

**VERSION PRELIMINAR  
SUJETA A CORRECCION**

INFORMACION Y ESTUDIOS BASICOS COMPLEMENTARIOS

Area: VALLE DEL RIO SANTA MARIA

(Provincia de Tucumán)

29244

1167

PROYECTO NOA HIDRICO

Segunda Fase

X. 12  
11. 1112

Realizado por:

WILFREDO BERNAL  
Ing. Agr.

Calidad química del agua

RODOLFO DE FELIPPI  
Lic. en Geología

Con el asesoramiento de

ZEEV SHIFTAN

Asesor principal N.N.U.U.

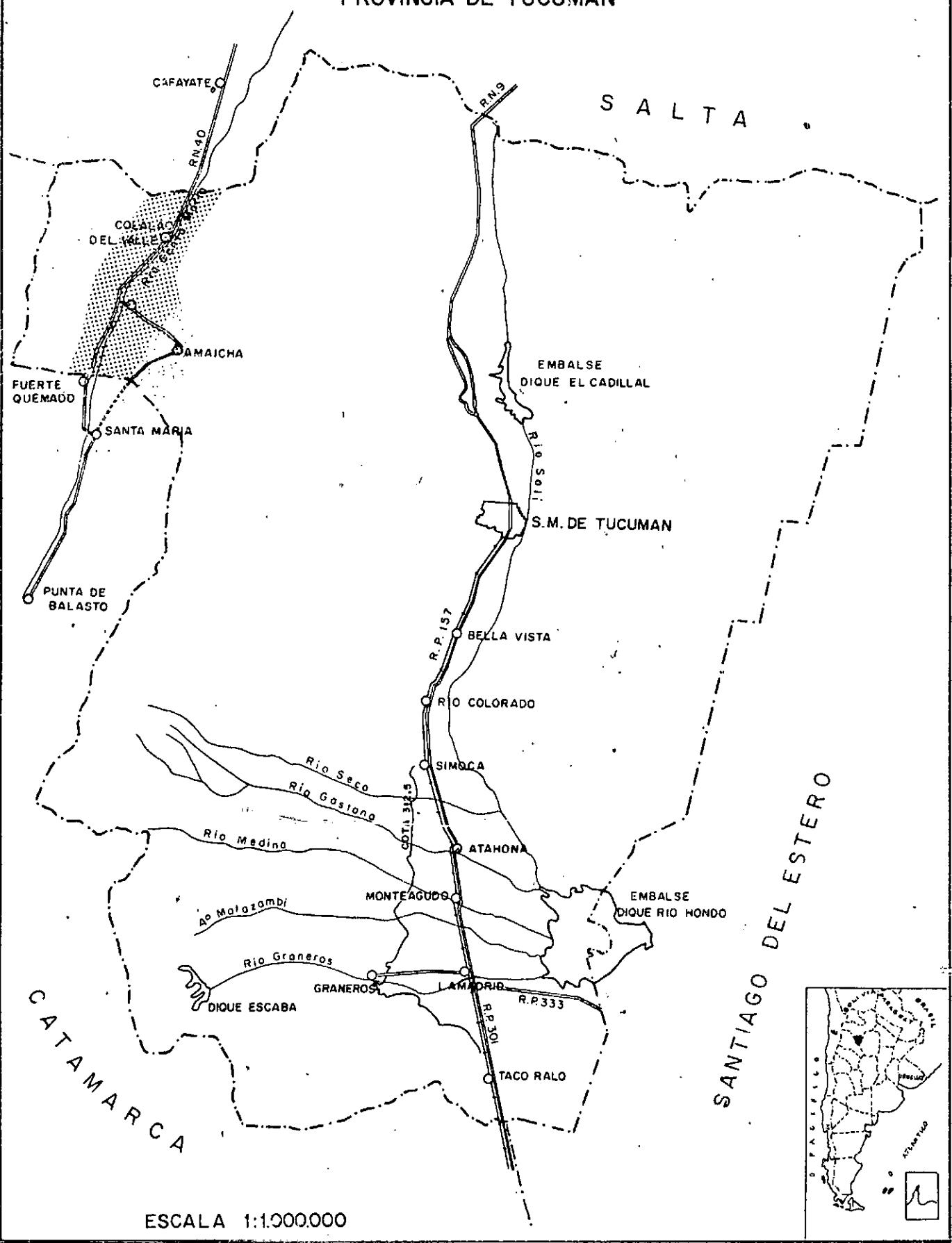
AÑO: 1980

## INDICE

	pág.
Introducción	1
1. Clima del Valle del Río Santa María	2
1.1 Elementos del clima	2
• Temperatura	2
• Precipitación	2
• Evapotranspiración potencial	3
• Régimen de heladas	3
• Régimen de Vientos	3
1.2 Caracterización climática	4
1.3 Distrito agroclimático	4
2. Necesidad bruta de riego-Promedio ponderado	6
3. Calidad del agua en el Valle del Río Santa María	8
3.1 Introducción	8
3.2 Aguas superficiales	8
3.2.1 Río Santa María	8
3.2.2. Afluentes del Río Santa María	10
3.3 Pozos Profundos	17
3.3.1 Datos disponibles	17
3.3.2 Residuo seco	17
3.3.3 Composición iónica	19
3.4 Pozos cavados (someros) y freatímetros	24
3.4.1 Datos disponibles	24
3.4.2 Residuo seco	24
4. Conclusiones	46

## INDICE DE TABLAS, GRAFICOS Y MAPAS

MAPA DE UBICACION  
AREA VALLE DEL RIO SANTA MARIA  
PROVINCIA DE TUCUMAN



## Información y estudios básicos complementarios

### Introducción

En el presente informe se incluyen temas que sirven de complemento a la información y a los estudios básicos ya realizados.

#### 1 Clima del Valle del Río Santa María

Con la información meteorológica recopilada se analizaron los elementos climáticos del área, y se realizaron una clasificación climática y agroclimática.

#### 2 Necesidad bruta de riego-promedio ponderado

En base a las determinaciones realizadas en el trabajo "Contribución al conocimiento de las necesidades de agua de los cultivos de los Valles del Río Santa María y Calchaquí" (Villanueva - 1970), se calcularon los requerimientos brutos ponderados de acuerdo a una relación de cultivos establecida .

#### 3 Calidad Química del agua en el Valle de Santa María

Se han realizado más de cien (100) análisis de muestras extraídas en distintos meses del año, los mismos corresponden a aguas superficiales, a pozos someros y a perforaciones profundas. La investigación estuvo dirigida a determinar la composición iónica y la aptitud para riego.

## 1. Clima del Valle del Río Santa María

### 1.1 Elementos del Clima

La información analizada del área corresponde a registros realizados en Colalao del Valle, Amaicha y Santa María pertenecientes al SMN y fueron facilitados por la Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres" de la ciudad de San Miguel de Tucumán.

A pesar de que no todas las estaciones pertenecen a la propia área de estudio, los valores de las mismas son válidas para realizar análisis debido a la proximidad que se encuentran.

A continuación se transcriben valores climáticos de las localidades mencionadas.

#### • Temperatura. (°C)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Amaicha (1941-50)	22	21	19	16	12	9	9	11	14	18	20	22	16
Santa María (1897-1945)	21,2	20,9	19,4	16,2	11,7	8,9	9,0	11,2	14,6	17,5	19,6	20,9	15,9

Las temperaturas medias mensuales, en el área estudiada, son similares en el sentido del eje del río; disminuyendo hacia las laderas oriental y occidental a medida que aumenta la altitud.

#### • Precipitación (mm)

##### Colalao del Valle

(1921-50)	40	30	20	3	0	0	0	0	0	5	25	20	138
-----------	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	----	----	-----

##### Amaicha

(1921-50)	50	38	14	2	1	1	0	•	1	7	24	34	172
-----------	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	----	----	-----

##### Santa María

(1897/1945)	47	35	19	0	0	0	0	1	1	6	14	34	157
-------------	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	----	----	-----

Las precipitaciones anuales en el Valle del Río Santa María son escasas y varían a lo largo del año desde valores mínimos en el invierno hasta los registros máximos en el verano, concentrándose en el período Noviembre-Marzo el 94% de las lluvias de todo el año.

La diferencia en valores anuales de precipitación entre las localidades es muy pequeña (34 mm en caso extremo).

La precipitación mensual caída en el área en ningún mes satisface a la Evapotranspiración potencial.

• Evapotranspiración potencial (ETP)

En los Valles Calchaquies, en el área de interés del proyecto, la ETP puede variar entre los 700 y 800 mm anuales (Ej. Santa María 782 mm).

Aunque el método de J. Thornthwaite para el cálculo de la ETP no es el más adecuado, se realizó el mismo debido a la poca información meteorológica que se necesita para su cálculo, teniendo presente que los mencionados registros son muy escasos en el Valle del Río Santa María.

Santa María	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
(mm)	111	93	85	58	33	20	22	32	51	76	93	108	782

• Régimen de heladas.

El régimen de heladas analizado para la localidad de Santa María por J.J. Burgos "Las heladas en la Argentina" caracteriza al área de estudio y es el siguiente:

Fecha media de primorras heladas 15 de mayo, fecha media de últimas heladas el 16 de setiembre con un período medio libre de heladas de 241 días al año.

• Régimen de vientos.

Durante el invierno soplan vientos con frecuencia muy elevada (hasta 70 %) del sur, mientras que en el verano hay un desplazamiento regular (hasta 75 %) desde el norte. Durante los meses de abril-mayo y setiembre-octubre se produce el cambio del régimen estival al invernal y viceversa.

Las velocidades observadas en la estación meteorológica de Santa María varía entre 1 y 3 m/s.

También se lleva a cabo la brisa de montaña y valle, la primera durante la noche y mañana y la segunda durante la tarde (Parsons, Brinckerhoff, Hall y Macdonald)

### 1.2 Caracterización climática

De acuerdo al segundo sistema de Thornthwaite, que considera fundamentalmente a la temperatura y humedad de una zona, nuestra área de estudio tiene las siguientes características: (E) árida; ( $B'2$ ) mesotermal; (d) nulo o pequeño exceso de agua y (a') con menos del 48 % de la concentración estival de la eficiencia térmica; E  $B'2$ da. (Anexo 1 y 2)

### 1.3 Distrito agroclimático.

De Fina, en base a la temperatura media del mes más caliente y del mes más frío, la precipitación del trimestre de verano y del trimestre de invierno, y el % de precipitación del semestre restante en relación al total de ambos trimestres; establece una metodología que permite dividir una región geográfica en distritos agroclimáticos, siempre que los elementos de caracterización señalados sufran una variación en la expresión de sus valores, encuadrada en la escala que el autor adoptó.

En la publicación "Los distritos agroclimáticos Argentinos en relación con los 18 cultivos índices" De Fina clasifica bajo el número 91 al "Distrito Colalao del Valle" que incluye a las poblaciones de Colalao del Valle, Santa María y parte sur del Río Calchaquí, posiblemente hasta San Carlos.

En el mencionado método se utiliza una serie de 18 plantas índice de amplia difusión en el mundo.

Dicha serie se compone de dos grupos:

a) Doce plantas perennes

Cacao; ananás; banano; limonero; datilero; olivo; higuera; vid europea; nogal; duraznero; peral y manzano.

Están ordenadas en forma creciente por su resistencia al frío invernal. Esta serie de plantas fundamentalmente indican, según su difusión, la característica del frío invernal.

b) Seis plantas anuales.

Algodón; sandía; maíz; trigo, avena y cebada.

Están ordenadas en forma decreciente por su exigencia térmica para la maduración de los frutos o granos.

En el "Distrito de Colalao del Valle" los cultivos indices presentan el siguiente comportamiento en el reconocimiento agroecológico de 1944 - 1974.

Cacao	Ananá	Banana	Limonero	Datilera	Olivo	Higuera	Vid europea	
0	0	0	0	0	1	1	4	

Nogal	Duraznero	Poral	Manzano	Algodón	Sandía	Maíz	Trigo	Avena
3	3	1	2	0	2	3	2	2

#### Cebada

2

Referencias: La mayoría de las localidades reconocidas accusaron producción de la importancia (NO necesariamente económica) que sigue:

4 muy importante

3 importante

2 mediana

1 inferior o mediano

0 ínfimo o nulo (en todas las localidades reconocidas)

## 2. Necesidad bruta de riego - Promedio ponderado

El cálculo de la necesidad bruta de riego se realizó con el fin de obtener valores aproximados necesarios para los principales cultivos que se realizan en el Valle del Río Santa María.

Este cálculo se basa fundamentalmente en los valores consignados en el trabajo "Contribución al conocimiento de las necesidades de agua de los principales cultivos de los Valles del Río Santa María y Calchaquí" (Villa nueva - 1970). En este informe se establecen las necesidades netas calculadas por medio del método de Elaney y Criddle utilizando la siguiente información: (Anexo III)

- Temperaturas medias mensuales de la localidad de Cafayate para el período (1951-68); fuente: Obras Sanitarias de la Nación, Delegación Cafayate.
- Porcentaje de horas de sol para el hemisferio sur.
- Variación periódica de los coeficientes de cultivo K Grassi.
- Precipitación de la localidad de Cafayate perteneciente al período 1952/58 (fuente OSN).

Los principales cultivos son los siguientes: Alfalfa, vid, pimiento, tomate, papa, cebolla y cereales finos; la importancia de los mismos surge de la encuesta realizada por el proyecto NOA HIDRICO para el informe "Organización Productiva" y la relación de los mismos fue establecida en el trabajo "Determinación de la unidad de producción". NOA HIDRICO-Informe IX

Los valores de necesidad de agua obtenidos fueron ponderados de acuerdo a la relación mencionada. (Tabla 1).

El número de hectáreas y los porcentajes respectivos de cada cultivo dentro de la unidad de producción es el siguiente:

Años	1º	5º	% 1º	% 5º
Cultivos				
Alfalfa	5	5	29	28
Vid	1	2	6	11
Pimiento	1	4	6	22
Tomato	1	1	6	6
Papa	2	2	12	11
Cebolla	2	2	12	11
Maíz	2	1	12	6
Trigo	3	1	17	6
Total	17	18	100	

La eficiencia de aplicación fue establecida como el 60 %.

La necesidad de agua ponderada al 5<sup>to</sup> año se indica en la tabla 1, la misma se realizó en base a la unidad de producción que fuera establecida en 20 Has.

En la tabla (1) que se adjunta se resumen los resultados de los cálculos efectuados.

NECESIDAD DE AGUA - PONDERADA AL 5º AÑO (tabla 1)

%	<u>CULTIVO</u>	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Año
28	Alfalfa	52	43	43	34	25	-	-	12	22	33	42	49	355
11	Vid	17	14	13	9	-	-	-	-	-	9	13	16	96
22	Pimiento	36	30	28	20	-	-	-	-	-	14	28	33	189
6	Tomate	10	8	8	5	-	-	-	-	-	4	8	9	52
11	Papa	18	15	14	10	-	-	-	-	-	7	14	16	94
11	Cebolla	16	10	-	-	-	-	-	-	6	10	14	16	71
6	Maiz	10	8	6	-	-	-	-	-	-	-	5	8	37
6	Cereales	-	-	-	-	3	3	5	6	7	8	8	7	47
100	Total (mm)	158	128	112	78	28	3	5	18	40	85	132	154	941
	total l/s	0,58	0,52	0,42	0,30	0,10	0,01	0,02	0,07	0,15	0,32	0,51	0,57	
	Eficiencia	0,97	0,87	0,70	0,50	0,17	0,02	0,03	0,12	0,25	0,53	0,85	0,95	
		0,60												

### 3. CALIDAD DEL AGUA EN EL VALLE DE SANTA MARÍA

#### 3.1. Introducción

En el mes de Marzo de 1.980 el Proyecto NOA hidráulico publicó un trabajo "Estudio y Análisis del Subáveo" en el que se analiza brevemente las características químicas de las aguas, provenientes de pozos cavados de poca profundidad y freatímetros colocadas a lo largo de todo el valle, las muestras con que se realizó dicha evaluación fueron extraídas en el mes de mayo del año 1,979, Con posterioridad a esta fecha se han muestreado, en dos oportunidades marzo de 1.980 y junio de 1.980, tanto las aguas provenientes de los mismos pozos cavados y freatímetros como, las extraídas en el Río Santa María, en sus afluentes (Río Amaicha, Río Quilmes, Río Managua etc) y en alguna de las perforaciones profundas existentes.

