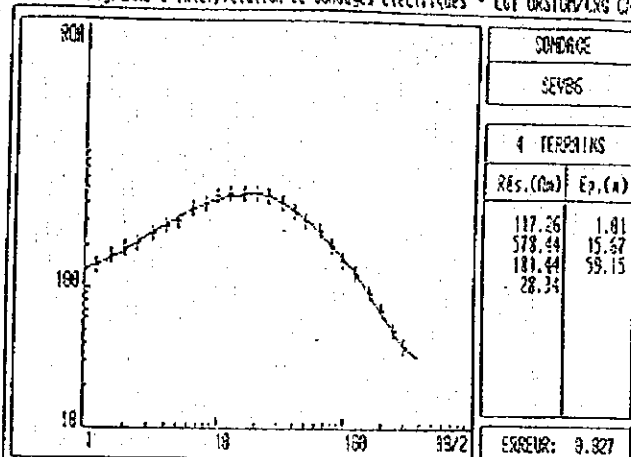


INTERPRETATION DATA-2

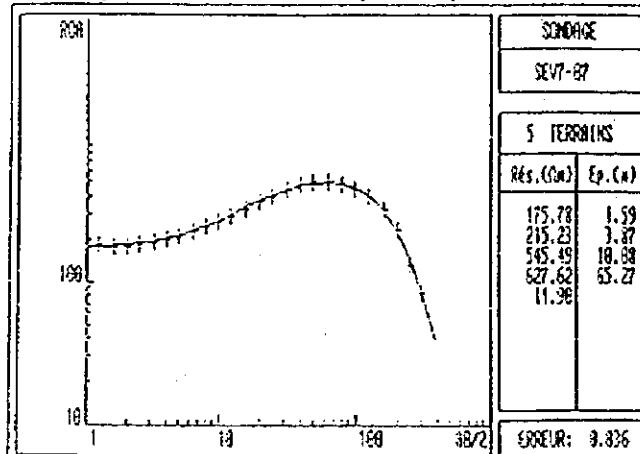
PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LCI ORSTOM/CRG C/R



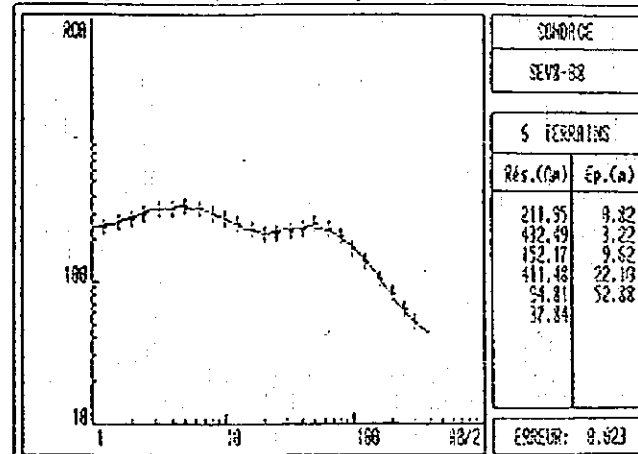
PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LCI ORSTOM/CRG C/R



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

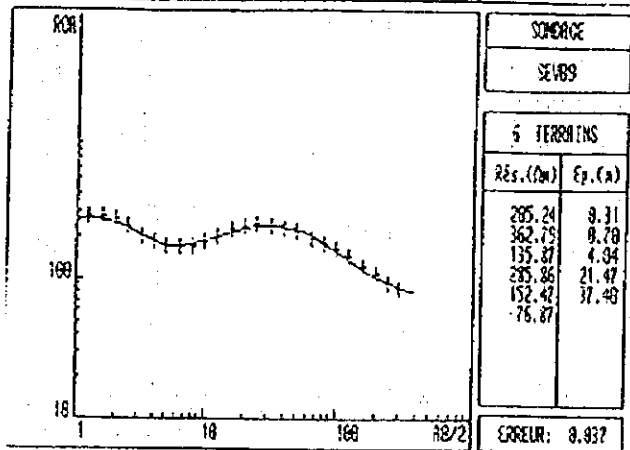


PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LCI ORSTOM/CRG C/R

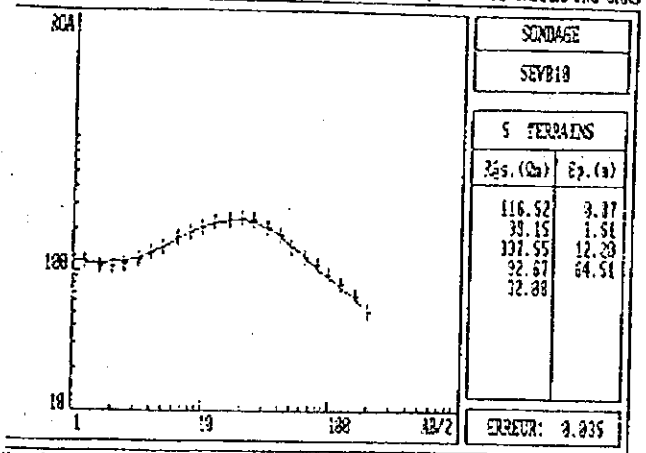


INTERPRETATION DATA-3

ISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LGE ORSTOM/CRG CNRS

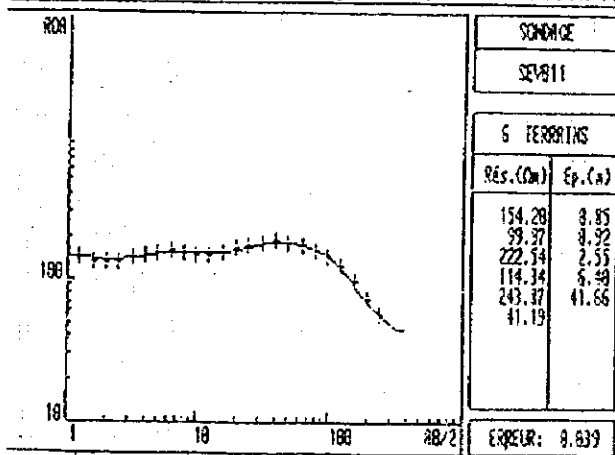


ISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LGE ORSTOM/CRG CNRS

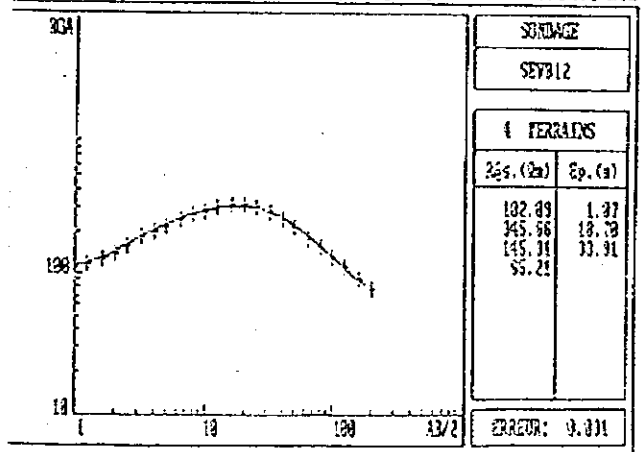


Données (M)odèle (L)ignes (A)utomatique (D)épréciée (Q)uitter

ISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LGE ORSTOM/CRG CNRS



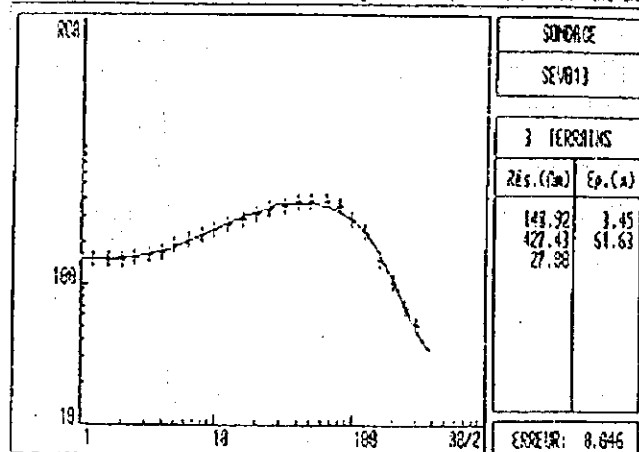
ISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LGE ORSTOM/CRG CNRS



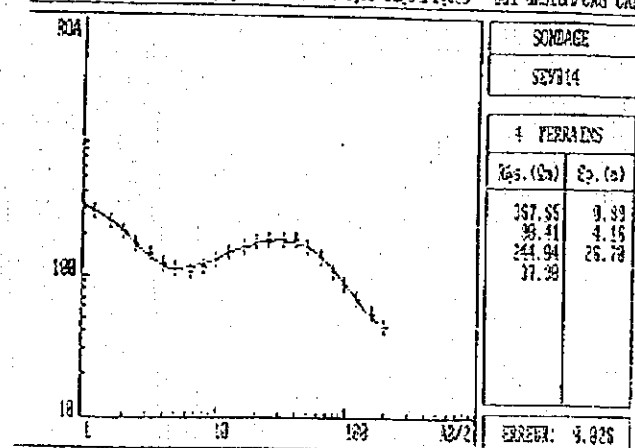
Données (M)odèle (L)ignes (A)utomatique (D)épréciée (Q)uitter

INTERPRETATION DATA-4

PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LSI ORSTOM/CNR CNRS

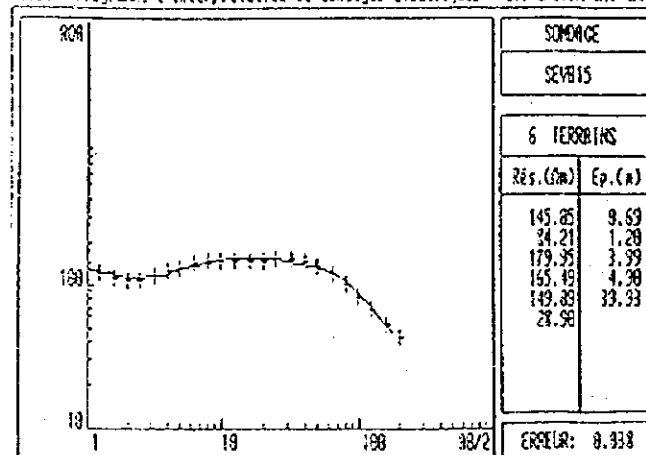


IE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LSI ORSTOM/CNR CNRS

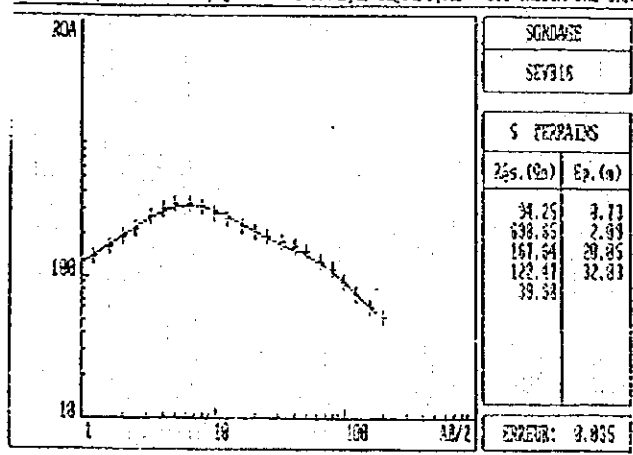


Données (M)odèle (I)nter (A)uto (D)éprandre (Q)uitter

PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LSI ORSTOM/CNR CNRS



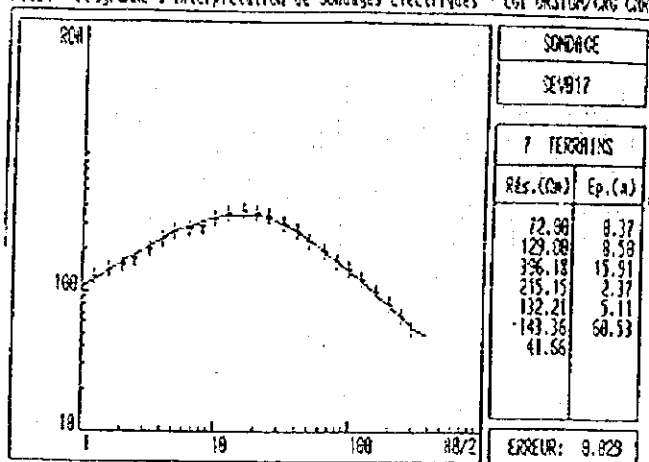
ISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LSI ORSTOM/CNR CNRS



