

Unidad: m.s.m.n.

LAGUNA	ELEVACION (m.s.m.n.)	Prof. Media (m)	Sup. Media (Km ²)
Laguna de Managua	36.27	7.8	1016
Laguna de Tiscapa	48.53	7.0	0.13
Laguna de Nejapa	42.49	0.3	0.95
Laguna de Masaya	120.72	48.7	8.34
Laguna de Asososca	36.5	75.0	0.73
Laguna de Apoyo	72.23	-	21.4

El lago Managua está situado en el norte de la ciudad de Managua. Este lago se encuentra conectado mediante el río Tipitapa al lago Nicaragua, el lago más grande de América Central, sin embargo generalmente el agua no fluye a este río. En estas condiciones, el lago Managua no tiene entradas ni salidas de agua. Las variaciones del nivel de agua del lago se discuten en el Capítulo referente al nivel de las aguas subterráneas.

La laguna de Asososca es muy importante para la ciudad de Managua por ser fuente de agua potable. El problema sobre el nivel del agua y su extracción se discute en la siguiente Sección.

(3) Manantiales

Existe una amplia zona de manantiales situada en el área de Sabana Grande y Tisma, como se mencionó en la Sección 4.1. La altura del manantial es aproximadamente 50-60 metros.

El río Mocuana es el único río perenne del Area de Estudio y se alimenta del agua subterránea de los manantiales de la zona antes mencionada.

4.3.2 Caudal

Todos los ríos del área estudiada son ríos secos a excepción durante la temporada de lluvias, e incluso en ese período el caudal es muy pequeño. Por tanto, las investigaciones sobre la escorrentía anual, o la cantidad de agua que fluye a los lagos, no se puede desarrollar con exactitud excepto para estudios de corta duración.

El río Mocuna situado al noreste de la zona estudiada, es un río perenne que se nutre de aguas subterráneas que brotan de El Zapotal.

(1) Revisión de Estudios Previos

- Primer caso. Sub-cuenca I

La escorrentía superficial en el área estudiada se trata en "El Informe sobre el Estudio Hidrogeológico del Area de las Lagunas de Nejapa, Asososca y Acahualinca". En este estudio se realizó una observación continua de las precipitaciones y de los caudales para cada época del año y se calculó el coeficiente de escorrentía para el Lago Nejapa y la estación del Arroyo, obteniéndose los valores de 0,6% y 0,4%, respectivamente.

El perfil de estas cuencas hidrográficas se describe a continuación.

	Nejapa	El Arroyo
Area total (ha)	1430	3500
Uso de tierra (%)		
Bosques	71,5	61,5
Arbustos	22,7	37,0
Urbano	5,8	1,5
Elevación (m)		
Max.	900	900
Min.	170	145
Pendiente(%)		
Max.	14	21,8
Min.	1,4	2,2
Longitud (km)	13	12,75

- Segundo caso. Sub-cuenca II

IRENA realizó mediciones continuas de descarga en 1986- 1988 en el estudio denominado "Informe sobre el Estudio Hidrogeológico del Area de las Lagunas de Nejapa, Asososca y Acahualinca".

Se revisaron los registros de descarga en la estación de San Judas y los registros de pluviosidad de las estaciones de Las Nubes, San Isidro Libertador, Los Pastores, Santa Leonor, Magdalena y Sierra Maestra, para tener en cuenta las condiciones de escorrentía.

Unidad: m.s.n.m.

Estación	Tópico	Elevación
Las Nubes	Precipitación	900
San Isidro	Precipitación	750
Los Pastores	Precipitación	450
Santa Leonor	Precipitación	350
Magdalena	Precipitación	350
Sierra Maestra	Precipitación	240
San Judas	Descarga	

El coeficiente de escorrentía, en estas estaciones, calculado por las lluvias por área, y la descarga de San Judas aparece en el siguiente Cuadro:

Unidad: %

Año	May	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.
1986	0.2	0	0.1	0.6	-	0	0
1987	2.6	0.4	1.3	3.2	-	0.9	-
1988	0.8	2.3	-	2.1	3.9	7.6	-
1989	-	0.7	0	0.3	2.0	0.3	-

La precipitación mensual en la estación de San Isidro es la siguiente:

Unidad: mm

Año	May	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.
1986	201	272	114	121	178	159	56
1987	68	92	430	247	274	155	10
1988	391	358	192	549	315	554	86
1989	48	139	180	157	467	64	89

De acuerdo con estos resultados, el coeficiente de escorrentía varía antes por las condiciones del terreno que por la lluvia o la cantidad de la misma. Los años secos producen valores insignificantes y los años húmedos producen un máximo de 7%.

- Nacimiento de los Ríos

Las descargas de los ríos se determinó en el estudio "Investigaciones de Aguas Subterráneas en la Región del Pacífico de Nicaragua, Naciones Unidas", en 1973.

Los resultados en los lugares de mediciones son los siguientes:

Cuenca Precipitación	Superficie (km ²)	Descarga (m ³ /s)			
		Directo	Bajo	Total	(mm)
Canal para Río Mocuana	160,8	0,193	0	0,193	559
Río Lododoso	41,3	5,57	0,265	5,836	536
Río el Borbollon	212,8	-	-	-	549
Río Mocuana	70,3	22,36	1,06	23,417	510
Piedra Quemada	25,5	0	0	0	596
Laguna de Masaya	232,9	0,396	0	0,396	833
Laguna de Apoyo	36,8	0,02	0	0,02	629
Lago de Granada	301,8	0,148	0	0,148	550
Río Tipitapa	183,8	0,067	0	0,057	517

(2) Vigilancia del Caudal (ríos Mocuana y Sapamaspa)

(a) Monitoreo continuo

- Río Mocuana

Un medidor automático del nivel de agua se instaló en el cruce de los ríos Mocuana y Managua-Tipitapa. Este seguimiento empezó en marzo de 1992.

El nivel de agua registrado en la estación del río Mocuana se convierte en descarga mensual. La Fig. 4.3.2 muestra la curva de descarga realizada con mediciones mensuales hasta octubre de 1992.

Este punto de observación tiene dos embalses en una zona superior, uno es para la piscina del parque de Trapiche y otra para el riego de el proyecto agrícola de Panamá. Las descargas

producidas en este punto se controlan mediante una compuerta de estas instalaciones. Sin embargo, en la descarga se debe evaluar la cantidad total incluyendo el análisis de desbordamiento.

El Cuadro 4.3.1 muestra la media mensual de descarga. La media mensual se estima en 1,01 m³/s y aumenta alrededor de 1,3 m³/s en los meses de julio, septiembre y octubre.

- Monitoreo del río intermitente Sapamaspa

Con el objetivo de conocer la escorrentía hacia la laguna de Masaya, se instaló un limnómetro a 100 metros de distancia de la laguna, la lectura del mismo se realizaba cuando habían lluvias.

La descarga es estimada por la formula "Manning" con secciones transversales estimadas. El resultado se muestra en el Cuadro 4.3.2, con la precipitación diaria de las estaciones de Masaya y de La Concepción. El corte transversal del río y la cantidad de descarga son pequeños, en comparación al área de captación de alrededor de 80 km², debido a la presencia de numerosos bancos y llanos que almacenan o esparcen las aguas.

(b) Medición simultánea de descarga

La medición simultánea de descarga se realizó el 21 de octubre de 1992. En la Fig. 4.3.3 se muestran los puntos de medición. Los resultados de esta medición y la efectuada en febrero se resumen en el siguiente Cuadro:

Unidad: m³/seg.

Lugar	Febrero	Oct.	
Santa Elena	0,146	()	Filtración de la presa no es estimada en octubre.
El Rodeo Pla.	0,052	0,010	
IRENA	0,074	0,097	
El Zapotal	0,093	0,242	
Río Mocuana	(0,86)	0,108	Fue usado un medidor
Las Cruces	-	0,068	de corriente diferente.

Los resultados muestran claramente un ligero aumento en la descarga medida en la mayoría de los lugares.

Cuadro 4.3.1 Descarga Estimada del Río Mocuana

Unidad : m³/seg

FECHA	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT
1	-	1.02	0.97	1.34	-	0.97	1.34	1.28
2	-	1.02	0.99	1.28	1.45	0.97	1.28	1.23
3	-	1.04	1.04	-	-	1.02	1.28	1.23
4	-	1.02	1.04	-	-	1.04	1.12	1.40
5	-	1.07	1.65	-	-	1.07	1.07	1.52
6	-	1.12	1.07	1.17	1.40	1.28	1.07	1.31
7	-	1.65	0.97	1.40	1.28	1.31	1.34	1.84
8	-	1.17	0.97	1.28	1.28	1.28	1.28	1.55
9	-	1.09	1.02	1.28	1.46	1.34	1.58	1.28
10	-	0.97	1.04	1.20	1.23	-	1.23	1.12
11	-	1.02	0.99	1.28	-	-	0.92	1.20
12	-	1.04	0.99	1.34	-	-	0.97	1.37
13	-	1.02	1.04	1.31	-	-	1.02	1.91
14	-	1.04	1.07	1.17	-	-	1.02	1.17
15	-	1.02	1.07	1.07	-	-	1.02	1.20
16	-	1.07	1.02	1.07	-	-	1.26	1.02
17	1.84	1.02	1.04	1.04	-	1.07	1.31	0.97
18	0.97	1.04	1.02	1.07	-	1.78	1.07	1.04
19	0.82	1.09	1.65	0.92	-	1.23	1.04	1.04
20	0.97	1.09	1.23	-	1.37	1.02	1.52	-
21	0.97	1.58	1.28	-	1.23	0.97	1.07	-
22	1.02	1.23	1.40	-	-	1.02	1.12	-
23	1.07	1.02	1.52	-	-	0.99	1.17	-
24	0.94	1.43	1.46	-	-	1.07	1.65	-
25	0.87	0.92	1.31	-	-	1.09	1.52	-
26	1.07	0.94	1.31	-	-	1.07	1.65	-
27	1.02	0.97	1.28	-	-	1.17	1.61	-
28	1.02	1.46	1.23	-	-	0.99	1.46	-
29	0.99	0.97	1.20	-	-	1.12	1.78	-
30	0.99	0.94	1.23	-	1.12	1.84	1.71	-
31	0.57	***	1.23	***	1.12	1.28	***	-
AVE. (M ³ /s)	1.01	1.10	1.17	1.20	1.29	1.17	1.28	1.30
M ³	2700496.	2856073.	3137543.	3117048.	3466320.	3123274.	3323916.	3481741.

Cuadro 4.3.2 Descarga Estimada del Río Sapamaspa

COMPARACION ENTRE LA PRECIPITACION EN LA ESTACION LA
 CONCEPCION Y LA ESTACION DE MASAYA Y ESCORRENTIA DEL
 RIO SAPASMAPA

DATE	RAINFALL LA CONCEPCION (mm)	RAINFALL MASAYA (mm)	RUNOFF (M3)
07/07/92	33.00	4.70	12,591
08/07/92	6.50	9.90	1,403
13/07/92	0.00	22.00	9,180
16/07/92	1.00	0.00	8,740
18/07/92	5.00	0.10	1,602
23/07/92	10.50	28.80	3,863
24/07/92	0.50	2.50	1,850
25/07/92	6.00	13.20	2,697
26/07/92	1.50	0.30	1,311
29/07/92	5.00	1.60	5,682
13/08/92	0.50	1.40	1,710
18/08/92	0.00	0.00	3,402
26/08/92	5.00	5.90	2,311
08/09/92	0.00	0.30	838
12/09/92	3.00	3.50	1,134
15/09/92	0.00	8.90	1,274
23/09/92	57.00	47.70	18,837
27/09/92	45.00	18.50	12,627
30/09/92	10.50	37.90	27,093

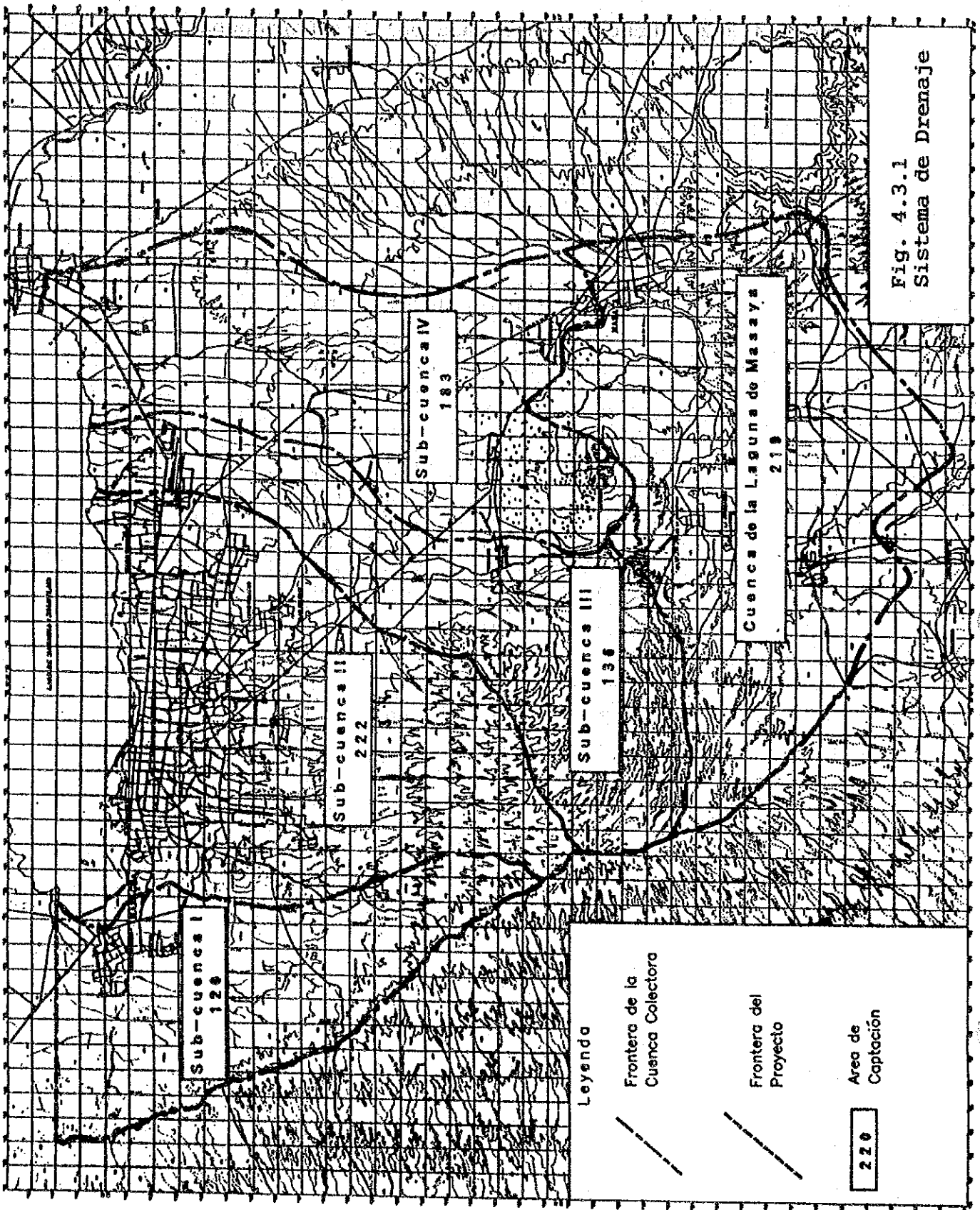
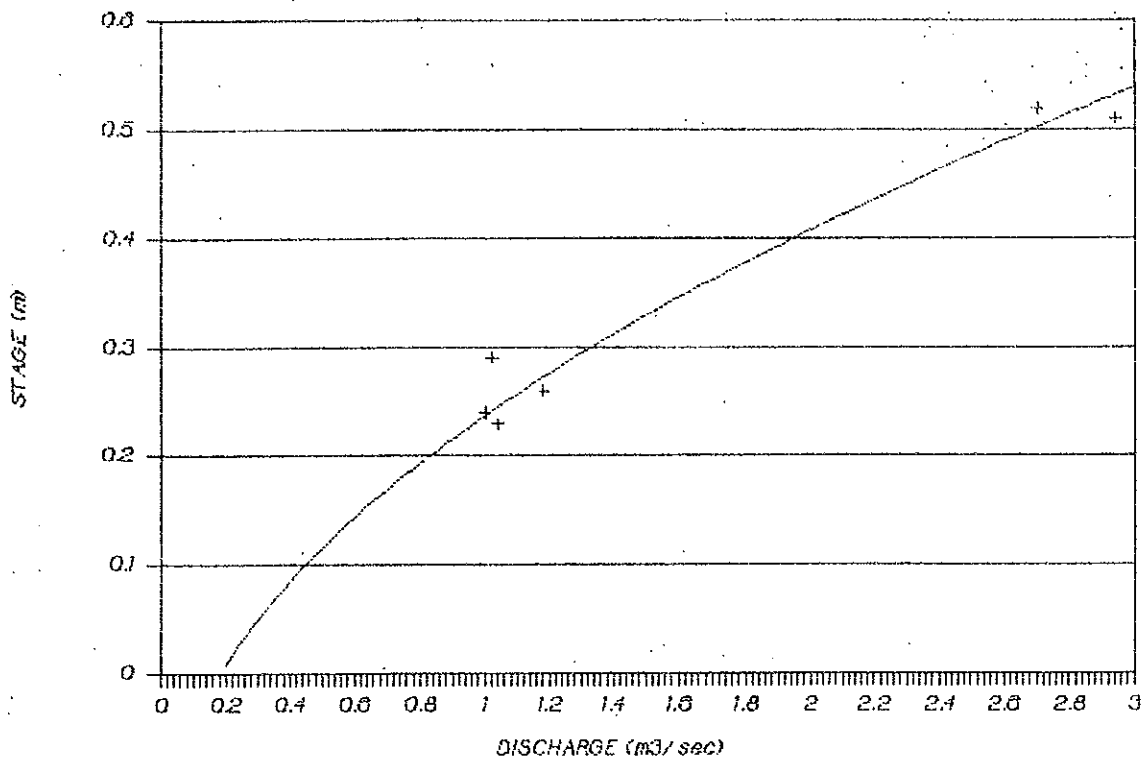


Fig. 4.3.1
Sistema de Drenaje



(a) RESULTADOS DE MEDICION DE LA DESCARGA

FECHA	DESCARGA (m³/seg) Q	ALTURA LIMNIMETRICA h
20/5/92	2.71	0.52
30/6/92	1.19	0.26
17/8/92	1.04	0.23
31/8/92	2.94	0.51
16/9/92	1	0.24
1/10/92	1.1	0.29

$$Q = (a H + b) \cdot H^2$$

SQRY(Q)	H
1.646207	0.52
1.090871	0.26
1.019803	0.23
1.714642	0.51
1	0.24
1.046808	0.29

Regression Output:

Constant	0.426338981
Std Err of Y Est	0.057799521
R Squared	0.975882850
No. of Observations	6
Degrees of Freedom	4

X Coefficient(s) 2.420634
Std Err of Coef. 0.190266

$$SQRY(Q) = (H + 2.4206 + 0.4263) \cdot H^2$$

(b) RELACION ENTRE EL LIMNIGRAFO Y LIMNIMETRO

DATE	LIMNIGRAFO	LIMNIMETRO
JULY 30	1.87	0.27 0.260198
AUG 28	1.896	0.235 0.233328
AUG 17	1.893	0.23 0.236429
JUN 8	1.84	0.3 0.291202
JUL 6	1.77	0.36 0.363543
OCT 9	1.855	0.27 0.275700
OCT 20	1.885	0.24 0.244696

RESULTADO DE REGRESION

CONSTANTE	2.192752139
Std Err of Y Est	0.007545971
R Squared	0.977569401
No. of Observations	7
Degrees of Freedom	5

X Coefficient(s) -1.03345
Std Err of Coef. 0.070009

$$H = -1.033 \times h + 2.193$$

Fig. 4.3.2 Curva de Altura Limnimétrica-Gasto

4.4 Inventario de Pozos y Nivel de Aguas Subterráneas

4.4.1 Inventario de Pozos

La información sobre los pozos que han sido perforados hasta la fecha ha sido recogida del Inventario de la Sección Hidrogeológica del INETER y de la empresa perforadora Mc Gregor.

De acuerdo con este inventario, los pozos se clasifican de la siguiente manera:

Item	Managua	Mercedes	Masaya	S.Rafael	Total
Industrial	33	22	12	5	72
Doméstico	58	20	12	5	96
municipal	46	6	53	4	109
Riego	15	10	5	1	31
Investigación	7	4	-	-	11
Agroindustrial	2	2	1	-	5
Sin Uso	14	152	86	1	253
Abandonado	5	-	-	2	7
Sin información	50	-	-	29	79
Total	230	216	170	47	663

Según este inventario, ha sido encontrado un total de 663 pozos perforados, sin embargo más de la mitad de éstos, 339 concretamente, no se utilizan o se han perdido. Los pozos municipales son mantenidos por el INAA bajo control administrativo municipal. Los pozos domésticos son mantenidos por las comunidades locales o sus propios usuarios.

Esta información ha sido recopilada durante los últimos 40 años y no se ha actualizado, solamente algunas partes se han puesto al día en 1992 con información de trabajos para mapas hidrogeológicos realizados en toda Nicaragua.

4.4.2 Nivel de las Aguas Subterráneas

(1) Niveles del lago Managua y de la laguna de Asososca

La laguna de Asososca es muy importante para la ciudad de Managua ya que casi un tercio del agua potable se extrae de esta laguna.

El problema de la sobre extracción se ha destacado por cuanto la laguna de Asososca satisface la mayor parte de la demanda de agua de la ciudad. El descenso del nivel del agua de la laguna es un problema muy serio, porque el agua del lago de Managua ha sido contaminada por las aguas residuales de las industrias y las zonas residenciales del área y el desnivel aumenta la posibilidad de que el agua del lago Managua contamine la laguna Asososca.

Una tabla sobre las aguas subterráneas en los alrededores de la laguna de Asososca se preparó tras una observación detallada del nivel en el "Informe sobre el Estudio Hidrogeológico del Área de las lagunas de Nejapa, Asososca y Acahualina" en 1979. Los estados del nivel de las aguas subterráneas alrededor de los lagos se muestran con datos de 1963, 1970 y 1978 (ver Fig. 4.4.2). Esta figura indica que las aguas subterráneas han disminuído rápidamente como consecuencia de su extracción.

Por otra parte, la relación existente entre el lago de Managua y la laguna de Asososca se muestra en la Fig. 4.4.2. No existe corrientes de entrada o de salida en ambos lagos, y sus niveles de agua cambian como consecuencia de las diferentes condiciones de pluviosidad, evaporación y recargas por aguas subterráneas.

Las variaciones del nivel de agua en el lago Managua son naturales como consecuencia de las precipitaciones. Sin embargo, las variaciones en la laguna de Asososca son decrecientes de una manera constante desde mediados de la década de los 60 ya que en esta época aumentó la cantidad de agua extraída.

La Fig. 4.4.3 presenta el nivel de agua mensual del lago Managua desde 1966 a 1978 con la precipitación mensual en la estación de A.C. Sandino. El nivel mínimo registrado es 36,3 m en 1968 y el máximo 39,6 m en 1970. Se considera que esta variación corresponde a la precipitación anual. Se debe destacar

que el nivel del agua decreció de una manera constante desde 1971 a 1972 y desde 1975 a 1978. Normalmente, el nivel de agua disminuye hasta abril (el final de la estación seca) y comienza a aumentar en mayo cuando empiezan las lluvias. Este incremento es continuo durante la época de lluvias y comienza a decrecer de nuevo en noviembre. Sin embargo, en el caso de los años anteriormente mencionados, años secos, con aproximadamente una precipitación anual de 800 mm (estación de A.C. Sandino) el nivel de agua decreció de una manera continua.

Por otra parte, el nivel del agua de la laguna de Asososca se ve afectado por la extracción de agua. La Fig. 4.4.4 muestra el nivel mensual del agua comparando la extracción anual y la pluviosidad para 1972-1991. Como ejemplo, el nivel en 1978-1979 decreció desde 35 m a 34 m a pesar que el año 1979 tuvo una precipitación mayor que el año 1978. La explicación se debe a un aumento de la extracción de agua que pasó de 28 millones de metros cúbicos en 1978 a 37 millones de metros cúbicos en 1979.

Se considera que el nivel de agua de Asososca se recuperará durante los próximos años como consecuencia de que las extracciones han cambiado a Sabana Grande y a Managua Central. Los detalles sobre las cantidades extraídas son discutidos en la siguiente sección.

(2) Nivelación continua de agua

Se recogieron registros de tres estaciones, Christian Pérez, Masaya y Sabana Grande convirtiéndolos en niveles de agua diarios como se presenta en la Fig. 4.4.5 (1)-(3).