Además toda esta información fue analizada juntamente al resultado de 10 muestras extraídas en el año 1.977 también por el Proyecto NOA Hídrico en el marco de la primera fase y de los análisis de pozos profundos recopilados en la Dirección Provincial del agua de Tucumán.

En este informe se intenta, en forma preliminar, obtener conclusiones acerca del contenido salino, la distribución de su carácter geoquímico y de su aptitud para riego.

#### 3.2. Aguas Superficiales

##### 3.2.1 Río Santa María.

###### • Datos Disponibles

Se dispone en total de diez (10) análisis de agua del río Santa María, correspondientes a muestras tomadas en diversos lugares y fechas.

###### • Residuo Seco

El contenido en sólidos disueltos correspondiente a las mencionadas (10) muestras se resume en el cuadro siguiente.

Análisis de agua del Río Santa María  
(Conductividad y Residuo Seco)

Localidad	Fecha Muestreo	Conduct. mmhos	Residuo seco.(ppm)
1 Puente Santa María	6/80	484	353
2 Límite Tucumán-Catamarca margen derecha	6/80	677	494
3 Límite Tucumán-Catamarca margen izquierda	6/80	992	724
4 El Paso	3/80	414	302
5 Puente de Quilmes	4/77	734	502
6 Puente de Quilmes	3/80	518	378
7 Puente de Quilmes	6/80	557	406
8 Puente de Quilmes (Agua estancada)	6/80	2.356	2.051
9 El Bañado	6/80	859	627
10 Colalao del Valle (Subalveo)	6/80	459	335

La concentración de sales varía entre un límite de 300 p.p.m. En "El Paso" a aproximadamente 725 en el "Límite Tucumán-Catamarca". La muestra N° 8 tomada en un brazo estancado cercano al Puente de Quilmes y que contiene 2.051 ppm es el resultado de un proceso de concentración por evaporación.

Las siete (7) muestras retiradas simultáneamente en junio de 1.980 en diversas localidades demuestran que la concentración de las aguas del Río Santa María varía entre los mismos límites antes mencionados. La baja salinidad

encontrada del subálveo en Colalao del Valle indicaría que "El Bañado" no tiene una influencia marcada sobre la calidad del agua, por lo menos en esa fecha.

En las muestras N° 2 y 3 vemos más variación en la salinidad pese a pertenecer al mismo lugar (límite Tucumán - Catamarca) pero en distintas márgenes.

A pesar de que los datos obtenidos, no permiten conclusiones acerca de las fluctuaciones de salinidad a través de un ciclo anual en un determinado lugar o de la distribución de la salinidad, a lo largo del río, se obtiene la impresión que la misma varía entre límites relativamente estrechos.

• Composición iónica

En la tabla N° 1 se sintetizan los resultados obtenidos en los análisis de aguas superficiales tanto del Río Santa María como de algunos de sus afluentes.

En los gráficos 1 y 2 se han representado las composiciones iónicas de las aguas obtenidas.

Un examen de las muestras revela que las diferencias en la salinidad se deben en general a diferencias del contenido en cloruro de sodio y en menor medida, al sulfato y bicarbonato de calcio y magnesio. Las relaciones entre los cationes son constantes. En las aguas de El Bañado se nota un aumento en la proporción de magnesio.

Con respecto a su aptitud para riego, podemos decir que en general presentan una salinidad media a elevada, levemente sódica y duras.

3.2.2 Afluentes del Río Santa María

ANALISIS QUIMICO DE AGUA..Tábla N° 1.-

RIO SANTA MARIA - TUCUMAN

FUEVENTE Pozo (Pz.)-RIO(R.)-ACEQUIA(Ac.)	FECHA DE MUESTREO	ANALISIS QUIMICO					
		CONDUCT. ESTRECHO	PESO DUO SECO mimo/cm. D.p.m.	Ca++ PH	M.++ ml/l equivalente por litro (n.º de la línea)	Na. K	Cl. i. lítro (n.º de la línea)
Puente de Santa Maria (R.)	6-80	484	353	3,5	2,28	0,37	2,39
Límite Tucumán-Catamarca-Márg. Der. (R.)	6-80	677	494	8,3	2,72	0,61	3,26
Límite Tucumán-Catamarca-Márg. Izq. (R.)	6-80	992	724	8,1	2,97	0,60	5,98
El Paso (R.)	3-80	414	302	7,9	1,60	0,32	1,95
Puente de Quilmes (R.)	6-80	557	406	8,5	1,84	0,36	3,15
Puente de Quilmes (R.)	3-80	518	378	8,0	2,08	0,32	2,39
Puente de Quilmes (R.)	4-77	734	502	8,1	1,57	0,40	4,62
Puente de Quilmes (R.) Agua Negra	6-80	2356	2051	9,1	2,16	0,77	19,57
El Bañado (R.)	6-80	859	627	8,6	2,61	0,20	5,54
Colalao del Valle (Subvalvoo)	6-80	459	335	8,4	2,00	0,32	2,06
El Bañado-Márg. Izq.(Ac.)	6-80	1394	1017	8,2	2,28	1,17	9,78
Amaicha del Valle (R.)	6-80	1089	926	8,5	3,67	0,94	5,65
Quilmes-Toma (R.)	3-77	305	182	8,4	1,18	0,63	0,89
Pichao (Ac.)	3-77	115	78	8,2	0,71	0,23	0,32
Ilo Managua (Ac.)	3-77	168	106	8,5	0,86	0,71	0,40

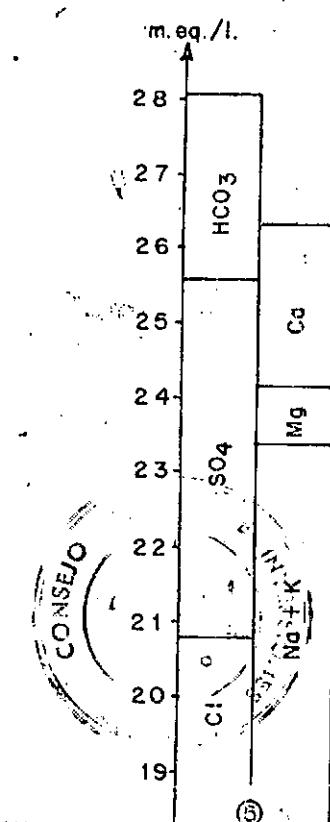
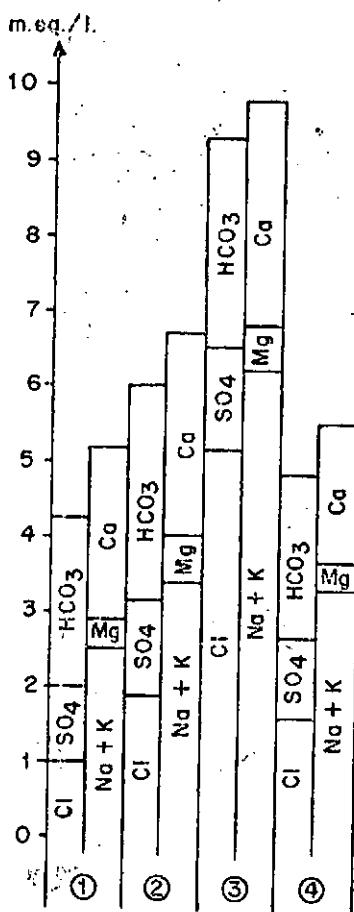
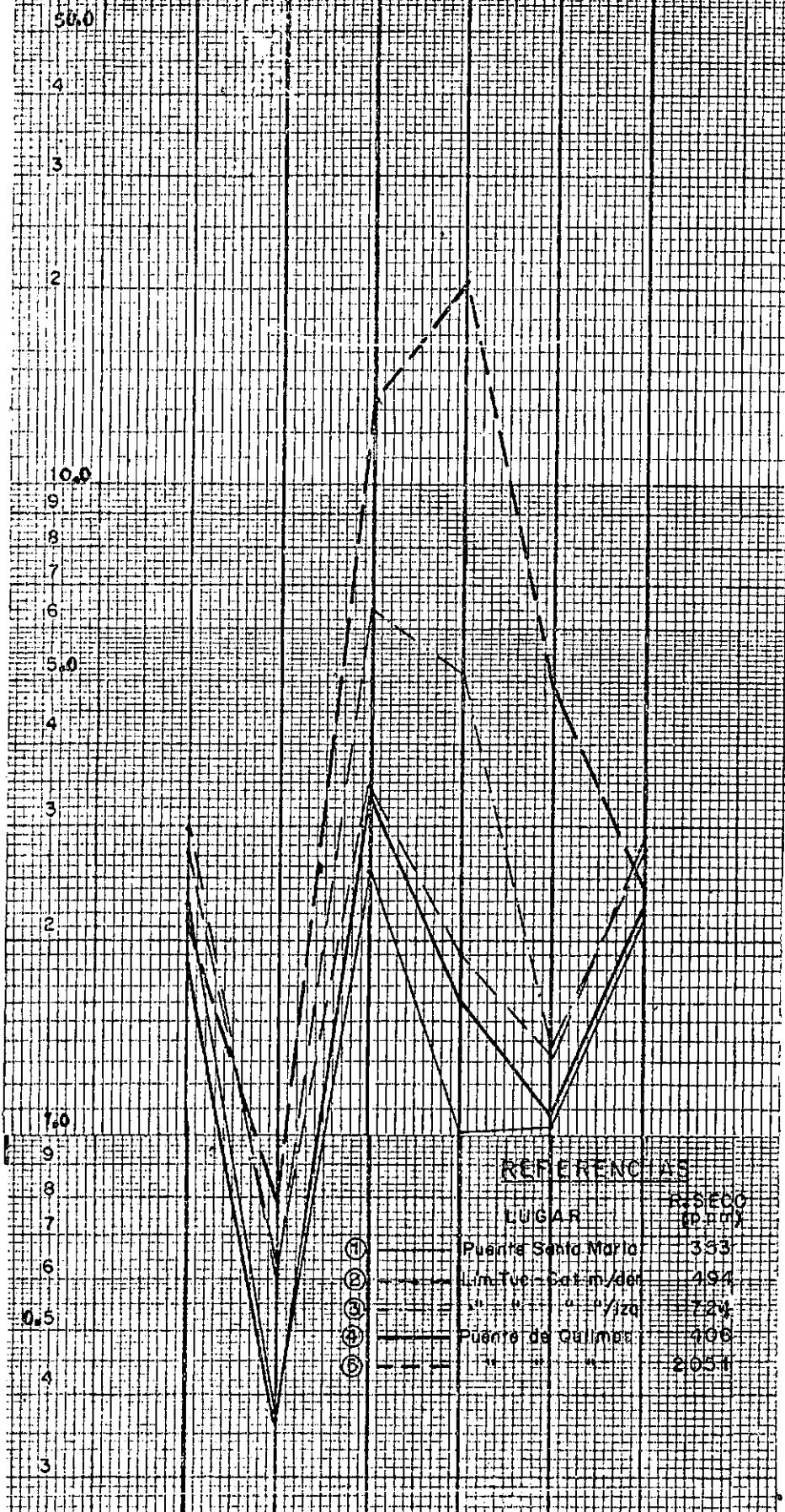
### STATEMENT.

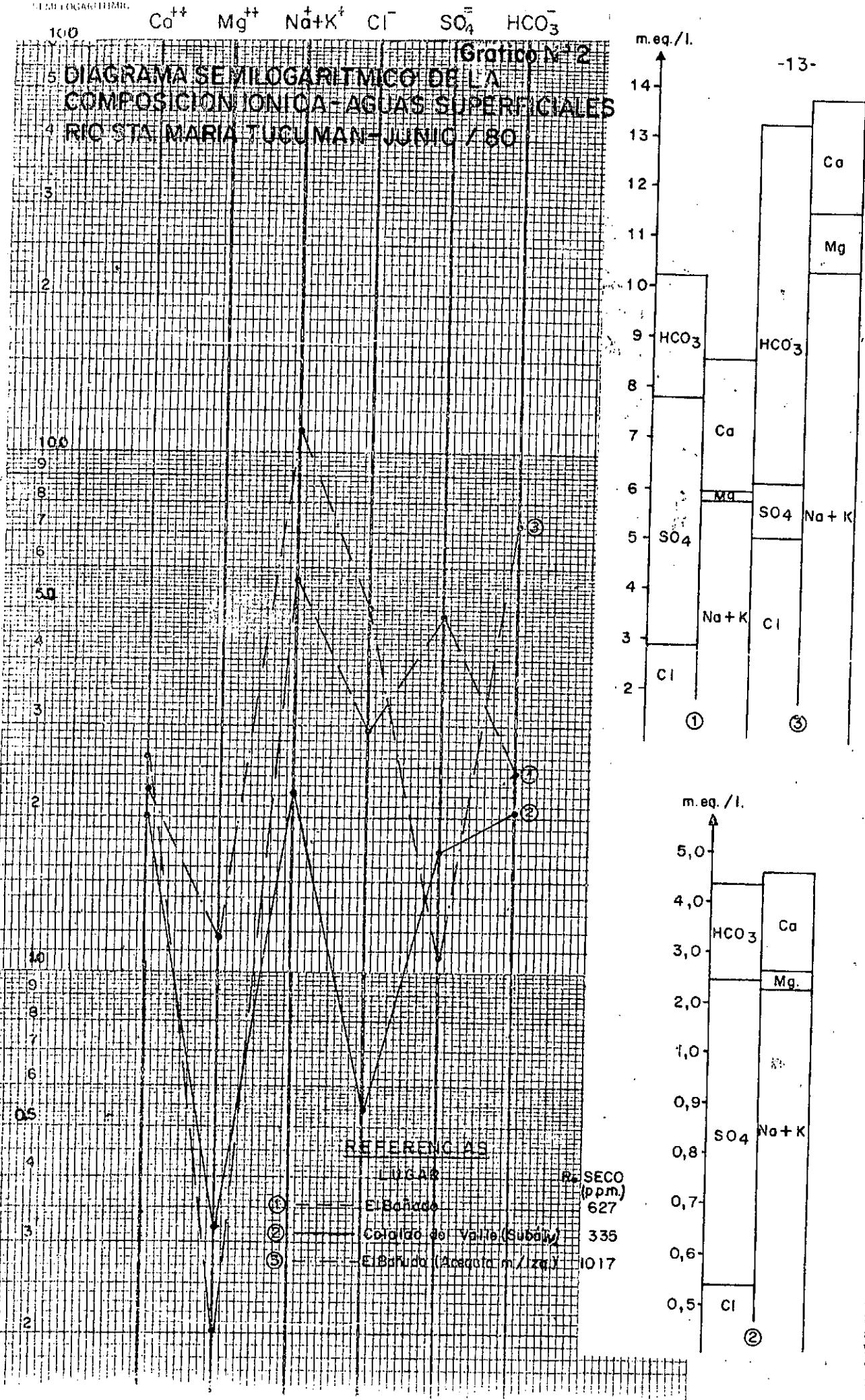
$\text{Ca}^{++}$     $\text{Mg}^{++}$     $\text{Na}^+ + \text{K}^+$     $\text{Cl}^-$     $\text{SO}_4^{=}$     $\text{HCO}_3^-$

mag/t.