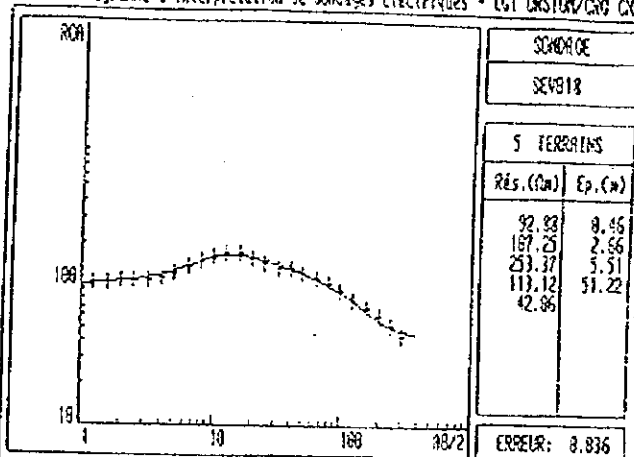
Données (M)odèle (I)nter (A)uto (D)éprandre (Q)uitter

INTERPRETATION DATA-5

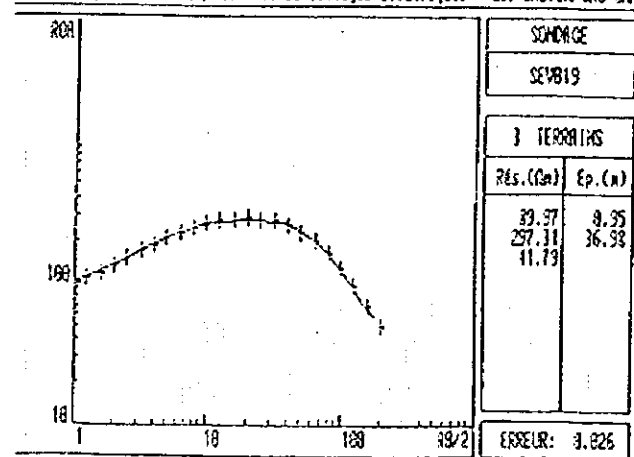
PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LSI ORSTOM/CRC CHRS



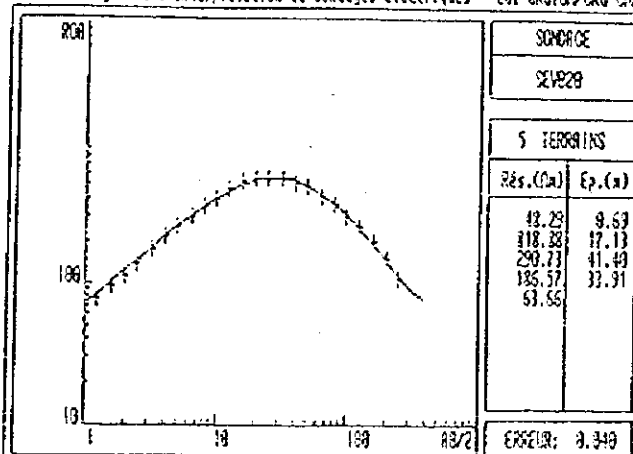
PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LSI ORSTOM/CRC CHRS



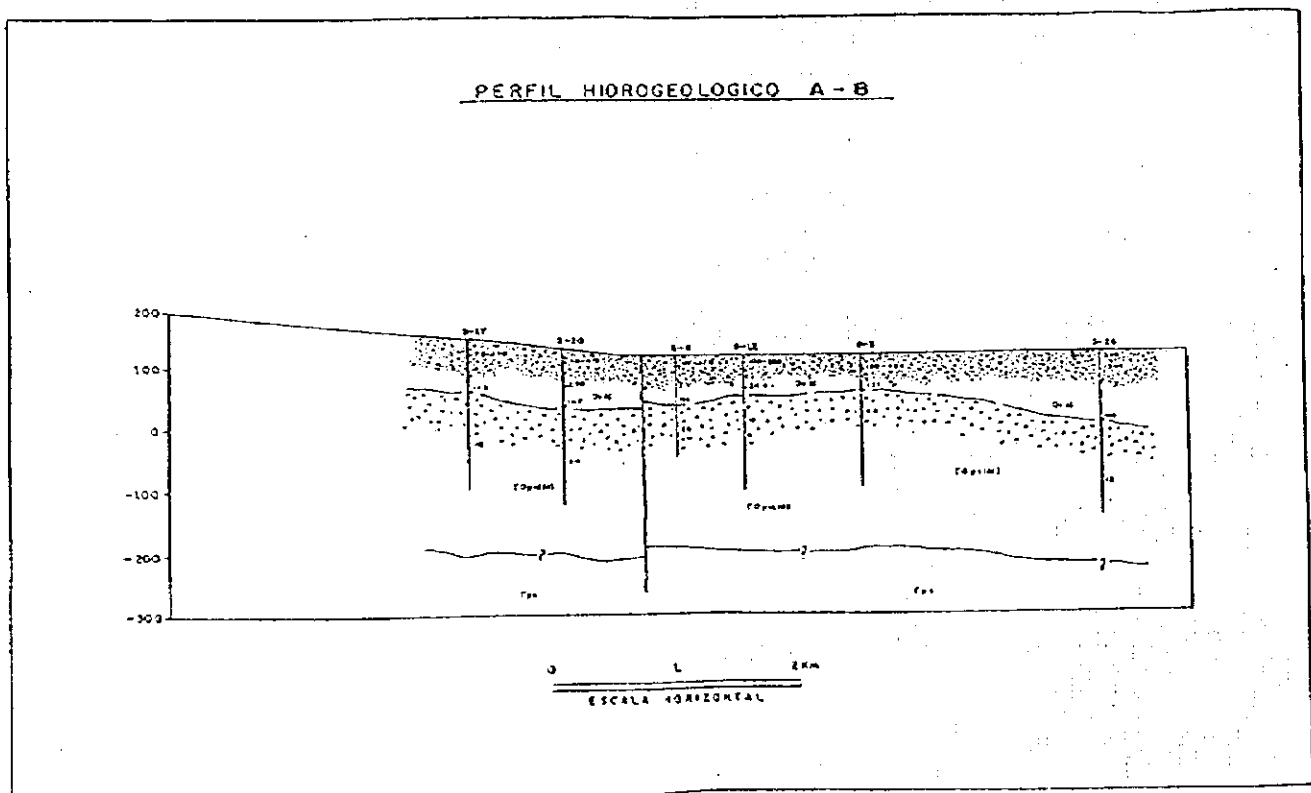
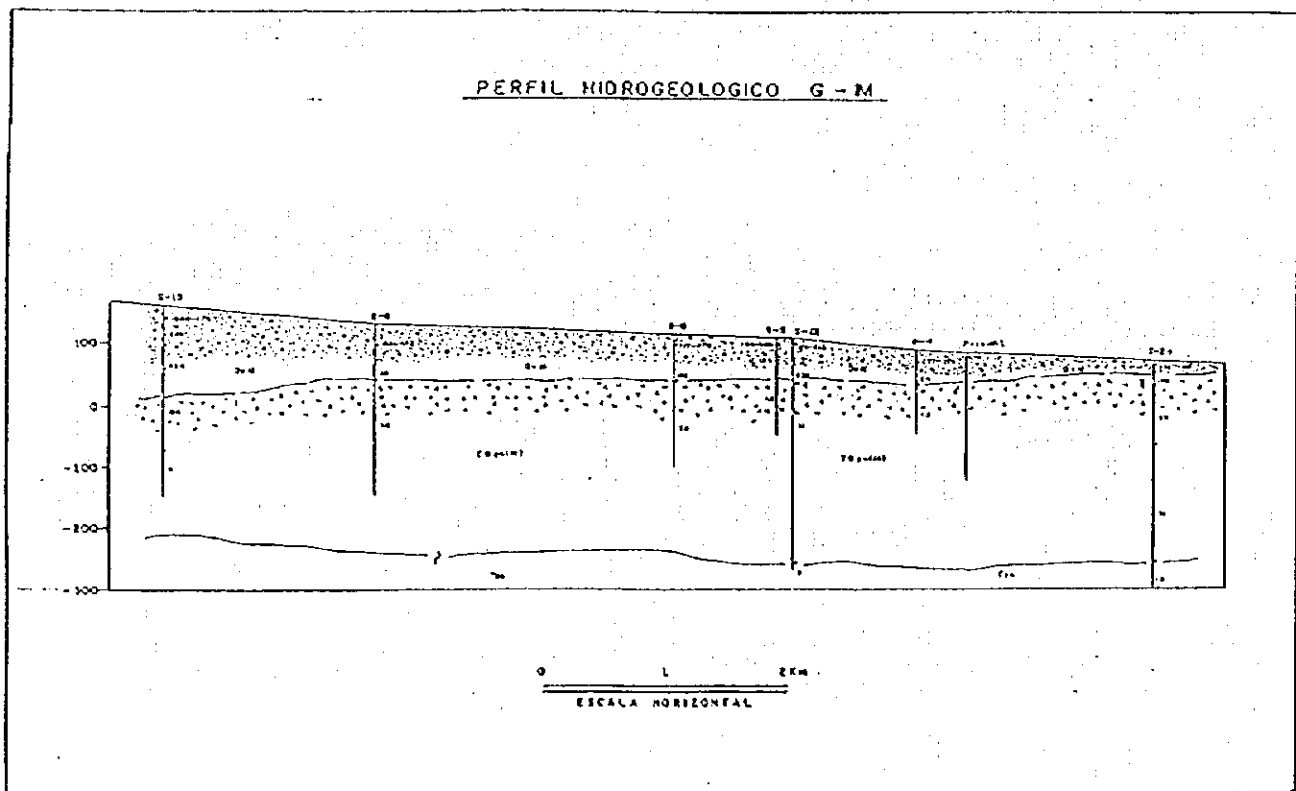
PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LSI ORSTOM/CRC CHRS