La estación de Christian Pérez está en el centro de la ciudad de Managua. El nivel de agua decrece de una manera continua incluso en la época de lluvia (junio y julio) excepto una pequeña subida al final de julio. En nivelaciones simultáneas se obtuvo un registro 44,3 m de agua subterránea. El registro para noviembre fue de 45,5 m. Esto se explica primeramente porque este año fue seco como se mencionó en la sección 4.2, y además por la localización de este pozo. La cantidad de agua extraída en la zona central de la ciudad de Managua se ha incrementado rápidamente en los últimos años y la zona donde se encuentra la estación de Christian Pérez está rodeada por numerosos pozos. Sin embargo, es difícil analizar esta relación de una manera detallada debido a que no se han registrado mediciones continuas del nivel de agua en los

alrededores.

La estación de Masaya está en el lado suroeste del lago Masaya, su nivel de agua es alrededor 15,5 m debajo del nivel del suelo. El nivel más bajo se observó en mayo, y luego comenzó a subir hasta el final de julio. El nivel empezó a decrecer en septiembre y se incrementó rápidamente al final de octubre como consecuencia de una precipitación de 200 mm detectada en la estación de La Concepción el 3 de octubre de 1992. El cambio del nivel de agua se corresponde con la precipitación del área.

La estación de Sabana Grande se encuentra en el sur del aeropuerto y su nivel de agua es aproximadamente de 22 m debajo del nivel del suelo. Este nivel varía de acuerdo con las precipitaciones.

El nivel de agua decreció hasta mediados de mayo y se incrementó como respuesta a la primera precipitación de importancia que se produjo, aproximadamente unos 60 mm, en el mes de mayo. El suelo estaba seco, sin embargo el nivel del agua subterránea se incrementó solamente en 20-30 mm. Esta precipitación es un registro obtenido por la estación de A.C. Sandino.

(3) Nivelación Simultánea de Agua

La nivelación simultánea de aguas subterráneas se llevó a cabo para evaluar la tabla de aguas subterráneas para toda el Area de Estudio. Esta investigación se desarrolló dos veces desde febrero hasta octubre (estación seca) y en octubre (estación húmeda).

En numerosos casos fue difícil medir el nivel de agua de los pozos dedicados al uso industrial o doméstico como consecuencia de la existencia en estos pozos de bombas sumergibles que no poseen abertura de observación. En el caso de pozos de INAA fue difícil medir el nivel estático del agua debido a que la bomba de extracción no se puede detener porque produciría graves problemas en el abastecimiento de agua, pero se efectuaron algunas mediciones de nivel de agua subterránea aprovechando cortes de electricidad.

Los pozos que fueron objeto de las mediciones fueron finalmente los pozos de investigación de INAA, los perforados por UNICEF entre 1990 y 1992 y otros pozos sin equipos de extracción.

El Cuadro 4.4.1 muestra la lista de pozos examinados en este período, y la Fig. 4.4.6 muestra la ubicación de pozos y los niveles freáticos obtenidos con los registros de INAA de los últimos diez años y de otros pozos.

Se observó disminución de los niveles de agua en numerosos lugares, pero esto, fue debido a problemas de detección de los equipos. Los pozos con una profundidad de perforación de unos 140 m, en Masaya y Nindirí, muestran una disminución del nivel de agua entre 0,4 y 0,5 m, lo que se considera está dentro de la escala razonable.

Fue difícil de parar el bombeo de los pozos de INAA debido a la inexistencia de agua excedente, pero se efectuaron algunas mediciones del nivel estático del agua subterránea aprovechando los cortes en el suministro de la energía eléctrica.

El Cuadro 4.4.2 presenta los niveles de agua por debajo nivel de suelo que fueron medidos en pozos de Carlos Fonseca, Sabana Grande y otros.

Las disminuciones máximas en los niveles de agua subterránea fueron 7,1 m en Carlos Fonseca, 7,0 m en Sabana Grande y 19,5 m en otras áreas. Los descensos del nivel de agua debido al bombeo en los pozos de Carlos Fonseca se discutirán en la Sección 4.8.

Se efectuaron observaciones del nivel de agua en los alrededores de la laguna de Asososca en octubre de 1992. La Fig. 4.4.7 presenta los niveles de agua subterránea que fueron medidos en los puntos siguientes.

Cerca del Lago Managua	35,77 m.s.m.n.
Norte de Linda Vista	37,09
MAYCO y HERCASA	36,20
ESSO	36,45
Laguna de Asososca	35,75
Lago Managua	36,27

Estos resultados sugieren que el círculo del cono de bombeo de la laguna de Asososca se extiende al área industrial alrededor de ESSO-HERCASA-MAYCO, por lo cual el bombeo de la Laguna de Asososca debe ser objeto de mayores reducciones.

(3) Descarga por Bombeo y Nivel de Agua de la Laguna de Asososca

La relación existente entre la descarga por bombeo y el nivel de agua se discutió en el "Estudio de Campo y de Modelaje de la Contaminación del Agua Subterránea de la Laguna de Asososca, Managua, Nicaragua" por Davis Norman Bethune en 1991.

La extracción máxima anual fue calculada por el Consorcio Montgomery-Chan en 1979 utilizando la siguiente fórmula

$$W = 7,68 + 0,0002 P - 0,079 E + 0,828 W$$

Donde,

- W = nivel mínimo anual del año corriente
- P = precipitación anual
- E = extracción anual
- W = nivel mínimo anual del año precedente

El cálculo dió como resultado 10,13 m³/año (2,78 x 10 m³/día or 7,4 mgd) para una precipitación anual de 1.086 mm, un valor casi idéntico al de la Fig. 4.4.8.

INFORMACION SOBRE LOS POZOS VISITADOS EN
FEB-MAR. 1992 Y OCT. 1992

Cuadro 4.4.1 Lista de Pozos Monitoreados (1)

POZO NO.	LUGAR	COORDENADAS N	PROPIETARIO	NIVEL DEL PROPIETARIO POSICION DE SUPERIOR		NIVEL DE AGUA		COND. T	pH	CALIDAD DE AGUA	OBSERVACIONES
				(m)	(GL-m)	(GL-m)	(GL-m)				
1	1 CENTIGR. SABANA GRANDE	N1339.10 E592.30	CENIGB	90.00		20.21	69.79				IRREG. PIV. CENTR
2	2 CENTIGR. SABANA GRANDE	N1339.70 E591.80	CENIGB			32.36					IRREG. PIV. CENTR
3	3 CENTIGR. SABANA GRANDE	N1339.88 E592.55	CENIGB								IRREG. PIV. CENTR
4	4 CENTIGR. SABANA GRANDE	N1340.60 E592.80	CENIGB								IRREG. PIV. CENTR
5	1 COFRADIA. VIVEROS IREVA	N1340.75 E595.50	IREVA			14.70					DRILLED WELL
6	2 COFRADIA. VIVEROS IREVA	N1340.75 E595.50	IREVA			11.18	76.82				
7	1 POBLADO DE COFRADIA	N1340.20 E595.45	INAA								
8	2 POBLADO DE COFRADIA	N1340.20 E595.35	INAA								
9	3 POBLADO DE COFRADIA	N1340.35 E595.40	INAA								
10	- RANCHO CHICO. TIPITAPA	N1340.30 E598.70	PRIVATE			13.98	76.02				
11	1 FINCA EL PLANTEL	N1339.75 E598.80	U. N. A.			50.04					WATERING PLACE
12	2 FINCA EL PLANTEL	N1339.60 E598.30	U. N. A.			48.43					WATER. P. &
13	1 FINCA SAN MARTIN	N1336.60 E598.45	PRIVATE								WITHOUT PUMP
14	1 GUANACASTILLO	N1334.40 E597.80	COMMON			207.00					DOX. USEZAVICALA
15	2 GUANACASTILLO	N1334.40 E597.80	COMMON			92.15	114.85				UNICEF. OLD WELL
16	12 CAMPO CARLOS FONSECA	N1341.65 E588.55	INAA			92.46					UNICEF. NEW WELL
17	1 CAMPO CARLOS FONSECA	N1341.65 E589.15	INAA								
18	1 CAMPO CARLOS FONSECA	N1341.65 E589.15	INAA								
19	6 CAMPO CARLOS FONSECA	N1341.60 E589.70	INAA								
20	14 CAMPO CARLOS FONSECA	N1341.55 E590.30	INAA								
21	- POBLADO DE SABANA GRANDE	N1340.00 E591.00	INAA								
22	4 SABANA GRANDE	N1340.25 E589.30	INAA			90.02	69.49	20.85	69.17		
23	- M. T. CARRETERA A MASAYA	N1338.15 E581.85	INAA								
24	V-7 La. 14.5 C. A. KASAVA. C. VERACRUZ	N1332.70 E587.05	INAA								
25	- HACIENDA LOS MANCOS. C. VERACRUZ	N1335.50 E591.75	PRIVATE								
26	- QUINTA PANCHITA. C. VERACRUZ	N1336.05 E590.80	COOPERATIVE								
27	- VILLA MISERIA	N1343.20 E571.85	COMMON			140.00	97.60	42.40			OBSTRUCT
28	- BARRIO BELLO AMANEZER	N1342.00 E570.90	COMMON			180.00	117.38	62.62			CANNOT MEASURE
29	- BARRIO LAS LOPEZ. CUAJACHILLO #2	N1340.70 E569.25	COMMON								NO FIND
30	- ANTIGUA FINCA LA ESPERANZA	N1340.65 E567.25	COMMON								WITHOUT P/M
31	- TRINIDAD CENTRAL. ESCUELA	N1343.40 E568.15	COMMON								WITHOUT P/M
32	- COOPERATIVA JAVIER SOLIS ROCHA	N1344.75 E566.95	COMMON								DRILLED. WITH AIR
33	- ANTIGUA HACIENDA SAN RAFAEL	N1344.95 E565.35	PRIVATE								
34	- FINCA EL DELIRIO	N1344.05 E573.35	INAA			116.00	66.62	49.38			DRILLED. WITH AIR
35	- HACIENDA SAN CARLOS	N1344.05 E575.00	INAA			100.00	55.63	44.37	55.20	44.30	
36	- FINCA LOS MARTINEZ	N1342.80 E576.10	INAA								
37	- BARRIO MONSEVOR LEZCAVO	N1340.45 E577.85	INAA								
38	- BARRIO JOHANNAN GONZALEZ	N1340.37.55 E580.00	POLITECNICO								
39	- VILLA PANAMA. POLITECNICO DE SALUDENI	N1343.30 E571.75	COMMON								
40	- BARRIO EDUARDO CONTRERAS	N1335.10 E579.80	ROBERTO TERAN			120.00	76.72	43.23			
41	3510-1A-81	N1335.90 E579.70	E. P. S								
42	- SAN ISIDRO DE LA CRUZ VERDE	N1335.90 E579.65	RICARDO SOLORZANO								0.003
43	- SAN ISIDRO DE LA CRUZ VERDE	N1335.90 E579.65	RICARDO SOLORZANO			207.91	137.09	207.96	137.04		8.70
44	- CONSELANO DE DINAMARCA	N1335.50 E579.50	RAUL ARANA MONTAÑAN								
45	3998-1A-86	N1333.40 E597.25	DOMINGO BOLLANOS			210.00	95.90	114.10	98.90	111.10	0.043
											27.40
											8.80
											0.358
											28.70
											7.34
											8.15
											0.01

INFORMACION SOBRE LOS POZOS VISITADOS EN
FEB-MAR. 1992 Y OCT. 1992

Cuadro 4.4.1 Lista de Pozos Monitoreados (2)

POZO NO.	LUGAR	COORDENADAS N E	PROPIETARIO	NIVEL DEL TERRENO (m)	PROFUNDIDAD DE SUPERFICIE DE PERFORA (m)	POSICION DE SUPERFICIE INFERIOR (GL-m)	NIVEL DE AGUA FEB-MAR 92 S.W.L. ELEVATION (m)	CALIDAD DE AGUA COND. T (C)	PH	TURB (mg/l)	DO SALT (%)	OBSERVACIONES	
46	B-1	CAMPZANO	N 1332.50 E 594.20	160.00	127.08	33.04	126.96	0.004	28.70	8.20		HAND MADE	
47	B-2	EL PORTILLO	N 1334.55 E 593.75	135.00	54.59	80.41		0.004	30.10	8.30			
48		QUINTA LILA C. TERACRUZ	N 1335.00 E 590.95										
49	2628 PP-7	SANTA CRUZ TISHA	N 1339.20 E 602.85	208.62	24.43	56.22						OBSTRUCT	
50	TP-6	AVILIB TISHA	N 1337.80 E 604.10	68.00	14.22	53.78						OBRS. WELL	
51	2628 PO-4	CUATRO ESQUINAS, PROPIEDAD DE ARNULFO LOPEZ	N 1333.15 E 606.25	80.00	182.90							OBRS. WELL	
52	PRA-12	BARRIO LAS PIEDRECITAS, CAMPO DE BASE-BALL, REST. RANCHITO 2c. ABAJO	N 1340.75 E 574.60	144.50	106.32	37.18	105.19	38.31				OBRS. WELL	
53	PRA-11	BARRIO LAS PIEDRECITAS.	N 1340.90 E 574.10	160.00	121.07	45.90	120.17	39.83				OBRS. WELL	
54	4453 1-A-85	BARRIO RENE CISTERNOS	N 1340.50 E 577.65	140.00	89.28	50.72						WITHOUT PUMP	
55		ALTAMIRA	N 1339.60 E 580.65	155.00	95.43	59.57	96.90	58.10				INSTAL. PIPE	
56	62(INAA)	HOSPITAL VELEZ PAIZ	N 1340.66 E 574.95	145.98	246.95							INACTIVE MANT	
57	57(INAA)	CEMENTERIO ORIENTAL	N 1341.59 E 583.19	94.10	43.25	50.85						WELL FOR	
58	40(INAA)	COLONIA NICARAO POZO No. 2										OBSTRUCT TOTALY	
59	76(INAA)	TERACRUZ No. 5	N 1333.72 E 588.48	167.68	100.61	57.24	110.44					INACTIVE	
60	66(INAA)	VILLA PANAMA TANQUE	N 1337.16 E 580.79	247.07	325.37	162.20	84.87					INACTIVE	
61	4833	Ca. 17 Carretera a Masaya.	N 1331.45 E 583.00	200.00	114.00	120.00							
62	1658	Ticuantepe.	N 1330.75 E 586.70	242.00	182.90	132.00	160.00	103.79	96.22	7.87	0	7.78	
63	INAA 1-1	Ticuantepe.	N 1328.00 E 585.00	325.00	144.20	125.00	143.00	137.91	104.09	137.47	104.53		
64	1285	Masaya, Avicola La Barranca.	N 1326.40 E 597.35	218.00	95.40	123.40						NO USE	
65	1397	Masaya.	N 1325.00 E 601.00	230.00	133.20	95.40	121.78	95.92	122.08	8.47	1	4.57	
66	A-1	Masaya.	N 1325.00 E 101.00	220.00	137.16	107.00	137.00	135.26	84.74			BEFOR STOPPE	
67	2093	Nundiri, Avicola "El Cavilán"	N 1329.05 E 596.20	202.00	137.16	107.00	137.00	31.72	120.28	81.26	120.74	0	5.37
68	2628 PP-3	Laguna de Masaya.	N 1324.00 E 595.00	140.00				(94.5)	7.48	132.52			
69	2628 PO-1	Laguna de Masaya.	N 1325.00 E 595.00	140.00	155.40	137.00	155.00	CANNOT BROKEY DRY					
70	MASAYA LAKE	Laguna de Masaya.	N 1321.00 E 594.00	150.00	113.90	30.48	113.90	14.47	135.53			OBRS. WELL	
71	2628 PP-1	Laguna de Masaya.	N 1316.85 E 601.30	513.00	349.00	318.50	348.90	MORE THEN 300				OBRS. WELL OF J1	
72	2109	Catarina, Beneficio San Isidro.	N 1316.00 E 603.00										
73	APOYO LAKE	Laguna de Apoyo.	N 1322.00 E 604.00	250.00	173.34	76.66	172.74	77.26				NO USE	
74	A-1	Quebrada Honda, Apoyo.	N 1322.00 E 604.00	270.00	171.00	147.40	164.60	121.45	148.55			TANK, NEW WELL	
75	(4/5,88)A-2	Los Sobogales Masaya	N 1315.00 E 98.00	455.00	316.99	286.50	316.70	CANNOT	(194.68)	230.87	238.13		
76	A-3	Vicuinohono	N 1316.00 E 94.30	469.00	316.99	286.50	316.70	CANNOT	(194.68)	230.87	238.13		
77	2047	Masatepe	N 1317.00 E 95.00	400.00	274.30	252.00	294.30	(242.9)	(157.1)			NO DATAS	
78	(6-57)7		N 1317.00 E 95.00	440.00	288.04	227.00	288.00	231.24	223.75			NO USE	
79	A-4	Yendaine.	N 1315.35 E 91.70	455.00	288.04	227.00	288.00	231.24	223.75			0.01 NEAR No. 7 WELL.	
80	2427	Finca el Parque, Masatepe.	N 1316.90 E 86.00	565.00	342.90	297.20	342.90	264.16	300.84	262.79	302.21		
81	(11,72,7)33	San Marcos	N 1321.00 E 88.00	450.00	304.80	237.70	301.70	(282.2)	(417.8)			0.130 (31.3)	
82	1206	San Juan de la Concepción.	N 1315.00 E 80.00	650.00	304.80	237.70	301.70	(282.2)	(417.8)			0.514 29.90	
83	(11-90)5198	Avicola San Francisco, Diriamba	N 1331.00 E 57.00	155.00	64.00			(19.51)	(135.49)			0.380 29.90	
84	5099	Monte Fresco, C.F.A.	N 1332.00 E 57.00	135.00				0.90	135.00			2 12.40	
85	SPRING	Monte Fresco.	N 1331.00 E 566.55	460.00	175.80	128.00	170.70	124.97	335.03			162 2.33	
86	4967	Cuaraca Las Aguas.	N 1326.90 E 72.90	160.00								0.01 NEAR No. 5099	
87	36	Cruceiro, Hda. Santa Julia.										NO DATAS	

Cuadro 4.4.1 Lista de Pozos Monitoreados (3)

INFORMACION SOBRE LOS POZOS VISITADOS EN
FEB-MAR. 1992 Y OCT. 1992

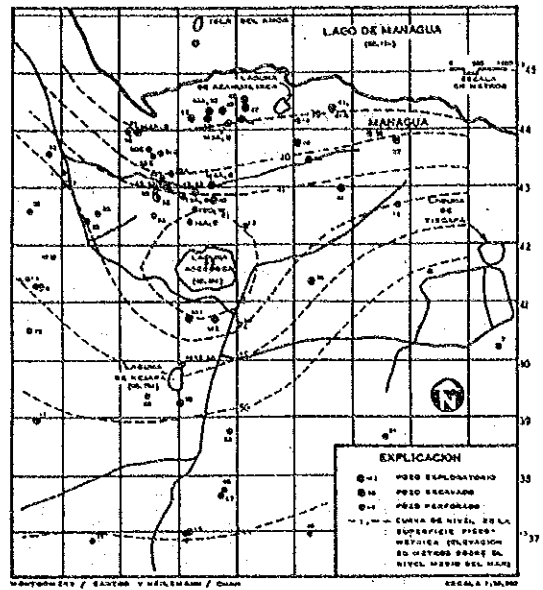
POZO NO.	LUGAR	COORDENADAS		PROPIETARIO	ELEVACION PROFUNDIDAD POSICION DE SUPERIOR		NIVEL DE AGUA FEB-MAR 92	CALIDAD DE AGUA TURB DO SAL (mg/l) *	COND. T (msm) (C)	pH	T (C)	CONC. (mg/l)	OBSERVACIONES		
		N	E		(msm)	(GL-m)								(GL-m)	(msm)
88	A-6 Los Guillen, Padre Fabretto.	N 32.00	E 78.00		500.00				0.375	28.30	9.12	0.00	12.94	0.01	AN ORPHALYAGE
89	(2554)A-7, El Crucero.	N 24.00	E 76.00		890.00										
90		N 23.00	E 77.00			NO WELL									
91	(1A-75)1640 Km. 14 1/2 Carretera Sur.	N 32.00	E 74.00	INAA	465.00	356.60	282.13	283.50	0.518	27.20	9.30	3-4	0.25	0.02	24 h/day. INAA.
92	4621 INCAA Km. 15 Carretera Sur.	N 1332.50	E 575.05		490.00	335.00	292.60	304.80	0.508	25.20	9.38	0.00	1.60	0.02	24 h/day.
93	(1A-80)2855 hacienda El Canon.	N 1331.40	E 573.80		450.00	274.00	274.00	271.00	0.539	25.50	9.46	0.00	1.89	0.02	8 h/day.
94	1859 Los Alpes.	N 1330.59	E 574.22	Ricardo Elizondo Ruiz.	590.00	320.04	277.00	299.00	0.428	25.70	9.48	0.00	5.76	0.01	7 h/day.
95	(1A-89)4580	N 1332.56	E 574.25			259.14	204.20	256.00							
96	17	N 28.00	E 79.00			NO WELL									
97	JICA-5 BELLO AMARRECER			JICA	145.00										
98	HACIENDA MONTECRISTO	1337.10	597.90	COOP OMAR TORRIJOS	158.00				99.39	45.61					POZO DE EXPLORACI
99	ZAMBRANO	1342.45	600.20	INAA	80.00				79.78	78.22					SIN BOMBA
100	LAS AMERICAS, MANAGUA.	1341.80	571.00	JICA	160.00				19.76	60.24					SIN BOMBA.
101	JICA-1 Km. 15.5 Carr. a Masaya	1331.95	587.45	JICA	218.00				97.50	62.50					EXPLORATORIO
102	Yeracruz.	1336.10	591.65	JICA	123.00				105.25	112.75					EXPLORATORIO
103	CENICOR Sabana Grande.	13404.00	592.45	JICA	77.00				42.72	80.28					EXPLORATORIO
104	CARVIC Managua.	1343.65	589.70	CARNIC	51.00				14.24	62.76					EXPLORATORIO
105	Valle Goebel	1334.65	589.20	Ing. Jose L. Fricciones S.	154.00				4.23	46.72					EXPLORATORIO
106	Este del Campo Carlos Fonseca.	1341.60	591.05		61.80				48.12	105.88			0.01		POZO EXCAVADO
107	ESSO	1342.50	574.10	ESSO	60.00				8.57	53.23					Pozo de Observaci
108	HERCASA	1343.60	573.60	HERCASA	42.50				23.55	36.45					ABANDONADO SIN E
109	HERCASA	13434.80	573.60	HERCASA	36.27				6.89	36.13					POZO ACTIVO
110	MAYCO	1343.55	573.85	MAYCO	45.00				6.73	29.54					ABANDONADO SIN E
111	Santa Teresa, Sabana Grande	1339.29	589.75	Armando Rivas	87.00				8.82	36.18					POZO ACTIVO.
112	Santa Margarita	1337.85	589.50	Carlos Alberto Lopez	115.00				25.60	61.40	7.54		8.13	0.01	Pozo Excavado a m
113	Hacienda Buica.	1332.40	596.30		210.00				34.19	80.81	7.66		8.71	0.01	Pozo Excavado a m
114	CENICOR Sabana Grande.	1339.60	593.40	CENICOR, MAG.	90.00				82.62	127.38	7.64		8.50	0.01	Pozo Excavado a m
115	Poblado de Sabana Grande.	1339.35	590.80	INAA					22.27	67.73	7.24		8.77	0.05	Pozo sin equipo.
116	Coop. El Verbo	1335.50	591.40	Coop. El Verbo.					0.493	28.10	7.02		8.76	0.02	Pozo para agua po
									0.980	27.30	6.16	-10	7.35	0.04	Pozo para riego.