Geometric Properties

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO DE LA COMPOSICION  
IONICA DE AGUAS SUPERFICIALES  
RIO SAN JAMARIA - TUQUUMAN - JUNIO 1980





• Datos Disponibles

Existen análisis de cinco (5) muestras de afluentes del Río Santa María correspondiente a distintas fechas.

• Residuo Seco

El contenido en sólidos disueltos de las mencionadas muestras se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro

Residuo seco en afluentes del Río Santa María

Localidad	fecha	Conduct. mmhos.	Residuo seco (ppm)
1 Río Amaicha, frente al pueblo	6/80	1.089	925
2 Río Amaicha, acequia	3/77	305	182
3 Río Quilmes, en la toma	3/77	118	63
4 El Pichao	3/77	115	78
5 Río Managua, acequia	3/77	168	106

Como se observa de las cinco (5) muestras cuatro (4) de ellas presentan una salinidad reducida (70 ppm a 180 ppm), la única excepción la constituye la muestra del Río Amaicha, frente al pueblo homónimo que alcanza un valor de 900 ppm.; se explica posiblemente por la influencia del drenaje de los terrenos irrigados aguas arriba (la muestra de la acequia no recibe esta influencia). Otra posibilidad es de que las rocas volcánicas incluidas en los depósitos terciarios de la cuenca contribuyan con sulfato y sodio al meteorizarse.

• Composición iónica

Las aguas de los ríos Managua, Quilmes y Pichao se

$\text{Ca}^{++}$   $\text{Mg}^{++}$   $\text{Na}^+ \text{K}^+$   $\text{Cl}^-$   $\text{SO}_4^=$   $\text{HCO}_3^-$

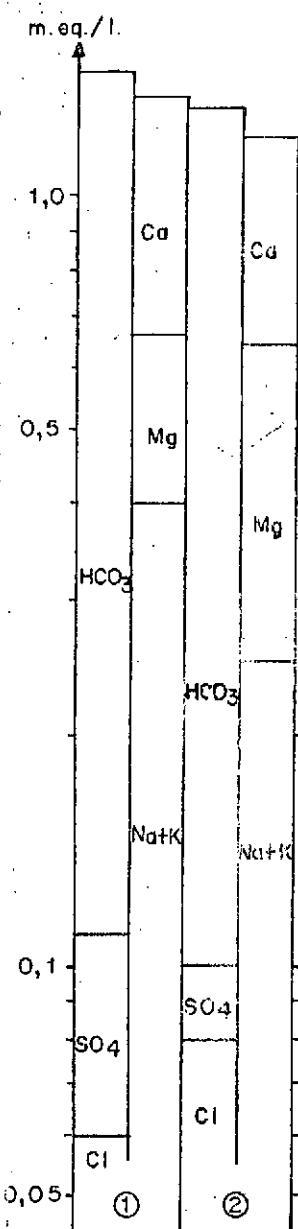
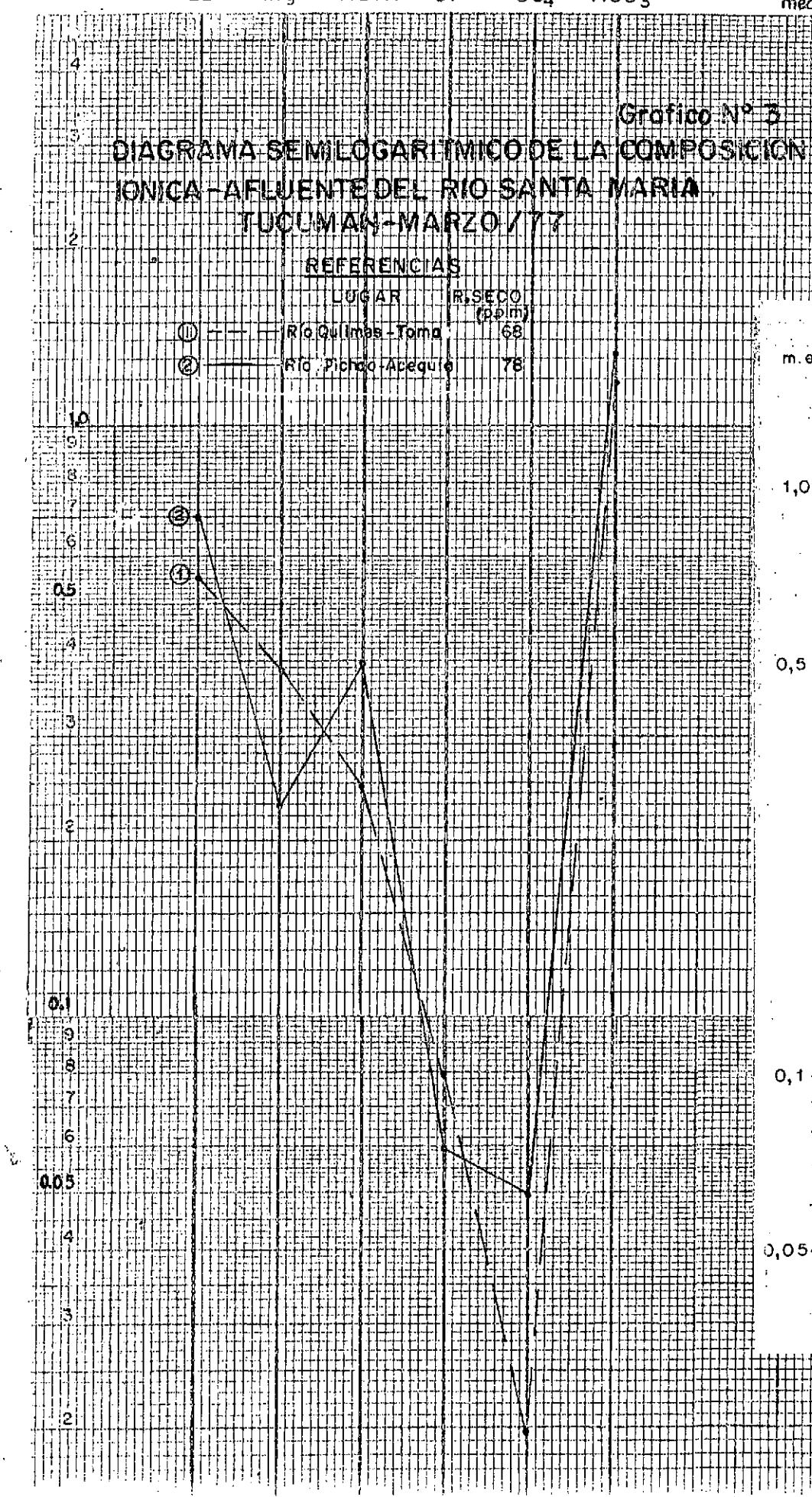
meq/l

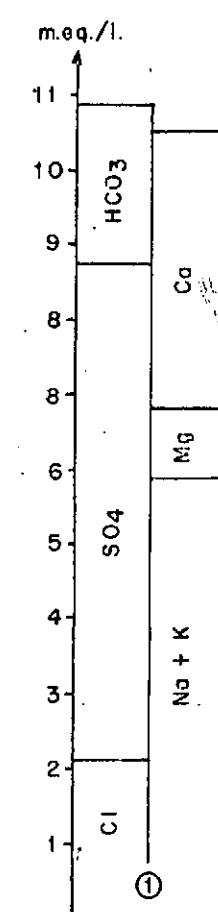
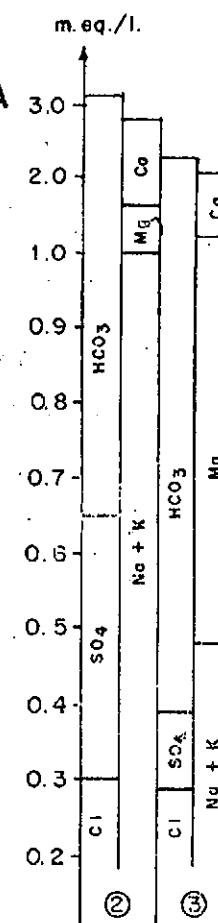
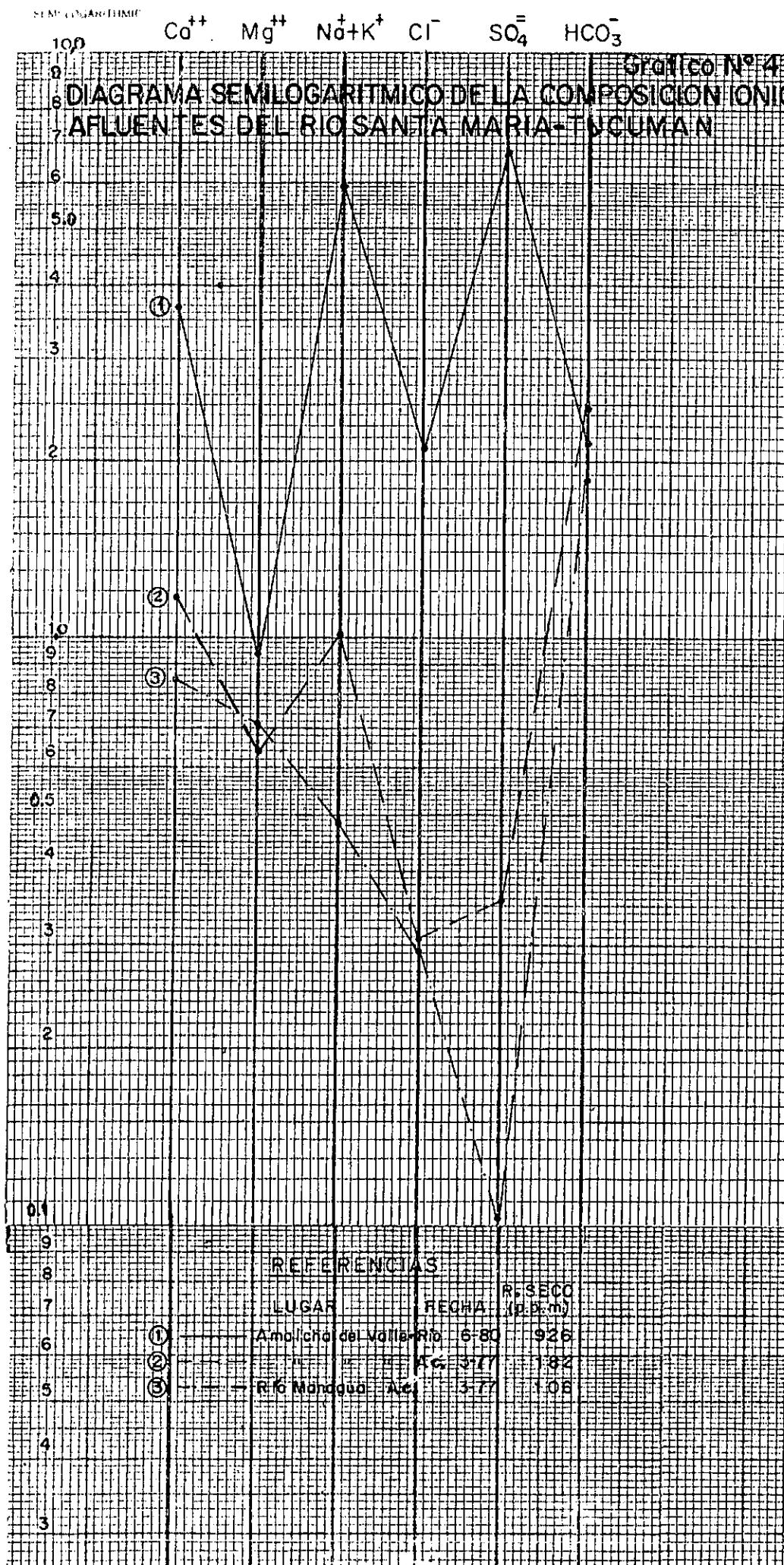
Grafico N° 3  
DIAGRAMA SEMILOGARÍTMICO DE LA COMPOSICIÓN  
IONICA - AFLUENTE DEL RÍO SANTA MARÍA  
TUCUMÁN - MARZO / 77

-15-

## REFERENCIAS

	LUGAR	TRÍSECO (ppm)
①	Río Quilmes - Tomo	68
②	Río Pichao - Apeque	78





destacan por su carácter predominantemente bicarbonático, con muy poco sulfato. La composición iónica refleja el carácter geológico de la cuenca, que está compuesta de rocas graníticas feldespáticas, la meteorización de las cuales produce bicarbonatos alcalinos (sodio) y calcio-alcalinas (calcio-magnesio).

El agua del Río Amaicha frente al pueblo refleja la presencia de sulfatos en su cuenca; el alto contenido en sodio es sorprendente ya que no está balanceado por cloruro. Es posible pues, que los sedimentos terciarios ya contienen sulfato de sodio y magnesio en adición al sulfato de calcio, o que el contenido en dichas sales es una disolución de sales anteriormente precipitadas en el cauce.

La acequia que toma aguas arriba de la zona irrigada contiene un agua "normal" calcio - magnesio bicarbonática - sodio sulfática - clorúrica.

En la tabla N° 1 están registrados los resultados obtenidos en los análisis químicos y en los gráficos 3 y 4 las composiciones iónicas en diagramas sonilográficos.

### 3.3. Pozos Profundos

#### 3.3.1 Datos Disponibles

Se dispone de nueve (9) análisis completos de agua subterráneas, cinco (5) de ellos extraídos por el Proyecto NOA Hídrico, en el mes de junio de 1.980, siendo las restantes las recopiladas en la Dirección Provincial del Agua de la Provincia de Tucumán. En la Tabla 2 están registrados los resultados obtenidos.

#### 3.3.2 Residuo Seco

Los residuos secos varían entre 175 ppm a 1.200 ppm,

ANALISIS QUIMICO DE AGUA. - Tabla № 2  
POZOS PROFUNDOS-RIO SANTA MARIA - TUCUMAN

FUENTE POZO(Pz.)-RIO(R).	FECHA DE MUESTREO	CONDUCT. SPECIF. mmho/cm.	RESIDUO SECO p.p.m.	A N A L I S I S				Q U I M I C O		
				PH	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>
Colalao del Valle - T <sub>1</sub>	6-80	1452	1219	8,4	5,97	0,57	7,50	0,24	8,54	2,07
El Bañado - T <sub>3</sub>	6-80	659	481	8,4	1,96	0,36	3,91	0,17	1,76	1,70
El Bañado - Esc. - T <sub>4</sub>	6-80	484	353	8,1	0,72	0,16	3,80	0,14	1,95	0,65
Ruinas de Quilmes - T <sub>5</sub>	6-80	339	247	8,3	1,04	0,20	1,95	0,07	1,22	0,64
Incalillo - T <sub>8</sub>	6-80	242	176	8,1	0,28	0,16	1,74	0,20	0,41	0,64
El Bañado-Esc. - T <sub>4</sub>	9-76	420	270	8,0	0,56	0,15	3,48	0,07	0,60	1,05
Ruinas de Quilmes - T <sub>5</sub>	9-78	580	375	8,0	1,66	0,38	3,65	0,16	2,30	0,25
Incalillo - T <sub>8</sub>	7-76	300	205	7,4	0,41	0,24	2,17	0,06	0,30	1,23
Incalillo - T <sub>9</sub>	7-76	770	1070	-	2,78	0,53	12,60	0,19	6,75	5,53
									3,82	

mili equivalente por litro (m.eq/l)

descontando la elevada salinidad de los pozos T<sub>1</sub> y T<sub>9</sub> las concentraciones varían entre márgenes muy estrechos, de 175 a 600 ppm.