PISE4 - Programme d'Interprétation de Sondages Électriques - LSI ORSTOM/CRC CHRS

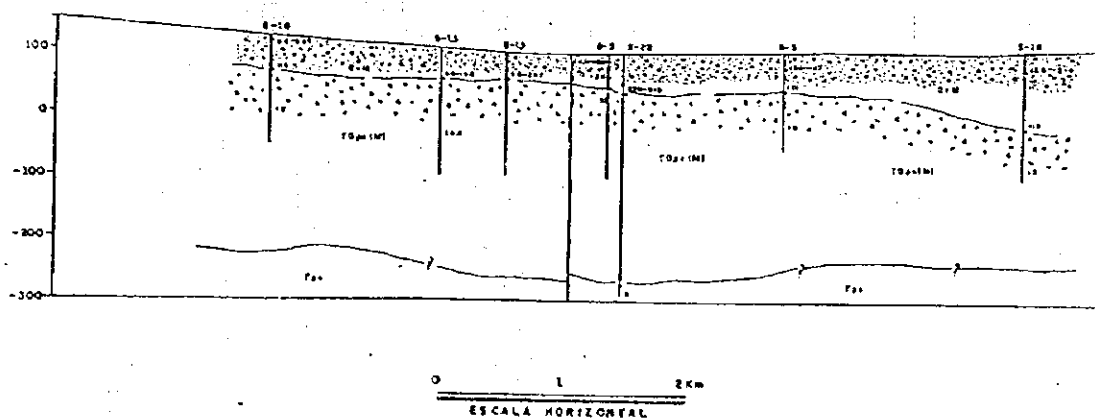


PROFILE DATA OF HIDROGEOLOGIC - I

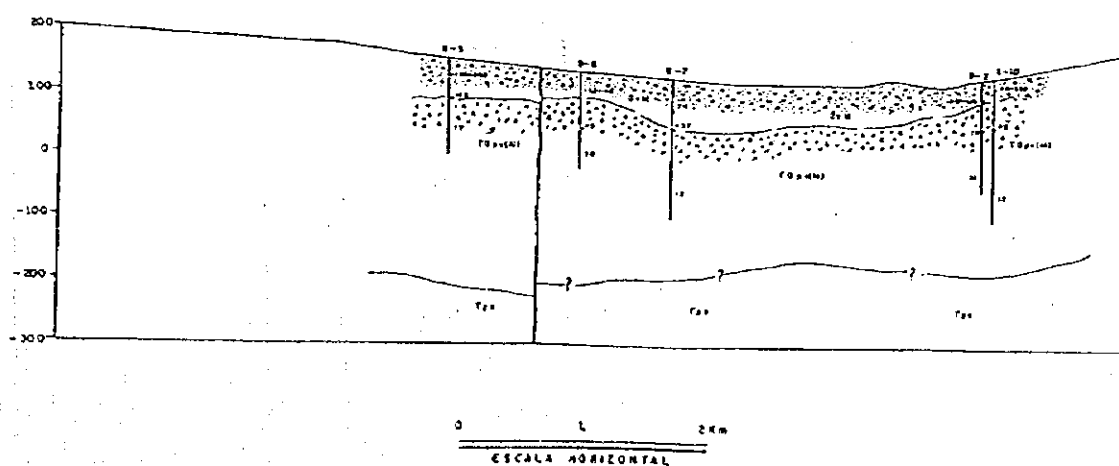


PROFILE DATA OF HIDROGEOLOGIC -2

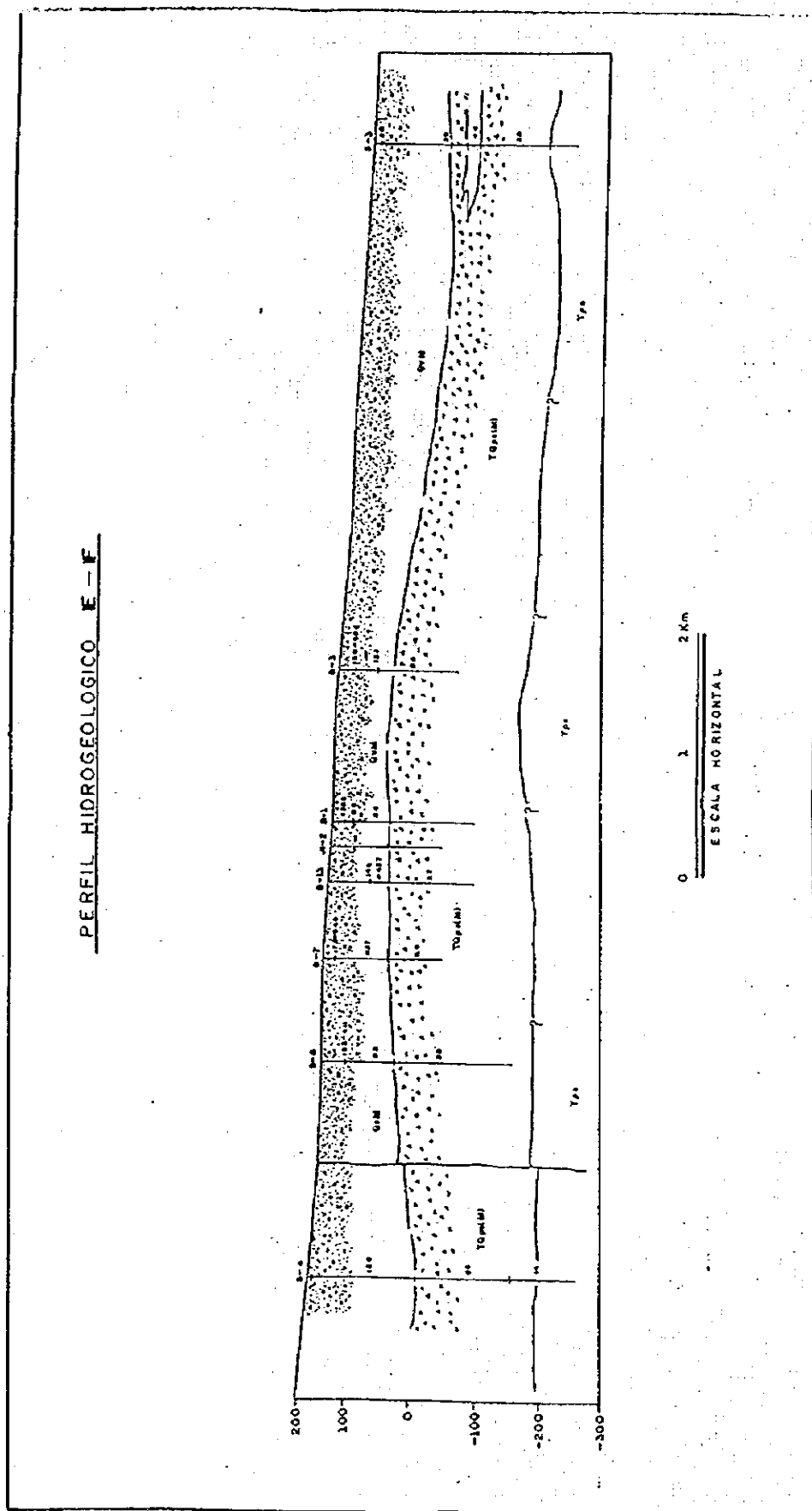
PERFIL HIDROGEOLOGICO C-O



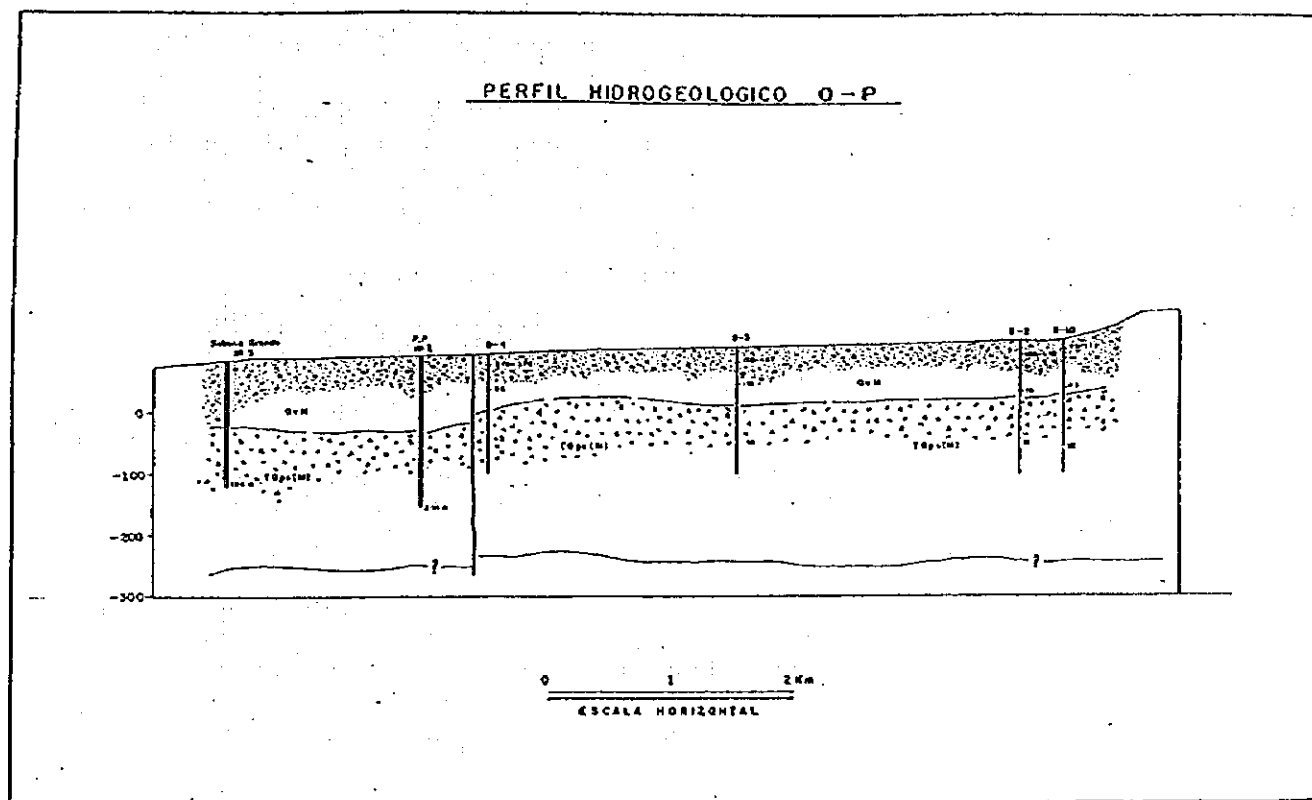
PERFIL HIDROGEOLOGICO L-M



PROFILE DATA OF HIDROGEOLOGIC 3



PROFILE DATA OF HIDROGEOLOGIC -4



APENDICE 7 : PRUEBAS DE CALIDAD DE AGUAS

1. Análisis Simple

Durante el período de estudios del lugar, se llevó a cabo las pruebas de calidad de agua de las fuentes de agua (pozos y manantiales existentes) relacionadas con el presente Proyecto.

- Fecha de extracción : 20 de junio de 1998 al 16 de julio de 1998
- Material extraído : 20 muestras (de pozos y manantiales existentes)
- Métodos de prueba : Paquete de pruebas con el juego de pruebas de agua potable (del Laboratorio de investigación física y química Kyoritsu).
- Lugar de pruebas : En el lugar de extracción del agua.

(1) Desaprobados el color y grado de turbidez de tres manantiales.

Olor a algas marina y a malezas, y desaprobado por el grupo de colibacilos.

En 2 lugares el valor de dureza superaba los 300mg/l; el cloro residual se encontraba en el límite del valor referencial, en cuanto al flúor, en un lugar fue desaprobado.

Actualmente no es utilizado como agua potable, solamente para la cría de ganado.

(2) Agua de los pozos existentes.

INAA : En todos, el agua es buena, encontrándose dentro de los valores de referencia.

Pozos particulares: Se encontró que en 3 lugares superan el nivel de referencia de dureza de 300mg/l. Los demás están dentro del nivel estándar. Con relación a los pozos de INAA, son de menor profundidad, por lo que en varios lugares fueron desaprobados por su turbidez.

2. Análisis por encargo

En cuanto a la muestra extraída al momento de efectuar la prueba de bombeo del pozo JI-2, se encargó su análisis a la Universidad Nacional de Ingeniería y a la vez, una parte se llevó al Japón para su análisis en la empresa Teijin Eco Science.

Se realizaron análisis de 56 items relativos a compuestos inorgánicos, orgánicos y agroquímicos. Todos están dentro de los niveles de referencia de la Organización Mundial de la Salud, siendo las aguas de los pozos que se encuentran dentro del Proyecto utilizables como agua potable.