Cuadro 4.4.2

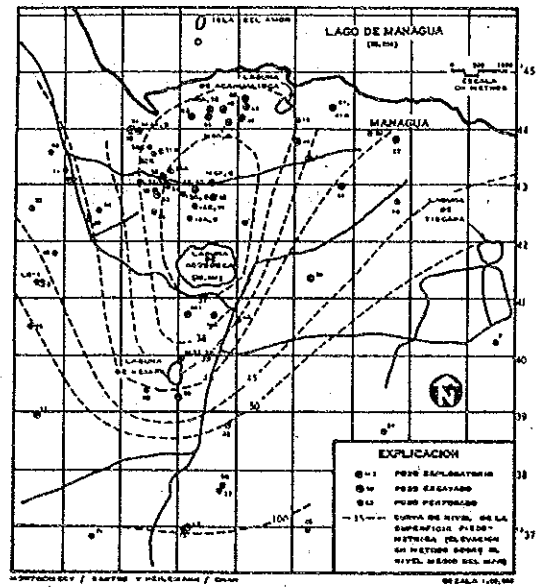
Nivel de Agua de los Pozos Producción de INAA

No.de Ubicacion	Nivel Estatico del Agua Subt.			Fecha de Medicion	
	Orig. (feet)	Actual (feet)	Dif. (feet)	Orig.	Actual
25 Carlos Fonseca No.14	86.00	37.52	48.48	22-10-82	03-04-92
26 Carlos Fonseca No.15	35.33	37.29	-1.96	20-09-82	03-04-92
24 Carlos Fonseca No.8	32.00	38.38	-6.38	01-07-82	03-04-92
23 Carlos Fonseca No.7	35.00	46.74	-11.74	18-03-74	03-04-92
22 Carlos Fonseca No.6	35.00	49.66	-14.66	25-02-74	03-04-92
21 Carlos Fonseca No.5	35.00	50.08	-15.08	12-06-73	03-04-92
79 Carlos Fonseca No.16	45.00	54.05	-9.05	05-11-90	03-04-92
80 Carlos Fonseca No.17	45.00	55.76	-10.76	90	03-04-92
81 Carlos Fonseca No.18	45.00	46.38	-1.38	90	03-04-92
17 Carlos Fonseca No.1	45.00	54.28	-9.28	-	03-04-92
19 Carlos Fonseca No.3	35.00	58.38	-23.38	13-07-73	03-04-92
16 Carlos Fonseca No.13	61.00	61.17	-0.17	82	03-04-92
15 Carlos Fonseca No.12	65.00	68.58	-3.58	82	03-04-92
27 Sabana Grande No.1	160.00	176.33	-16.33	87	04-04-92
28 Sabana Grande No.2	193.20	199.10	-5.90	11-11-87	04-04-92
29 Sabana Grande No.3	163.00	170.69	-7.69	23-11-87	04-04-92
30 Sabana Grande No.4	56.00	79.08	-23.08	07-08-87	04-04-92
31 Sabana Grande No.5	56.00	59.30	-3.30	19-03-87	04-04-92
69 km14.5 C.Masaya	-	285.46	-	86	13-05-92
44 San Judas No.1	487.50	500.63	-13.13	25-07-85	12-05-92
43 San Judas No.2	-	524.57	-	-	07-05-92
45 Reparto Villa Hermosa	487.51	495.64	-8.13	07-04-88	11-05-92
38 Centro America	310.00	317.37	-7.37	30-03-88	04-05-92
48 Col 14 de Septiembre	252.00	275.95	-23.95	23-06-86	30-04-92
35 Pancansan No.5	270.00	281.95	-11.95	13-11-86	05-05-92
12 Bello Horizonte	97.84	111.13	-13.29	05-09-87	06-05-92
9 Olof Palme	55.30	65.83	-10.53	24-06-87	28-04-92
8 San Antonio	73.34	78.36	-5.02	24-06-87	09-05-92
65 UNAN	-	500.95	-	-	06-05-92
34 Pancansan No.4	-	268.53	-	-	08-05-92
52 Hosp. Mascota	195.00	216.45	-21.45	-	30-04-92
42 San Cristobal No.2	-	162.29	-	-	04-05-92
61 km14.5 C. Leon	296.00	357.03	-61.03	23-04-88	10-05-92
6 Eduardo Contreras	313.40	311.60	1.80	03-12-87	22-05-92
63 Hosp. Bertha Calderon	347.00	353.45	-6.45	11-11-87	06-05-92
50 Rene Schick	420.00	442.00	-22.00	19-05-86	13-05-92
53 Parque Las Madres	195.00	202.00	-7.00	01-03-88	04-05-92
41 San Cristobal No.1	-	166.00	-	88	14-05-92
59 km8 C. Sur	524.00	526.00	-2.00	08-04-88	07-05-92
54 Los Gauchos	117.00	131.00	-14.00	07-08-87	16-05-92
33 Pancansan No.3	266.00	280.00	-14.00	-	15-05-92
49 Villa Cuba No.2	390.00	431.00	-41.00	82	17-05-92

MAYO 1963



MAYO 1970



MAYO, 1978

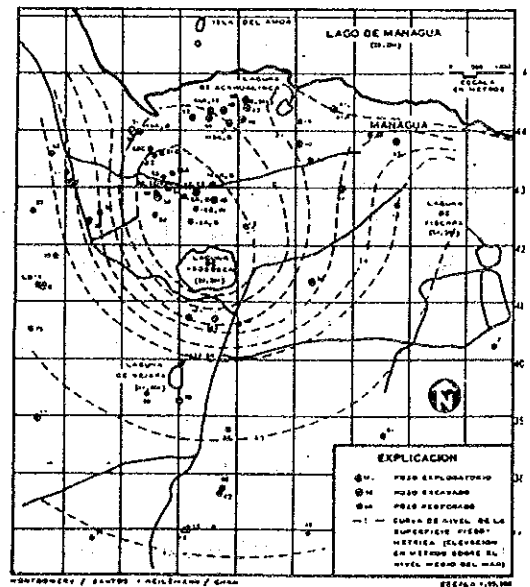


Fig. 4.4.1 Nivel del Agua Subterránea alrededor de la Laguna de Asosoca en 1963, 1970 y 1978

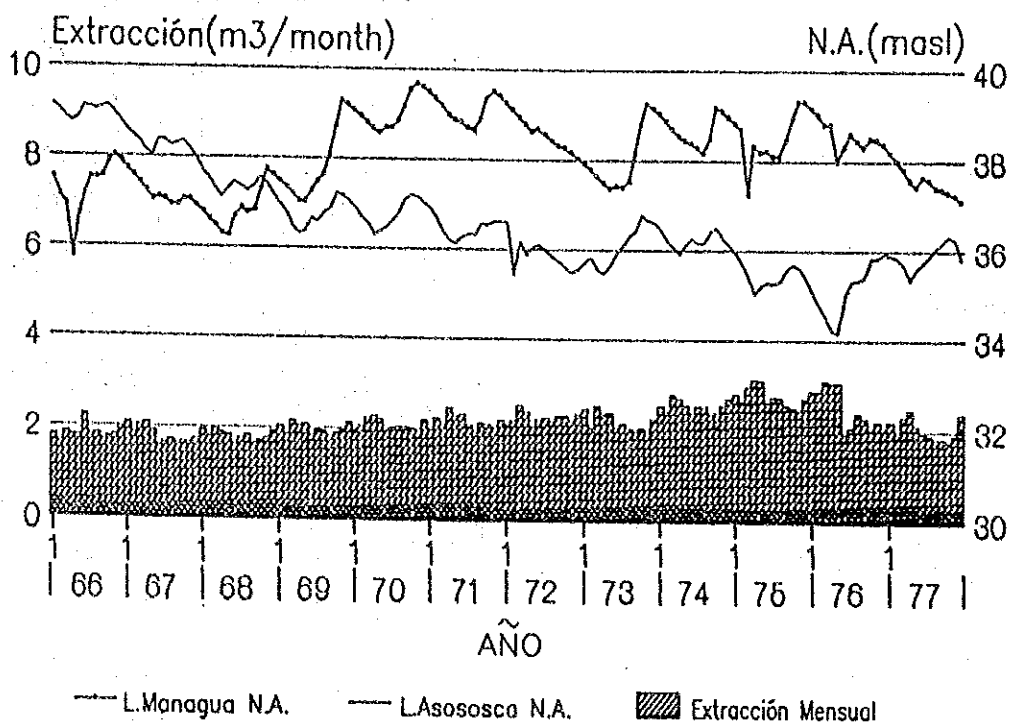
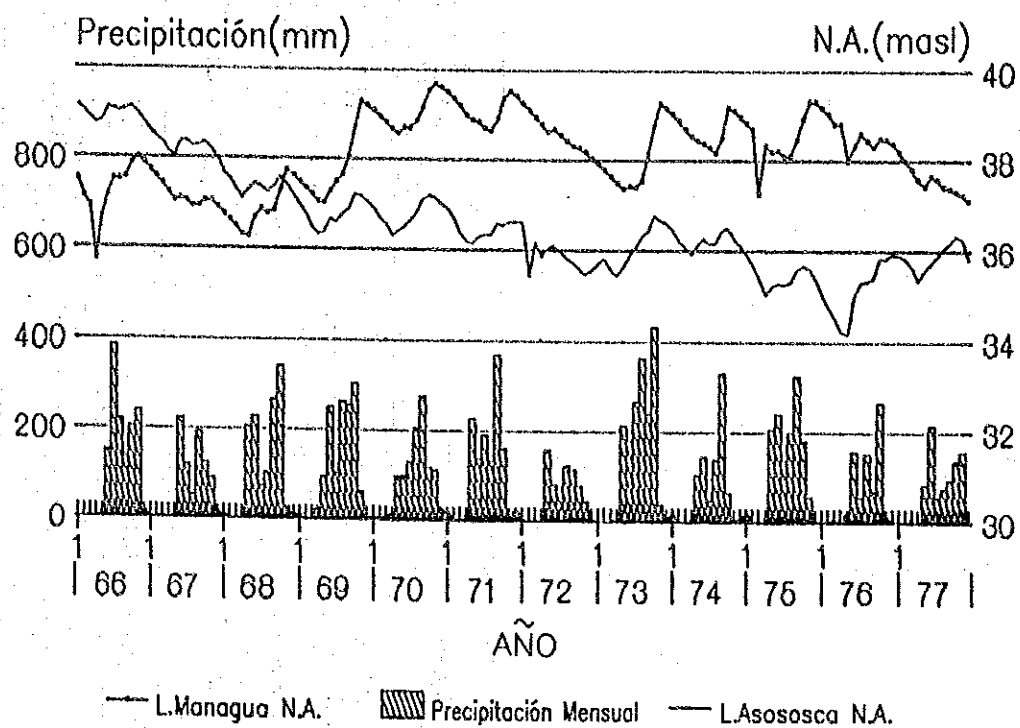