En el pozo T<sub>1</sub> (Colalao del Valle) que capta aguas provenientes del cono aluvial de Managua, la elevada salinidad probablemente se deba a una filtración de agua proveniente de algún acuífero más salino. La alta salinidad del pozo T<sub>9</sub> (Incalillo) de 350 m. de profundidad, se explíca debido a que esta perforación está captando aguas provenientes de sedimentos terciarios de mayor salinidad.

El pozo T<sub>3</sub> de El Bañado tiene un residuo seco de 481 ppm.

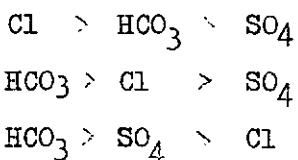
El valor más bajo, encontrado en el pozo T<sub>8</sub> de Incallillo, es muy parecido a la salinidad de las aguas del Río Amaicha.

### 3.3.3. Composición Iónica

En los gráficos 5, 6, 7, y 8 se ha representado las características iónicas de aguas provenientes de algunas perforaciones.

Las características químicas de estas aguas provenientes de los pozos profundos son:

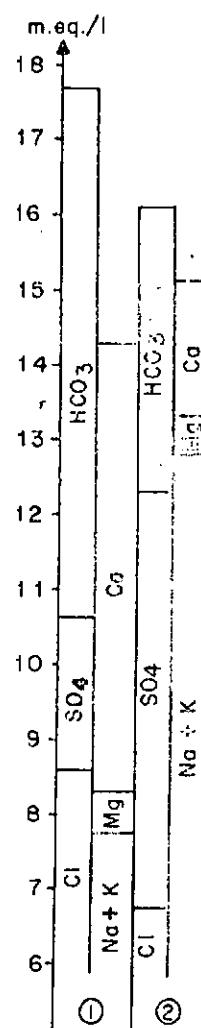
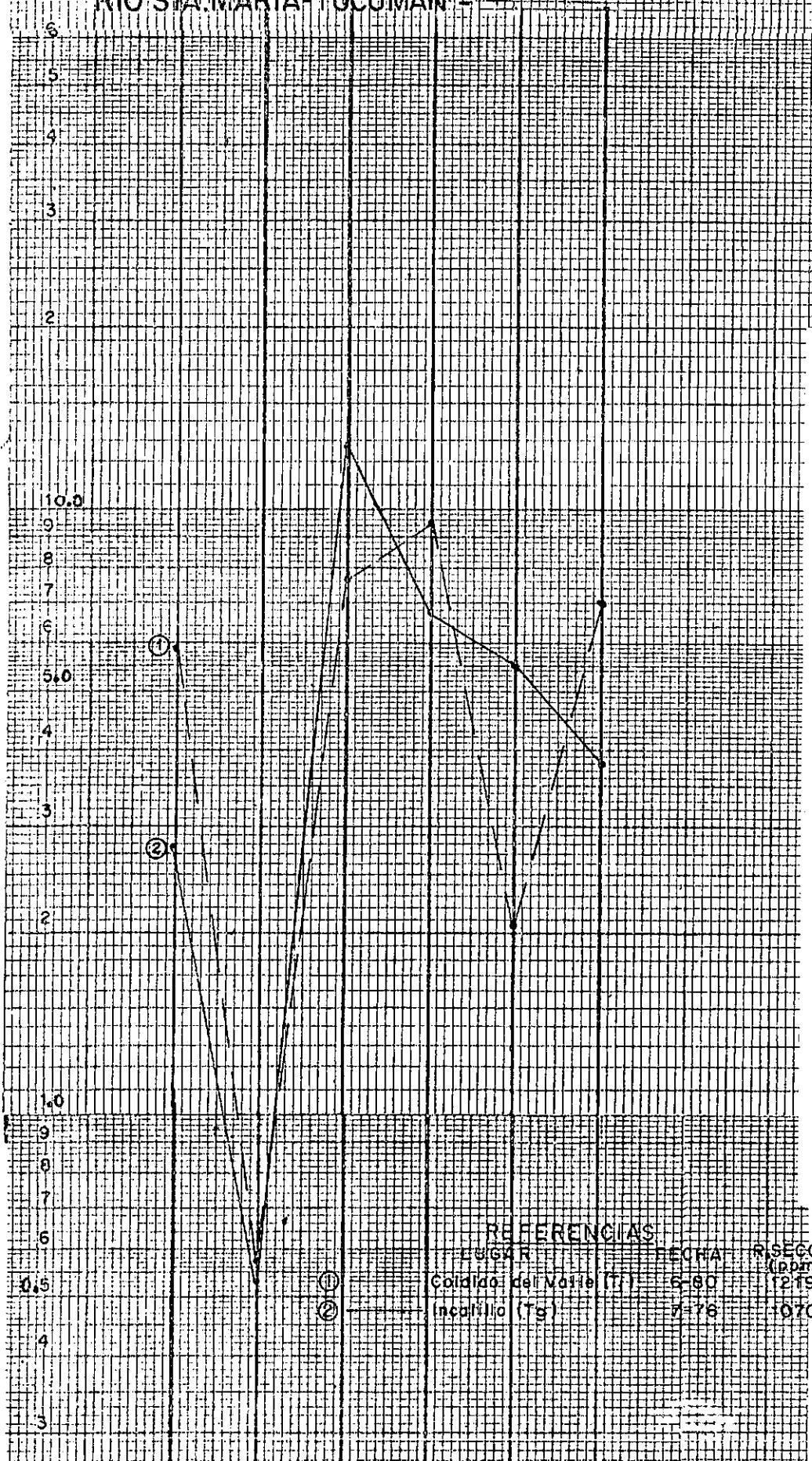
- a) Una elevada alcalinidad, con p<sub>H</sub> casi siempre mayor de 8.0
- b) Relaciones entre los aniones bastante variables; en la mayoría de las aguas de salinidad normal (200 - 500 ppm de residuo seco) las relaciones son:



$\text{Ca}^{++}$   $\text{Mg}^{++}$   $\text{Na}^+ \text{K}^+$   $\text{Cl}^-$   $\text{SO}_4^{=}$   $\text{HCO}_3^-$  m.eq./l.

Grafico N°5

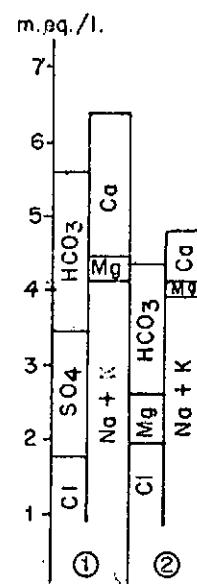
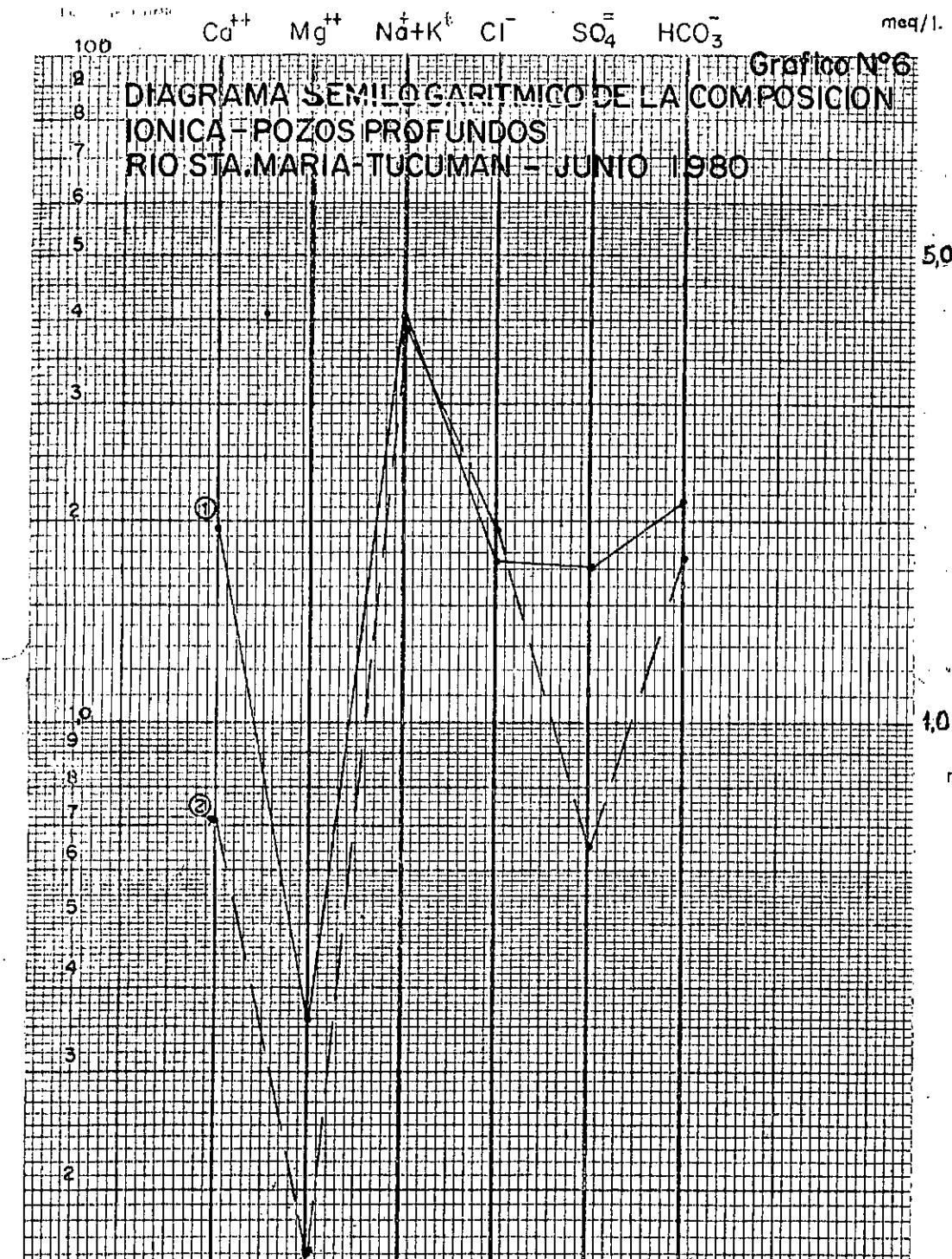
DIAGRAMA SEMILOGARITMICO DE LA COMPOSICION  
IONICA - POZOS PROFUNDOS  
RIO STA. MARIA - TUCUMAN -



$\text{Ca}^{++}$   $\text{Mg}^{++}$   $\text{Na}^+ \text{K}^+$   $\text{Cl}^-$   $\text{SO}_4^{=}$   $\text{HCO}_3^-$  meq/l.

Grafico N°6

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO DE LA COMPOSICION  
IONICA - POZOS PROFUNDOS  
RIO STA. MARIA-TUCUMAN - JUNTO 1980



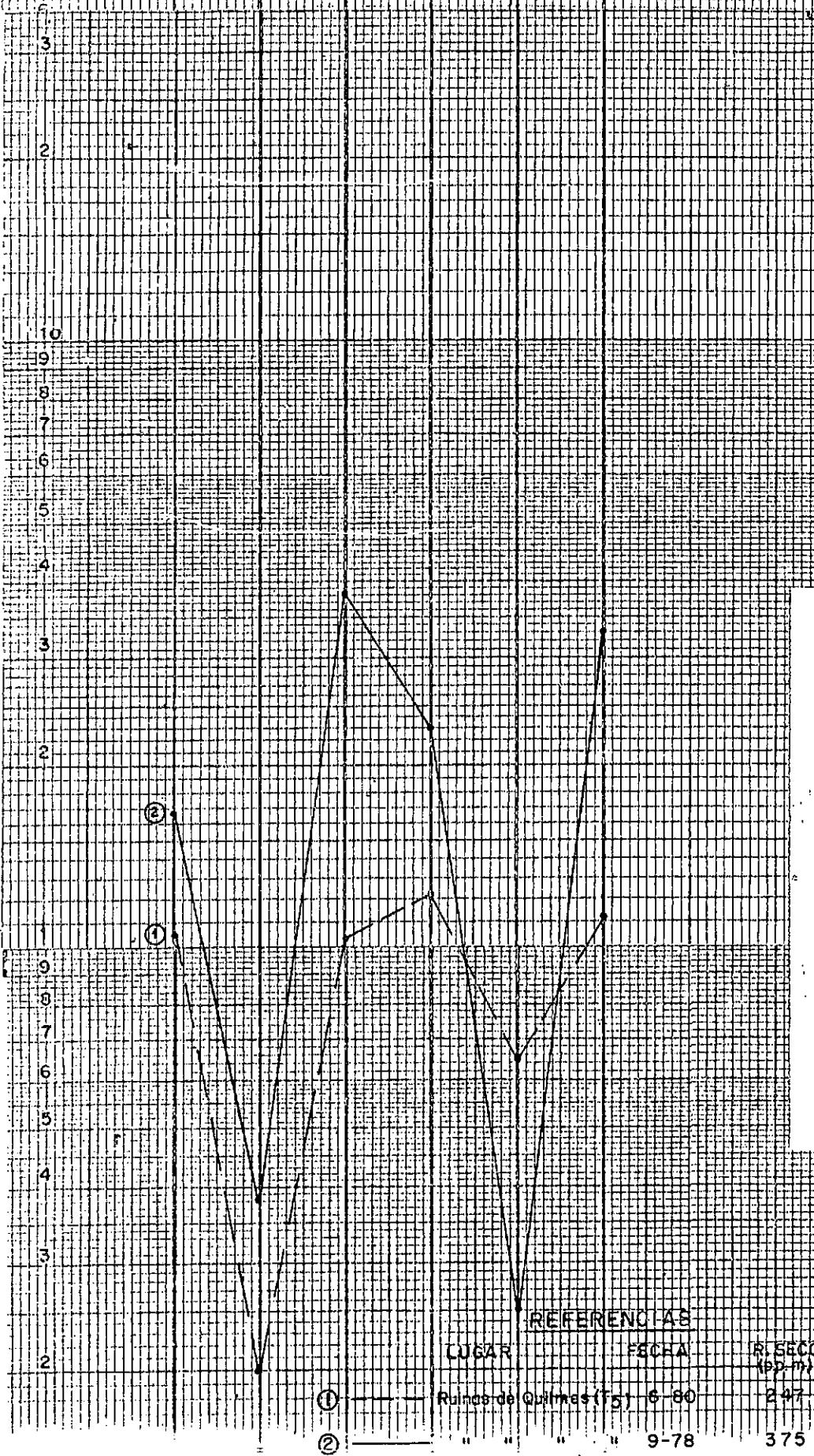
## REFERENCIAS

LUGAR	Res. seco ppm
EN BANADO (TP)	480
EN BANADO (TR)	353

$\text{Ca}^{++}$   $\text{Mg}^{++}$   $\text{Na}^+$   $\text{K}^+$   $\text{Cl}^-$   $\text{SO}_4^{=}$   $\text{HCO}_3^-$  m.eq./l.