Dentro de estos pozos, sólo una muestra entre 0.545 y 0.69mg/l contra 0.3mg/l que es el valor referencial de contenido de hierro. Se cree que esto sea producto de la corrosión de las tuberías de revestimiento, por lo que existe la necesidad de una nueva revisión. De los análisis de seguimiento, en el momento actual, se considera que la cantidad de hierro contenido es inferior al de la referencia. Debido al bajo índice Langelier que presenta, se deduce que se ha producido por descomposición de las tuberías de revestimiento.

Por esta razón, en la ejecución del presente Proyecto se estudia la utilización de materiales que sean resistentes a la descomposición. (P.V.C., acero inoxidable, FRP etc.).

**Cuadro de resultados de los analisis de calidad de aguas realizado por
La Empresa Teijin Science, ENACAL y la UNI**

1. Microorganismos en el agua potable

Organismos	Valor guia OMS	ENACAL	Observ.
Coliformes y coliformes termotolerantes	No debe detectarse en 100ml de muestra	0	Ok
Coliformes totales	No debe detectarse en 100ml de muestra	0	Ok

2. Compuestos químicos que influyen en la salud

2-1 Compuestos inorgánicos

Parametros	Valor Guia OMS(mg/l)	ENACAL UNI		Japon	Valor min.de cuantificación	Método de análisis	Observ.
Antimonio	0.005			ND	0.001	Prueba VI3.22	OK
Arsénico	0.01		0.0035				OK
Bario	0.7			0.03	0.01	Prueba VI3.23	OK
Berilio	NAD			ND	0.01	Prueba VI3.2	OK
Boro	0.3		0.19				OK
Cadmio	0.003		ND				OK
Cromo	0.05		ND	ND	0.03	Norma 65.1.2	OK
Cobre	0.01		0.0051				OK
Cianógeno	0.07		0.05				OK
Flúor	1.5	0.33	0.55				OK
Plomo	0.01		0.0012				OK
Manganeso	0.5		0				OK
Mercurios totales	0.001		ND				OK
Molibdeno	0.07			ND	0.01	Prueba VI3.18	OK
Níquel	0.02		0.0017				OK
Nitrato	50	2.96	2.3				OK
Nitrito	3	0	0.144				OK
Selenio	0.01		0.00091				OK
Uranio	NAD						—

C. Agroquímicos

Parámetros	Valor Guía OMS (mg/l)	ENACAL	UNI	Japon	Valor mín cuantifica ción	Método de análisis	Observ
Alacloro	20		ND				OK
Aldicarb	10		ND				OK
Aldrin/Dieldrin	0.03		ND				OK
Atracina	2		ND				OK
Bentoazona	30						
Carnofurano	5		ND				OK
Clorotolueno	0.2						
Clordeno	30						
DDT	2		ND				OK
1,2-dibromo 3-clorop	1						
2,4 -D	30		ND				OK
1,2 -dicloropropano	20						
1,3 -dicloropropano	NAD						
1,3 -dicloropropeno	20			ND	0.0002	JIS K0125.5.2	OK
Dibromo etileno	NAD			ND	0.002	GC/MS	OK
Hepta cloro y Hepta cloro epóxideo	0.03		ND				OK
Hexacloro benceno	1			ND	0.001	GC/MS	OK
Lindano	2		ND				OK
MCPA	2						
Metoxicloro	20						
Metolacloro	10		ND				OK
Molinat	6				0.001	GC/MS	
Pendimetalina	20				0.005	Agua sanitaria No.153	
Pentaclorofenol	9		ND				OK
Permitrina	20						
Propanil	20						
Pyridad	100						
Simazin	2		ND				OK
Trifluranilo	20		ND				OK
2,4-DB	90		ND				OK
Dicloroprop	100						
Fenoprop	9						
MCPB	NAD						-
Mecoprop	10			ND	0.001	Agua sanitaria No.193	OK
2,4,5-T	9		ND				OK
Diclorometano				0.002	0.002	GC/MS	OK
1,1-1Triclorometano				ND	0.001	JIS K0125.5.2	OK
2(2-etilhexil)ac.adip.				0.0003	0.0001	GC/MS	OK
Epiclorohidrin				ND	0.001	Prueba VI.4.16	OK
.Hexaclorobutadieno				ND	0.001	Cromatografía de gas	OK
Tetracloruro de carb				ND	0.0005	JIS K0125.5.2	OK
1,1-Dicloroetano				ND	0.001	JIS K0125.5.2	OK
1,2-Dicloroetano				ND	0.0004	JIS K0125.5.2	OK
Cloruro de vinilo				ND	0.002	GC/MS	OK
1,1-Dicloroetileno				ND	0.002	JIS K0125.5.2	OK
1,2-Dicloroetileno				ND	0.001	JIS K0125.5.2	OK

A2.5 Sustancias. Características relacionadas con el sabor, olor, color

Parametros	Valores Tolerables OMS(mg/l)	ENACA L	UNI	Japon	Valor min. calific.	Método De análisis	Observ.
Características físicas							
Color	15TCU	11	10				OK
Sabor y olor	—						
Temperatura	—	30	30,8				
Turbidez	5NTU	7.92	4.5				OK
Subst. Inorgánicas							
Aluminio	0.2 mg/l		0.87	ND	0.5	Norma 58.2	OK
Amoniaco	1.5 mg/l		0				OK
Cloruro	250 mg/l	34	0.064				OK
Cobre	1 mg/l		0.00051				OK
Dureza	—		412				
Hidrógeno sulfúrico	0.5 mg/l		ND				OK
Fierro	0.3 mg/l	0.01	0.545	0.69	0.08	Norma 57.2	Corrosi
Manganeso	0.1 mg/l		0				OK
Oxígeno disuelto	— %		5.74				
Ph	Menor a 8.0	7.07	7.9				OK
Sodio	200 mg/l	105	127				OK
Sulfato	250 mg/l	31	168				OK
Residuos de evaporación	1,000 mg/l	638.5	212				OK
Zinc	3 mg/l		0.006				OK
Sustancias Organicas							
Tolueno	24—170ug/l						
Xileno	20-1,800						
Etilbenceno	2-200 ug/l						
Estireno	4-2,600 ug/l			ND	0.0001	GC/MS	OK
Monoclorobenceno	10-120 ug/l			ND	0.004	GC/MS	OK
1,2 diclorobenceno	1-10 ug/l			ND	0.001	GC/MS	
1,4 diclorobenceno	0.3-30 ug/l			ND	0.001	GC/MS	OK
Triclorobenceno total	5-50 ug/l			ND	0.001	GC/MS	OK
Detergente sintético	—						
Desinfectantes derivados							
Cloro	600-1,000						
Clorofenoles							
2-clorofenol	0.1-10 ug/l						
2,4-diclorofenol	0.3-40 ug/l						
2,4,6-triclorofenol	2-300 ug/l						

Otros

Parametros		ENACAL	UNI	Japon	Observ.
Grado de alcalinidad	mg/l	530	417		
Conductividad Eléctrica	uS/cm		321		
Indice Langeria			0.882		
Calcio	mg/l	74.01	90.26		
Magnesio	mg/l	47.7	45.3		

Notas, 1)UNI : Universidad Nacional de Ingenieria
 2)ENACAL : Empresa Nicaraguense de Aguas y Alcantarillados Sanitarios
 3)Japon : Teijin Eco Sciences Co. Ltd.
 4)ND : No detectado

Análisis de Seguimiento

Éstudio del índice de descomposición

(1) En el tema de este estudio es calcular el grado de descomposición y su tendencia, que compruebe la solubilidad del material del tubo utilizado en las tuberías de revestimiento de los pozos.

Como método de inspección, se ha investigado la relación de equilibrio de CaCO_3 , H_2O , CO_2 .



De la fórmula anterior se tiene que

$$\text{pHs} = (\text{pK}_2 - \text{pK}_s) - \log(\text{Ca}^{2+}) - \log(\text{Alk}) + \log$$

Se tiene que considerar como condición del estudio, los resultados de los análisis de ENACAL y de la UNI.

$$\text{PK}_2 = 4.69 \times 10$$

$$\text{PK}_s = 4.82$$

Ca

Alk

Hs

pHs=

Por lo tanto, resulta que, $\text{pHs} = -3.57$

De acuerdo a Powell, cuando el valor del índice de saturación está dentro del rango +0.6 hasta 1.0, la condición es la más estable, y el efecto anticorrosivo es excelente. Sin embargo, de acuerdo a los resultados de los análisis realizados en esta oportunidad, $\text{pHs} = -3.75$, notándose elusión de la superficie del metal hacia el líquido, deduciéndose una posible corrosión.

Tabla de Referencia de la calidad de agua de desagüe en Nicaragua

Parámetro	Unidad	Cantidad
Temperatura	°C	50
Concentración iónica	pH	6-10
Conductividad eléctrica	$\mu\pi/cm$	5,000
Aceites y grasas totales	mg/l	150
Aceites y grasas orgánicas	mg/l	20
Demanda bioquímica de oxígeno BOD	mg/l	400
Demanda química de oxígeno COD	mg/l	900
Fósforo P	mg/l	*
Nitrógeno N	mg/l	*
Sólidos en suspensión		
Sólidos fundidos	mg/l	400
Sólidos totales	mg/l	1,500
Mercurio Hg	mg/l	0.02
Arsénico As	mg/l	1.0
Cadmio Cd	mg/l	1.0
Cromo 6 Cr6	mg/l	0.5
Cromo 3 Cr3	mg/l	3
Cianógeno CN	mg/l	2
Cobre Cu	mg/l	3
Plomo Pb	mg/l	1
Fenol	mg/l	1
Níquel Ni	mg/l	3
Zinc Zn	mg/l	3
Plata Ag	mg/l	5
Selenio Se	mg/l	5
Sulfuro SO3	mg/l	5
Fierro Fe	mg/l	50
Cloro Cl	mg/l	1,500
Sulfato SO4	mg/l	1,500
Flúor F	mg/l	50

Fuente: LA GACETA - Diario Oficial, junio de 1995

Nota *): Los resultados de las investigaciones, varían de acuerdo a las zonas de aguas objetivo.

APENDICE 8 : PRUEBAS DE BOMBEO

Con relación a la altitud del nivel de las aguas subterráneas de las zonas de desarrollo, ha quedado aclarado que el flujo de dirección este que se dirige hacia la Laguna Masaya desde las cuencas de las partes oeste y sur, pasan por la caldera de Masaya para cambiar su curso hacia el norte. Los manantiales en el terreno de bajo de Sábana Grande es el extremo de este flujo. Para evaluar el volumen de agua que fluye a los valles subterráneos desde la vertiente norte de la caldera Masaya, se realizó las pruebas de bombeo de los pozos (ENACAL No.70) actualmente existente y JI-2 de la zona de Veracruz.

1. Pozo ENACAL No. 70, Valle Gothel

Los resultados de las pruebas progresivas son las siguientes. Los datos de las pruebas se muestran en cuadros adjuntos.

Etapa	Nivel agua subterr.	Descenso del nivel	Volumen de bombeo		Capacidad específica m³/día/m
	(m)	(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

(Nivel hidrostático : 58.09m)

Los resultados de las pruebas de bombeo de los pozos existentes en Sábana Grande, Veracruz y Valle Gothel, realizadas por ENACAL en el año 1996 se muestran en el cuadro adjunto.