Fig. 4.4.2 Niveles Mensuales de Agua del Lago Managua y de la Laguna de Asososca

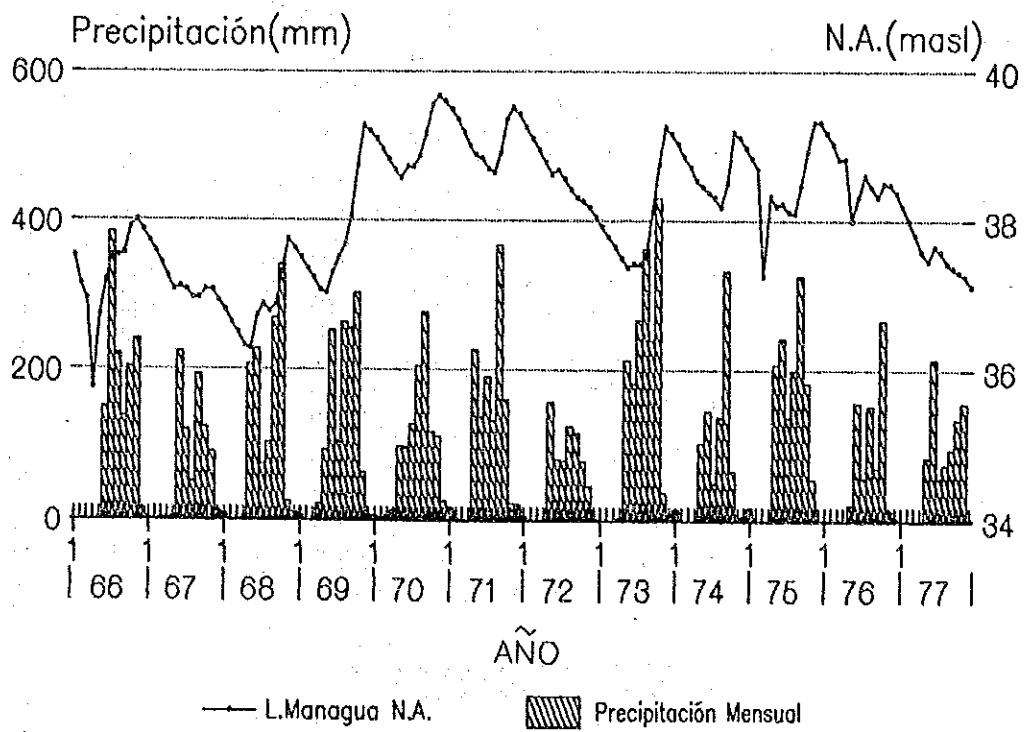


Fig. 4.4.3 Nivel de Agua del Lago Managua

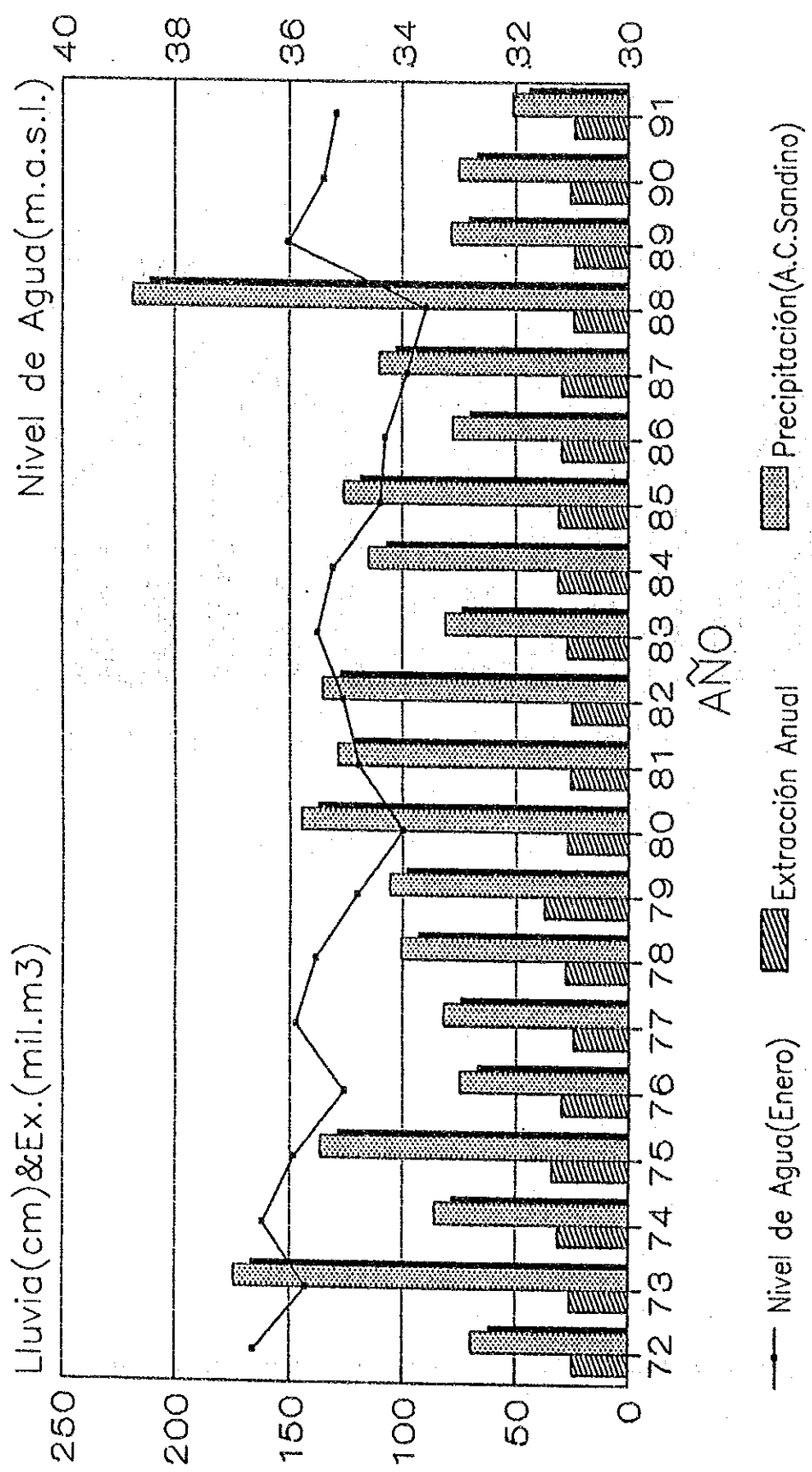


Fig. 4.4.4 Nivel de Agua de la Laguna de Asososca

VARIACIÓN DEL NIVEL DE AGUA SUBTERRÁNEA 1992/1993

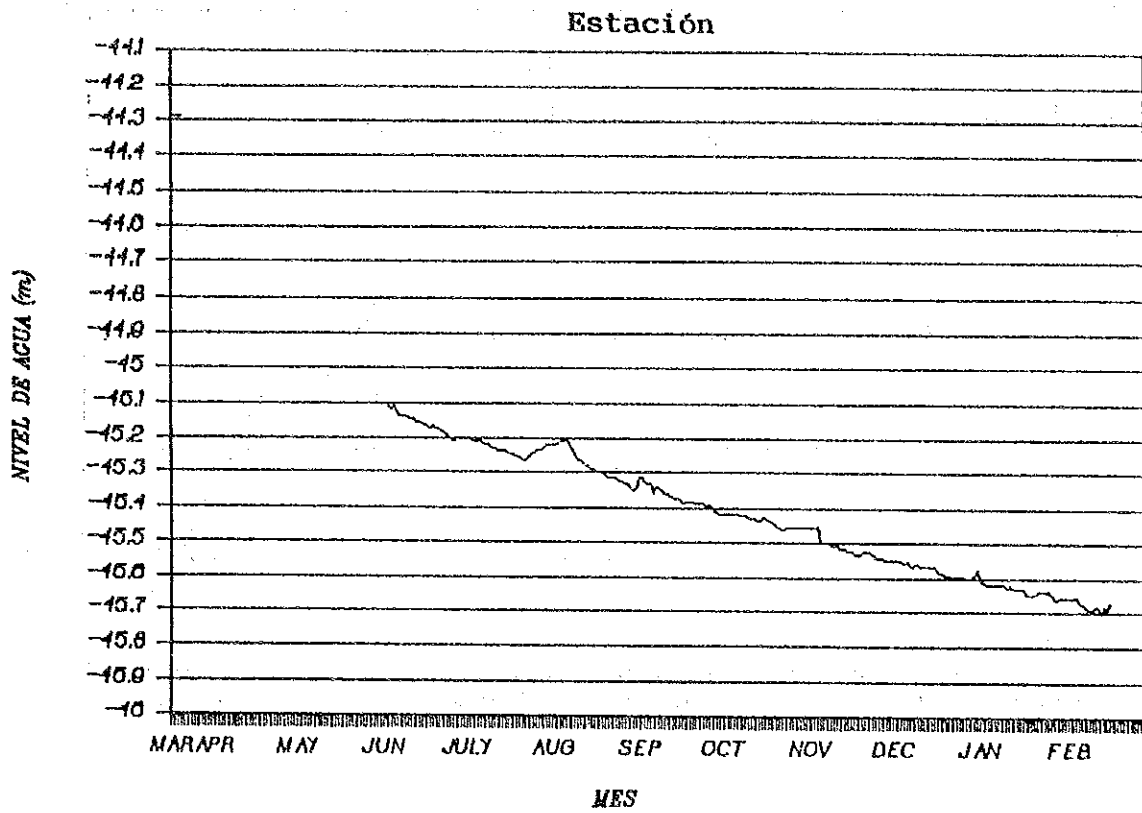


Fig. 4.4.5 (1) Nivel Observado del Agua Subterránea
Estación : Cristian Pérez

ESTACIÓN: MASAYA

1992/1993

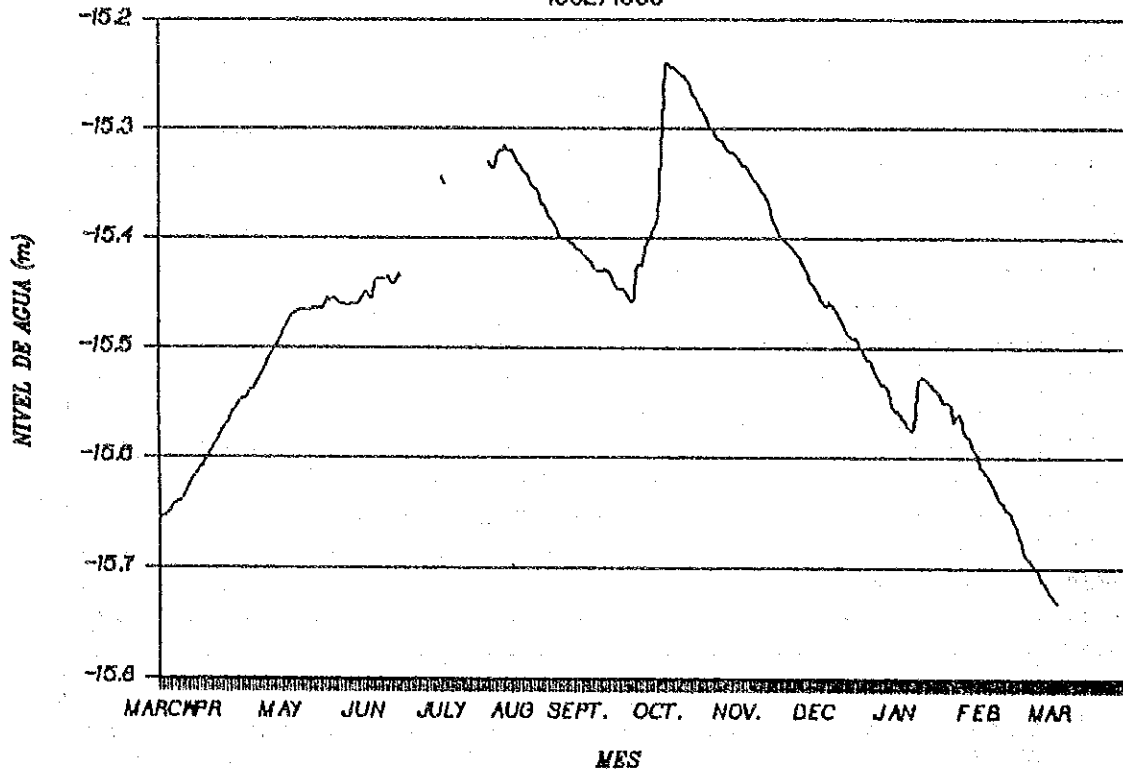


Fig. 4.4.5 (2) Nivel Observado del Agua Subterránea
Estación : Masaya

VARIACIÓN DEL NIVEL DE AGUA SUBTERRÁNEA

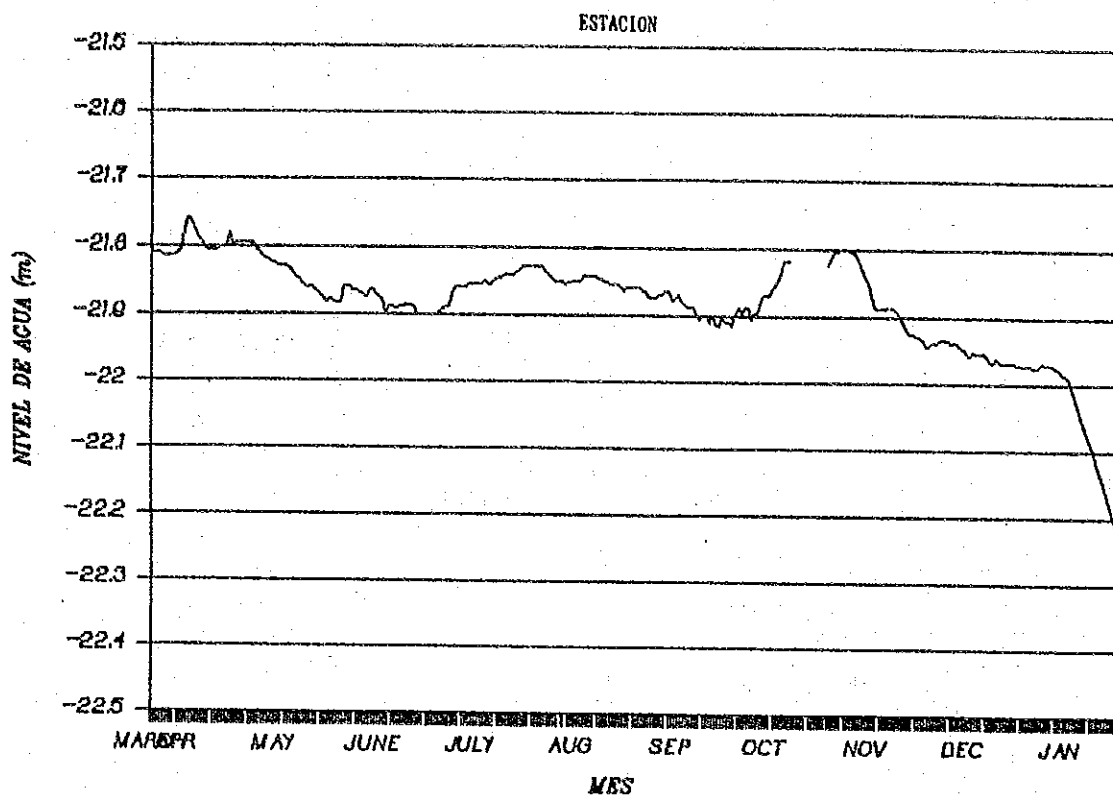


Fig. 4.4.5 (3) Nivel Observado del Agua Subterránea
Estación : Sabana Grande

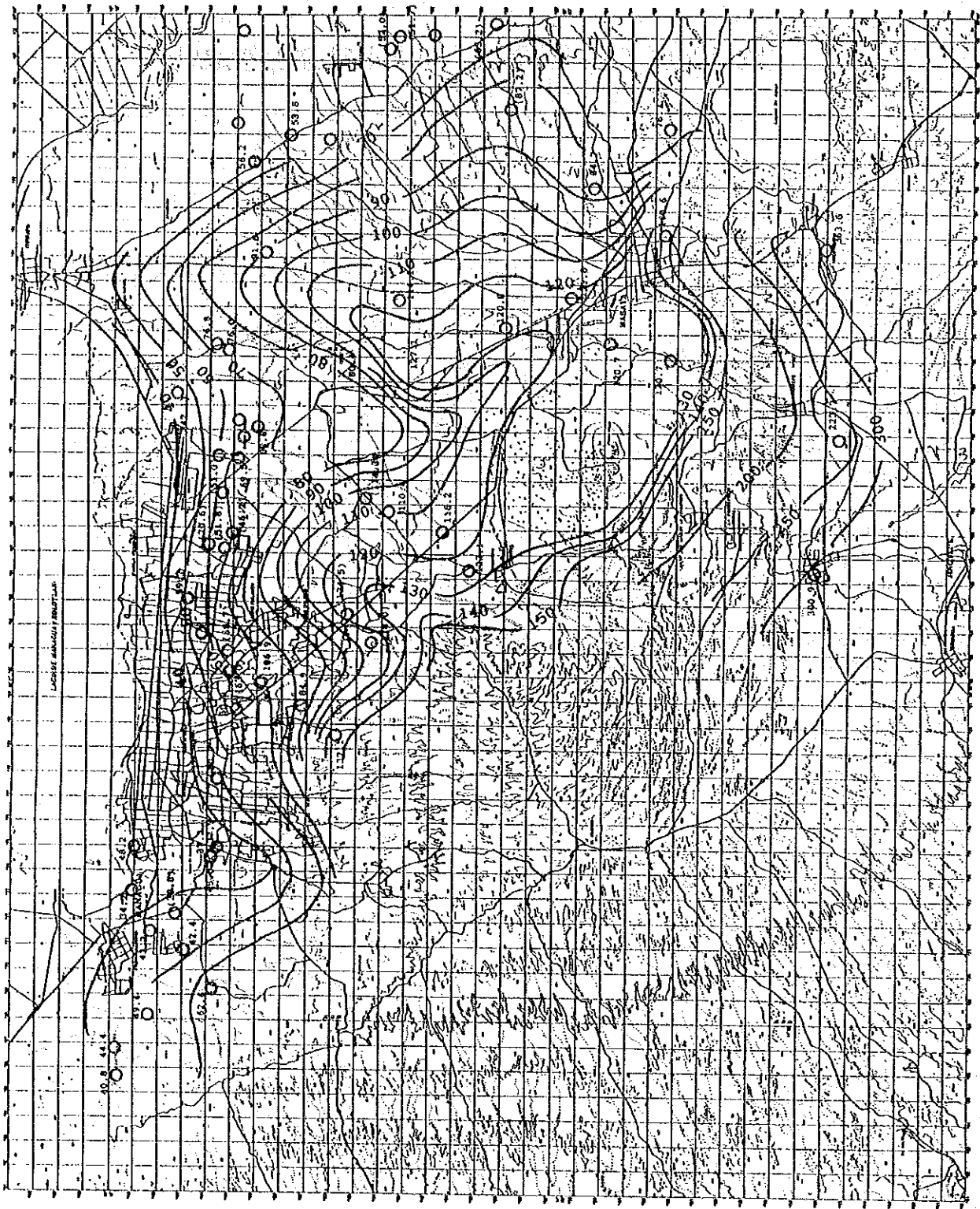


Fig. 4.4.6 Mapa de Curva de Nivel Freático al Final de la Estación Seca del Año 1992

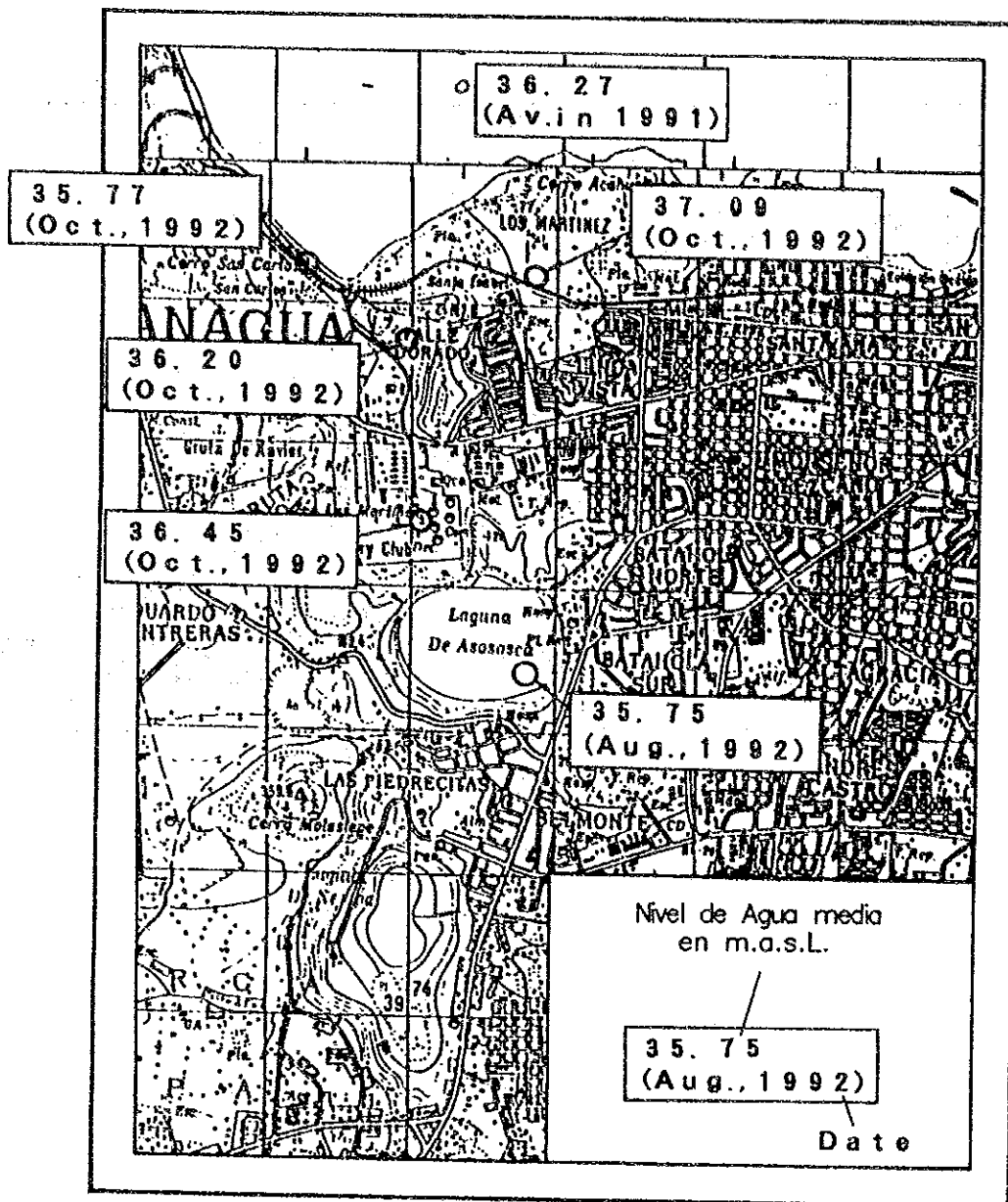


Fig. 4.4.7 Nivel del Agua Subterránea alrededor de la Laguna Asososca, 1992

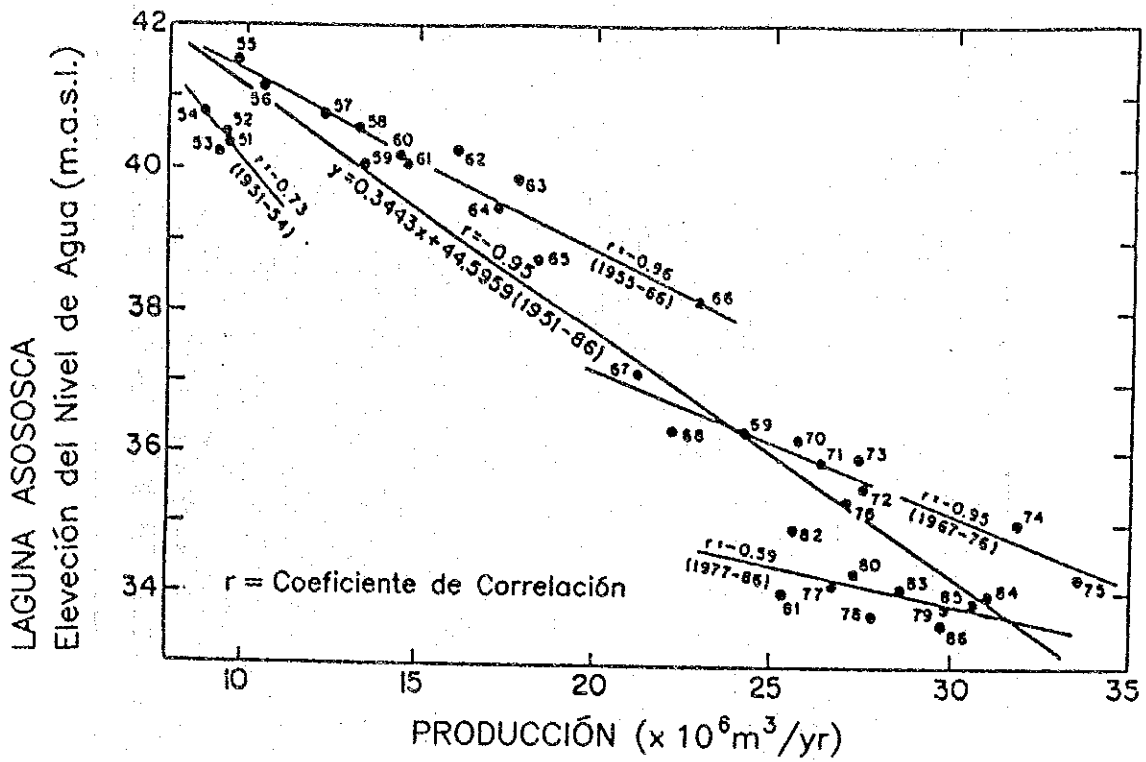


Fig. 4.4.8 Observación del Nivel de Agua y de la Extracción de la laguna de Asososca
Fuente : Laguna Asososca Water Level Elevation Versus Production from 1951 to 1986

4.5 Uso del Agua Subterránea

4.5.1 Consideraciones de Estudios previos

El uso del agua subterránea fue investigado a través del "Estudio de la Demanda de Agua de la Población Esperada de la Ciudad de Managua en el año 2000" por Sogreah en 1982.

El resultado de este estudio se resume en el siguiente Cuadro:

Fuente de Abastacimiento de Agua	Tipo	Consumo	
		Anual (10^6m^3)	Diario (10^3m^3)
Doméstico	C.S.P.	34,64	94,90
Fuentes Públicas	S.S.P.	1,85	5,08
	(Sub-total)	36,49	99,98
	Público y Comercial	5,94	16,26
	Industrial	0,11	0,30
	Riego	0,78	2,12
	(Sub-total)	6,83	18,68
Fuentes Privadas	Industrial	9,68	26,53
	Riego	2,16	5,91
	(Sub-total)	11,84	32,44
Gran Total		55,16	151,10

** S.S.P. Población sin servicio particular
C.S.P. Población con servicio particular

En este Cuadro los datos sobre la red pública son de pozos del INAA y los otros datos provienen de los pozos privados.

4.5.2 Uso del Agua de 1972 a 1991.

(1) Pozos Principales del INAA en Managua Central

El uso del agua subterránea fue investigado basándose en los datos recopilados de 1972 a 1991 por el INAA.

EL Cuadro 4.5.1 muestra la descarga por extracción de agua de la laguna de Asososca, de los campos de pozos de Carlos Fonseca y de Sabana Grande, y otros pozos de Managua Central de 1972 a 1991.

El siguiente Cuadro resume la producción anual y su porcentaje sobre el total de los principales pozos del INAA desde 1972 a 1991.

Unidad: millones m³, (%)

Ubicación	1972	1975	1980	1985	1990	1991
Laguna de Asososca	25,10 (100)	33,90 (100)	27,20 (49)	31,09 (48)	25,94 (27)	24,00 (24)
Carlos Fonseca	- (0)	- (0)	20,07 (38)	21,39 (33)	20,20 (21)	21,99 (22)
Sabana Grande	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	4,37 (5)	5,45 (5)
Veracruz	- (0)	- (0)	2,05* (4)	2,05* (3)	3,21 (3)	3,89 (4)
Otros pozos	- (0)	- (0)	5,14 (9)	10,12 (16)	40,82 (44)	46,69 (46)
Total	25,10	33,90	55,09	64,65	97,04	102,02

* La producción anual de Veracruz es estimada por horas de operación.

el Cuadro muestra cómo han cambiado en los últimos veinte años las fuentes de agua. Las localizaciones de los puntos de bombeo se muestran en la Fig. 4.5.1.

La extracción de agua se ha incrementado rápidamente en los últimos veinte años, de una extracción anual de 25 millones de metros cúbicos en 1972 a 102 millones de metros cúbicos en 1991,

debido principalmente a la expansión de la ciudad de Managua.

Casi el 100% del agua potable se extraía de la laguna de Asososca hasta 1976. Los pozos de Carlos Fonseca se realizó y puso en funcionamiento en 1977 y su cuota con respecto a la producción total se ha incrementado rápidamente. Casi un tercio de la demanda total en 1980 y un cuarto en 1990 se extrajeron de estos pozos. Los pozos de Veracruz y Sabana Grande iniciaron sus operaciones en 1976 y 1988, respectivamente.

La producción de otros pozos de Managua Central se ha incrementado a mediados de 1980, con una producción aproximada del 50% de la producción total en 1991.

De acuerdo con estos resultados, la extracción de agua de la laguna de Asososca fue 30 millones de metros cúbicos de 1984 a 1986 y 25 millones de metros cúbicos de 1987 a 1991.

(2) Otros Pozos del INAA

El Cuadro 4.5.2 muestra la producción de los pozos del INAA en otros departamentos y municipios. En estas oficinas se recogió muy poca información, y la mayoría de la producción es por tanto estimada teniendo en cuenta la capacidad de bombeo.

La producción anual para 1991 es aproximadamente 8,9 millones de metros cúbicos.

Haciendo una comparación con los registros recogidos en 1972, la producción anual se incrementó considerablemente. Estos datos muestran que el servicio de suministro de agua del INAA ha sido mejorado en las áreas locales.

(3) Otros Pozos

(a) Pozos Industriales

Se realizaron encuestas para estudiar la situación de los pozos de uso industrial y comercial. El Cuadro 4.5.3 muestra los resultados de la investigación en 1982.

El total de la extracción de agua de los pozos de uso industrial y comercial ha disminuído debido a que muchas fábricas fueron cerradas y el INAA cambió las fuentes de suministro

público.

El Cuadro a continuación resume este hecho y los pozos que se utilizaron en 1982.

Situación	No. de pozos
La fábrica está cerrada, o no existe	19
No usa el pozo/usa la línea de INAA	10
Pozos en uso	24
Total	53

La investigación sobre la demanda se realizó a través de los siguientes estudios en 1972 y 1982.

- "Estudio de la Demanda de Agua de la Población esperada en la Ciudad de Managua en el año 2.000", Sogreah, 1982.
- "Investigaciones de Aguas Subterráneas en la Región del Pacífico de Nicaragua", Naciones Unidas, 1973.

La cantidad total de agua extraída en 1972, 1982 y 1992 puede ser comparada a continuación bajo el supuesto de que permanecieron los mismos pozos en 1972 y 1982.

Año	Descarga de Bombeo Anual (mil. m ³)
1972	10,90
1982	9,55
1992	5,88

Casi la mitad de la extracción de agua de 1972 se mantiene en 1992.

(b) Pozos de Uso Agrícola

En el Area de Estudio se encuentran proyectos de riego a gran escala en San Cristóbal, Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos (CNIGB). Otros grandes proyectos alrededor del área están en la zona de Tisma y Los Brasiles.

El CNIGB es una institución pública y produce principalmente semillas para los agricultores. Las principales siembras son maíz, sorgo y frijol y las zonas de siembra varían de año en año dependiendo de las condiciones del mercado.

El área existente con riego de pivote central es aproximadamente unas 247 hectáreas sobre un total de 584 hectáreas con que cuenta el área.

Acorde con la entrevista de campo realizada a un ingeniero de este proyecto, la zona regada esta temporada fue alrededor de 170 hectáreas y las horas totales anuales de bombeo 1.700. Las capacidades de las cuatro máquinas de bombeo son:

- Pozo número 1= 900 G/minuto
- Pozo número 2= 900 G/minuto
- Pozo número 3= 800 G/minuto
- Pozo número 4= 600 G/minuto

Cuando todas las bombas están operando 1.700 horas, la descarga anual es aproximadamente de 1,24 millones de metros cúbicos.

El uso del riego es básicamente para la siembra, y varía con las condiciones del suelo y la lluvia.

El consumo típico de agua se calcula tomando las siguientes premisas:

- (a) Siembra (dos estaciones noviembre-febrero y mayo-agosto)
- (b) Precipitaciones (la precipitación media es de 1.100 mm en la estación de A.C. Sandino)
- (c) Consumo de agua (maíz, 6,25 mm/día, 120 días dependiendo de la diferencia en el estado de crecimiento)

(d) Área de cosecha 150 ha

(e) Grado de eficiencia 90%

en mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
(1) Día	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
(2) Consumo	194	175	194	188	194	188	194	194	188	194	188	194
(3) Producto	*	*			*	*	*	*	*		*	*
(4) Lluvia	4	2	4	6	128	208	141	146	207	205	51	11
(5) Agua	190	173	-	-	66	-	53	48	-	-	137	183

Del anterior balance de agua, se deduce que, la cantidad requerida de agua es aproximadamente 850 mm y el consumo de agua es de 8.500m³/hectárea/año.

Cuando el área de siembra es de 150 hectáreas, el consumo de agua es de 1.275 millones de metros cúbicos. Esta cantidad prácticamente concuerda con la extracción anual de agua.

**Cuadro 4.5.1 Descarga por Bombeo Anual de Mangua
1972-1991**

DASCARGA POR BOMBEO ANUAL EN 1972-1991

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
(1) Descarga extraída Anualmente en millones m3																				
Asotoca	25.895	26.303	31.432	33.897	29.377	24.842	28.320	37.403	27.204	25.319	25.378	27.243	31.406	31.093	29.589	29.477	24.354	24.284	25.944	24.004
Carlos Ponseca	-	-	-	-	-	5.608	16.008	16.099	20.700	18.898	18.975	21.546	21.714	21.390	21.749	20.311	17.718	16.065	20.196	21.987
Sabana Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.116	3.994	4.720	5.445
Veracruz	-	-	-	-	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	3.205	3.889
Other	-	-	-	-	-	-	0.384	3.714	5.135	5.330	7.746	8.829	9.317	10.117	12.804	15.171	25.734	40.818	42.956	46.594
GRAND TOTAL	25.895	26.303	31.432	33.897	32.030	32.503	46.684	59.259	55.091	53.219	54.152	59.671	64.489	64.652	66.295	67.012	72.974	87.213	97.042	102.920
(2) Proporción de la descarga total de bombeo																				
Asotoca	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94	0.76	0.61	0.63	0.49	0.49	0.47	0.46	0.49	0.48	0.45	0.44	0.33	0.28	0.27	0.24
Carlos Ponseca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.34	0.27	0.38	0.36	0.35	0.36	0.34	0.33	0.33	0.30	0.24	0.18	0.21	0.22
Sabana Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05	0.05	0.05
Veracruz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04
Other	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.09	0.12	0.14	0.15	0.14	0.16	0.19	0.23	0.37	0.47	0.44	0.46
GRAND TOTAL	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Cuadro 4.5.2 Uso de Agua de los Pozos de INAA por departamentos

PRODUCCION EN M3 POR DIA EN LOS POZOS DE MASAYA Y MANAGUA.
VALLE GOTHEL Y VERACRUZ

NUMERO DE AÑO UBICACION	LUGAR:	NOMBRE DEL POZO	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	
1	MASAYA	TWO WELLS	2,487	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	MAY 1976 MASAYA	C. LOMA #4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,381	2,150	2,318	2,449	2,458	2,691	1,594	1,331	
3	MAY 1976 MASAYA	INCA #5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,295	1,983	2,257	2,106	1,187	2,421	284	-	
4	MAY 1976 MASAYA	INCA #6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,032	2,638	2,319	2,369	2,173	3,361	1,992	3,255	
5	1976 MASAYA	P. CAJON #1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,247	1,894	1,912	2,146	2,370	2,806	2,233	2,037	
6	1974 MASAYA	P. BUNIC #8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,884	2,216	2,752	2,557	2,526	1,352	2,543	2,606	
7	1990 MASAYA	B. MORGE #9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,019	2,280	
8	1990 MASAYA	B. MORGE #10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,404	2,353	
9	DECEM. '81 MASATEPE	TANQUE #1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	768	1,188	1,225	1,218	1,145	1,282	1,250	1,496	
10	1991 MASATEPE	MONDONGO #2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	
11	5 29/7/87 MINDULI	HINDIAL #1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	357	998	1,286	1,305
12	7 NOV. '84 PLO XII	PLO XII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	119	139	182	232	267	359	388	238	-
13	MANDASNO	MANDASNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	109	76	77	230	-	-	-	
14	CONCEPCION	CONCEPCION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	359	204	269	309	305	329	-	
15	1982 S. J. CONCEPCION S. J. CONCEPCION	S. J. CONCEPCION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,117	2,162	2,243	2,358	2,471	2,350	2,681	2,632	
16	SAN MARCOS	SAN MARCOS	594	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	ESQUIPULAS	ESQUIPULAS	101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	VERACRUZ	VERACRUZ	93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	TICANTEPE #1	TICANTEPE #1	336	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	TICANTEPE #2	TICANTEPE #2	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21	COPLADIA #1	COPLADIA #1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	332	698	780	1,735	1,324	1,600	1,718	1,584	
22	16 NOV. '82 COPLADIA #2	COPLADIA #2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	119	114	95	81	116	162	110	149	
23	1983 COPLADIA #3	COPLADIA #3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	76	76	128	124	105	105	104	
24	15 MARCH '68 SABANA GRANDE #1	SABANA GRANDE #1	135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	207	204	194	254	249	273	270	272	
25	15 MARCH '68 SABANA GRANDE #2	SABANA GRANDE #2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235	234	224	222	261	320	297	325	
26	LAS NUSS	(PRESA #2) SPRING	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	209	
27	LAS NUSS	(PRESA #3) SPRING	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	222	228	301	420	404	471	577	256	
28	ZAMBRAO #1	ZAMBRAO #1	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	115	128	115	103	66	103	113	138	
29	1981 SAN LOUIS #1	SAN LOUIS #1	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65	78	71	81	74	84	84	84	
30	S. I. CRUZ VERDE S. I. CRUZ VERDE	S. I. CRUZ VERDE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	588	151	150	37
31	BELLA CRUZ	BELLA CRUZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83	140	185	98	104	79	-	-	
32	1976 VALLE GOTHEL #1	VALLE GOTHEL #1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,259	2,259	2,259	2,259	2,259	2,259	2,259	2,259	
33	1976 VALLE GOTHEL #2	VALLE GOTHEL #2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,415	1,415	1,415	1,415	1,415	1,415	1,415	1,415	
34	1976 VALLE GOTHEL #3	VALLE GOTHEL #3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,950	1,950	1,950	1,950	1,950	1,950	1,950	1,950	
35	1990 VERACRUZ	VERACRUZ #4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,429	1,591
36	1990 VERACRUZ	VERACRUZ #5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,728	1,987
37	1991 VERACRUZ	VERACRUZ #6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,811	**

NOTA: ESTIMADO CON LOS PROMEDIOS DIARIOS DE LAS HORAS DE BOMBE Y EL FLUJO
OTROS DATOS FUERON OBTENIDOS EN LAS OFICINAS DE INAA

Cuadro 4.5.3. Uso industrial en 1982 & 1992(1)

Uso Industrial en 1982 & 1992 (1)