Grafico N° 7  
DIAGRAMA SEMILOGARITMICO DE LA COMPOSICION  
IONICA - POZOS PROFUNDOS  
RIO STA. MARIA - TUCUMAN -

- 22 -



SAL

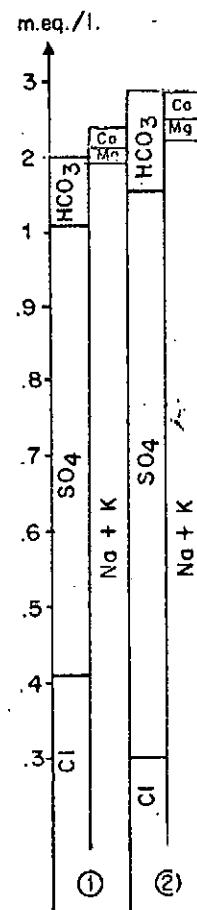
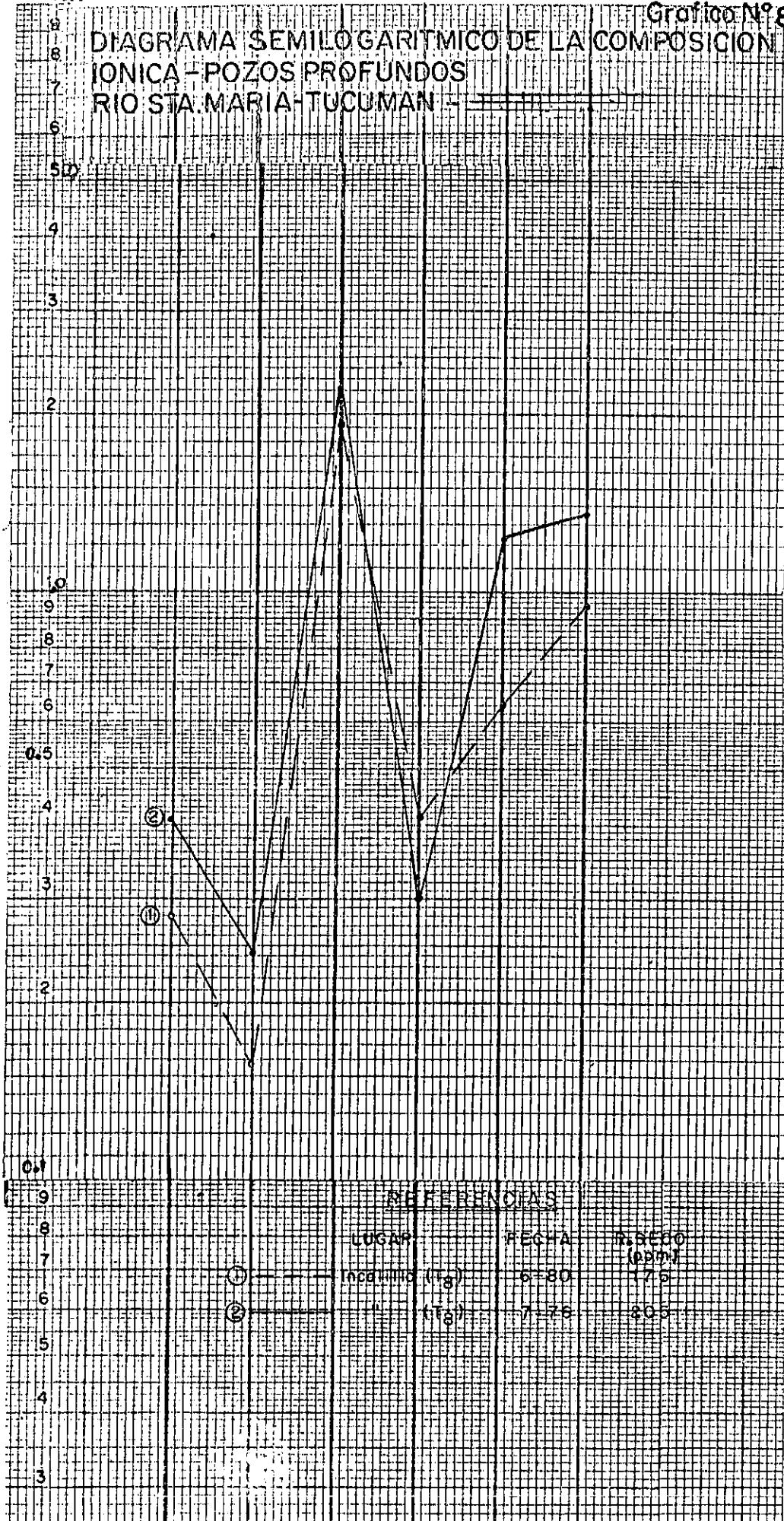
 $\text{Ca}^{++}$   $\text{Mg}^{++}$   $\text{Na}^+ \text{K}^+$   $\text{Cl}^-$   $\text{SO}_4^{=}$   $\text{HCO}_3^-$ 

m.eq./l.

19.0  
18  
17  
16  
15  
14  
13  
12  
11  
10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1  
0  
-1  
-2  
-3  
-4  
-5  
-6  
-7  
-8  
-9  
-10  
-11  
-12  
-13  
-14  
-15  
-16  
-17  
-18  
-19.0

Grafico N° 8  
DIAGRAMA SEMILOGARITMICO DE LA COMPOSICION  
IONICA - POZOS PROFUNDOS  
RIO STA. MARIA - TUCUMAN

- 23 -



c) La relación entre los cationes es:

Na > Ca > Mg en la mayoría de los casos

La misma relación se encuentra en los análisis de las aguas del Río Santa María, mientras que en los tributarios la relación es de:

Ca > Na > Mg (Amaicha)

Ca > Mg > Na (Río Quilmes, Managua)

Todas las aguas se clasifican en general de salinidad baja a media - ligeramente sódicas y blandas, por lo cual, se clasifican como aptas para el riego. Sin embargo debido al elevado pH y presencia de Na HCO<sub>3</sub> su uso exige precauciones en las técnicas de riego, para evitar el deterioro de los suelos irrigados por la formación de sales alcalinas.

#### 3.4. Pozos cavados (Someros) y Freatímetros

##### 3.4.1. Datos Disponibles

Se cuenta con más de cien (100) análisis de muestras de 25 pozos y 13 freatímetros extraídos, en distintos períodos (mayo 79 - marzo 80 - junio 80), por el Proyecto NOA Hídrico. Las mismas han sido resumidas en las tablas 3,4,5 y 6 correspondiente a los sectores El Paso, Puente de Quilmes, El Bañado y Colalao del Valle.

##### 3.4.2 Residuo Seco

Los datos disponibles no permiten reconocer si existe un ciclo anual de variaciones en la salinidad.

El rango de las variaciones de salinidad está representado en el Mapa N° 1 (Ubicación de pozos y freatímetro).

La salinidad varía entre límites bastante amplios,

ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE POZOS CAVADOS Y FREATIMETROS.Tabla N° 3

EL PASO - RIO SANTA MARIA- TUCUMAN

F U E N T E POZO(Pz)-RIO(R.)ACEQUIA(Ac.)FRETIM. (Fr.)	FECHA DE MUESTREO	A N A L I S I S			Q U I M I C O						
		CONDUT. RESIDUO ESPECIF. SECO mmho/cm. p.p.m.	PH	Ca <sup>++</sup>	H <sub>3</sub> <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub>	
Freatimetro N° 1	3-80	480	350	7,55	1,84	0,48	2,47	0,22	1,18	0,35	2,88
" " "	6-80	726	529	8,5	2,60	0,60	3,80	0,20	1,90	1,43	2,78
" " 2	5-79	638	398	7,7	1,70	0,91	3,62	0,28	1,07	1,10	4,17
" " "	3-80	858	626	7,6	3,60	0,88	3,84	0,24	1,41	1,17	5,44
" " "	6-80	847	542	8,9	3,96	0,97	3,26	0,26	1,92	1,45	2,67
Pozo Cavado N° 1	5-79	1862	1321	8,2	1,17	1,24	16,77	0,20	5,92	2,20	10,65
" " " "	3-80	1287	939	8,3	0,68	0,32	10,11	0,19	0,41	2,68	8,44
" " " "	6-80	1528	968	9,7	0,96	0,56	10,76	0,20	4,88	4,37	7,11
" " " 2	5-79	1195	811	7,9	1,37	1,36	8,70	0,14	3,81	2,00	5,98
" " " "	3-80	1273	929	8,2	2,32	1,12	8,70	0,17	0,16	3,95	8,00
" " " "	6-80	1282	961	9,5	1,16	0,56	10,76	0,28	0,62	7,00	7,59
" " " 3	5-79	2128	1540	8,1	2,65	3,13	18,17	0,31	7,61	6,10	10,09
" " " "	3-80	2664	2237	8,0	5,72	3,41	16,96	0,31	0,17	15,00	10,55
" " " "	6-80	3224	2748	9,5	4,33	1,88	25,01	0,46	9,49	16,62	6,15
" " " 4	5-79	1862	1280	8,2	0,92	0,37	17,25	0,35	7,33	3,00	8,04
" " " "	3-80	1924	1616	8,3	1,48	0,76	15,87	0,29	0,09	8,10	10,55
" " " "	6-80	3534	3130	9,5	1,60	0,28	32,62	0,43	13,50	12,75	8,45
" " " 5	5-79	1463	994	8,0	0,56	0,36	12,96	0,21	5,12	2,50	6,73
" " " "	3-80	1850	1350	8,1	0,60	0,24	16,96	0,23	0,32	4,53	13,11
" " " "	6-80	3630	3267	9,7	0,92	0,20	33,71	0,33	9,36	13,40	13,95
" " " 6	5-79	2527	1813	8,0	0,72	1,33	25,52	0,17	8,88	5,90	12,15
" " " "	3-80	2146	1802	7,8	2,32	1,44	16,96	0,16	0,20	10,88	9,60
" " " "	6-80	3286	2826	9,5	3,16	0,56	28,81	0,19	11,12	14,38	6,57

ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE POZOS CAVADOS Y FRETIMETROS .- Tabla N° 4

PUENTE DE QUILLES - RIO SANTA MARIA - TUCUMAN

F U E N T E POZO(Pz.)-RIO(R)ACEQUIA(Ac.)FRETIM. (Fr)	FECHA DE MUESTREO	CONDUCT. ESPECIF. mho/cm.	RESIDUO SECO p.p.m.	PH	A N A L I S I S		Q U I M I C O					
					Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	
miliequivalente por litro (m.eq/l)												
Freatimetro N° 3	5-79	1144	841	7,2	2,27	0,44	9,51	0,22	4,58	2,80	4,48	
" " "	3-80	826	602	7,45	1,48	0,24	5,11	0,19	0,59	1,05	5,44	
" " "	6-80	1040	770	8,1	2,40	0,60	6,19	0,25	3,47	1,12	6,05	
" " 4	5-79	1330	878	7,6	1,08	0,25	12,23	0,42	4,12	2,00	7,29	
" " "	3-80	917	669	8,2	0,36	0,08	8,15	0,30	0,25	2,43	6,21	
" " "	6-80	726	529	8,4	0,76	0,24	5,76	0,26	3,44	1,43	1,87	
" " 5	5-79	532	310	7,3	2,05	0,48	2,73	0,22	1,24	0,20	3,92	
" " "	3-80	1909	1393	7,4	1,32	0,72	10,76	0,34	0,20	5,85	7,04	
" " "	6-80	786	503	8,9	3,12	0,61	3,80	0,21	1,68	1,02	3,47	
POZO CAVADO N° 8	5-79	1197	801	7,6	3,22	1,21	7,66	0,20	3,83	2,70	5,42	
" " " "	3-80	1184	864	7,9	3,04	1,20	6,52	0,21	0,49	3,67	6,07	
" " " "	6-80	1349	1119	9,2	3,28	1,01	7,06	0,19	3,99	4,13	3,34	
" " " 9	5-79	1995	1330	8,0	2,05	1,41	15,41	0,24	7,61	5,30	6,62	
" " " "	3-80	1628	1188	8,2	3,28	1,56	9,35	0,24	0,26	7,55	6,40	
" " " "	6-80	1452	1057	9,0	3,60	1,09	9,46	0,26	0,92	9,75	3,15	
" " " 10	5-79	1596	1085	7,7	3,34	1,00	11,74	0,24	6,12	4,35	5,42	
" " " "	3-80	1776	1296	8,1	4,08	1,56	9,89	0,27	0,23	8,30	7,16	
" " " "	6-80	1694	1440	9,1	4,61	1,44	10,54	0,26	8,70	4,12	3,34	
" " " 16	5-79	678	434	7,6	1,69	0,32	4,17	0,15	2,54	0,70	3,36	
" " " "	3-80	606	442	8,05	1,56	0,44	3,91	0,15	0,74	0,35	4,73	
" " " "	6-80	568	390	9,0	1,68	0,16	3,58	0,17	1,95	1,08	1,82	
POZO CAVADO N° 18	5-79	2394	1540	7,7	2,05	1,37	16,78	0,23	12,97	2,42	5,61	
" " " "	3-80	4242	2051	8,1	5,64	1,77	16,31	0,24	0,12	7,00	15,99	
" " " "	6-80	3472	2973	8,80	4,85	1,64	27,75	0,35	20,36	12,86	2,14	

ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE POZOS CAVADOS Y FRETIMETROS (Cont. Tabla N° 4)

Pozo	Cavado	Nº	29		5-79	3059	2090	7,7	11,46	3,71	15,66	0,38	19,46	6,60	4,67
"	"	"	"		3-80	6068	5036	7,5	24,03	8,27	22,62	0,40	0,05	0,24	31,80
"	"	"	"		6-80	5728	4870	8,7	19,40	8,02	28,81	0,71	31,19	21,86	1,42
"	"	"	20		5-79	1596	1071	7,9	1,41	0,56	13,98	0,37	6,29	0,98	8,71
"	"	"	"		3-80	1528	918	7,95	1,60	0,40	9,24	0,30	0,27	2,33	8,64
"	"	"	"		6-80	3844	3178	9,4	2,12	0,84	34,25	0,92	18,43	8,50	11,76
"	"	"	21		5-79	1530	998	8,4	0,28	0,52	15,43	0,17	1,34	0,40	14,20
"	"	"	"		3-80	1036	756	8,3	0,44	0,28	9,02	0,19	0,16	1,23	8,32
"	"	"	"		6-80	968	701	9,5	0,76	0,08	8,48	0,19	0,81	1,52	7,70
"	"	"	22		5-79	372	242	8,0	1,93	0,52	1,24	0,04	0,28	0,08	3,33
"	"	"	"		3-80	429	313	7,8	2,08	0,60	1,41	0,06	0,18	0,42	3,52
"	"	"	"		6-80	399	255	9,0	2,24	0,44	1,19	0,05	0,41	0,76	2,19
"	"	"	23		5-79	399	243	7,8	1,79	0,62	1,19	0,09	0,27	0,00	3,68
"	"	"	"		3-80	488	356	7,9	2,52	0,60	1,52	0,10	0,18	0,28	4,16
"	"	"	"		6-80	459	298	9,0	2,60	0,64	1,19	0,11	0,19	0,83	2,30

ANALISIS QUÍMICO DE AGUA DE POZOS CAVADOS Y FREATÍMETROS Tabla N° 5

EL BAÑADO - RIO SANTA MARIA - TUCUMAN

F U E N T E POZO(Pz)-RIO(R.)ACEQUIA(Ac.)FREATIN. (Fr)	FECHA DE MUESTREO	A N A L I S I S			Q U Í M I C O						
		CONDUCT. ESPECIF. mmho/cm.	RESIDUO SECO p.p.m.	PH	Ca <sup>++</sup>	Hg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub>
mili equivalente por litro (m.eq/l.)											
Freatímetro N° 6	5-79	4256	3105	7,0	6,59	1,69	33,56	1,06	30,74	5,00	6,07
" " "	3-80	26640	22111	8,0	98,15	55,08	97,87	14,07	59,22	135,12	70,12
" " "	6-80	5456	4583	9,6	1,40	0,84	50,02	1,72	3,66	30,00	16,89
" " 7	5-79	1011	689	7,3	4,22	0,68	4,89	0,28	3,28	2,00	5,23
" " "	3-80	636	464	7,4	2,32	0,56	3,15	0,23	0,74	0,10	5,44
" " "	6-80	738	538	9,0	2,64	0,68	3,80	0,21	2,03	1,10	2,60
" " 8	5-79	572	388	8,2	1,97	0,44	2,99	0,20	1,41	0,80	3,55
" " "	3-80	1258	918	8,25	1,32	0,44	9,24	0,34	0,26	2,35	8,44
Pozo Cavado N° 11	5-79	306	201	7,5	0,92	0,20	1,85	0,10	0,61	0,52	1,87
" " " "	3-80	318	235	7,9	0,80	0,12	2,06	0,14	0,57	0,00	1,60
" " " "	6-80	284	193	8,5	0,56	0,24	1,74	0,14	0,70	0,42	0,72
" " " 12	5-79	878	574	8,1	1,93	0,44	5,80	0,19	2,82	0,75	4,67
" " " "	3-80	1332	972	7,8	4,00	0,68	6,74	0,26	0,39	2,60	8,64
" " " "	6-80	1222	1040	9,1	3,92	0,61	7,28	0,33	4,55	3,55	3,28
" " " 13	5-79	2926	2100	7,5	3,42	0,92	26,10	0,35	14,10	8,10	7,66
" " " "	3-80	2042	2051	7,6	3,92	1,20	17,61	0,29	0,13	11,25	11,64
" " " "	6-80	2852	2400	9,4	3,36	0,85	23,92	0,38	13,62	12,00	4,33
" " " 14	5-79	5320	3690	7,6	1,37	1,85	51,11	0,56	25,94	14,50	13,36

ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE POZOS CAVADOS Y FREATIMETROS (cont.Tabla N° 5)

EL BAÑADO - RIO SANTA MARIA - TUCUMAN

Pozo Cavado N° 14	3-80	6808	5650	8,25	1,24	0,84	65,25	0,35	0,06	23,25	44,12
" " " "	6-80	4836	3789	9,3	3,36	0,44	43,50	0,47	24,95	25,75	8,83
" " " 15	5-79	3192	2170	7,9	4,46	1,70	24,36	0,58	17,84	6,40	7,66
" " " "	3-80	2886	2424	7,5	8,33	1,96	17,61	0,38	1,41	12,38	14,39
" " " "	6-80	3472	2951	9,0	7,69	1,53	24,46	0,46	13,62	12,50	2,67
" " " 24	5-79	1064	699	7,6	1,61	0,12	9,06	0,34	4,23	1,20	5,05
" " " "	3-80	1258	918	7,65	1,80	0,36	9,67	0,28	0,23	3,59	4,99
" " " "	6-80	1028	707	9,4	1,32	0,24	8,48	0,30	6,10	3,55	3,37

ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE POZOS CAVADOS Y FRETIMETROS .-Tabla N° 6  
COLALAO DEL VALLE - RIO SANTA MARIA - TUCUMAN

F U E N T E POZO(Pz)-RIO(R.)ACEQUIA(Ac)-FRETIM. (Fr.)	FECHA DE MUESTREO	A N A L I S I S			Q U I M I C O							
		CONDUCT. ESPECIF. Mmho/cm.	RESIDUO SECO p.p.m.	PH	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub>	
<u>mili equivalente por litro (m.eq/l.)</u>												
Freatimetro N° 9	5-79	359	301	7,1	1,08	0,17	1,72	0,20	0,65	0,30	2,32	
" " "	3-80	607	443	7,9	3,16	0,56	2,06	0,26	1,41	1,13	3,20	
" " "	6-80	701	511	8,9	4,01	0,52	2,17	0,25	1,19	1,70	2,67	
" " 10	5-79	1530	1201	8,0	1,53	0,28	13,73	0,26	2,61	1,40	11,40	
" " "	3-80	858	626	7,85	4,68	0,80	2,61	0,25	1,17	1,58	5,44	
" " "	6-80	1076	903	9,0	4,97	0,80	4,67	0,24	2,28	2,12	2,75	
" " 11	5-79	692	501	7,4	4,06	0,72	2,33	0,21	0,95	0,15	6,26	
" " "	3-80	843	615	7,9	4,84	0,92	2,28	0,24	1,45	0,95	5,70	
" " 12	5-79	2128	1511	7,1	7,24	2,41	13,73	0,49	5,78	10,70	5,61	
" " "	3-80	532	388	7,7	2,24	0,56	2,39	0,20	1,41	0,28	3,36	
" " 13	5-79	1264	899	7,6	5,61	1,60	5,83	0,42	3,62	5,20	4,11	
" " "	3-80	2516	2113	7,95	8,01	0,84	15,44	0,37	23,0	18,5	4,99	

desde 200 ppm a 5.600 ppm, observándose un único valor de 22.111 ppm. en un freatímetro ubicado en El Bañado.

En el cuadro siguiente se ve el rango de la salinidad en los 4 tramos considerados.

SECTOR	EL PASO		FTE QUIIMES		EL BAÑADO		COLALAO DEL VALLE	
	Min	Max	Min	Max.	Min	Max	Min	Max.
FECHA	3/80	6/80	5/79	3/80	5/79	3/80	5/79	3/80
Residuo Seco (ppm.)	350	3130	243	5036	388	5650	301	2113

Como se observa las salinidades más altas se notan en el tramo intermedio del valle (Quilmes - El Bañado). Sin embargo valores bastante altos se notan también en el Sector "El Paso" y relativamente bajos en Colalao del Valle, de modo que no se puede hablar de un aumento sistemático de la salinidad en dirección aguas abajo. La distribución irregular de la salinidad posiblemente se deba a dos factores principales:

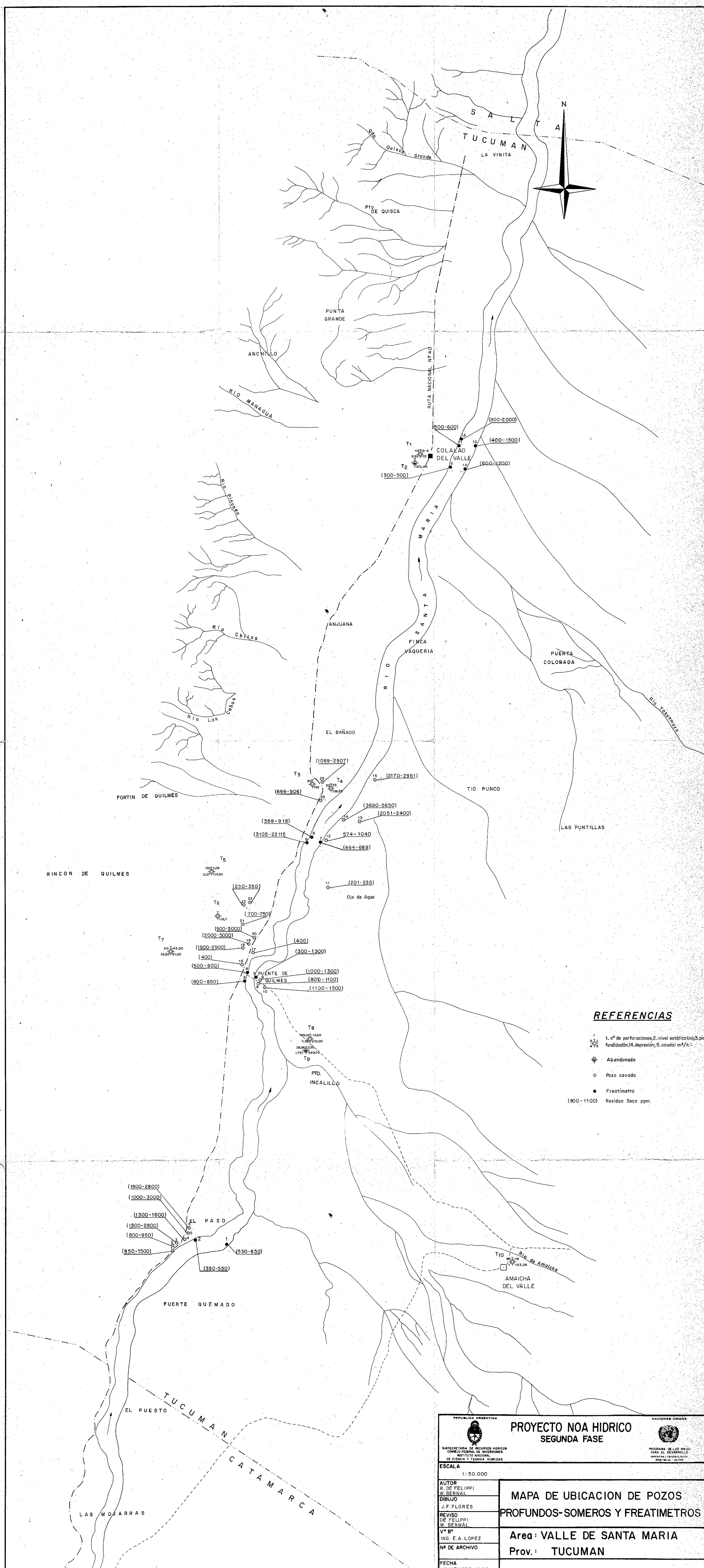
a) Las avenidas del Río Santa María en las épocas de creciente, que aportan un caudal de agua de menor contenido salino, que se infiltra en el subáльveo de varios tramos del río. Las avenidas también remueven cantidades de ciertas sales precipitadas desde El Bañado.

b) La contribución de baja salinidad de los afluentes, sobre todo de margen izquierdo.

A continuación se considera la calidad de agua en los diversos tramos (mapa adjunto)

c) Zona de El Paso

Las aguas menos concentradas se encuentran en los



freatímetros N° 1 y 2 (350 - 800 ppm.) y en los pozos N° 1 y 2 (350 - 800 ppm.) y en los pozos N° 1 y 2 más centrales y cercanos al cauce actual del río (800 - 1500 ppm).

Las aguas más salinas (hasta 3.000 ppm) se mostraron en los pozos N° 2, 5 y 6. Se obtiene la impresión que la concentración aumenta en dirección norte y con la distancia del cauce.

La composición iónica de las aguas relativamente poco saladas, es completamente idéntica a la del agua del río en esta zona (Freatímetros N° 1 y 2, Gráfico N° 9. Las aguas de más clorada salinidad se caracterizan por (Gráfico N° 10.)

- a) Un contenido relativamente bajo (con algunas excepciones) en cloruro, alto en bicarbonatos y variable en sulfatos.
- b) Un muy alto contenido en sodio, en comparación con calcio y magnesio.

## 2) Zona del Fuente de Quilmos

En esta zona la concentración del agua del Subálvco presenta un aumento en el límite máximo del residuo seco (300 - 5000) en comparación con la zona de El Paso. Las aguas de los pozos 18, 19 y 20, algo alejados del cauce del río presentan la mayor concentración (Mapa).

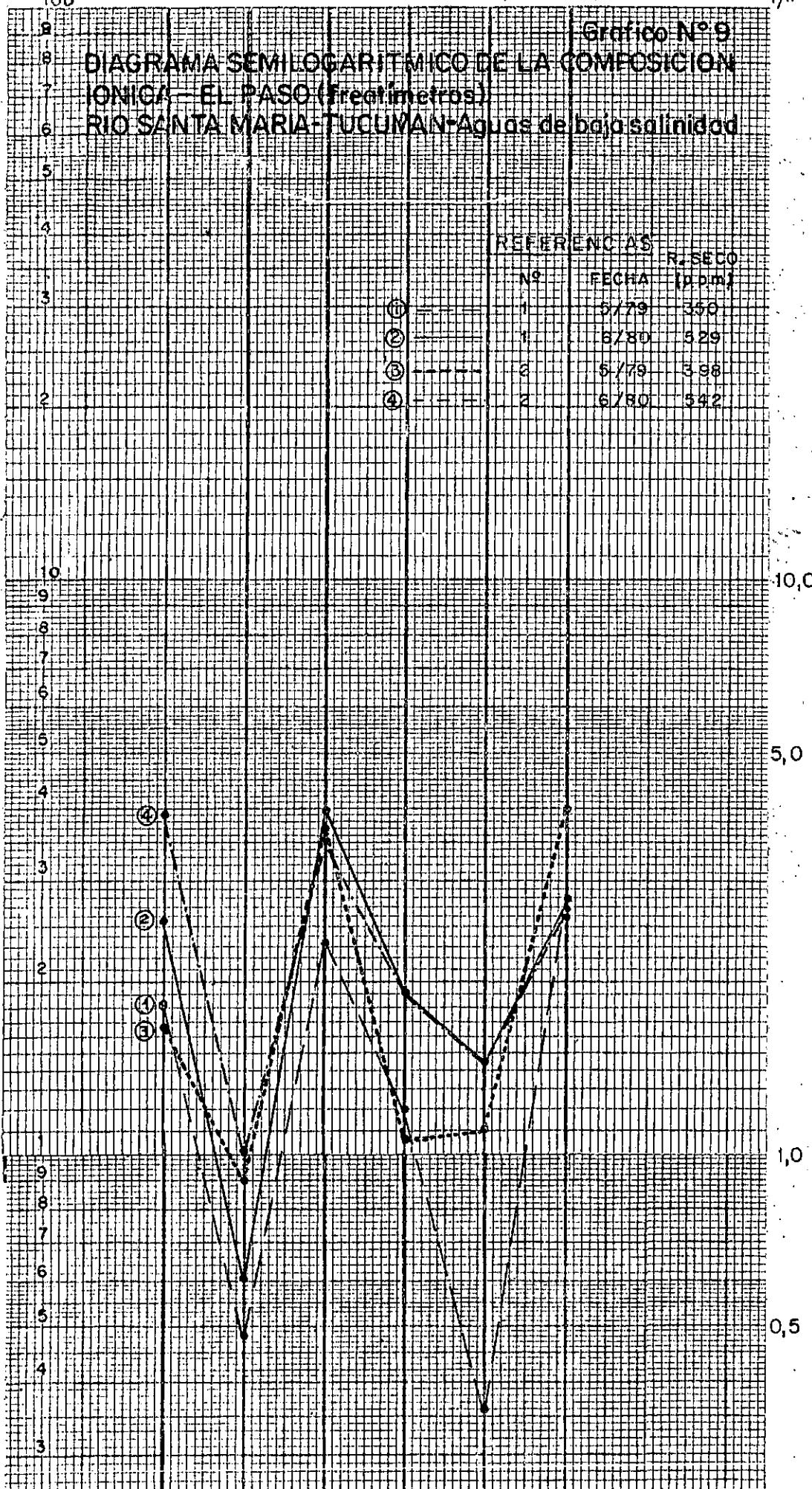
Aguas con relativamente baja concentración se encontrarán en los freatímetros (3, 4, y 5); en los pozos N° 16 y 17 cercanos al río y en algunos pozos más distantes como en los N° 21, 22 y 23.