2. Pozo JI-2

2.1 Prueba de bombeo escalonado

Se realizó la prueba de bombeo escalonado dividiendo el volumen de bombeo en 4 etapas. Los resultados se muestran en el siguiente gráfico (Gráfico S-Q)

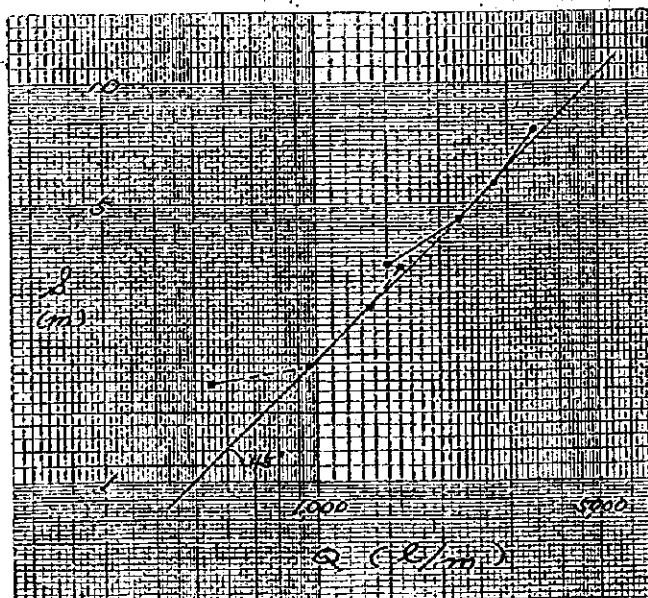


Tabla de Referencia de la calidad de agua de desagüe en Nicaragua

Parámetro	Unidad	Cantidad
Temperatura	°C	50
Concentración iónica	pH	6-10
Conductividad eléctrica	$\mu\pi/cm$	5.000
Aceites y grasas totales	mg/l	150
Aceites y grasas orgánicas	mg/l	20
Demanda bioquímica de oxígeno BOD	mg/l	400
Demanda química de oxígeno COD	mg/l	900
Fósforo P	mg/l	*
Nitrógeno N	mg/l	*
Sólidos en suspensión		
Sólidos fundidos	mg/l	400
Sólidos totales	mg/l	1.500
Mercurio Hg	mg/l	0.02
Arsénico As	mg/l	1.0
Cadmio Cd	mg/l	1.0
Cromo 6 Cr6	mg/l	0.5
Cromo 3 Cr3	mg/l	3
Cianógeno CN	mg/l	2
Cobre Cu	mg/l	3
Plomo Pb	mg/l	1
Fenol	mg/l	1
Níquel Ni	mg/l	3
Zinc Zn	mg/l	3
Plata Ag	mg/l	5
Selenio Se	mg/l	5
Sulfuro SO3	mg/l	5
Hierro Fe	mg/l	50
Cloro Cl	mg/l	1.500
Sulfato SO4	mg/l	1.500
Flúor F	mg/l	50

Fuente: LA GACETA - Diario Oficial, junio de 1995

Nota *): Los resultados de las investigaciones, varían de acuerdo a las zonas de aguas objetivo.

APENDICE 8 : PRUEBAS DE BOMBEO

Con relación a la altitud del nivel de las aguas subterráneas de las zonas de desarrollo, ha quedado aclarado que el flujo de dirección este que se dirige hacia la Laguna Masaya desde las cuencas de las partes oeste y sur, pasan por la caldera de Masaya para cambiar su curso hacia el norte. Los manantiales en el terreno de bajo de Sábana Grande es el extremo de este flujo. Para evaluar el volumen de agua que fluye a los valles subterráneos desde la vertiente norte de la caldera Masaya, se realizó las pruebas de bombeo de los pozos (ENACAL No. 70) actualmente existente y JI-2 de la zona de Veracruz.

1. Pozo ENACAL No. 70, Valle Gothel

Los resultados de las pruebas progresivas son las siguientes. Los datos de las pruebas se muestran en cuadros adjuntos.

Etapa	Nivel agua subterr.	Descenso del nivel	Volumen de bombeo		Capacidad específica
	(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

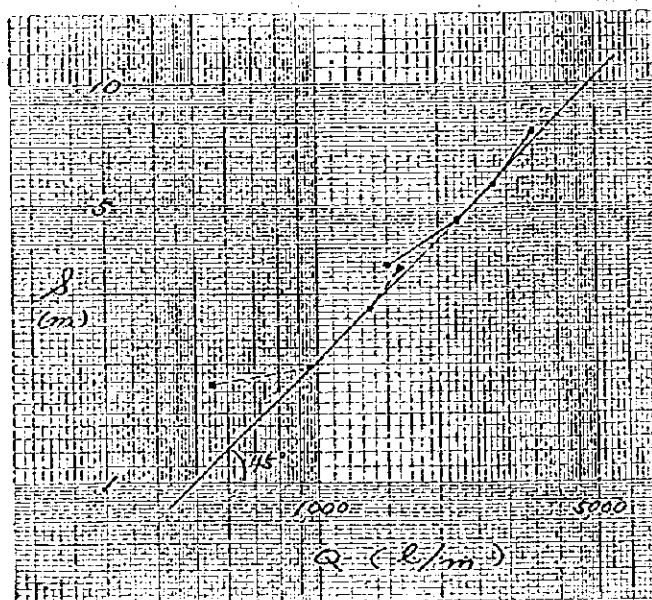
(Nivel hidrostático : 58.09m)

Los resultados de las pruebas de bombeo de los pozos existentes en Sábana Grande, Veracruz y Valle Gothel, realizadas por ENACAL en el año 1996 se muestran en el cuadro adjunto.

2. Pozo JI-2

2.1 Prueba de bombeo escalonado

Se realizó la prueba de bombeo escalonado dividiendo el volumen de bombeo en 4 etapas. Los resultados se muestran en el siguiente gráfico (Gráfico S-Q)



Esta prueba se realizó para determinar el volumen límite de bombeo. No se ha observado un aumento considerable en el declive del descenso del nivel de agua, por lo que no se podría considerar que se ha llegado al límite del volumen de bombeo. Por consiguiente, se considerará el promedio de los valores de las etapas 3 y 4 donde se observó mayor variación, como el volumen límite de bombeo de agua, determinándose la cantidad de 2.6 m³/m (687GPM) como volumen de bombeo seguro para cada pozo de esta zona.

Etapas	Volumen de bombeo		85% del Vol.de bombeo		80% del Vol.de bombeo		Promedio de ambos
	GPM	m³/m	GPM	m³/m	GPM	m³/m	
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

En el siguiente cuadro se muestra los resultados de las pruebas de bombeo escalonado

Etapas	Volumen de bombeo			Nivel agua de bombeo	Vol.descenso de nivel	Capacidad específica
	GPM	M³/día	M³/min.	m	m	m³/día/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

2.2 Pruebas continuas de bombeo

Lo ideal sería realizar una operación continua con un bombeo de seguridad de 687GPM, sin embargo, en esta oportunidad, por cuestiones de la bomba de elevación de agua, se realizó la prueba de bombeo continuo de 72 horas con 750GPM (2,84m³/min). Los resultados de la prueba son como se muestra en gráfico. Los datos se indican en cuadros adjuntos.

2.3 Cálculo del radio de influencia (R)

Si fuera posible hacer una observación del nivel de agua en 1.0cm, la distancia que resultaría del descenso de nivel de agua S=1.0cm sería el radio (R) de influencia.

Si buscamos R con la fórmula

De la fórmula
$$S = \frac{Q}{4\pi T} W(u)$$

Resulta
$$W(u) = \frac{4\pi IS}{Q}$$

Además de
$$u = \frac{R^2 S}{4Tt}$$

resulta
$$R = \sqrt{\frac{u \cdot 4Tt}{S}}$$

RESULTADO LE LAS PRUEBAS DE BOMBEO DE LOS POZOS EXISTENTES

Nombre de pozo	INAA 69	INAA 76	INAA 75	INAA 74	INAA 71	INAA 70	INAA 70	INAA 72	JICA 2	JICA 2	INAA #26	INAA #28	INAA #29	INAA #30	INAA #31	INAA #81
Lugar de instalacion	Veracruz	Veracruz	Veracruz	Veracruz	Valle Gochel	Valle Gochel	Valle Gochel	Valle Gochel	Sabana Grande	Sabana Grande	Las Mercedes	Sabana Grande	Sabana Grande	Sabana Grande	Sabana Grande	Las Mercedes
Profundidad(m)	188	97	100	152	112	121	121	121	200	366	125	211	125	310	213	198
Nombre de la cape principal	Q _{VM}	Q _{VM}	Q _{VM}	Q _{VM}	Q _{VM}	Q _{VM}	Q _{VM}	Q _{VM}	Q _{VM}	Q _{VM}	Q _{VM}	Q _{VM}	Q _{VM}	Q _{VM}	Q _{VM}	Q _{VM}
Fecha de prueba de bombeo	1996/4/20	1996/4/19	1996/4/15	1996/4/17	1996/4/18	1996/4/16	1996/4/16	1996/4/16	1996/4/16	1996/4/16	1996/4/16	1996/4/16	1996/4/16	1996/4/16	1996/4/16	1996/4/16
Nivel hidrostatico(m)	89.64	52.79	56.4	70.17	56.1	57.34	57.34	58.09	43.5	14.52	10.7	62.58	10.7	59.1	21.9	19.34
Volumen de bombeo (QPM)	2343.68	3035.88	1989.4	2180.17	904.8	4033.1	4033.1	1651.5	2469	2998	2267	2403.6	2812.4	3286.6	1848	5805
m ³ /day	56.4	52.79	56.4	70.17	56.1	57.34	57.34	58.09	43.5	14.52	10.7	62.58	10.7	59.1	21.9	19.34
Descenso del nivel de agua (m)	3.59	4.92	9.8	8.65	6.33	8.38	8.38	2.7	3.59	2.68	7.27	4.31	9.85	16.7	1.21	5.54
Volumen de empujacion relativa m ³ /day/m	593.34	617.05	203	252.04	142.9	481.3	481.3	611.4	688	1119	312	557.7	285.5	196.8	1527	1048
					119.3			604.8		224		464.5	2226			
					178.4			475.1		153		401.1	175.4			
								Actualmente fuera de uso				mapa 4		mapa 17	mapa 18	mapa 5

Note: 1m³=264.2 gal 1m=3.28 pies

siendo.

R: El radio (m) de influencia.

Q: Volumen de bombeo $0.0473 \text{ m}^3/\text{s}$ ($750 \text{ GPM} = 170.32 \text{ m}^3/\text{n}$)

S: Descenso del nivel de agua 0.01 m

s: Coeficiente de almacenamiento de agua

T: Coeficiente de volumen de agua transparente

t: Tiempo de bombeo

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

Si se busca en el cuadro de funciones de pozos el valor de u correspondiente a $W(u) = 8.05 \times 10^{-3}$, se obtendrá que $u \cong 4.25$.

En consecuencia se obtendrá:

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

Luego, calculando el valor R de cada una de las caídas de niveles de agua (S) 10 cm , 50 cm , 1.0 m , 2.0 m , 3.0 m y 7.0 m , se obtendrá el gráfico que se muestra a continuación.

En cuanto a la ubicación de pozos de esta oportunidad, las distancias entre cada pozo son superiores a los 600 m . Tal como se observa en la curva S - R , se considera que la influencia en la interferencia del pozo será mínima, sin embargo, como prevención para el futuro, es necesario realizar una simulación de descenso del volumen de las aguas subterráneas.