NO. MAP No.	Ubicación	Investig. en 1982		Investig. en 1992		Notas		
		No. of Consump Well	in GPD	No. of Consump Well	in GPD			
1	4 Lecheria La Completa	3	3000	11.37 E	2	-	no operation since 1989	
2	10 IPAGAN	4	1500000	5685 U	6	-	for domestic use	
3	8 Plantel Shell	2	25000	94.75 A	1	30000	113.7 U	
4	- Granero Enabas	1	25000	94.75 A	1	-	-	no exist
5	6 HERRCASA-ELPESA	4	1200000	4548 U	2	320000	1212.8 U	
6	9 RSSO	2	150000	568.5 A	5	1008000	3820.32 U	
7	11 Hieleria Polar	1	20000	75.8 U	1	15300	57.987 U	
8	7 Plantel Mayco	3	20000	75.8 A	1	9000	34.11 U	for domestic use
9	5 CONADECO	2	20000	75.8 A	1	50000	189.5 U	
10	3 ENENSA	1	10000	37.9 A	1	-	-	A for domestic use
11	- ALUMEX	1	10000	37.9 A	-	-	-	-
12	14 Lecheria La Selecta	3	12000	45.48 U	2	93000	352.47 A	
13	32 Matadero CARNIC	3	1000000	3790 E	2	110000	416.9 A	
14	- Cerveceria El Aguila	4	-	0	-	-	-	No operation
15	- Plasticos Haber	1	10000	37.9 A	-	-	-	Closed
16	- Plasticos Modernos	1	10000	37.9 A	1	-	-	Closed
17	- Azulejos Cerisa	1	10000	37.9 A	1	200	0.758 U	
18	27 PANATEX	3	200000	758 E	2 ?	-	-	no information
19	38 Laboratorios SOLKA	1	20000	75.8 A	1	-	-	Public Line
20	- CYNAMIO	2	100000	379 A	-	-	-	Public line
21	- Processa	1	10000	37.9 A	-	-	-	no exist
22	- El Porvenir	1	20000	75.8 A	-	-	-	no exist
23	26 PEPSI COLA	2	500000	1895 E	3	410000	1553.9 U	
24	39 Nicar Quimica	1	5000	18.95 A	1	-	-	Public Line
25	36 Kola Shaler	1	10000	37.9 E	1	18000	68.22 U	
26	- Beneficio San Francisco	1	5000	18.95 A	-	-	-	closed
27	- Fabrica Fibra de Vidrio	1	5000	18.95 A	-	-	-	closed
28	37 TRICOTEXTIL	2	50000	189.5 E	2	90000	341.1	half production
29	- PINSA	1	10000	37.9 A	-	-	-	closed
30	20 Hilados Las Tres	1	10000	37.9 A	1	10000	37.9	
31	19 Lecheria La Perfecta	2	40000	151.5 U	1	180000	682.2 E	
32	18 COCA COLA	3	500000	1895 U	3	574000	2175.46 E	estimation from pepsi
33	- Habisco Cristal	2	12000	45.48 U	1	30000	113.7	
34	21 Muebles Pierson Jackman	1	5000	18.95 A	1	165	0.62535	
35	17 RARPE	2	20000	75.8 A	2	37000	140.23 E	for garden irrigation
36	- WICATEX	2	50000	189.5 E	2	-	-	no use
37	22 1 Nep	1	5000	18.95 A	1	3000	11.37	
38	29 Cafe Presto	2	50000	189.5 U	2	80000	303.2 E	
39	- Hielo Syf	1	20000	75.8 E	-	-	-	no exist
40	23 Cerveceria Tona	2	400000	1516 E	2	150000	568.5 U	

Cuadro 4.5.3 Uso industrial en 1982 & 1992(2)

Uso Industrial en 1982 & 1992 (2)

NO. MAP Ubicación No.	Investig. en 1982			Investig. en 1992			Notas	
	No. of Well	Consump in GPD	in m3/d	No. of Well	Consump in GPD	in m3/d		
41	-	Damaso Tadors Inagor	1	20000	75.8 A	-	-	Closed
42	-	Parque Industrial INUSA	1	25000	94.75 A	-	-	Closed
43	-	BLSA	1	10000	37.9 A	-	-	Closed
44	24	Prod. Atmosfericos	2	15000	56.85 A	2	-	300
45	25	TANIC	3	50000	189.5 A	-	-	no information
46	-	Conos Victoria	1	5000	18.95 A	-	-	Closed
47	28	Candelas Llanes	1	5000	18.95 A	1	-	Closed
48	16	Baterias Willard	1	5000	18.95 A	1	-	no use
49	-	Tejidos Nicarao	1	10000	37.9 A	1	-	no use
50	-	El Lechon	2	20000	75.8 A	-	-	Closed
51	-	Bielera Whing	2	20000	75.8 B	-	-	Closed
52	12	aceitera Coronaaceitera Coro	1	50000	189.5 A	3	1500	5.685
53	13	Cervecerua Victoria	3	600000	2274 U	4	700000	2653
54	2	POLYCASA	-	-	-	2	-	No operation
55	1	MACHN	-	-	-	1	6000	22.74
56	-	NICATBI	-	-	-	2	-	no use
57	-	CRISCASA	-	-	-	1	-	no use
58	-	ENISUBRO	-	-	-	1	-	no use
59	38	INCAB	-	-	-	1	25000	94.75
60	30	EMPROSEN	-	-	-	1	-	no use
61	-	ALUNISA	-	-	-	1	***	for domestic use
62	36	SAINSA	-	-	-	1	-	no use
63	-	BSC. NACIONAL AGRI.	-	-	-	2	***	for irrigation
64	40	TIPTOP	-	-	-	3	120000	454.8 B
65	-	GRANJA LA TRINIDAD	-	-	-	1	160000	606.4 B
66	31	HOTEL CAMINO REAL	-	-	-	1	270000	1023.3 U
67	34	HOTEL LAS MERCEDES	-	-	-	1	300000	1137 U
68	-	EL CANON	-	-	-	1	8000	30.32 for domestc
69	-	SANTA AWA	-	-	-	1	1315	4.98385 for domestc
70	-	GRANJA EL MADERAL WINDRI	-	-	-	1	3900	14.781 for domestc
71	-	COOPERATIVA JULIO RODRIGEZ	-	-	-	1	-	no use
72	-	GRANJA LA BARRANCA	-	-	-	1	5000	18.95 for domestc
73	-	BUENOS AIRES QUINTA MADISON	-	-	-	1	-	no use
74	-	HACIENDA LOS AIPES	-	-	-	1	260	0.9854 for domestc
75	-	SANTAJULIA	-	-	-	1	260	0.9854 for domestc
TOTAL				6907000	26177.53	4818900	18563.63	

DESCARGA DE BOMBEO ANUAL EN 1972-1991

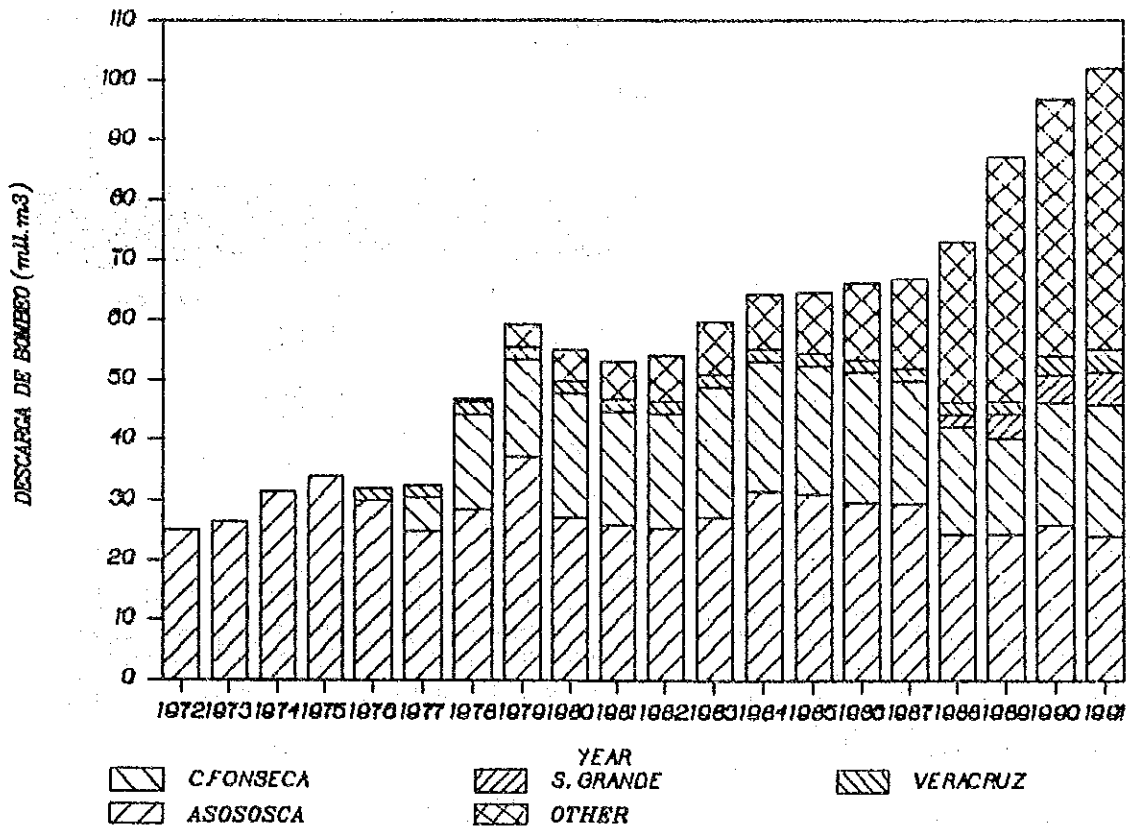


Fig. 4.5.1 Descarga Anual por Bombeo en 1972-1991

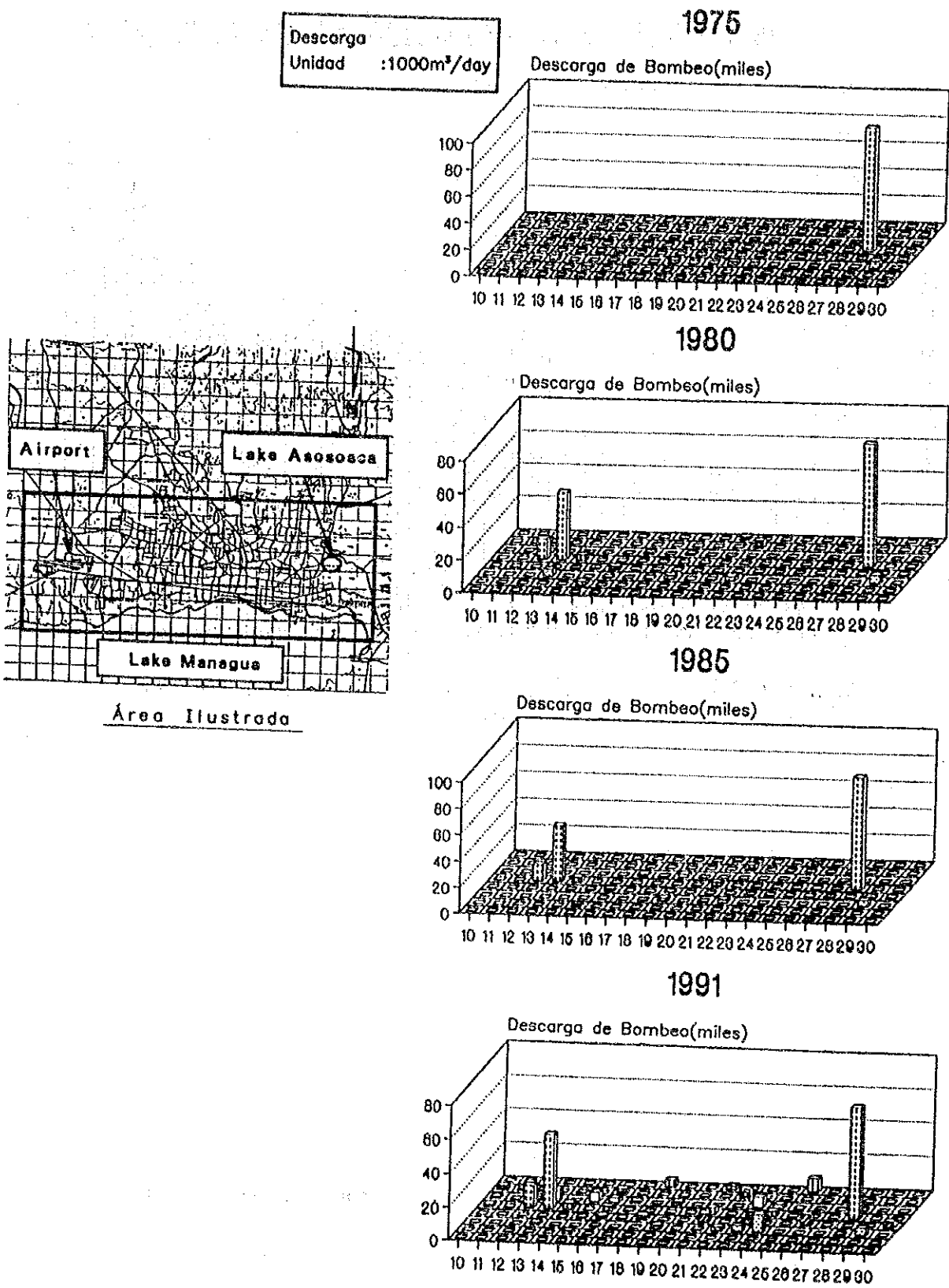


Fig. 4.5.2 Historia de la Descarga Anual por Bombeo en 1km x 1km

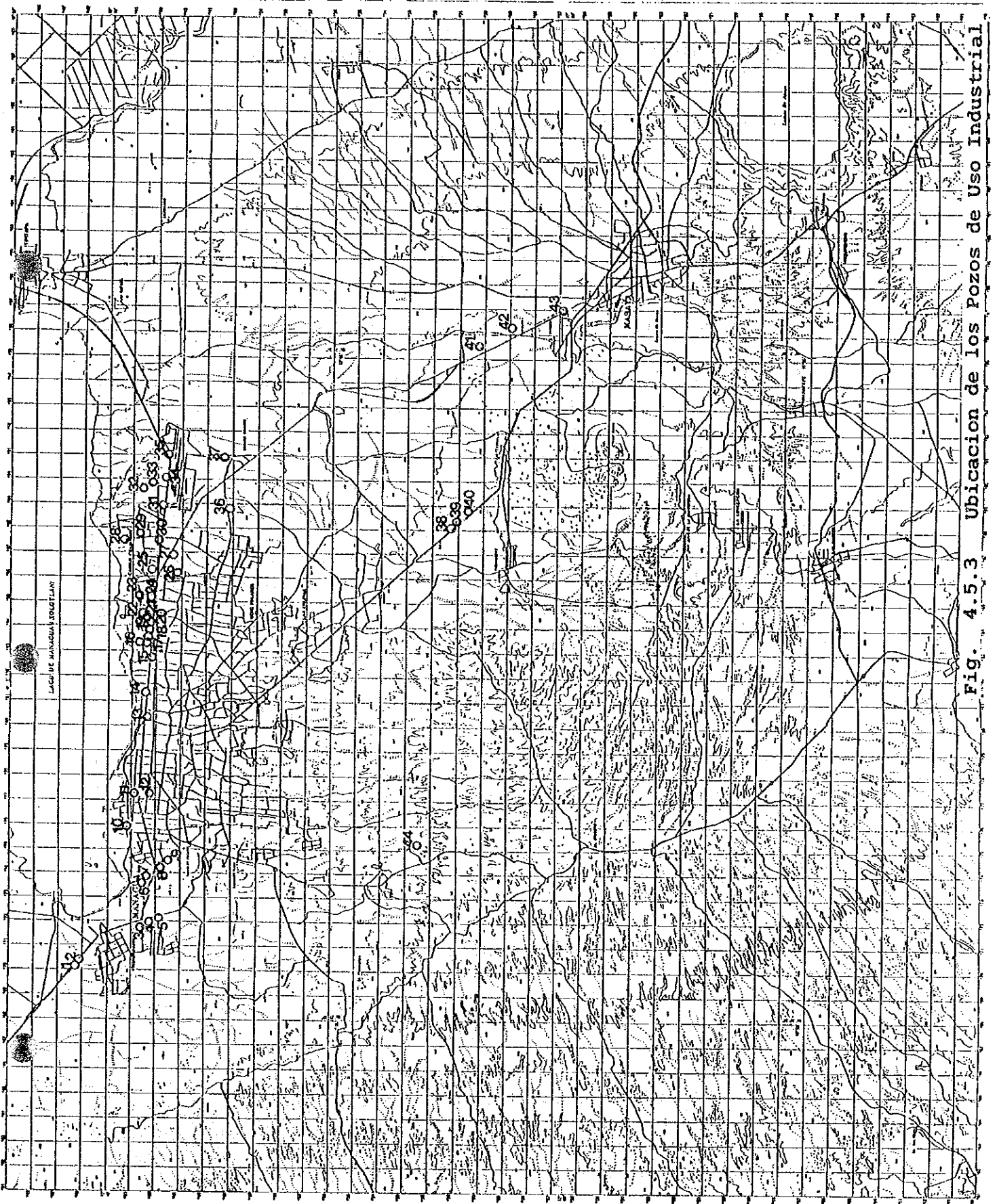


Fig. 4.5.3 Ubicacion de los Pozos de Uso Industrial

4.6 Perforaciones y Pruebas de Bombeo Exploratorias

4.6.1 Perforaciones Exploratorias

Después de finalizar las investigaciones necesarias de la Fase I, en la Fase II se seleccionaron los sitios para las perforaciones exploratorias los que se muestran en la Figura 4.1.3.

Dichas perforaciones tuvieron los siguientes propósitos:

- a) Investigar la forma de ocurrencia de aguas subterráneas, establecer las características hidráulicas del acuífero y evaluar el potencial de los recursos de aguas subterráneas en el Area de Estudio.
- b) Examinar la calidad Físico-Química del agua subterránea para determinar su idoneidad para fines de consumo; así como también para aclarar el mecanismo de descarga. Lo antedicho se logró comparando los componentes químicos de las aguas subterráneas de diferentes sub-áreas geohidrológicas y de acuíferos diferentes.
- c) Seleccionar las áreas de prioridad y formular un plan de desarrollo de aguas subterráneas para las mismas.

Las perforaciones exploratorias se iniciaron el 10 de junio de 1992 y finalizaron el 18 de noviembre (ver Tabla 4.6.1). La profundidad total perforada fué de 1.266 metros.

Los resultados de las perforaciones exploratorias están resumidas en los Cuadros 4.6.1 y 4.6.2 y los datos detallados de las mismas están en el Informe de Apoyo.

De las perforaciones exploratorias se obtuvieron los siguientes resultados:

(1) Pozo JI-1

Esta perforación exploratoria se perforó para investigar la ocurrencia de las aguas subterráneas y las características hidráulicas del acuífero presente en el Grupo Medio Las Sierras, así como para confirmar la existencia de una capa basal

hidrogeológica impermeable, estimada de los resultados de la prospección eléctrica.

Los trabajos de perforación de este pozo se iniciaron el 10 de junio de 1992.

Inicialmente, se pensó llevar esta perforación hasta la profundidad de 400 metros; pero debido a difíciles condiciones de inestabilidad mostradas por los flujos de cenizas muy sueltas existentes en el subsuelo del área, de más de 150 metros de espesor, se dejó en 300 metros.

La existencia de la capa basal hidrogeológica impermeable no pudo ser confirmada; pero, se obtuvo información geológica nueva como muestran las Figuras 4.6.1 y 4.6.2.

Basados en la información y en datos geológicos existentes se sabe que el Grupo Medio Las Sierras está compuesto, principalmente de aglomerados basálticos compactos y parcialmente de capas finas de escoria porosa como los acuíferos.

Sin embargo este pozo exploratorio ha revelado la existencia de una formación diferente de lo que se ha conocido comunmente como Grupo Las Sierras. El aglomerado compacto del Grupo Medio Las Sierras desde la superficie del suelo es de solamente 80 metros de espesor y yace sobre una formación gruesa de materiales volcánicos compuesta de un flujo de escoria con suelo fósil, flujos de lava porosa basáltica y flujos de cenizas de más de 200 metros de espesor.

Los materiales que yacen bajo el Grupo Medio Las Sierras se consideran que son productos del vulcanismo inicial del mismo grupo (Las Sierras). Aunque no se puede asegurar si están distribuidos ampliamente como parte del Grupo Medio Las Sierras. Una estructura geológica supuesta y una sección geológica esquemática del área aparece en las Figuras 4.6.1 y 4.6.2. Si la estructura supuesta es correcta, probaría que el área hidrogeológicamente es prometedora y que se puede esperar una buena reserva de agua subterránea (Sc: 19,464.48 m³/día/m).

(2) Pozo JI-2

Este pozo exploratorio se perforó para investigar la ocurrencia de las aguas subterráneas y las características

hidráulicas del acuífero del Grupo Volcánico Masaya y del Grupo Medio Las Sierras.

Los trabajos de perforación se iniciaron el 17 de junio de 1992 y tuvo como meta la perforación hasta una profundidad de 200 metros. La perforación finalizó el 18 de noviembre de 1992. En esta perforación se tomaron 59 días para atravesar lavas basálticas duras y toba brechosa compacta que causaron frecuentes desperfectos de la máquina.

Por medio de esta perforación exploratoria, se confirmó que la principal formación acuífera en el área es el Grupo Volcánico Masaya. Las litofacies se componen de lava basáltica fisurada y porosa, lava basáltica auto-brechada y piroclásticos tales como escoria porosa y capas de cenizas (Figura 4.6.1).

En este estudio, se llevó a cabo una prueba de bombeo en un pozo existente llamado "El Pique" localizado entre los pozos JI-2 y JI-3. La profundidad total de este pozo es de 138,4 metros y su carácter litológico se estima que es similar al JI-2. Sin embargo, la posición de las rejillas de este pozo es desconocido, y los pobres resultados indican que la rejilla no fue colocada de manera apropiada.

Los resultados de las pruebas de bombeo son los siguientes:

	J1-2P	El Pique
Descarga (m ³ /día)	2.469,12	2.469,12
Nivel Estático (m)	43,47	39,80
Descenso (m)	3,59	8,37
Capacidad Específica (m ³ /día/m)(g/m/pie)	687,77	295,10
	38,47	16,50

(3) Pozo JI-3

Los propósitos principales de esta prueba de perforación son tres:

- a) Investigar la ocurrencia de aguas subterráneas y las características hidráulicas del acuífero del Grupo Volcánico Masaya y del Grupo Medio Las Sierras.

- b) Confirmar la existencia de una capa basal hidrogeológica impermeable estimadas en base a los resultados de la prospección eléctrica.
- c) Investigar la condición geotérmica de la porción acuífera profunda del área relacionada con los manantiales de aguas termales de Tipitapa y sus alrededores.

Los trabajos de perforación de este pozo se iniciaron el 15 de junio de 1992 y finalizaron el 4 de noviembre de 1992 . Al comienzo de la perforación se planificó llevar esta perforación hasta la profundidad de los 400 metros; pero, considerando que a los 366 metros de profundidad ya se habían logrado los objetivos propuestos se dejó con dicha profundidad.

Los resultados principales obtenidos con ésta perforación exploratoria son los siguientes:

- a) Como muestra la Figura 4.6.3, se confirmó la existencia del Grupo Coyol descansando bajo el Grupo Medio Las Sierras. Aquí el Grupo Coyol se compone de una ignimbrita dacítica meteorizada color púrpura café, sobre la cual se han desarrollado capas de suelos fósiles; debajo de la ignimbrita yace una dacita afanítica de color azul-verde-pálido. El Grupo Coyol fue confirmado entre 266-366 metros de profundidad.
- b) La mencionada información fué obtenida de las observaciones de los detritos de perforación y de muestras de rocas de un tamaño aproximado de 7 x 7 x 4 cm. Tal carácter litológico se confirmó que era muy similar al de un afloramiento del Grupo Coyol Superior.

La presencia de la dacita afanítica se estima que es un cuerpo intrusivo de forma alargada y de dirección NNO-SSE, deducido de la prospección eléctrica.

- c) La ignimbrita dacítica meteorizada está acompañada de materiales arcillosos muy sueltos y la dacita afanítica tiene una red de pequeñas grietas con ligera meteorización.
- d) Los principales acuíferos del área son piroclastos caídos y capas de flujos de escorias y fragmentos de rocas del Grupo Volcánico de Masaya, depósitos interdigitados del Grupo Volcánico Masaya y el diluvión consiste de arena fina

a gruesa con limo y aglomerados meteorizados con suelo fósil y capas delgadas de escoria del Grupo Medio Las Sierras.