La distribución de pozos con aguas de diferente sa-

8  
DIAGRAMA SEMILOGARITMICO DE LA COMPOSICION  
7 IONICA - EL PASO (frecimetros)  
6 RIO SANTA MARIA-TUCUMAN-Aguas de baja salinidad

REFERENCIAS

Nº	FECHA	R. SECO
1	5/79	350
1	6/80	529
2	5/79	398
2	6/80	542

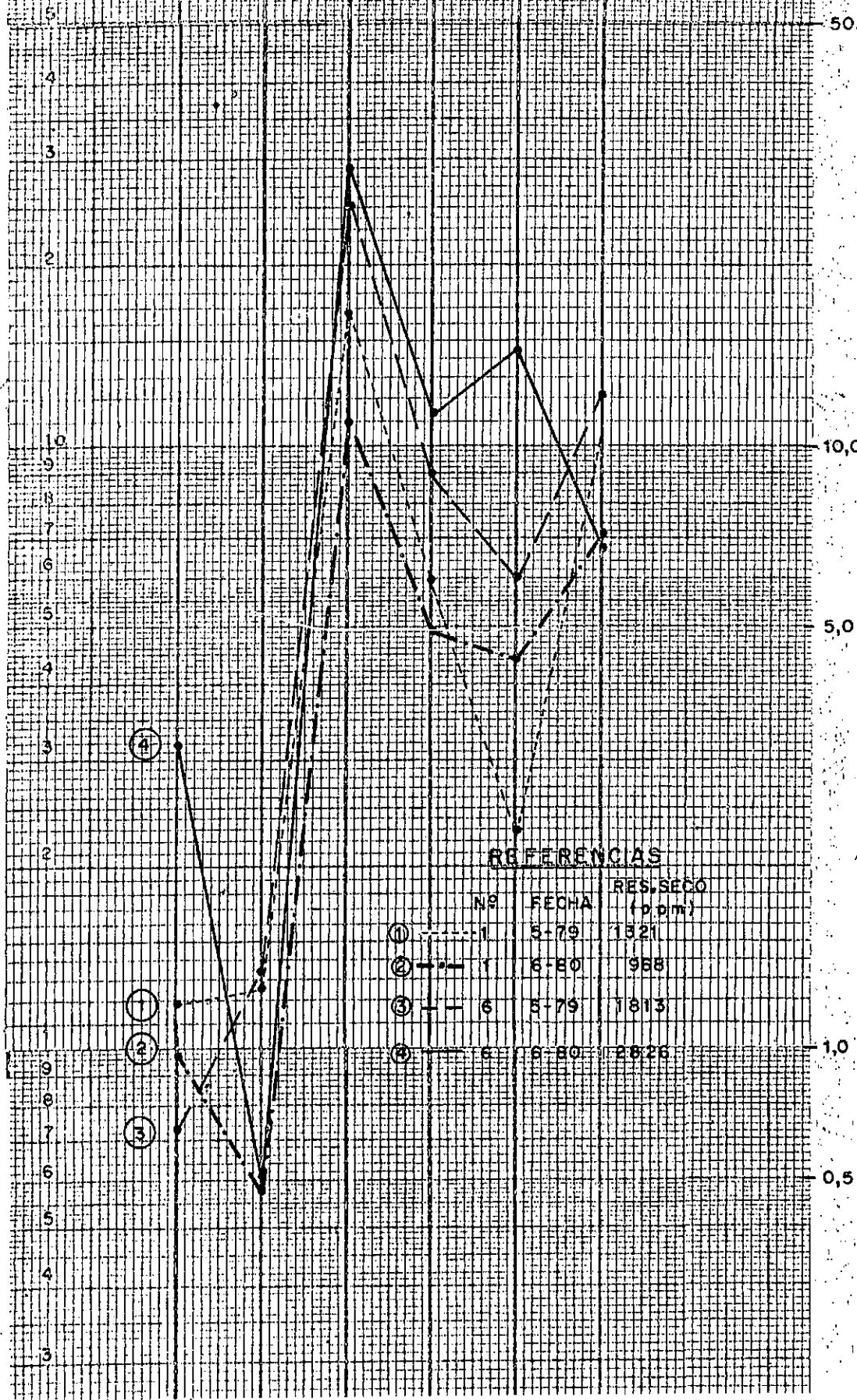


Ca<sup>++</sup> Mg<sup>++</sup> Na+K<sup>+</sup> Cl<sup>-</sup> SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> meq/l.

-35-

Grafico N° 10

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO DE LA COMPOSICION  
IONICA - EL PASO (Pozos cavados)  
RIO STA. MARIA-TUCUMAN. Aguas de alta salinidad



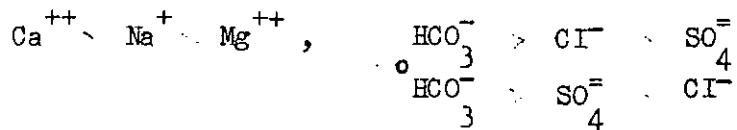
REFERENCIAS

Nº	FECHA	RES. SECO (ppm)
①	1	5-79 1321
②	1	6-80 968
③	6	5-79 1813
④	6	6-80 12826

linidad parece irregular. Es posible que las diferencias entre pozos cercanos se deban atribuir a condiciones locales de mezclas de aguas de diferentes salinidades. (fijo base y avenidas del Río Santa María, aparte del Río Amaicha, y descarga del cono aluvial de Quilmes.

Pasando por alto los análisis de las muestras correspondientes al mes de marzo 1.980 que parecen algo dudosas \* se notan las siguientes relaciones iónicas:

En las aguas de baja salinidad (pozo 22, 23 Gráfico N°11) del cono de Quilmes:



En las aguas de mediana salinidad (Freatímetros 3,5, Gráficos N° 12 y 13)



Las relaciones iónicas en las aguas de alta salinidad (pozos 18, 19 y 20, Gráfico N° 14) son muy variables y resultan probablemente de procesos complejos de precipitación y disolución repetida de varias sales.

Con respecto a la clasificación de aptitudes para riego, la mayoría de las muestras se clasifican como dudosas a malas con algunas permisibles a buenas.

### 3) Zona El Bañado

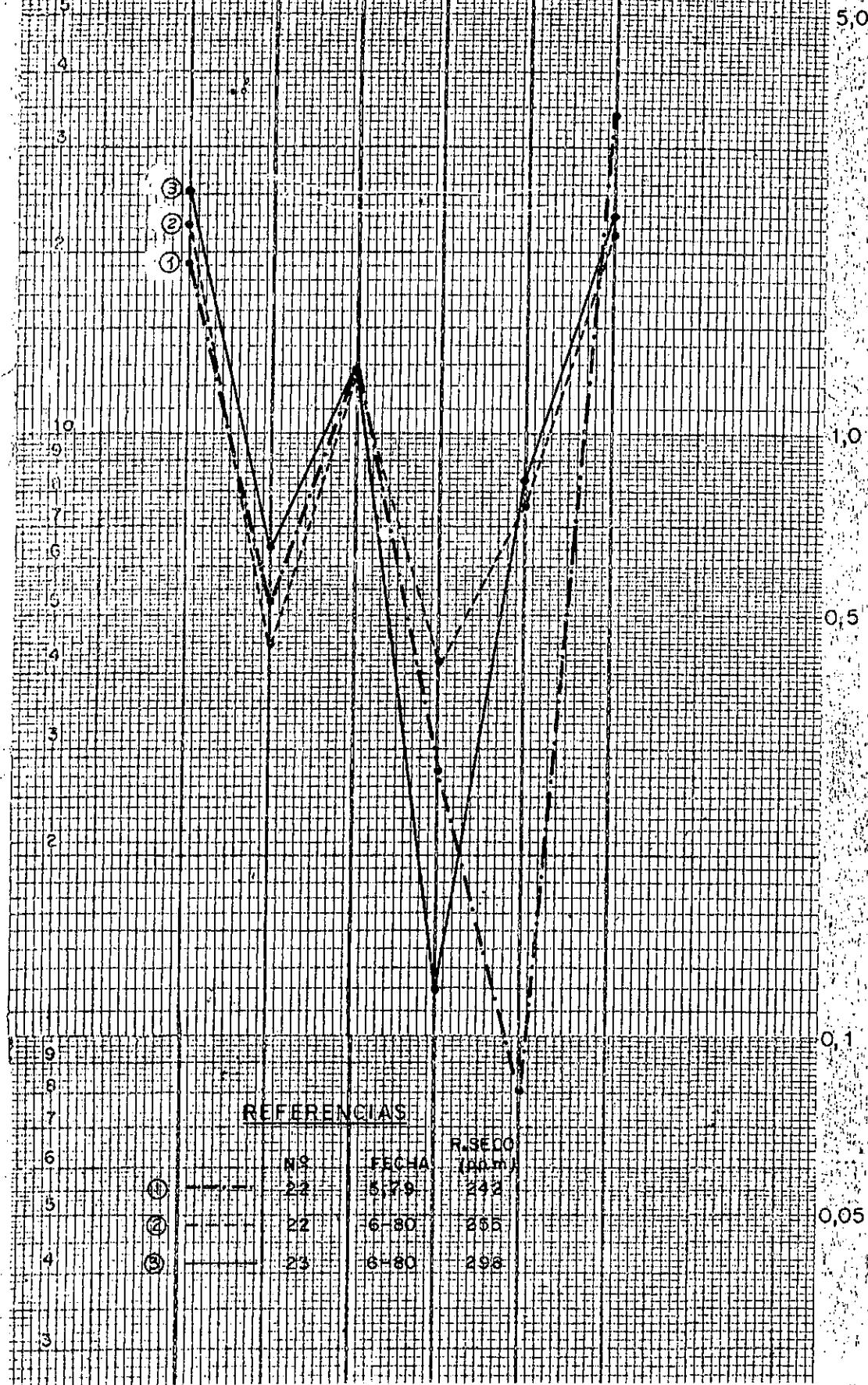
En El Bañado, como en los tramos anteriores, la distribución de la salinidad parece completamente irregular. El rango de variación del residuo seco es de 450ppm. a 5.600 ppm., y no es muy diferente del

---

\* No puede descartarse la posibilidad de un error sistemático en los análisis.

Gráfico N° 11

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO DE LA COMPOSICION  
ONICA - PUENTE DE QUILMES (Pozos cavados)  
RIO STA. MARIA TUCUMAN Aguas de baja salinidad

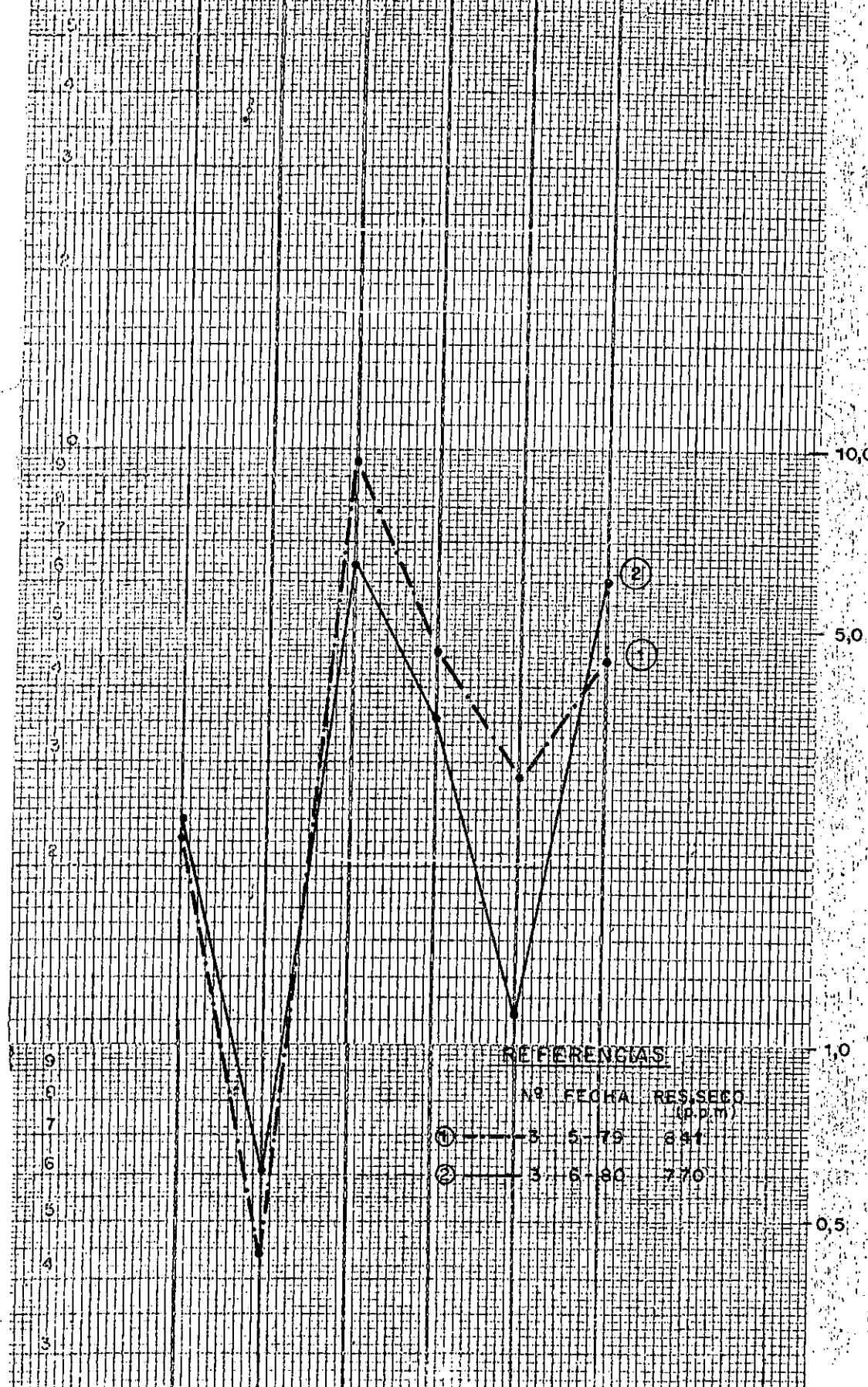


Ca<sup>++</sup> Mg<sup>++</sup> Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup> Cl<sup>-</sup> SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> meq/l.

Gráfico N° 12

- 38 -

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO DE LA COMPOSICION  
IONICA - PUENTE DE QUI MES (Frente al metro)  
BIO STA. MARIA-TUCUMAN. Aguas de pH 7 salinidad



100       $\text{Ca}^{++}$      $\text{Mg}^{++}$      $\text{Na}^+ + \text{K}^+$      $\text{Cl}^-$      $\text{SO}_4^{=}$      $\text{HCO}_3^-$

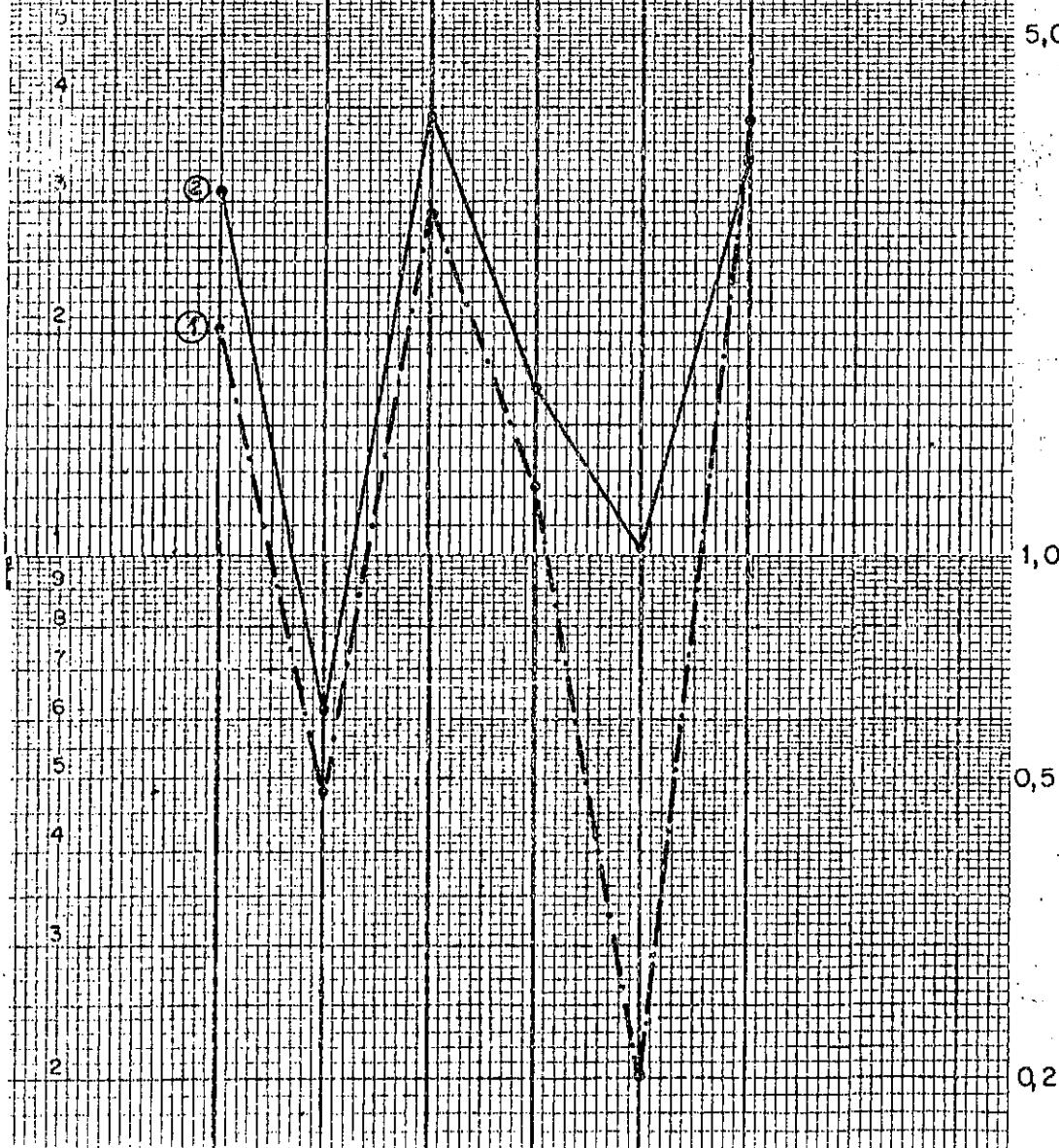
Gráfico N° 13

-39-

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO DE LA COMPOSICION  
IONICA PUENTE DE QUIMES (frentimetros)  
RIO STA. MARIA-TUCUMAN-Aguas de baja salinidad