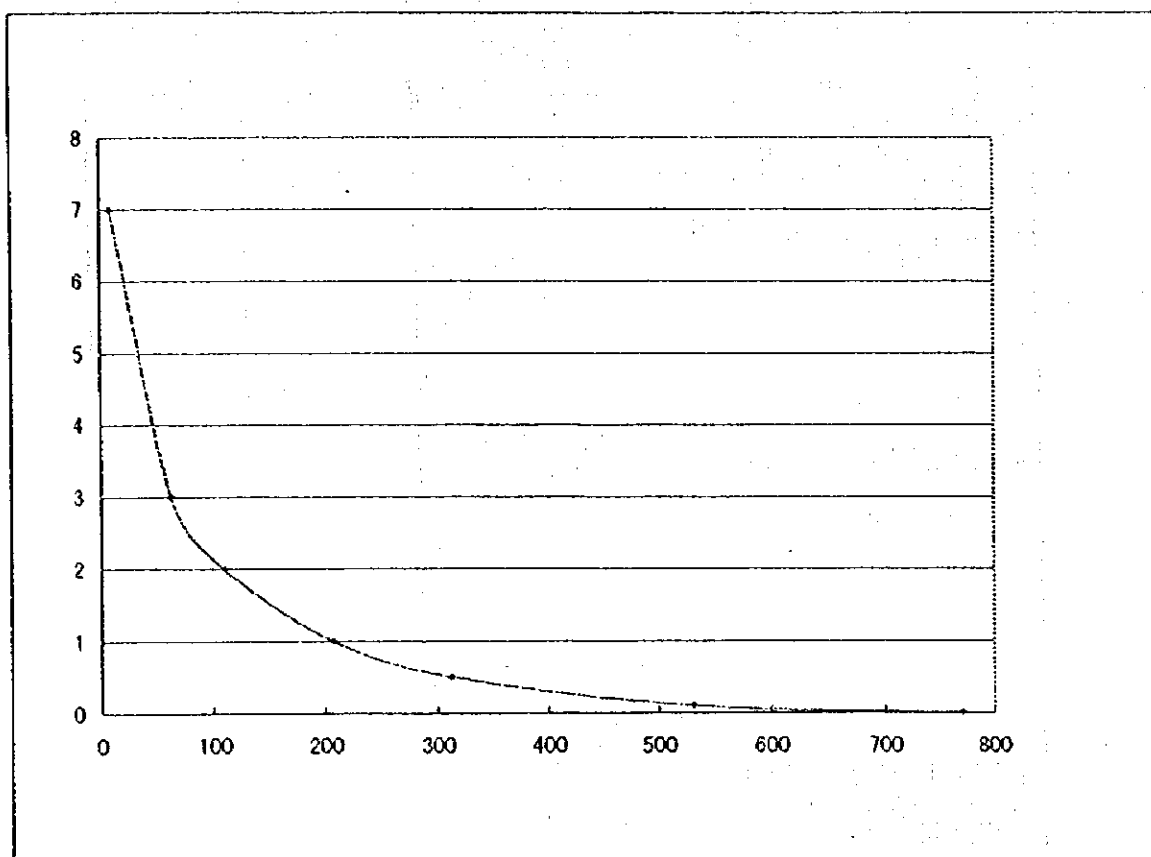
RESULTADOS DE PRUEBAS DE BOMBEO
RESULTS OF PUMPING TEST

Nomble 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 (transmisivity) (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	

CURVA S-R

DATOS DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO DE AGUA EN EL POZO JI-1

DATOS DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO DE AGUA EN
LOS POZOS DE ENACAL
VALLE GOTHEL 2 No. 70



WELL LOG

PROJECT NAME	The Study on Water Supply Project in Mexico, Phase II
AREA AND LOCATION	VALBUENA
ELEVATION	115m
TOTAL DEPTH	200m
DRIING STARTED	DRILLED BY JICA Study Team - ES/SEA
WELL COMPLETED	LOGGED BY Juan Carlos Vela
STATIC WATER	43.17m
DYNAMIC WATER	47.28m
PUMPING RATE	1400-200
SPECIFIC CAPACITY	160m ³ /h
	WATER TEMPERATURE 15.0°C
	CONDUCTIVITY 1100 μ S/cm
	TOTAL HARDNESS

Depth Project Elev.	Stratigraphy	Geology	Form Text	Casing Program	Log Data	Log Data	Log Data	Log Data	Log Data
(m)	(m)								
0	1.00	Brown surface soil with volcanic ash fragments	Suelo superficial gris con fragmentos de cenizas volcánicas						
	1.00	Brown-brownish dark gray sandstone	Piiza arenosa de color café y gris oscuro						
	1.00	Dark brown sandstone with volcanic ash	Cenizas café oscuras con cenizas volcánicas						
	1.00	Brownish dark gray sandstone	Piiza arenosa de color gris oscuro						
12	1.00	Dark black - dark gray and white (various) layers	Capas laminares oscuras de color negro y gris oscuro						
12	1.00	Purple - reddish red soil - brownish soil	Suelo rojo morado, rojo oscuro, marrón						
	1.00	Brown - brownish dark gray	Piiza arenosa de color café y gris oscuro						
	1.00	Dark gray sandstone	Piiza arenosa gris oscura						
32	1.00	Dark gray sandstone with ash	Piiza arenosa gris oscura con cenizas						
32	1.00	Dark gray sandstone with volcanic ash fragments	Piiza de cenizas de color gris oscuro con fragmentos de cenizas volcánicas						
32	1.00	Dark gray - dark black sandstone with ash	Piiza arenosa de color gris oscuro y negro con cenizas						
42	1.00	Purple red soil - brownish soil	Suelo rojo morado, rojo oscuro, marrón						
42	1.00	Dark black sandstone	Capas laminares oscuras						
42	1.00	Dark gray sandstone with volcanic ash fragments	Piiza arenosa de color gris oscuro con fragmentos de cenizas volcánicas						
42	1.00	Reddish purple soil - brownish soil	Suelo rojo morado, rojo oscuro, marrón						
42	1.00	Gray - brown sandstone	Aglomerados de color gris oscuro						
42	1.00	Gray - black volcanic ash fragments	Fragmentos de cenizas volcánicas de color gris oscuro						
42	1.00	Gray sandstone with volcanic fragments	Aglomerados grises con fragmentos volcánicos (basálticos)						
42	1.00	Brown sandstone	Aglomerados de color café						
42	1.00	Gray sandstone conglomerate	Aglomerados conglomerados grises						
42	1.00	Gray volcanic fragments	Fragmentos volcánicos grises						
42	1.00	Brown sandy weathered sandstone	Aglomerados más meteorizados de color café						
42	1.00	Gray sandstone	Aglomerados grises						
42	1.00	Gray sandstone conglomerate with gray, red and green sand	Aglomerados conglomerados grises con arena gris, roja y verde						
42	1.00	Gray sandstone with volcanic fragments	Aglomerados grises con fragmentos volcánicos						
42	1.00	Brown sandstone	Aglomerados de color café						
42	1.00	Gray sandstone	Aglomerados grises						

「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)	NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (MG/MIN)	PRESION (PSI)	
1	W-1	435.04	3	2.95	104	435.92	2	2.90	112.24	438.70	2	2.90	111	438.33	2	2.79	121	441.08	2	3.00	105					
2	W-2	428.41	4	3.02	81	427.58	3	2.84	86.74	428.41	2	3.10	90	432.29	4	3.23	53	428.41	1	3.10	82					
3	W-3	389.41	10	3.85	23	389.87	10	3.80	79.88	389.83	10	3.85	32	370.54	20	3.75	20	371.18	20	3.80	20					
4	W-4	383.79	14	3.75	20	382.70	14	3.85	21.32	384.78	21	3.87	18	384.25	36	3.72	17	383.18	42	3.83	11					
5	W-5	417.33	6	3.85	30	412.18	6	3.83	28.44	411.08	9	3.80	28	411.54	8	3.80	28	415.08	26	4.00	11					
6	W-6	393.92	2	3.30	38	395.63	1	3.42	72.52	395.50	1	3.35	80	398.68	2	3.40	70	393.92	1	3.17	100					
7	W-7	408.28	0.8	2.30	128	412.68	0.8	2.42	118.80	400.82	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	2.60	89	421.61	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	36	3.85	17	374.18	15	3.85	22.75	374.88	16	4.00	23	374.82	17	3.85	22	375.88	22	4.00	20					
2	E-2	403.87	22	4.00	18	401.25	10	3.80	21.33	402.56	14	4.00	23	402.84	18	3.80	20	403.75	18	4.00	20					
3	E-3	420.87	8	3.35	48	421.33	8	3.40	44.08	411.88	4	3.25	60	418.79	4	3.25	64	417.83	5	3.30	61					
4	E-4	410.87	42	3.65	8	410.75	48	3.60	8.53	411.75	10	3.80	17	411.54	10	3.55	18	411.70	30	3.60	10					
5	E-5	408.70	8	3.65	23	408.18	10	3.85	17.08	408.41	10	3.85	17	408.00	10	3.81	16	408.54	10	3.85	17					
6	E-6	418.66	5	3.25	67	418.82	5	3.26	61.15	419.50	4	3.25	65	419.75	4	3.22	63	420.08	5	3.27	65					
7	E-7	428.37	3	2.78	87	437.08	4	3.10	49.77	427.92	3	2.82	88	428.88	4	2.80	83	430.05	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 08 DE 1998					MARZO 16 DE 1998					MARZO 24 DE 1998				
		NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (M3/MIN)	PRESION (PSI)	NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (M3/MIN)	PRESION (PSI)	NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (M3/MIN)	PRESION (PSI)	NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (M3/MIN)	PRESION (PSI)	NIVELES DINAMICOS (PIES)	ABERTURA VALVULA DE COMPUERTA	CAUDAL (M3/MIN)	PRESION (PSI)
1	W-1	448.00	0.8	3.10	98	444.48	1	3.00	101	450.33	7	3.02	97	454.82	1	3.00	121				
2	W-2	435.75	0.8	3.18	71	422.85	1	3.00	89	438.58	5	3.25	47	440.42	3	3.20	51				
3	W-3	371.82	18	3.80	18	372.00	20	3.80	20	372.08	20	3.75	20	372.88	14	3.70	22				
4	W-4	385.50	40	3.85	11	385.82	40	3.70	13	386.08	41	3.85	12	386.32	44	3.84	8				
5	W-5	415.25	23	3.88	11	408.82	4	3.70	90	418.83	20	4.05	14	417.42	8	3.80	29				
6	W-6	388.83	3	3.40	54	384.92	2	3.20	93	388.86	5	3.48	38	400.00	4	3.48	43				
7	W-7	414.48	0.8	2.60	119	407.00	1	2.20	138	408.92	0.8	2.10	138	408.58	0.8	2.20	133				
8	W-8	423.43	1	2.20	123	422.60	15	2.20	124	421.04	1	2.15	122	417.00	1	2.10	140				
1	E-1	378.42	22	3.80	19	378.50	22	3.80	20	378.54	22	4.07	20	377.35	28	3.80	17				
2	E-2	404.00	18	4.00	20	404.08	18	4.00	18	404.18	18	4.00	20	404.75	28	4.00	18				
3	E-3	424.00	9	3.80	28	415.08	3	3.30	51	423.83	9	3.45	30	425.50	38	3.50	15				
4	E-4	411.58	30	3.60	10	412.75	30	3.60	11	413.30	18	3.50	14	413.83	30	3.60	10				
5	E-5	408.68	10	3.82	17	408.68	8	3.85	17	409.41	10	3.85	17	410.18	30	3.80	10				
6	E-6	420.50	3	3.20	85	419.75	2	3.20	87	428.31	10	3.78	24	428.18	10	3.80	24				
7	E-7	440.00	5	3.18	57	428.50	3	2.75	92	437.58	4	3.05	84	440.50	8	3.20	49				

NOTA: Estas mediciones fueron realizadas con los pozos trabajando.

APENDICE 9 : ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS (Tanque de recolección -- Reservorio)

Según el resultado de los ensayos de mecánica de suelos, el valor de N es de 4 a 16 desde la superficie hasta los 3.6 mts de profundidad. En los estudios de perforación, cuando el valor de conversión N de la densidad relativa de la tierra es entre 0 y 10, existe la posibilidad de que el suelo sea arenoso y viscoso. En estos casos, existe el problema de asentamiento de suelo más abajo del nivel de las aguas subterráneas.