Los resultados de las pruebas de bombeo son los siguientes:

Longitud de Rejilla en QvM & Qdl (m)	60,96
Longitud de Rejilla en TQps(M) (m)	40,29
Descarga (m ³ /día)	2.998,08
Nivel Estático (m)	14,52
Descenso (m)	2,68
Capacidad Específica (m ³ /día/m)	1.118,64

En cuanto a las condiciones geotérmicas del agua subterránea, se obtuvo la siguiente información:

a) Temperatura de las Aguas Subterráneas

13,70-240 m	35°C
240-250 m	35-36°C
250-255 m	36-38°C
255- ? m	38-39,5°C

- b) Como se muestra arriba, la temperatura del agua subterránea en este pozo exploratorio, se incrementó de 35 °C (registrado a la profundidad de 240 metros) hasta 39,5 °C, observada en el fondo del pozo. Como ya se dijo, la litología en este pozo exploratorio cambia del Grupo Medio Las Sierras a roca ignimbrita dacítica y roca dacítica intrusiva del Grupo Coyal Superior a la profundidad perforada de 266 metros.

En relación a lo antes expuesto, el cambio de temperatura se produce con la variación del Grupo Las Sierras a Grupo Coyal. Los valores de los rayos gamma también aumentan 3 c.p.s. en el Grupo Medio Las Sierras a 15-16 c.p.s. en el grupo Coyal Superior.

- c) En este pozo exploratorio, se tomaron 4 muestras de agua a las profundidades de 164,59, 214,58, 264,57 y 314,55

metros.

Los resultados de los análisis químicos se describen en la sección "Calidad de las Aguas Subterráneas".

(4) Pozo JI-4

Este sitio de perforación se seleccionó para investigar las características hidráulicas del acuífero, de una zona de baja capacidad de producción, en el Grupo Medio Las Sierras.

El principal acuífero del área es un aglomerado meteorizado, consuelo fósil, de un grosor total de 28,10 metros, y bajo los aglomerados meteorizados se encuentran aglomerados fracturados.

Los resultados de las pruebas de bombeo son los siguientes:

Longitud de Rejilla (m)	71,00
Descarga (m ³ /día)	1.471,68
Nivel Estático (m)	94,28
Descenso (m)	11,89
Capacidad Específica (m ³ /día/m)	123,77

(5) Pozo JI-5

Este pozo exploratorio se perforó para investigar la estructura hidrogeológica del Valle Los Brasiles, establecer las características del acuífero del Grupo Medio Las Sierras y para investigar las condiciones litológicas de la Formación El Salto, cuyas condiciones fueron supuestamente aclaradas de los resultados de prospección.

Los principales acuíferos de ésta área son aglomerados meteorizados con capas de suelo fósil (30,50 m), aglomerados fracturados (37,75 m) y capas basales de arenisca gruesa tobácea y conglomerados finos, sobre parte superior de la formación El Salto (6m).

La existencia de la Formación El Salto fue confirmada a profundidades entre 167,64 metros y 200 metros, la cual consiste de arenisca tobácea y limo con toba arenosa, arenisca fina

tobácea con fragmentos finos de conchas fósiles y por conglomerados finos tobáceos con gravas calcáreas.

La estructura hidrogeológica del Valle Los Brasiles se estima tal como nos muestra la Figura 4.1.8. La profundidad a que se encuentra la Formación El Salto mediante la prospección eléctrica demostró estar correcta, confirma que la prospección eléctrica es muy útil para investigar formaciones Terciarias tales como las Formaciones El Salto y Brito las cuales yacen bajo el Grupo Las Sierras.

Los siguientes resultados se obtuvieron de las pruebas de bombeo ejecutadas en esta perforación exploratoria.

La alta capacidad de producción se debe a las buenas propiedades acuíferas de los depósitos volcánicos holocénicos, de los depósitos aluviales; así como de los aglomerados tobáceos fracturados.

Dicha producción se estima que es afectada por el acuífero de la capa basal de arenisca tobácea gruesa y conglomerados finos en el techo de la Formación El Salto. Los resultados de las pruebas de bombeo son los siguientes:

Longitud de Rejilla (m)	54,00
Descarga (m ³ /día)	1.471,68
Nivel Estático (m)	100,18
Descenso (m)	1,83
Capacidad Específica (m ³ /día/m)	804,19

4.6.2 Pruebas de Bombeo

Fueron realizados pruebas de bombeo, una de caudal constante y otra de recuperación en 5 pozos perforados y 2 en pozos existentes, utilizando una bomba sumergible proveída por JICA y una bomba de turbina vertical equipada por el contratista, para estimar las propiedades acuíferas.

Las etapas, duración y otras condiciones de bombeo son las siguientes:

a) Pruebas de Bombeo Escalonado

Se llevaron a cabo cinco (5) pruebas de bombeo escalonado para estimar la descarga óptima, las pérdidas en la formación y las pérdidas de un sólo pozo.

Durante este tipo de prueba, el caudal se incrementó 5 veces a intervalos regulares y cada caudal se determinó basado en los resultados de pruebas de bombeo preliminares.

La duración del bombeo en cada etapa fué de 2 horas.

b) Prueba a Caudal Constante

Esta prueba se realizó a continuación de la prueba de bombeo a caudal variable, después que el nivel del agua se recuperó y alcanzara casi el nivel estático original.

En principio la duración del bombeo fué de 48 y 24 horas.

c) Prueba de Recuperación

La medición de recuperación de tiempo del nivel de agua que realizado durante 24 horas, inmediatamente después de finalizado el bombeo de caudal constante.

Además de la prueba de bombeo normal de los pozos mencionados anteriormente, se llevó a cabo la prueba de cuchareo como parte de los trabajos de desarrollo. La duración del cuchareo fué de 24 horas aproximadamente.

Las medidas de abatimiento y recuperación, registradas a lo largo de la pruebas, se graficaron en papel Log-log y semi-log para calcular la transmisibilidad, permeabilidad y el coeficiente de almacenamiento.

Los métodos de análisis utilizados en este estudio, fueron el de Theis y Jacob, los cuales son aplicables a acuíferos no confinados en condiciones de no equilibrio.

Los resultados de las pruebas de bombeo son dados más detalladamente en el Informe de Apoyo y los parámetros de los acuíferos se resumen en el Cuadro 4.6.1.

Las principales propiedades acuíferas se describen en la sección posterior "Características Hidrogeológicas del Area de Estudio".

Cuadro 4.6.1 Características generales de 7 pozos exploratorios

Table 4.6.1 General Feature of Seven Test Wells

Nombre de Pozo (Well Name)	JICA No. 1	JICA No. 2	JICA No. 3	JICA No. 4	JICA No. 5	Juan Ramon Robles	No.1285
1. Dirección (Address)	Las Madrigales	Veracruz	Sabana Grande	Socrates Sandino	Bello Amanecer	El Pique	Hermanos Rosales
2. Latitud (Latitude)	12° 03' 30"	12° 06' 08"	12° 08' 50"	12° 06' 43"	12° 08' 22"	12° 05' 53"	11° 59' 40"
Longitud (Longitude)	86° 11' 43"	86° 09' 32"	86° 08' 59"	86° 12' 51"	86° 20' 51"	86° 09' 44"	86° 06' 29"
3. Elevación (Elevation)	Aprox. 220m	Aprox. 125m	Aprox. 78m	Aprox. 86m	Aprox. 145m	Aprox. 109m	Aprox. 255m
4. Diámetro del ademe (Diameter of Casing Pipes)	12" 3/4	12" 3/4	12" 3/4	12" 3/4	12" 3/4	13" 1/2	6"
5. Perforado por (Drilled by)	JICA Study Team	JICA Study Team	JICA Study Team	JICA Study Team	JICA Study Team	—	—
6. Fecha de inic. y final de la perforación (Bigining and Completion Date of Drilling)	Jun. 10 1992 Nov. 16 1992	Jun. 17 1992 Nov. 18 1992	Jun. 15 1992 Nov. 14 1992	Jun. 19 1992 Oct. 20 1992	Jun. 18 1992 Oct. 23 1992	—	—
7. Tiempo que tomo (Spent days) (dias:days)	160	155	153	116	63	—	—
8. Posición de rejilla (Screen Position)	107.28	88.84	19.46	109.00	114.80	—	—
1) Tipo puente (Bridge Type) (Nivel de tierra -m) (Ground Level -m)	~156.05 174.80 ~186.99	~105.91 118.16 ~152.30 170.68 ~182.58	~29.21 41.71 ~92.92 141.12 ~155.75 218.13 ~220.59	~130.90 137.20 ~156.70 162.90 ~175.10	~151.40	—	—
2) Jhonson (Nivel de tierra -m) (Ground Level -m)	186.99 ~210.16	71.44 ~88.84	105.42 ~128.62	175.10 ~192.50	163.60 ~181.00	—	—
9. Longitud de rejilla (Screen Length)							
1) Tipo puente (Bridge Type)	60.96	63.74	78.05	53.60	36.60	—	—
2) Johnson (m)	23.17	17.40	23.20	17.40	17.40	—	—
10. Temperatura de agujero (Temperature of Borehole) (°C)	—	34.0 (200m)	35.3 (280m)	32.0 (200m)	40.7 (200m)	—	—
11. Temperatura de agua (Temperature of Water) (°C)	—	28.6	33.5	30.9	35.0	30.3	—
12. Conductividad (Conductivity) (nS/cm)	—	1.180	—	0.361	1.000	1.003	—

Cuadro 4.6.2 Resultados de pruebas de bombeo

Table 4.6.2 Results of Pumping Test

Nombre de Pozo (Well Name)	JICA No. 1	JICA No. 2	JICA No. 3	JICA No. 4	JICA No. 5	Juan Ramón Robles	No. 1 2 8 5
1. Profundidad (Well depth) (m)	300	200	366	200	200	138	--
2. Longitud de rejilla (Total Screen Length) (m)	84.13	81.14	101.25	71.00	54.00	--	--
3. Principal formación acuifera (Main Formation of Aquifer)	TQps (M)	QvM, TQps (M)	QvM, TQps (M)	TQps (M)	TQps (M)	QvM	TQps (M)
4. Fecha de bombeo (Pumping Test Date)	Nov. 14-16 1992	Nov. 16-18 1992	Nov. 12-14 1992	Oct. 14-18 1992	Oct. 21-23 1992	Oct. 03-05 1992	Jul. 08 1992
5. Nivel estático de agua (Static Water Level) (G.L. -m)	104.24	43.47	14.52	94.28	100.18	39.80	96.73
6. Caudal (Discharge Rate) (m ³ /d)	1,483	2,469	2,998	1,472	1,472	2,470	87
7. Descenso (Drawdown) (m)	0.076	3.59	2.68	11.89	1.83	8.37	0.47
8. Capacidad Específica (C.E.) (Specific Capacity) (m ³ /d)	19,464	688	1,119	124	804	295	183
9. Transmisividad (Transmissivity)							
1) a. Theis	--	915	--	147	50	123	323
b. Jacob	--	1,291	3,658	150	267	192	354
2) Recuperación (Recovery Test)	--	1,290	3,429	112	--	105	332
3) $T=1.22 \times C.E.$	23,746	839	1,364	151	981	360	223
10. (Storage Coefficient) Coeficiente de Almacenamiento	--	3.24×10^{-1}	--	1.82×10^{-1}	--	--	--
11. Aquifer Loss Coefficient Coeficiente de Pérdida del Acuífero (d/m)	--	--	5.92×10^{-1}	4.42×10^{-1}	--	--	--
12. Well Loss Coefficient Coeficiente de Pérdida del Pozo (d'/m')	--	--	1.10×10^{-1}	2.57×10^{-1}	--	--	--

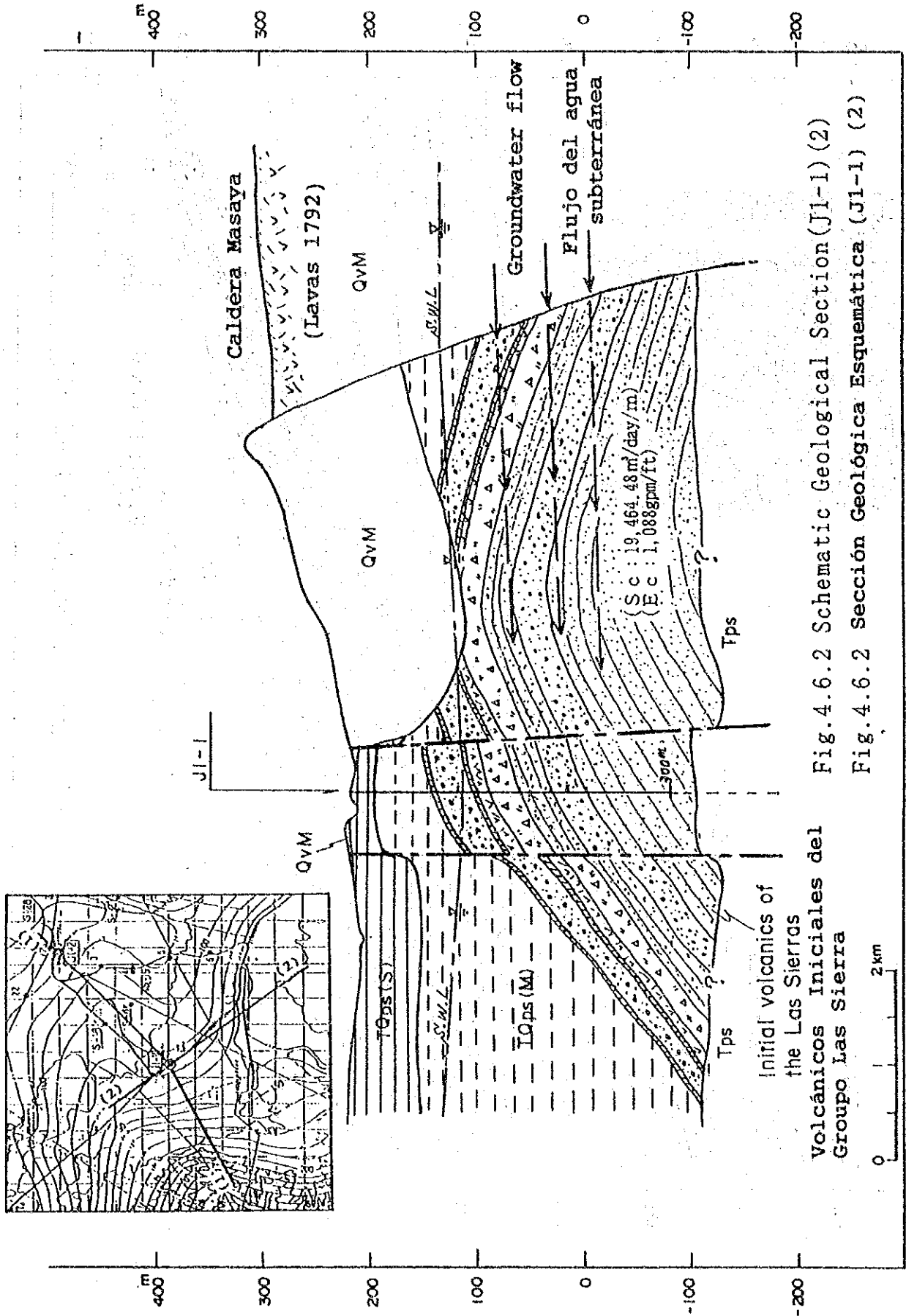


Fig. 4.6.2 Schematic Geological Section (JI-1) (2)

Fig. 4.6.2 Sección Geológica Esquemática (JI-1) (2)

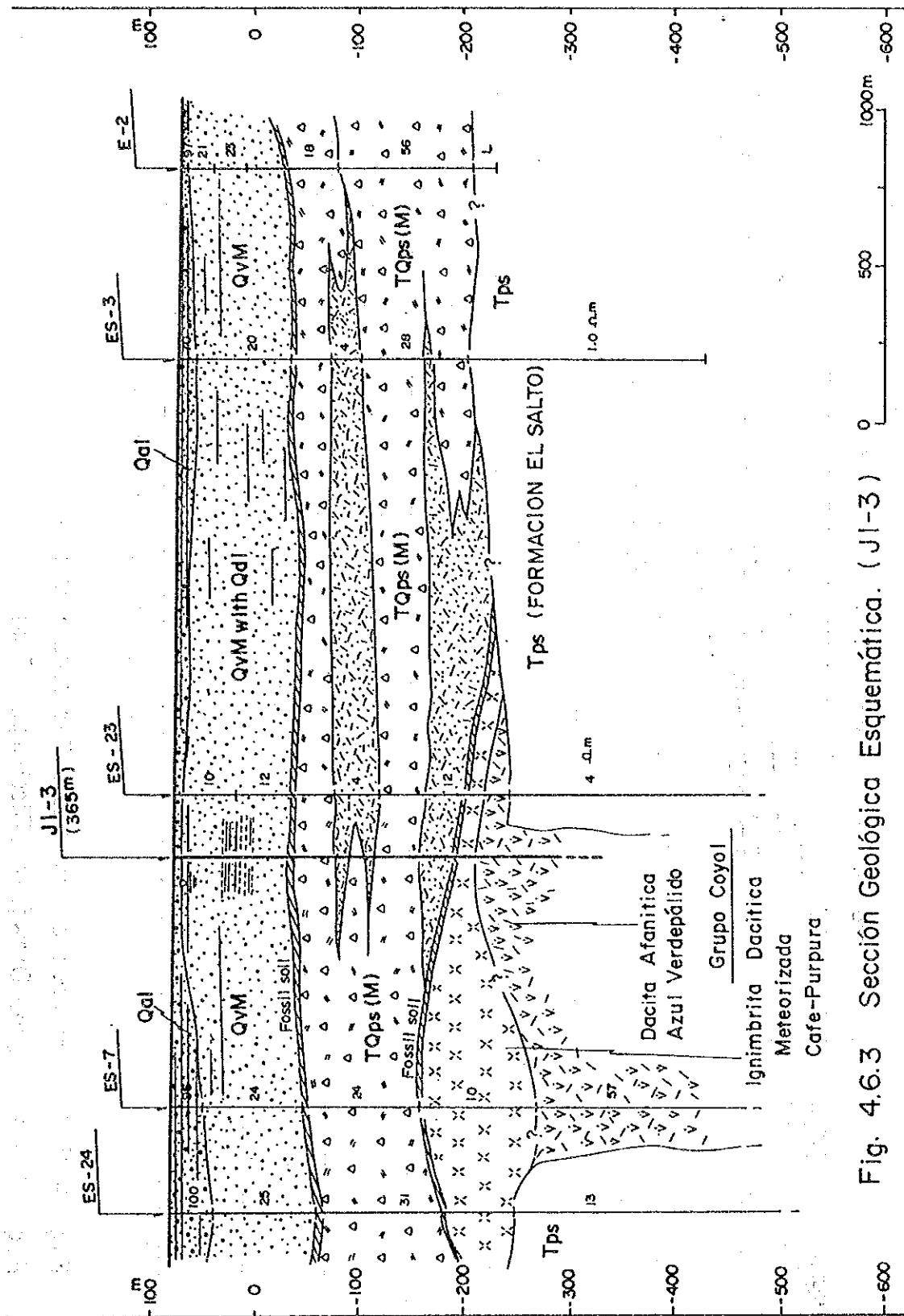


Fig. 4.6.3 Sección Geológica Esquemática. (J1-3)

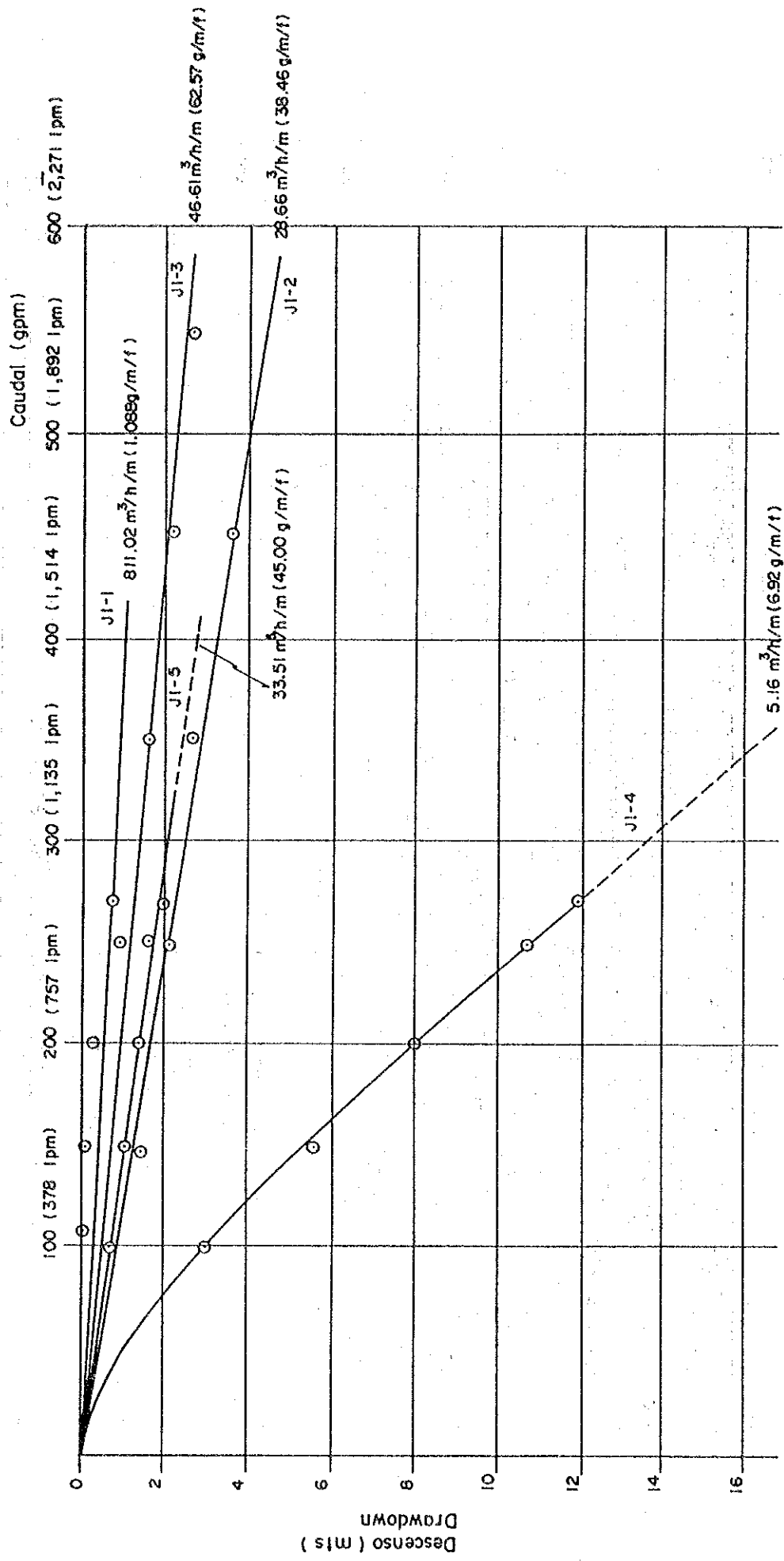


Fig. 4. 6. 4 Pruebas de Bombeo a Descarga Variable

Fig. 4. 6. 4 Step Drawdown (Discharge) Test

4.7 Calidad del agua

4.7.1 Revisión de Estudios Previos

Para evaluar las condiciones de calidad de las aguas del Area de Estudio fueron revisados varios estudios anteriores.

El informe "FUENTES ALTERNAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EL COMPLEJO INDUSTRIAL HERCASA-ELPESA 1988", manifiesta las condiciones del nivel del agua subterránea del área industrial (HERCASA-ELPESA) localizado a 1,5 km al norte de la Laguna de Asososca. En este Estudio análisis físicos, químicos, bacteriológicos e isotópicos, se practicaron a aguas de pozos perforados de esa área. Los resultados de los análisis muestran los problemas en acuíferos poco profundos cerca de la superficie terrestre, los cuales confinados o semiconfinados en zonas profundas no han sido todavía contaminados.

Los resultados se sintetizan a continuación:

- (a) Como característica química general el agua del lago de Managua, las lagunas de Nejapa y Tiscapa tienen característica carbonática y alto pH. Por otro lado, el agua subterránea en el área industrial HERCASA-ELPESA contiene altas concentraciones de Ca y Cl debido a las aguas residuales industriales. En tal plantel industriales el cloro y el sodio son materia prima en proceso industrial.
- (b) El área de la laguna de Acahualinca está considerada como fuente de contaminación de los pozos situados en sus alrededores.
- (c) El agua de la laguna de Asososca generalmente, contiene concentraciones bajas de Zn, B, Cu, Hg, Cd, y Pb que están por debajo de las normas de calidad de agua establecidas para uso potable. En algunos puntos del área industrial hay contenidos de hierro debido a la corrosión.
- (d) De acuerdo al análisis de los resultados del Boro, el acuífero en la zona industrial nunca ha sido afectado por el lago de Managua.
- (e) Algunos pozos del área industrial están contaminados con

pesticidas producidos en el mismo área.