Especialmente en los terrenos de la zona de construcción del tanque de recolección y del reservorio del presente Proyecto, de acuerdo a los estudios de suelos y de las condiciones naturales por extracción de muestras, el suelo es de naturaleza arena limosa hasta los 3 mts. Además, hasta los 15 mts está formado por un suelo limo arenoso cuya fuerza de soporte es de apenas N20.

Suponiendo que la ubicación del suelo de soporte básico de los terrenos de construcción del tanque de recolección y del reservorio estuvieran a 2 ó 3 mts de la superficie, éste estaría ubicado en el límite del suelo arena limoso y del suelo limo arenoso.

Por consiguiente, de acuerdo con la fórmula Terzaghi de resistencia de soporte, se analizó la seguridad del suelo.

- Condiciones de estudio:
- La forma de la superficie básica es un rectángulo.
 - : Suponiendo que el coeficiente de la fuerza de soporte cuando el diámetro 0 grados sea $N_c=5.3$ $N_1=0$ $N_g=3.0$
 - : El poder adherente de la tierra arena limosa de acuerdo a las pruebas de suelo, es de 3.0 tf/m^2 .
 - : La resistencia de soporte de suelo permisible de la tierra limosa generalmente es de $N_q=5.0 \text{ tf/m}^2$.

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

Donde,

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

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

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

Por lo tanto, es : $q_a = 6.67 \text{ tf/m}^2 > N_q = 5.0 \text{ tf/m}^2$, estando en la parte segura.

Comprobación: En los resultados de la prueba de carga en placas, el valor N de la fuerza de apoyo del suelo (Resistencia de soporte del suelo) es de 4 a 16.

Su $\text{tf/m}^2 = N_s/5$ tierra arenosa
 $\text{tf/m}^2 = q_u/2$ tierra viscosa (donde $q_u = 1.25 N_c$)

Si la calidad del suelo de estos alrededores fuera de limo viscoso $S_u = q_u/2$, entonces la fuerza de apoyo permisible será de 2.5 a 10 tf/m^2 .

Por consiguiente, por seguridad, para elevar la resistencia de soporte del suelo, en aquellos lugares donde el suelo es débil, se substituirá con arena o soil cement.

**DATOS SOBRE LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES EN
MANAGUA EN LOS ULTIMOS 40 AÑOS.**

**DATOS SOBRE LAS TEMPERATURAS ATMOSFERICAS DE
MANAGUA EN LOS ULTIMOS 40 AÑOS**

DATOS DE EVOPOTRANSPIRACION DE LOS ULTIMOS 30 AÑOS

ANEXO No.1

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

nicasolum

INGENIERIA DE MATERIALES S.A.

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 o COMPACTAD	COLOR	DESCRIPCION	N				R (m)	RQD (%)
						1	2	3	4		
0.00		#13									
0.45			Durísima	Café claro	Limo arcilloso	5	13	18	31	0.30	
0.90		S-186	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	16	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.

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 o COMPACIDAD	COLOR	DESCRIPCION	N				R (m)	RQD (%)
						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	25	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	46	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	86	118	204	0.30	
12.30					Lavado 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		
Cliente: J I C A			Proyecto: Tanque de Agua Potable, Américas No.4		
Operador: NicaSolum			Registro de Campo (Sondeo TA-1)		
Verificado: A. Jerez		Fecha: 10.07.1998		Aprobado: A. Jerez	
				Anexo: N° 1	

TS : Tipo de Suelo

No. 1

nicasolum

INGENIERIA DE MATERIALES S.A.

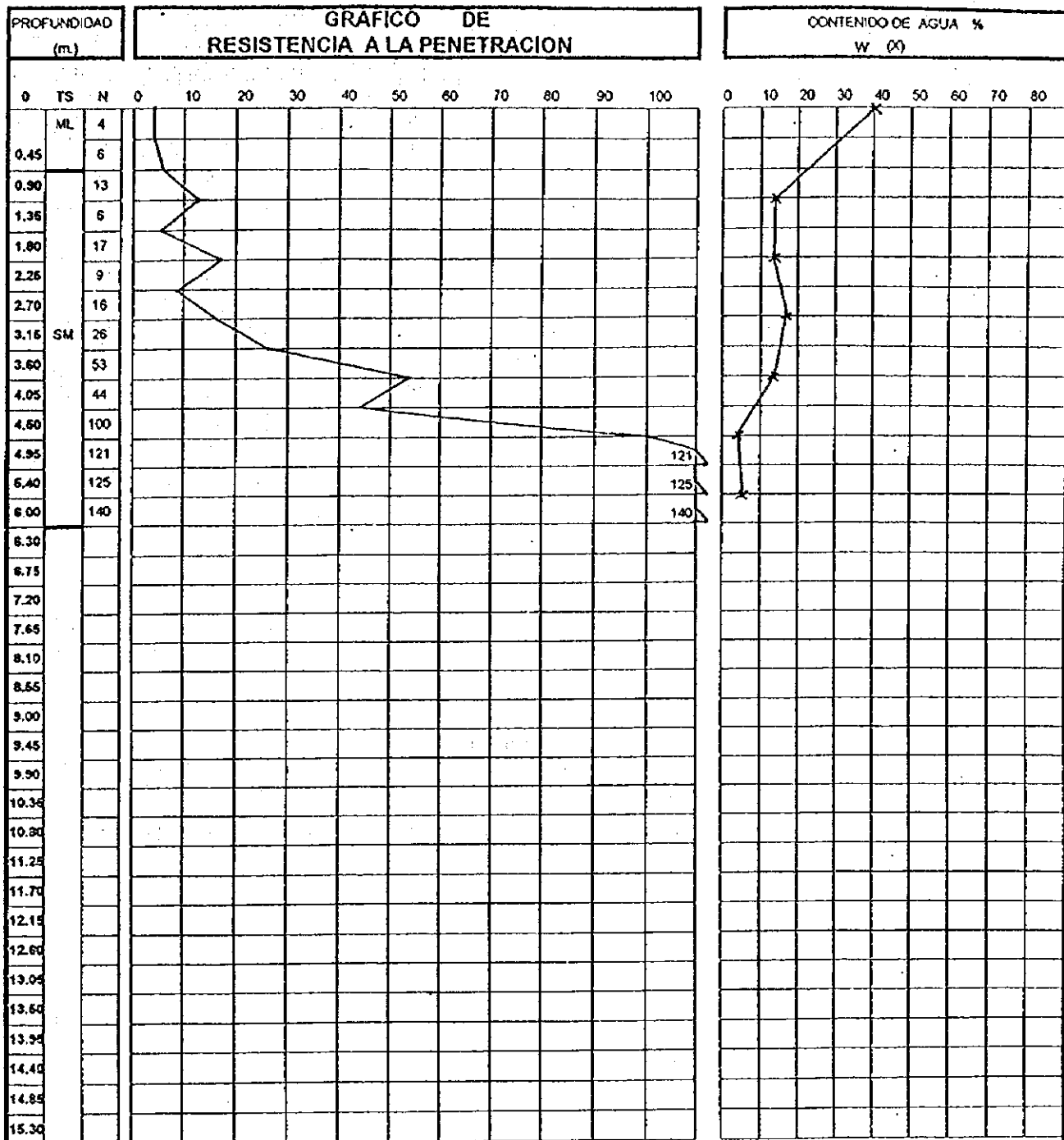
REGISTRO DE CAMPO - SONDEO No.

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 6 COMPACIDAD	COLOR	DESCRIPCION	N				R (m)	RQD (%)
						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		PF23	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: J I C A			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, Sabana Grande

Cliente:

JICA

Gráfico de Resistencia (Sondeo SG-1)

Operador:

Verificado:

Fecha:

Aprobado:

Anexo:

NicaSolum

A. Jerez

10.07.1998

A. Jerez

No.1

nicaSolum

ANEXO No.2

RESULTADOS DE ENSAYES DE LABORATORIO

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

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			Managua, Nicaragua						
Ingeniería de Materiales S.A.			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

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

APENDICE 10 : POTENCIAL DE LOS RECURSOS HIDROLOGICOS

1. Potencial del recurso hidrológico

En la zona periférica de Managua el promedio anual de las precipitaciones pluviales es de aproximadamente 1,120mm, y debido a que sólo con las aguas de la lluvia es posible el crecimiento de los organismos vivientes durante más de 180 días, la FAO la ha ubicado como "Zona Semi húmeda"

El potencial de los recursos hidrológicos, tal como se señala más abajo, es alto en las planicies alrededor de los lagos de Managua y de Nicaragua, en la planicie de la costa del Océano Pacífico que une las ciudades de León y Chinandega y en la planicie alrededor de Maipaisillo, pero no cubre las zonas semi montañosas donde habitan numerosas personas de la clase más necesitada.

(1) Aguas de los Ríos

La cuenca hidrológica de Managua se divide en :

- Sub cuencas I y II, de 342 km² de superficie, cuyo flujo de aguas es de las zonas montañosas del sur de la ciudad directamente hacia el lago de Managua y
- Sub cuencas III, IV y V, de 538 km² de superficie, cuyo flujo de aguas viene de las zonas de Masatepe, La Concepción pasando por el Lago de Masaya y dirigiéndose hacia el noreste a través del río Mocuana

Sub cuencas	Superficie km ²
I	120
II	222
III	136
IV	183
V	219
Total	880

En la zona objetivo, existen 5 lagos grandes y pequeños. El lago Managua que es el segundo más grande de Nicaragua, se encuentra ubicado en la parte norte de la ciudad de Managua. A este lago van afluyendo por la parte sur las aguas superficiales y las subterráneas. El río Tipitapa que se encuentra al este, está conectado al lago de Nicaragua, que es el más grande de Centroamérica y que por cuestión del nivel, es muy raro verlo correr.

Al noreste de la zona del Proyecto, hacia el lado este del aeropuerto, existe una zona de manantiales de gran envergadura, siendo el nivel del manantial de 50 a 60 m sobre el nivel del mar. La cantidad total del volumen de esta afluencia se considera que pudiera ser aproximado al de las partes altas de los ríos incluyendo la Caldera Masaya etc. El río Mocuana, que se origina en manantiales de la zona, es el único río perenne. Los resultados de las observaciones realizadas entre 1991 a 1992, señalan que tiene un caudal aproximado de 1.0 a 1.40m³/seg. El caudal total de los manantiales es sumamente limitado de por lo menos 1.35m³/seg.

Los otros ríos de la zona, son sólo ríos estacionales, llevando agua sólo en época de lluvias en 2 a 3 horas.

(2) Agua de los lagos

El lago Asosoca, que se ubica en el lado noroeste de la ciudad, es la más antigua fuente de agua potable de la ciudad de Managua, abasteciendo en la actualidad más del 30% de ésta. Sin embargo, debido a su continuo sobre bombeo desde la década de los 70, su nivel está descendiendo continuamente. Entrando en los años 90, a pesar de la limitación en la captación, el nivel del mar alcanzado por el Lago de Managua que en 1992 era de 36.5m, en 1993, era de 35.0m, es decir había descendido 1.5m. Actualmente existe el problema de la contaminación debido a los desagües industriales de la costa y los domésticos de la ciudad. Se teme que, de continuar bajando extremadamente el nivel del agua, podrían producirse filtraciones de las aguas contaminadas del Lago de Managua. Además, en la parte norte de la Laguna Asosoca, se ubican fábricas como la de petróleo etc., y de acuerdo a los resultados de estudios de calidad de las aguas de pozos existentes en los alrededores, realizados por INETER, se informa que existe la posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas causada por los drenajes de las fábricas. La causa del descenso del nivel de la Laguna Asosoca, es la cantidad de bombeo de agua, que con la reducción del volumen de bombeo a partir de 1989, existen signos de recuperación, sin embargo su nivel continua siendo inferior al del Lago de Managua.

(3) Aguas subterráneas

Es muy rico en aguas subterráneas, siendo hasta la actualidad la principal fuente de agua para el uso doméstico, de riego y uso industrial. Esto se debe a la estructura geológica de la sedimentación de la capa superior de la base impermeable donde existe un estrato de alta permeabilidad. Sin embargo, en la zona costera del Pacífico, no existe la capa de alta permeabilidad, razón por la cual el potencial hidrológico de esta zona es sumamente bajo.

Por otro lado, el potencial de aguas subterráneas de la zona, con excepción de la costa del Pacífico, se espera que sea superior a $0.011\text{m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$, pues los actuales pozos de ENACAL, muestran un volumen de bombeo de 0.01 a $0.1\text{m}^3/\text{seg}$. Especialmente en las llanuras de la zona norte de Chinandega, en Sinecapa al norte del Lago Managua, en la cuenca del río Viejo, en los alrededores del Lago Nicaragua al norte de Granada, el potencial de las aguas subterráneas es alto siendo el volumen de bombeo en los pozos allí existentes de un aproximado mayor a $0.04\text{m}^3/\text{seg}$.

2. Análisis del balance de aguas

Totalidad de las zonas de la ciudad de Managua

Cuenca de aguas subterráneas	Zona hidrológica Del oeste	Zona hidrológica central	Zona hidrológica del este
Superficie (km ²)	54.0	237.0	499.0
Prom. anual de precipitaciones pluviales (mm)	1120	1120	1120
Porcentaje anual de formación (%)	18.0	18.0	18.0
Volumen anual de formación (millones de m ³ /año)	10.89	48.04	100.60
Potencial de aguas subterráneas (Mill. De m ³ /año)	8.71	38.43	88.48
Vol. de bombeo realizado en 1997 INAA	7.00	66.98	37.20
Uso industrial	—	5.9	—
Uso agrícola	—	—	1.2
Vol. de bombeo en la Fase I del Proyecto	—	—	—
Vol. de bombeo en la Fase II del Proyecto	—	—	—
Balance	1.71	-34.45	10.84

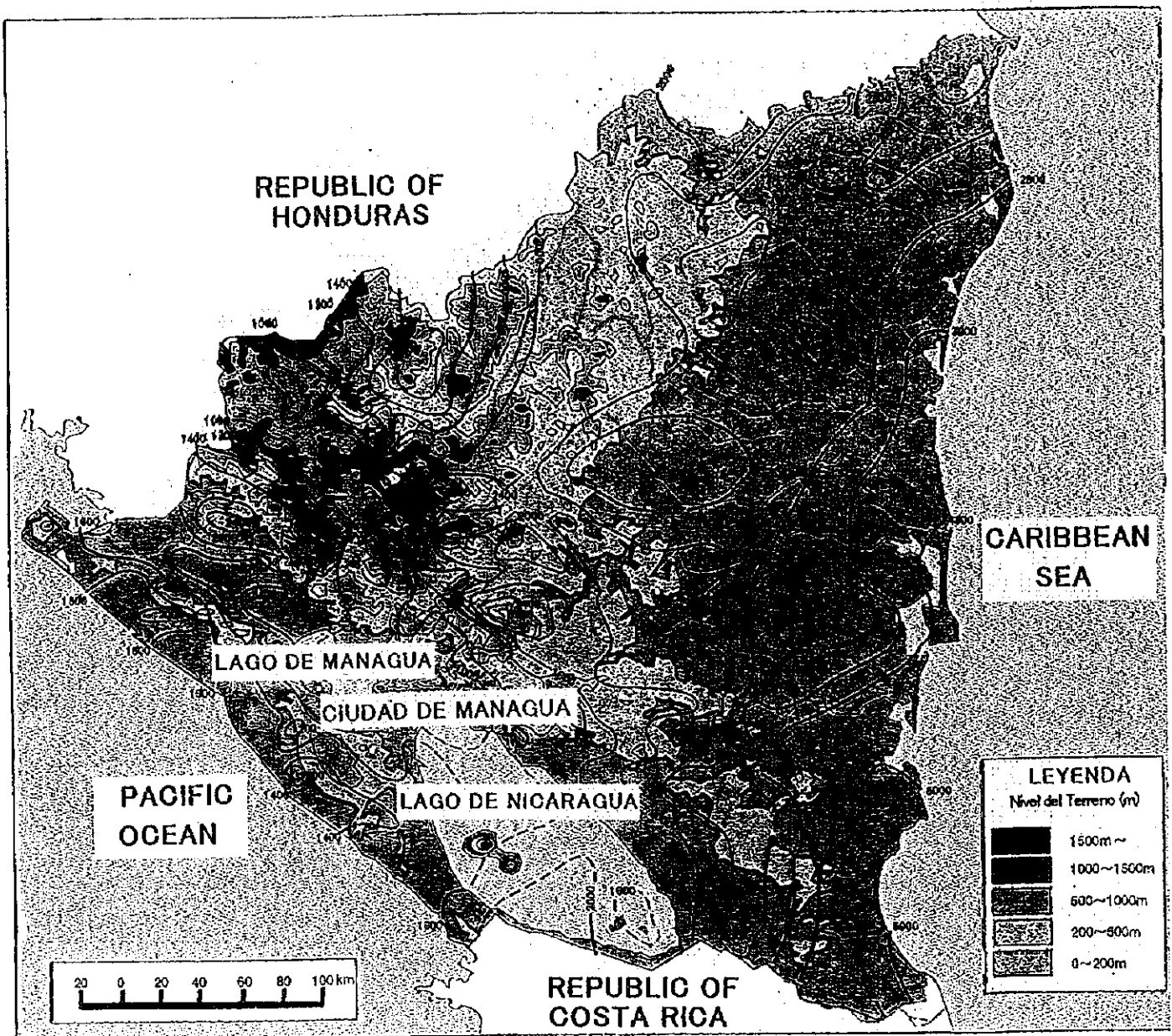
Nota: El cuadro de balance de aguas del "Proyecto de Desarrollo" ha sido convertido como volumen de bombeo anual del año 1997.

* El volumen de bombeo de INAA es la suma de la producción de los pozos en 1997

** El volumen de bombeo para uso industrial y agrícola es el total de bombeo del "Proyecto de Desarrollo de 1991".

Tal como se ha señalado en el "Proyecto de Desarrollo", en la zona correspondiente desde el distrito 2 hasta el distrito 5 de la zona hidrológica central, se realiza un excesivo bombeo de agua subterránea, extrayendo anualmente 29 mil m³ de la laguna de Asososca para cubrir la deficiencia. Sin embargo, la calidad del agua por contaminación de la laguna de Asososca es cada vez más grave, por lo que existe un problema en el uso como agua potable, ante lo cual, INAA está llevando a cabo medidas de moderación, para reducir el volumen de dicho bombeo a 100m³ anuales.

Por consiguiente, el volumen de producción de aguas subterráneas en la zona hidrológica del este, aún después de cubrir el volumen de bombeo se deduce que existe un nuevo potencial de desarrollo de 10.84 millones de m³ anuales. Además, no habrá la necesidad de tener como fuente de agua a los lagos y pantanos como las zonas hidrológicas del oeste y del centro pues cualitativamente es superior, y podría decirse que es una zona prometedora.



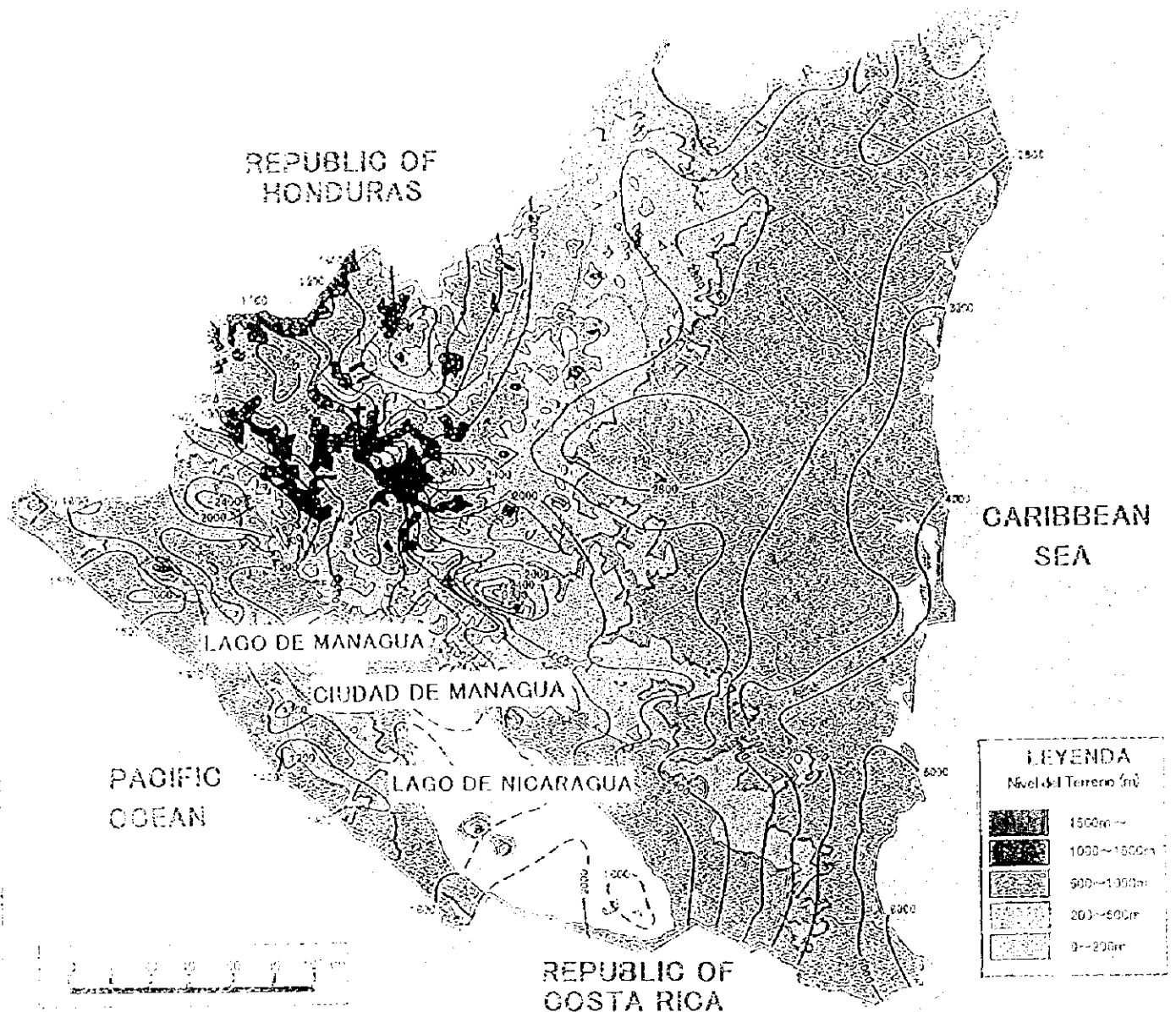
出典：INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES

MAPA DE ISOYETAS

DATOS SOBRE LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES EN
MANAGUA EN LOS ULTIMOS 40 AÑOS.

DATOS SOBRE LAS TEMPERATURAS ATMOSFERICAS DE
MANAGUA EN LOS ULTIMOS 40 AÑOS

DATOS DE EVOPOTRANSPIRACION DE LOS ULTIMOS 30 AÑOS



INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES

MAPA DE ISOYETAS

DATOS SOBRE LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES EN
MANAGUA EN LOS ULTIMOS 40 AÑOS.

DATOS SOBRE LAS TEMPERATURAS ATMOSFERICAS DE
MANAGUA EN LOS ULTIMOS 40 AÑOS

DATOS DE EVOPOTRANSPIRACION DE LOS ULTIMOS 30 AÑOS