- (f) Los resultados del análisis bacteriológico no muestran problemas para el consumo.
- (g) De acuerdo con los análisis isotópicos de los pozos localizados en el área industrial; no hay intrusión de las aguas del lago de Managua en el acuífero más profundo de esta área.

4.7.2 Componentes Generales del Agua

En el Area de Estudio, el análisis de la calidad del agua se condujo para evaluar el sistema de flujo del agua subterránea y su adaptabilidad para ser usada como agua potable.

El muestreo del agua en todo el área se realizó, principalmente, durante febrero y mayo y se completó en julio y octubre. Por otro lado el muestreo en las pruebas de perforación se realizó a cada 50 m de profundidad de perforación y después de haber terminado la prueba de bombeo. Los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de INAA.

El Cuadro 4.7.1 muestra los resultados de los análisis, y las Fig. 4.7.1(1)-(4) y 4.7.2 muestran el diagrama trilineal y el diagrama patrón.

Los resultados de los análisis de tritio se discuten en la Sección 4.8.

El Cuadro 4.7.2 muestra la norma de calidad del agua potable por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El agua de las lagunas y de los ríos tienen las mismas características, porque son recargadas por agua subterránea. El valor del pH varía casi de 7,2 a 8,2. La conductividad y los sólidos disueltos varían casi de 230 a 800 micro S/cm y de 110 a 700 respectivamente. Sin embargo, estos valores tienen una distribución grande en la parte norte de Sabana Grande, Cofradía y San Rafael. Los valores de las especies iónicas más importantes están bajo los límites aceptables en forma satisfactoria, a excepción de la Laguna de Apoyo.

4.7.3 Diagrama Trilinear y Diagrama Patrón

Los puntos localizados con sus diágramas trilineares muestran las características del agua y éstos tienen relación con la posición del sistema de flujo del agua subterránea. En el caso del Area de Estudio la mayor parte de los puntos están distribuidos con altos contenidos de $(CO^3 + HCO_3)$ a excepción de la Laguna de Apoyo y de la Nejapa, se considera que éstas dos lagunas están influenciadas grandemente por actividad volcánica. Los manantiales de agua caliente en Tipitapa están situados en la misma posición.

Adicionalmente, en las muestras de agua tomadas en elevaciones superiores, por ejemplo, el tiempo de recorrido en el acuífero es todavía pequeño, encontrándose estas en la parte $(Ca + Mg)$ en los sectores del km 16 carretera a León y San Marcos. Por otro lado, el tiempo de recorrido del agua de las partes más bajas, es mayor y éste llega a la parte de $(Na+K)$ debido a que el orden general de intercambiabilidad de los cationes para iones comunes en el agua subterránea es de Na^{2+} , K^+ , Mg^{2+} hasta Ca^{2+} . La mayoría de los puntos localizados en el diágrama trilinear se adaptan, claramente, a esta condición.

El patrón del diágrama de Stiff muestra también las mismas condiciones arriba mencionadas, y la concentración de iones es más alta en las muestras tomadas en Sabana Grande, Cofradía y San Rafael.

Cuadro 4.7.1 Resultados del Análisis de Calidad de Agua (1)

NO. Ubicación TMAA LOCATION	REMBE EN FECHA DE ASPECTO EL PLANO CAPTACION	TEMP. (C)	COLOR TOMB. (UC)	CONDUCT. (ns/cm)	SOLIDO.SOLID.		DUREZA		CI. SOLF.	PHOSF.	NITR.										
					TOTAL.DISSUE. (mg/L)	TOTAL.CALCIO. (mg/L)	MG. HIERRO. (mg/L)	BICAR.CARB. (mg/L)				MG/L	MG/L								
1	55 SARDIS (SEDL)	30.6	2.5	0.5	410	296	8.1	76	132	13	11	0.28	131	16	48	31	1.2	2.1	0		
2	46 La. 11 1/2 C. SUR	28.5	2.5	1	525	263	8.2	212	208	48	22	0.36	215	21	45	28	0.72	8	0		
3	49 VILLA CUBA #2	29.2	2.5	0.3	450	235	8	120	160	19	17	0.085	175	10	48	23	1.3	3	0		
4	VALLE COYUEL	27.6	2.5	0.3	470	235	8.1	140	188	27	17	0.17	210	10	38	27	1.32	3	0		
5	62 HOSP. VELEZ PAIZ	27.6	2.5	1.1	420	210	8	158	196	33	17	0.22	219	10	44	27	1	6	0		
6	63 La. 11 C. MASATA	27.6	2.5	2	410	206	7.9	60	160	16	5	0.58	166	16	42	29	1.38	3	0		
7	28 SABANA GRANDE #2	30.4	2.5	0.3	500	290	8	40	184	8	5	0.085	185	21	46	27	1.03	3	0		
8	10 MERCADO ORIENTAL	29.7	2.5	0.2	490	244	8.1	136	196	24	18	0.03	210	16	56	34	0.8	31	0		
9	ROBERTO TERAN (SAN ISIDRO) PP	27.9	2.5	1.8	350	178	8	129	212	34	9	0.36	239	10	33	27	1.03	4	0		
10	RANCHO CEICO	27.9	2.5	1.5	471	350	8.1	80	243	29	2	0.23	264	10	36	9	0.32	4.2	0		
11	SAN CRISTOBAL	2.5	0.5	1.145	1050	8.3	335	700	57	47	0.17	797	78	54	71	0.63	0.66	0	0		
12	SAN MARTIN P.P.	2.5	0.3	385	230	8	60	238	16	5	0.13	210	10	39	2.25	0.55	2.7	0	0		
13	COFAGUA 2	2.5	0.3	1005	790	8.1	316	520	38	53	0.23	561	10	50	71	0.84	6.4	0	0		
14	13 PAPAYA HERBERA	30	2.5	1	420	304	8	92	148	21	10	0.28	102	42	44	25	0.86	60	0		
15	ASOSOSCA #P-22	2.5	5.8	453	8	136	192	29	15	3.8	215	10	62	83	1.58	1.5	0	0	0		
16	ASOSOSCA #P-10	10	38	1240	8.1	640	800	128	78	0.6	780	104	112	2	1.1	0.66	0	0	0		
17	ASOSOSCA #P-30	12	35	650	8.2	140	204	35	13	0.13	210	21	104	40	1.25	0.66	0	0	0		
18	ASOSOSCA #P-28	2.5	1.5	395	8.1	134	176	34	12	0.68	185	16	44	27	1.48	8	0	0	0		
19	AVICOLA LA BARBANCA	3	0.3	395	198	8.2	82	196	19	9.7	0.13	210	15.6	24	1	0.63	3	0	0		
20	SAN MARCOS (2 TMAA)	31.3	3	0.4	289	145	8.1	84	152	29	3	0.08	155	10	16	1	0.32	0.04	0	0	
21	AVICOLA SAN FRANCISCO	28.9	2.5	0.3	372	186	8.1	124	164	35	9	0.32	190	10	24	6	0.72	11	0	0	
22	HA. EL CAMON	3	0.3	557	8.3	208	200	46	22	0.13	215	15	48	30	0.38	4	0	0	0		
23	MASATEPE (TMAA)	2.5	0.5	400	8.1	128	188	32	11	0.17	209	16	20	2	0.46	6	0	0	0		
24	IPAGAN P.P.	2.5	0.4	829	7.3	204	240	54.4	17	0.01	222	0	90	39	0.8	39	0	0	0		
25	LOS ALTOS DE MASATA (EDA. STA. ANA PP)	2.5	0.5	446	7.6	96	224	22.4	9.7	0.01	173	0	30	1	0.07	0.04	0	0	0		
26	LOS GUILLEN (PADRE FABRISTO)	2.5	0.3	388	7.5	160	156	36.8	16.5	0.03	190	0	36	16	1.27	1	0	0	0		
27	61 La. 11 1/2 c. LEON	2.5	0.4	501	7.2	172	200	44.8	15	0.33	244	0	54	30	0.31	8	0	0	0		
28	TICUANTEPE	3.5	0.3	369	184	8	108	136	16	15.5	0.13	156	5	36	2	1.52	2	0	0		
29	ERENSA.CAMINO SAN ANDRES DE LA PALANCA	2.5	0.13	521	370	8	104	192	40	1	0.02	234	0	40	42	0.57	10.56	0.0132	0	0	
30	ESC. COMARCA TRINIDAD CENTRAL	2.5	0.15	471	340	7.8	100	216	38	0.97	0.01	233	0	36	22	0.46	11.8	0.0231	0	0	
31	SAN ANDRES RDA. EL DELIRIO	2.5	0.6	483	400	7.6	128	236	43	5	0.02	234.2	0	44	36	0.55	7.48	0.0132	0	0	
32	CAMPO C.F.A. POZO #6	27.9	2.5	0.5	490	460	8.4	65.6	192	13	8	0.02	234.2	0	44	36	0.55	7.48	0.0132	0	0
33	TIENA MANANTIAL STA. ELENA	30.2	2.5	0.7	1082	1000	8	282.4	360	45.9	35.8	0.01	683	0	58	0.65	0.57	3	0.03	0	0
34	FINCA SAN MARTIN, TIPITAPA	31.1	2.5	0.7	412	385	8.3	106.6	220	14.8	16.9	0.01	220	26	28	1	0.46	4	0.02	0	0
35	SAN CRISTOBAL, POZO EXCAVADO	27	2.5	2.5	1337	1380	7.3	396	700	80	8	0.13	854	0	102	117	0.04	13	0.03	0	0
36	TERMALES DE TIPITAPA	>75	2.5	0.5	1585	1430	8	73.8	128	26.2	2.4	0.36	156.2	0	430	75	0.53	0.9	0.013	0	0
37	SAN RAFAEL, TIPITAPA, POZO EXCAVADO	26.7	2.5	0.5	550	480	7.2	200	252	56	15	0.28	307	0	26	16	0.27	6	0.025	0	0
38	TIPITAPA, POZO EXCAVADO	30.7	7.5	1.5	895	660	7.8	268	220	80	16	0.17	268	0	102	57	0.04	45	0.02	0	0
39	POZO FABRICA METASA	30	2.5	0.8	589	450	8.1	112	154	24	13	0.43	200	0	82	29	0.34	10	0	0	0
40	ENTRADA A ZAMBRANO, POZO EXCAVADO	29.9	2.5	1	481	420	7.6	100	220	21	12	0.32	268	0	24	3.25	0.07	12	0.014	0	0

Cuadro 4.7.1 Resultados del Análisis de Calidad de Agua (2)

No. No. IMAA	LOCATION Ubicación	NÚMERO EN FECHA DE ASPECTO EL PLANO CAPTACIÓN	TEMP. (C)	COLOR (UC)	TURB. (UBT)	CONDUCT. (ns/cm)	SOLID. SÓLIDO. TOTAL. DISUE. (mg/L)	DUREZA (mg/L)	DUREZA												
									TOTAL ALCAL. CALCIO (mg/L)	Mg (mg/L)	HIERRO BICAR. CARB. (mg/L)	CL SULF. FOSFOR. NITRA. NITRIL. (mg/L)	NIPLA. NITRIL. (mg/L)	NIPLA. NITRIL. (mg/L)	NIPLA. NITRIL. (mg/L)	NIPLA. NITRIL. (mg/L)	NIPLA. NITRIL. (mg/L)	NIPLA. NITRIL. (mg/L)	NIPLA. NITRIL. (mg/L)		
41	HILARIO SANCHEZ, POZO PROFUNDO	43	7/7/92	CLARO	28.4	2.5	0.5	498	7.7	116	240	22	15	0.985	293	0	28	3.25	0.11	11	0
42	EL PAPAYAL, SABANA GRANDE, POZO EXCAVADO	38	7/7/92	MATERIA EN	30.6	1.3	35	471	7.7	56	228	10	8	0.36	278	0	30	6	0.37	6	0
43	71 VALLE GONZALEZ #3, IMAA	39	7/7/92	CLARO	30.6	2.5	1	489	7.8	80	186	18	9	0.13	244	0	35	25	0.33	4	0
44	COPIABIA, POZO EXCAVADO	51	7/7/92	CLARO	30.2	2.5	2.5	594	7.7	152	328	28	21	0.02	400	0	28	19	0.01	11	0.094
45	POBLADO SABANA GRANDE, IMAA	54	8/7/92	CLARO	26.1	2.5	0.5	575	7.8	100	248	26	9	0.01	303	0	40	31	0.01	6	0
46	LAGUNA DE APOTO	8	02/03/92				4880	3037	8.2	300	204	67	32	0.03	209	26	1466	225	1.2	0.66	0
47	LAGUNA MASAYA	7	02/03/92				430		8.2	132	295	22	18	0.13	331	16	22	2.25	0.46	0.66	0
48	LAGO DE MANAGUA	2	27/02/92		26.2		1510	746	7.8	144	740	19.2	23	0.48	658.8	130	270	12	1.11	0.94	0
49	LAGUNA NEJARA	6	27/02/92		26.4		1068	534	8	192	204	40	22	0.76	209.8	21	310	1	1.62	0.66	0
50	LAGO DE MANAGUA	3	27/02/92		26.5		2130	1093	8.6	168	760	19.2	29	0.13	634.4	156	360	42	1.24	0.66	0
51	LAGO DE MANAGUA	1	27/02/92		26.4		2080	1038	8.4	124	740	14.4	21	0.23	512.4	208	400	44	1.19	0.94	0
52	LAGUNA ASOSGOSA	4	27/02/92		26.2		439	244	8.1	156	176	24	23	0.23	195.2	10	58	31	0.4	0.66	0
53	LAGUNA YISCAPA	5	27/02/92		26.1		235	113	7.9	80	136	25.6	3.8	0.23	146	10	18	3	0.3	1.3	0
54	RIO MOCJANA	9	27/02/92		26.1		761	390	8.3	184	520	28.8	21	0.23	488	5	160	33	1.58	0.66	0
55	RIO EL ZAROTAL	11	27/02/92		26.1		870	435	8.3	184	520	35.2	23	0.02	636.8	48	40	42	0.65	1.5	0
56	STA MARGARITA (TIPITAPA)	36	13/10/92		27.8		460	477	8.1	32	238	8	3	0.23	290	0	32	16.25	0.32	3.1	0
57	CHIGUA (TIPITAPA)	53	13/10/92		30.4		1050	1134	7.5	264	544	40	40	2.26	785	0	24	32.5	0.12	1.5	2.5
58	HUAICA (NINDREI)	34	13/10/92		29.5		564	594	7.9	69	343	19	8	0.32	418	0	14	0	0.24	3.1	0
59	STA TERESA (TIPITAPA)	55	13/10/92		26.9		460	426	8	48	231	10	6	0.28	248	18	30	5	0.42	1.5	0
60	COMUNIDAD "GRANJA PORCINA"	52	13/10/92		29.8		1410	1669	7.2	424	973	64	64	0.23	1187	0	32	32.5	0.11	1.5	0

Cuadro 4.7.2 Normas de Calidad de Agua

O. M. S.

NORMAS INTERNACIONALES APLICABLES AL AGUA DE BEBIDA

Substancias tóxicas

<i>Substancias</i>	<i>Concentración llmite (mg/l)</i>
Plomo	0,10
Arsénico	0,05
Selenio	0,01
Cromo (en Cr hexavalente)	0,05
Cianuros	0,05
Cadmio	0,01
Bario	1,0
Nitratos (en NO ₃)	45

Substancias y propiedades químicas que influyen en la potabilidad del agua

<i>Substancias</i>	<i>Concentración máxima aceptable</i>	<i>Concentración máxima admisible</i>
Materias sólidas totales ...	500 mg/l	1 500 mg/l
Color	5 unidades *	50 unidades
Turbidez	5 unidades **	25 unidades
Gusto	Límite subjetivo de aceptación	—
Olor	Límite subjetivo de aceptación	—
Hierro (Fe)	0,3 mg/l	1,0 mg/l
Manganeso (Mn)	0,1 mg/l	0,5 mg/l
Cobre (Cu)	1,0 mg/l	1,5 mg/l
Cinc (Zn)	5,0 mg/l	15 mg/l
Calcio (Ca)	75 mg/l	200 mg/l
Magnesio (Mg)	50 mg/l	150 mg/l
Sulfatos (SO ₄)	200 mg/l	400 mg/l
Cloruros (Cl)	200 mg/l	600 mg/l
pH	7,0 < pH < 8,5	6,5 < pH < 9,2
Sulfato magnésico + sulfato sódico	500 mg/l	1 000 mg/l
Compuestos fenólicos (en fenol)	0,001 mg/l	0,002 mg/l
Extracto clorofórmico sobre carbón (ECC: contaminantes orgánicos)	0,2 mg/l	0,5 mg/l
Alquilbencensulfonatos (ABS: agentes tensioactivos)	0,5 mg/l	1,0 mg/l

(*) Escala colorimétrica al platino-cobalto.

(**) Unidades turbidimétricas.

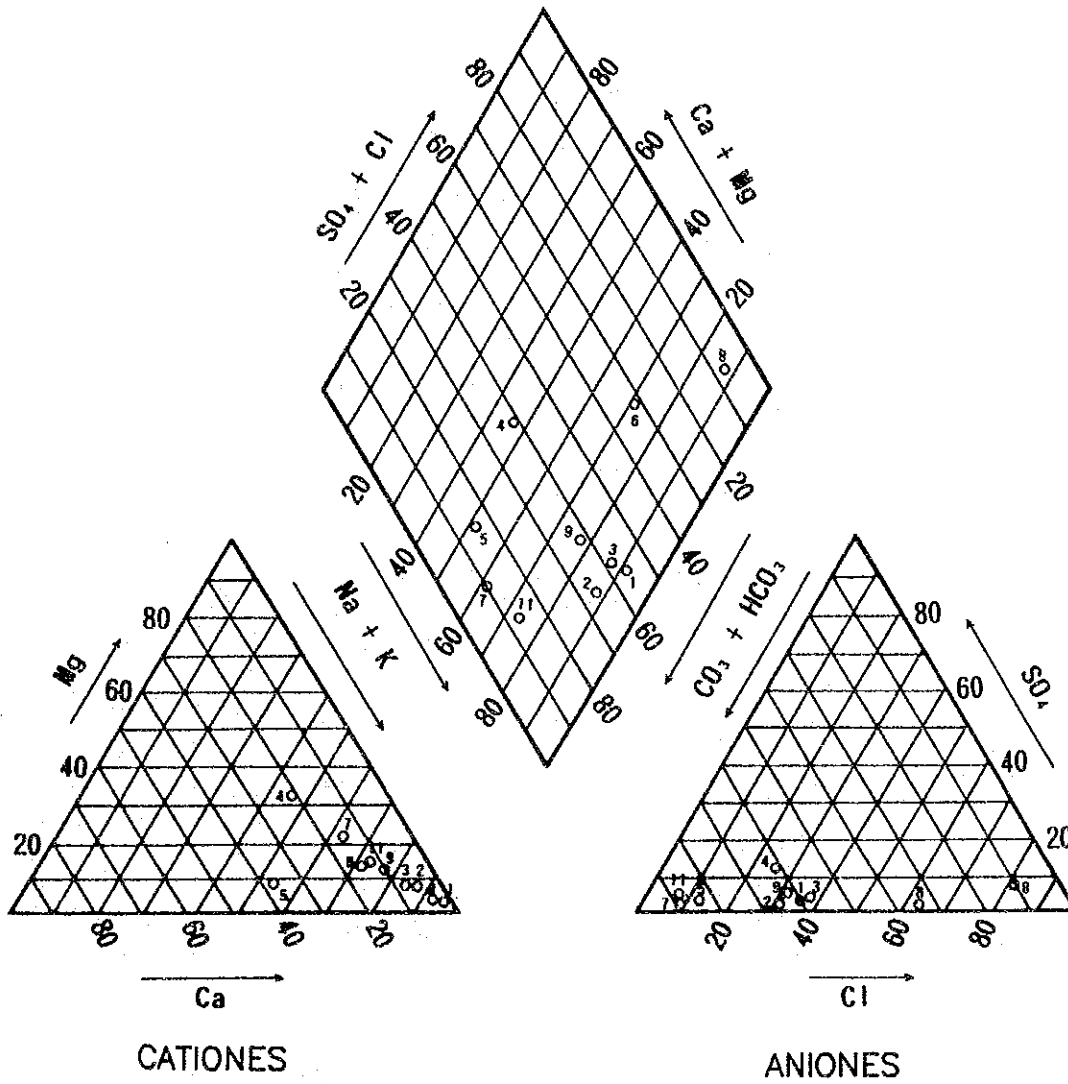


Fig. 4.7.1 Disgrama Tri-lineal(Río, Manantiales, Lagunas)

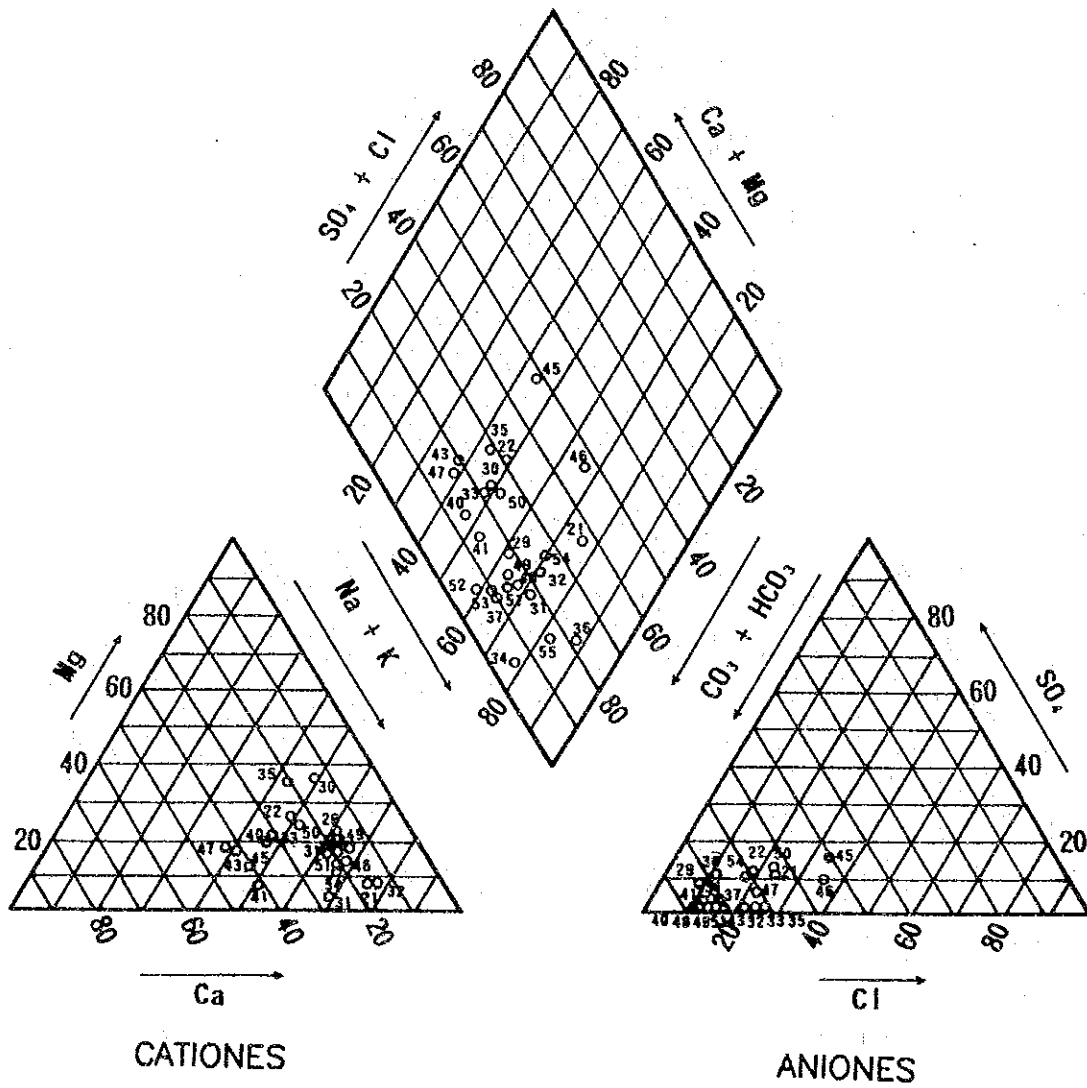


Fig. 4.7.1 Disgrama Tri-lineal (Sub-área Oriental)

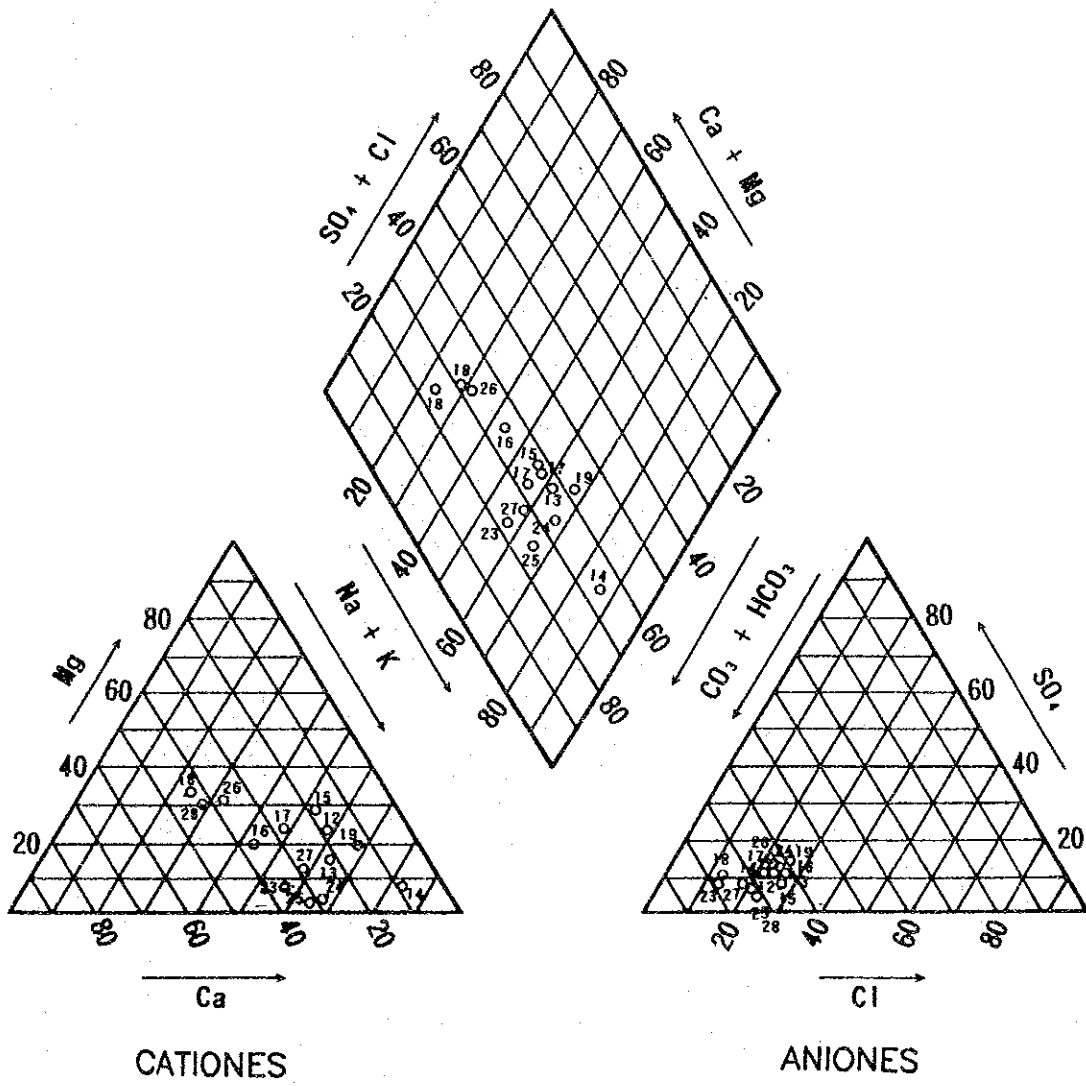


Fig. 4.7.1 Diagrama Tri-lineal
(Sub-área Occidental & Central)

TEPOZO	No. on Graph	Profundidad (')
JICA-1(1)	1	354-518
JICA-1(2)	2	
JICA-2	3	
JICA-3(1)	4	376-540
JICA-3(2)	5	540-704
JICA-3(3)	6	704-868
JICA-3(4)	7	1000
JICA-4(1)	8	215-420
JICA-4(2)	9	584
JICA-4(3)	10	Pumping Test
JICA-5(1)	11	326-490
JICA-5(2)	12	654

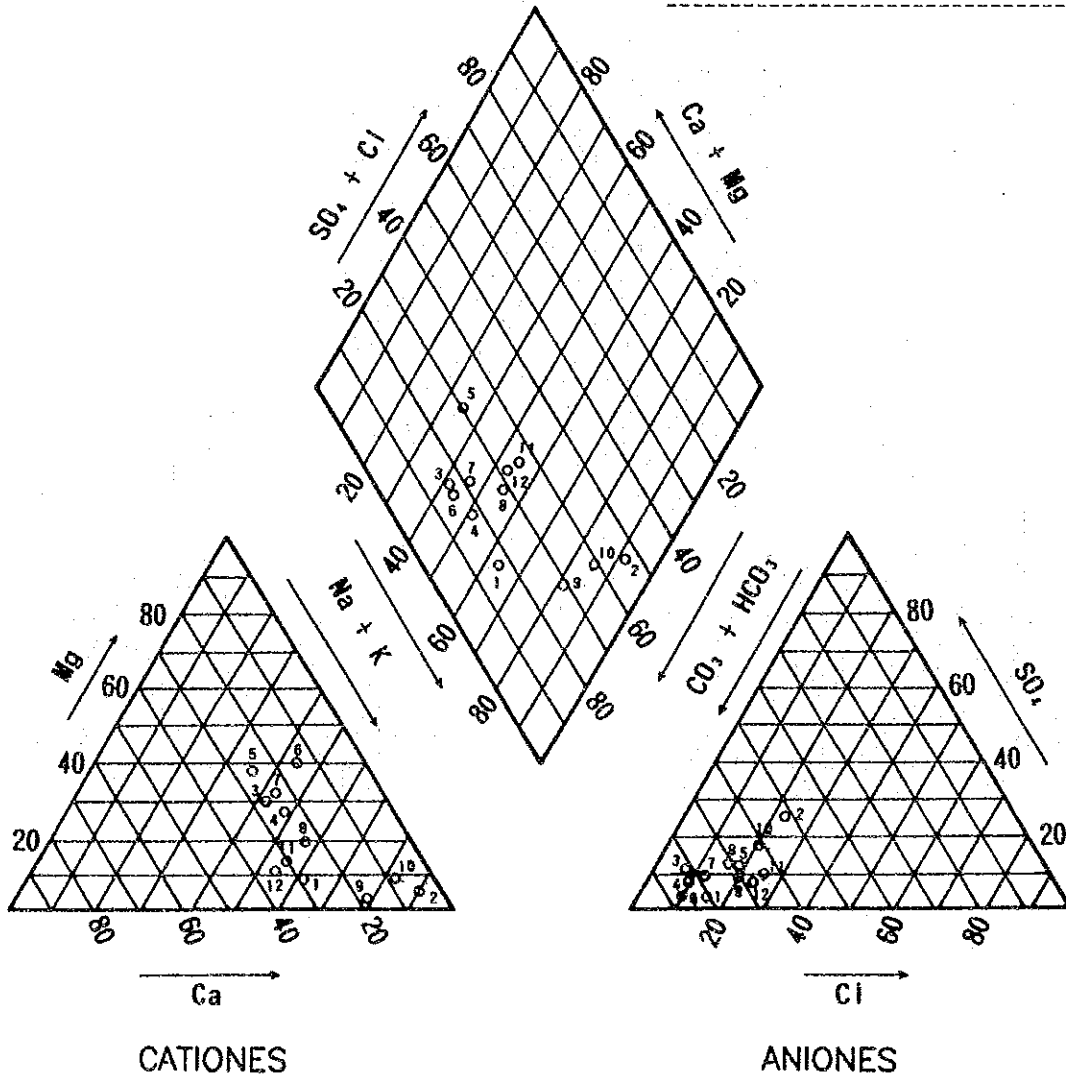
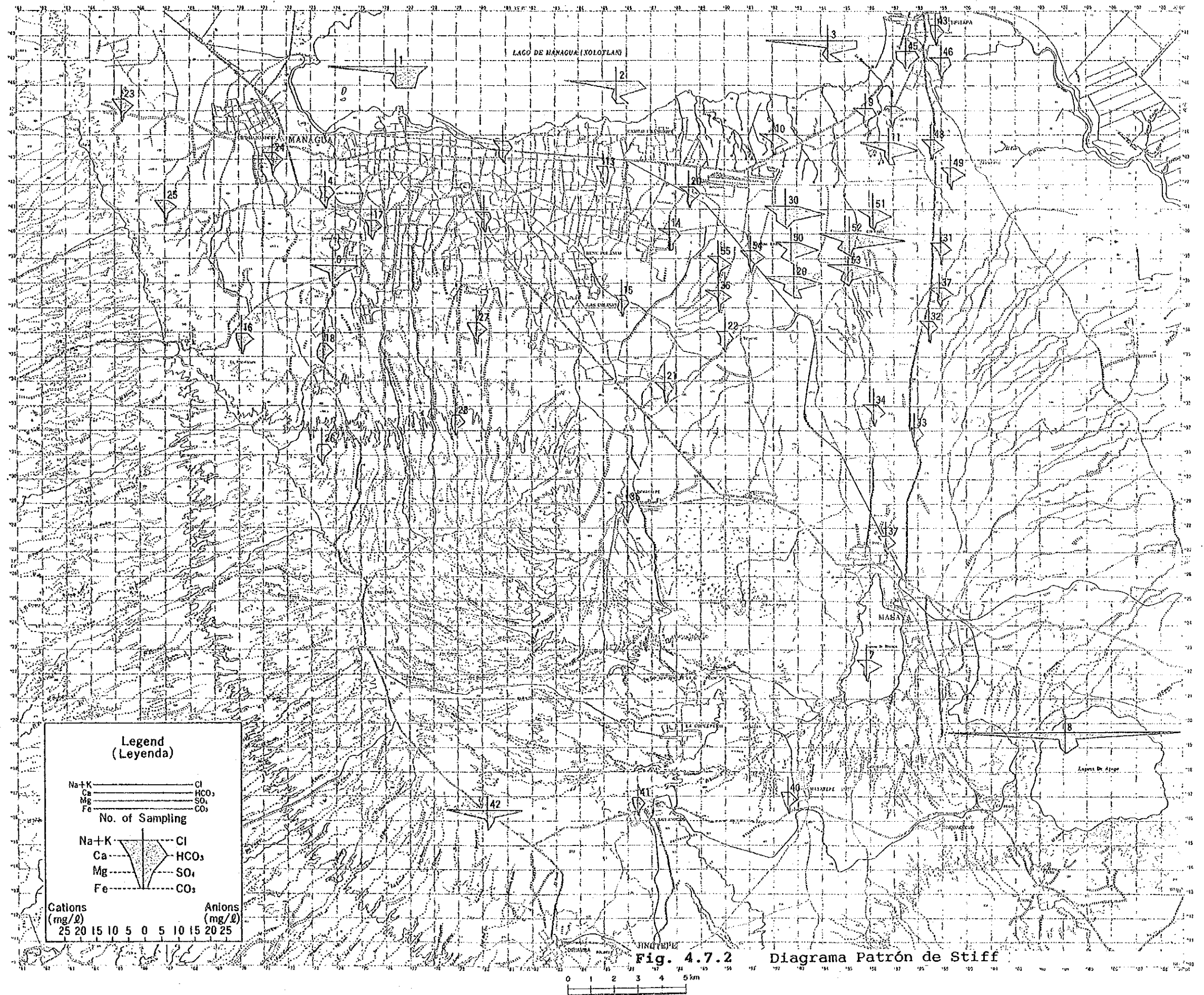


Fig. 4.7.1 Disgrama Tri-lineal (Perforaciones)

Stiff Pattern Diagram (Diagrama Patrón de Stiff)



Prueba de Bombeo

J-4 (PIT)

Nivel del Terreno

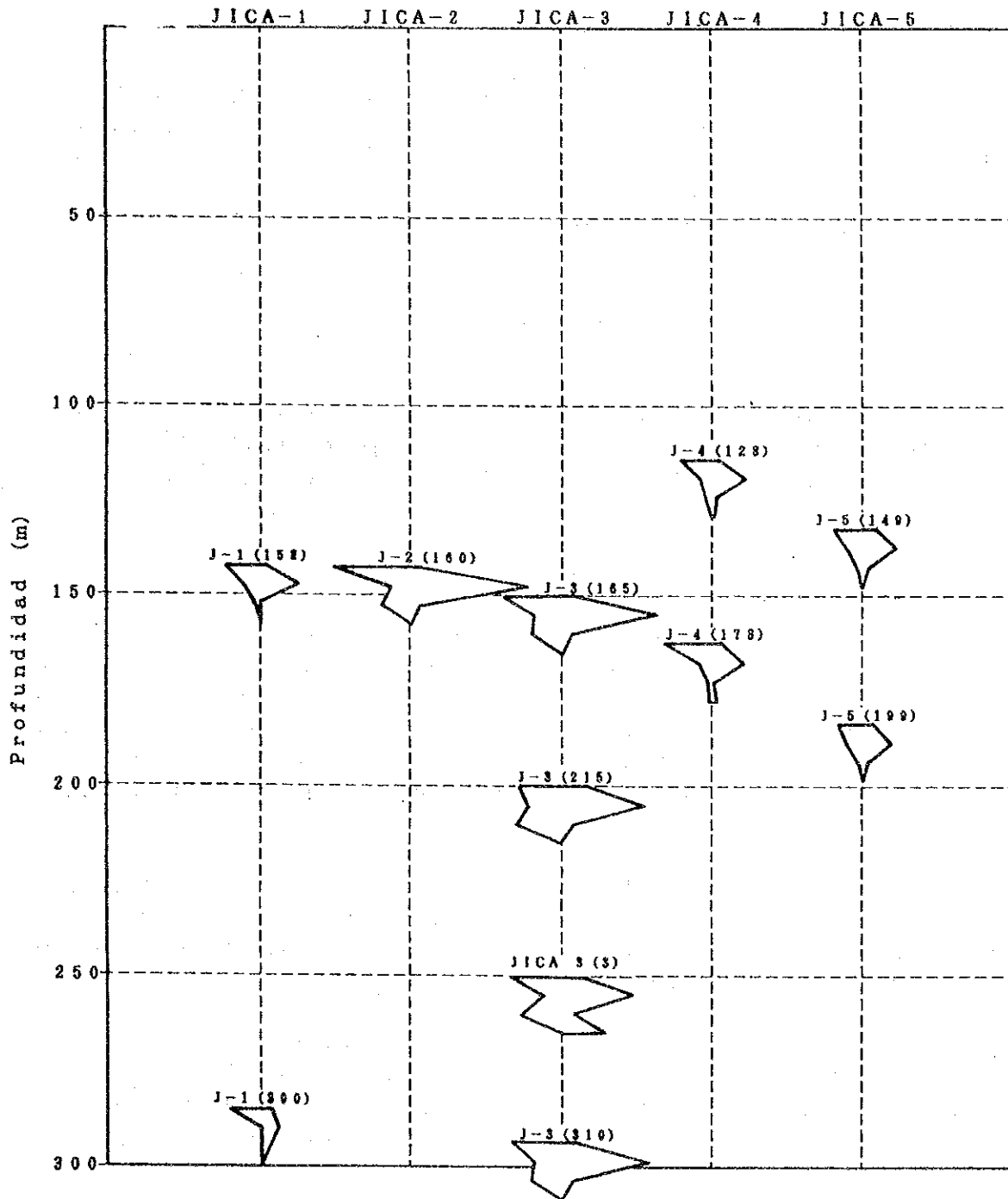


Fig. 4.7.3 Diagrama Patrón de Stiff de las Muestras de las Perforaciones Exploratorias

4.8 Características Hidrogeológicas del Area de Estudio

4.8.1 Aspectos hidrogeológicos

Las formaciones acuíferas principales en el área de Estudio son tres: los depósitos Aluviales con materiales piroclásticos Cuaternarios, el Grupo Volcánico Masaya y el Grupo Las Sierras Medio. Por otro lado, la Formación El Salto y las otras formaciones Terciarias se clasifican como capas hidrogeológicas impermeables (acuitardo ó acuiclusa).

(1) Depósitos aluviales con materiales piroclásticos Cuaternarios

Los depósitos aluviales están principalmente distribuidos en el Valle de los Brasiles entre la escarpa de Falla de Mateare y la cadena volcánica de Apoyeque, Asososca, Nejapa, Ticomo y en los alrededores del área costera de Las Mercedes.

1) El Valle de Los Brasiles

El valle está principalmente relleno de depósitos coluviales y de pie de monte proveniente de la escarpa de Falla de Mateare, de depósitos lacustres compuestos de arena, limo, y arcilla, y de materiales piroclásticos Cuaternarios tales como: pómez y escoria. Estos depósitos muestran, relativamente, una alta capacidad de rendimiento como se muestra en el Cuadro 4.8.1 (1).

El acuífero principal en estos depósitos aluviales se estima que se encuentra en las capas de arena gruesa, pómez y escoria. Por ejemplo, los pozos existentes en la parte nor-occidental del valle con una profundidad de aproximadamente 120 a 150 metros producen de 2.000 a 6.000 m³/día, respectivamente con un abatimiento de casi 5 metros. Sin embargo, los depósitos aluviales, de la parte sur media del valle no están debajo de la zona saturada. Por lo tanto, el área con depósitos aluviales con agua subterránea está limitada a la mitad norte del valle.

2) El área costera de Las Mercedes

El área costera del Lago de Managua alrededor de Las Mercedes descansa bajo los depósitos aluviales y los materiales

piroclásticos Cuaternarios. De acuerdo a los resultados de la prospección eléctrica y la revisión de los registros de pozos existentes, se estima que los depósitos aluviales, en esta área, están principalmente compuestos de arena fina, materiales limosos y arcillosos, con capas lenticulares delgadas de arena gruesa y grava. Se estima también que los materiales piroclásticos Cuaternarios están compuestos de arena volcánica y depósitos de flujo de escombros volcánicos del Grupo Volcánico Masaya.

Por las características litológicas arriba mencionadas, se estima que los depósitos aluviales y los materiales piroclásticos Cuaternarios del área muestran relativamente una baja capacidad de rendimiento, como se muestra en el Cuadro 4.8.10(1) y controlan los manantiales de agua subterránea del Grupo Volcánico Masaya, como se muestra en el mapa de curvas de iso-capacidad específica (Fig. 4.8.3) y en el mapa hidrogeológico (Fig. 4.1.7).

(2) Grupo Volcánico Masaya

Los acuíferos principales del Grupo Volcánico Masaya están en flujos de lava basálticos-andesíticos porosos y auto-brechados, depósitos de flujos piroclásticos y depósitos de piroclásticos caídos permeables que constan, principalmente, de escoria de grano grueso con fragmentos de rocas. Estos depósitos volcánicos acuíferos yacen, principalmente, en un valle antiguo que se estima se formó en el Pleistoceno Medio, a lo largo de Ticuantepe, Veracruz, Sabana Grande y Las Mercedes. En general, éstos depósitos poseen una alta capacidad de rendimiento, como se muestra en la Fig. 4.8.3. En este Estudio se perforaron dos pozos exploratorios en el área de Veracruz (J-2) y otro en la parte este de Sabana Grande (J-3), con el fin de investigar las condiciones hidrogeológicas del Grupo Volcánico Masaya situado en un valle sepultado.

Los resultados de las perforaciones exploratorias fueron las siguientes:

	<u>J-2</u>	<u>J-3</u>
Longitud de rejilla en QvM(m)	34,47	60,96
Longitud de rejilla en TQps(M)(m)	51,21	40,29
Descarga (Q= m ³ /día)	2.469,12	2.988,08
Nivel estático del agua (G1-m)	43,47	14,52
Abatimiento (s=m)	3,59	2,68
Capacidad específica (Sc = m ³ /día/m)	687,77	1.118,64

Los principales campos de pozos existentes en el Grupo Volcánico Masaya son Carlos Fonseca, Sabana Grande y Veracruz. Las formaciones acuíferas de esos campos de pozos no solamente comprenden del Grupo Volcánico Masaya sino que también, el Grupo Las Sierras Medio. Aunque muchos de los pozos de los campos de pozos referidos atravesaron tanto el Grupo Volcánico Masaya como el Grupo Las Sierras Medio, es evidente que el más importante es el Grupo Volcánico Masaya. Los campos de pozos en mención producen la siguiente cantidad de agua:

Carlos Fonseca (16 pozos)	73.808 m ³ /día	(4.613 m ³ /día/pozo)
Sabana Grande (5 pozos)	14.913 m ³ /día	(2.982 m ³ /día/pozo)
Veracruz (7 pozos)	13.205 m ³ /día	(1.886 m ³ /día/pozo)
Total (28 pozos)	101.926 m ³ /día	(3.641 m ³ /día/pozo)

Como ya se ha mencionado, existen muchos manantiales en el Grupo Volcánico Masaya, situados casi a lo largo de una zona de frontera hidrogeológica entre el Grupo Volcánico Masaya y los depósitos aluviales (Fig. 4.1.7). Se estima que los manantiales están controlados por las diferencias de las características litológicas entre el Grupo Volcánico Masaya (altamente permeable) y por los depósitos Aluviales (de relativa baja permeabilidad, ver Fig. 4.8.3). La cantidad de descarga total de esos manantiales es aproximadamente de 1,3 m³/seg (Febrero de 1992).

Desde el punto de vista hidrogeológico arriba mencionado, el Grupo Volcánico Masaya será la fuente más importante para el futuro desarrollo del agua subterránea en el Area de Estudio.

(3) El Grupo Las Sierras Medio

El Grupo Las Sierras (TQps) dentro del Area de Estudio está compuesto por el Grupo Las Sierras Medios [TQps(M)] y el Grupo Las Sierras Superior [TQps(s)]. Solamente el TQps(M) que se encuentra parcialmente debajo de la zona saturada y yace en el subsuelo de todas las sub-áreas geohidrológicas del Area de Estudio, es objeto de preocupación. El TQps(M) produce grandes cantidades de agua subterránea provenientes de las capas porosas permeables tales como: flujos de piroclásticos, depósitos de piroclásticos caídos de escoria con fragmentos de rocas, zonas meteorizadas con suelos fósiles y zonas de fracturas presentes

en los aglomerados basáltico-andesíticos compactos, toba brechosa y toba.

Los pozos existentes de INAA y que se concentran en el sub-área geohidrológica central de Managua y que aprovechan acuíferos presentes en el Grupo de las Sierras Medio TQps(M) producen las siguientes grandes cantidades de agua subterránea.

Pozos (53)	179.788 m ³ /día (3.392 m ³ /día/pozo)
Laguna de Asososca	39.743 m ³ /día
Total	219.531 m ³ /día

Las características hidráulicas, de un acuífero del TQps(M), que se obtuvieron de los resultados de las perforaciones exploratorias hechas en este estudio, se resumen en el Cuadro 4.8.2.

Existe en las riberas del río de Tipitapa un manantial de aguas termales que fluye de un afloramiento del TQps(M). Además, se sabe que algunos de los pozos perforados cerca de Tipitapa y los Robles, situados en la parte noreste del Area de Estudio, interceptaron un acuífero con aguas termales del TQps(M). Como se muestra en el mapa hidrogeológico (Fig. 4.1.7), se estima que esos acuíferos con aguas termales se encuentran controlados por una zona de falla del sistema NNE-SSO. Los componentes químicos de los manantiales termales de Tipitapa son los siguientes:

Temperatura	: 97°C	SO ₄	: 10 mg/l
PH	:	HCO ₃	: 146 mg/l
Na	: 233 mg/l	Mg	: 1,2 mg/l
K	: 15 mg/l	SiO ₂	: 150 mg/l
Ca	: 24 mg/l	CO ₃	: 6 mg/l
Cl	: 316 mg/l	STD	: 1002 mg/l

Uno de los propósitos de la perforación exploratoria (J-3) que se llevó hasta 400 metros, fue el de investigar las condiciones geotérmicas del área en conexión con los manantiales termales antes mencionados. Los resultados se describen en el

subcapítulo anterior "Perforaciones Exploratorias".

4.8.2 Características geofísicas de hidrogeología

En este estudio se realizaron 83 sondeos eléctricos verticales (SEV). En los sondeos eléctricos se empleó el método Gish-Rooney con las configuraciones de electrodos de Wenner y Schlumberger y un medidor de resistividad marca McOHM. En el Informe de Apoyo aparece un bosquejo de este método de prospección, y a continuación se presenta un resumen del trabajo de campo.

Configuración de electrodo de Wenner

	Profundidad prospectada (G1-m)	No. de Sondeos
Fase I	100 - 200	44
Fase II	- 215	6
Total	(10.005 m)	50

Configuración de electrodo Schlumberger

	Profundidad prospectada	No. de Sondeos
Fase I	400 - 500	8
Fase II	500 - 750	25
Total	(20.250 m)	33

Los puntos de sondeo se seleccionaron en base a las condiciones hidrogeológicas resultantes del reconocimiento geológico e hidrogeológico, con la interpretación de fotos aéreas, y la revisión y el análisis de los datos hidrogeológicos existentes. Los objetivos principales de la prospección eléctrica fueron:

- Investigar las condiciones hidrogeológicas de un valle