## REFERENCIAS

Nº	FECHA	RÍO SECO (PPM)
①	5-79	310
②	6-80	493

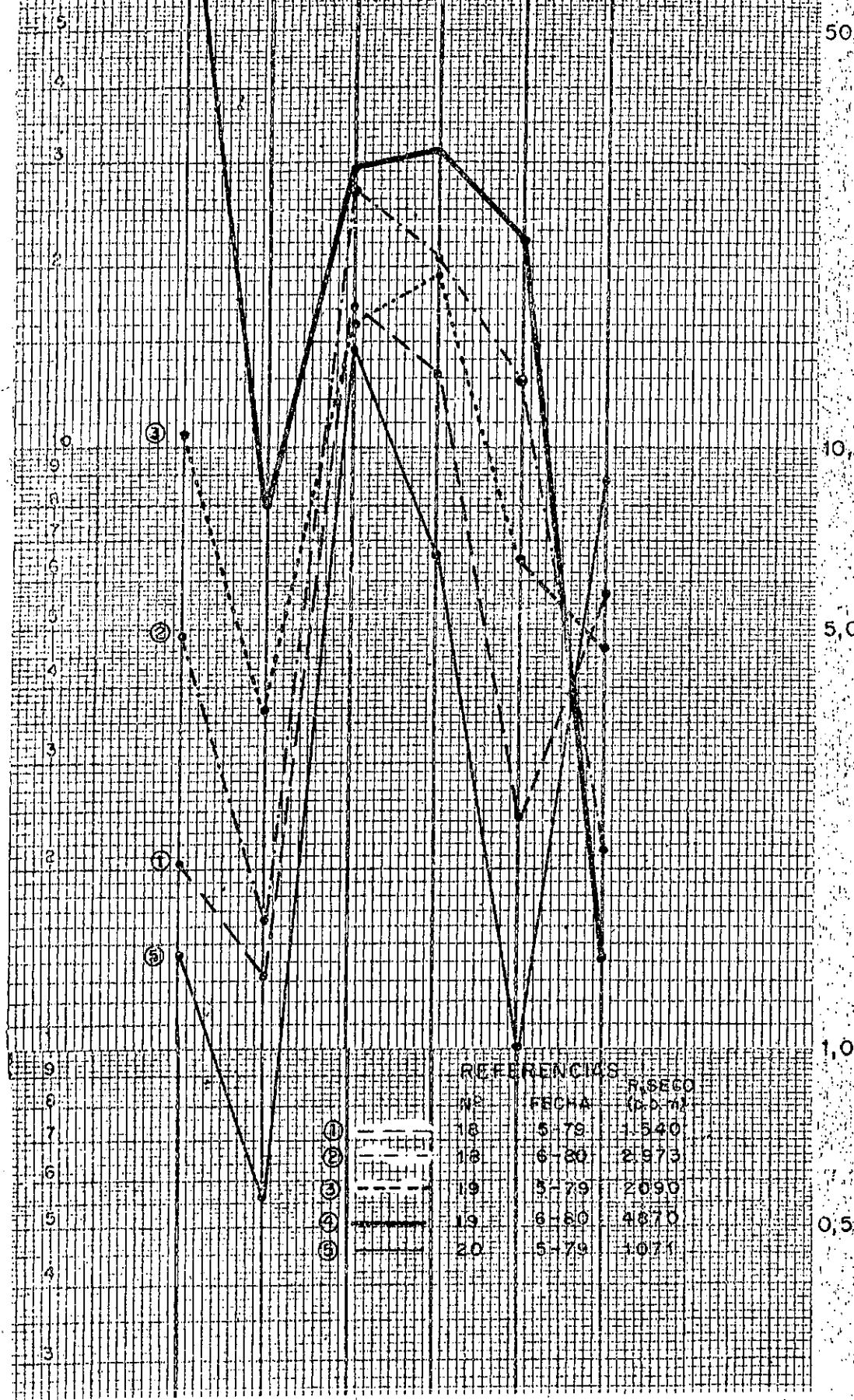


$\text{Ca}^{++}$   $\text{Mg}^{++}$   $\text{Na}^{+}\text{K}^{+}$   $\text{Cl}^{-}$   $\text{SO}_4^{=}$   $\text{HCO}_3^{-}$  meq/l.

-40-

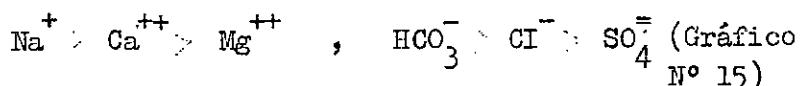
Grafico N° 14

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO DE LA COMPOSICION  
IONICA - PUENTE DE QUIMES (Pozos cavados)  
RIO STA. MARIA TUCUMAN - Aguas de dho. salinicas

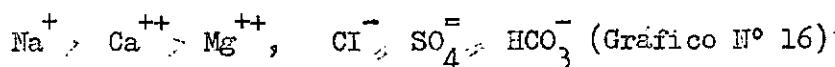


sector Puerto de Quilmes. Un caso particular esta presentado por el pozo N° 11 cerca del llamado Ojo de agua, con más baja salinidad, el que probablemente este conectado a un acuífero colgado local. La salinidad encontrada en el freatímetro N° 6 en el mes de marzo del 80 alcanza un valor sorprendentemente alto, que se explica por la situación del freatímetro ubicado en una zona de fuerte eflorescencia salina y de aguas estancadas.

Las relaciones iónicas son las que normalmente se encuentran en la zona. En las aguas de salinidad mediana (Freatímetros 7 y 8 y pozo 11) la relación es:



Con el ascenso de la concentración se obtiene una relación



Con respecto a la clasificación de aptitud para riego, la mayoría de las aguas se clasifican como dudosa a mala, con pocas excepciones de aceptable.

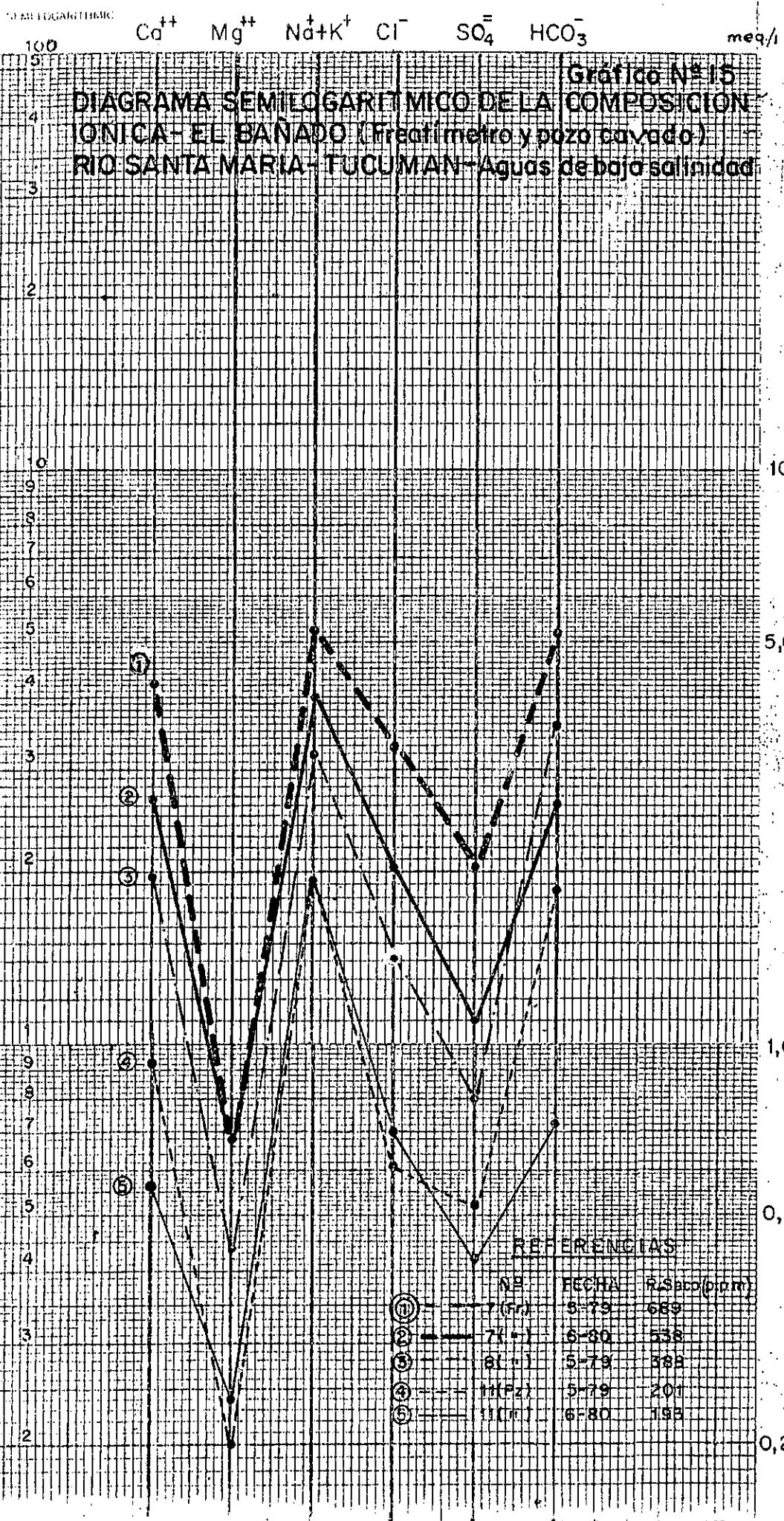
#### 4) Zona Colalao del Valle

Este tramo del río es la zona que tiene menor variación en la salinidad. El rango es de (301 ppm. a 2113 ppm). Se supone que aguas provenientes del cono aluvial de Managua así como avonidas en el Río Santa María, sean la causa de la baja salinidad en una gran parte de las aguas subáreas de esta zona.

Las relaciones iónicas corresponden a las de aguas de concentración similar en las demás localidades.

Con respecto a su aptitud para riego son en su mayoría aceptables para dicho fin.

Las composiciones iónicas han sido representadas en los gráficos N° 17 y 18.

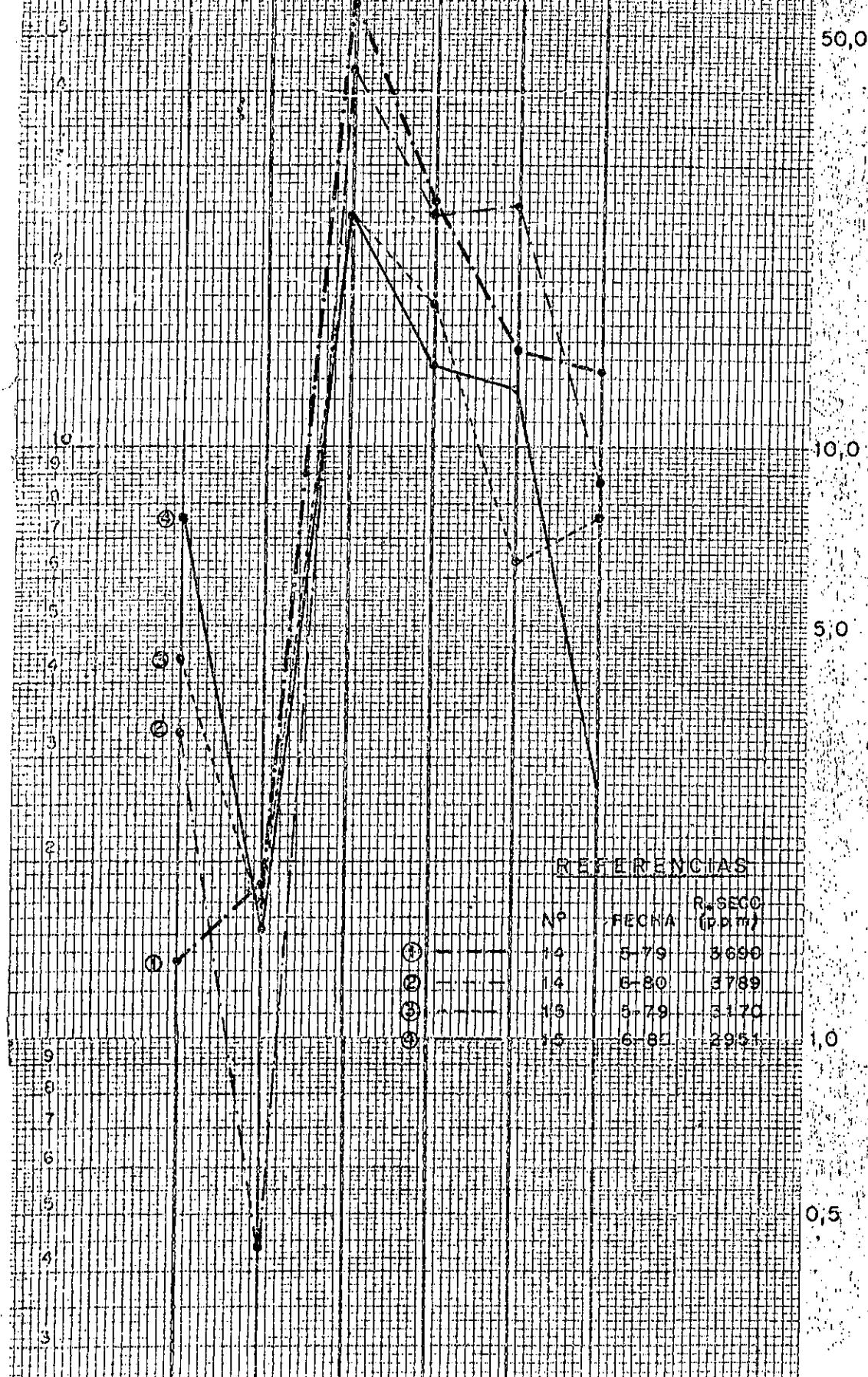


$\text{Ca}^{++}$   $\text{Mg}^{++}$   $\text{Na}^+$   $\text{K}^+$   $\text{Cl}^-$   $\text{SO}_4^-$   $\text{HCO}_3^-$  meq/l.

-43-

Grafico N° 16

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO DE LA COMPOSICION  
IONICA - EL BANADO (Pozos cavados)  
RIO STA. MARIA-TUCUMAN Agua de alto contenido



REFERENCIAS

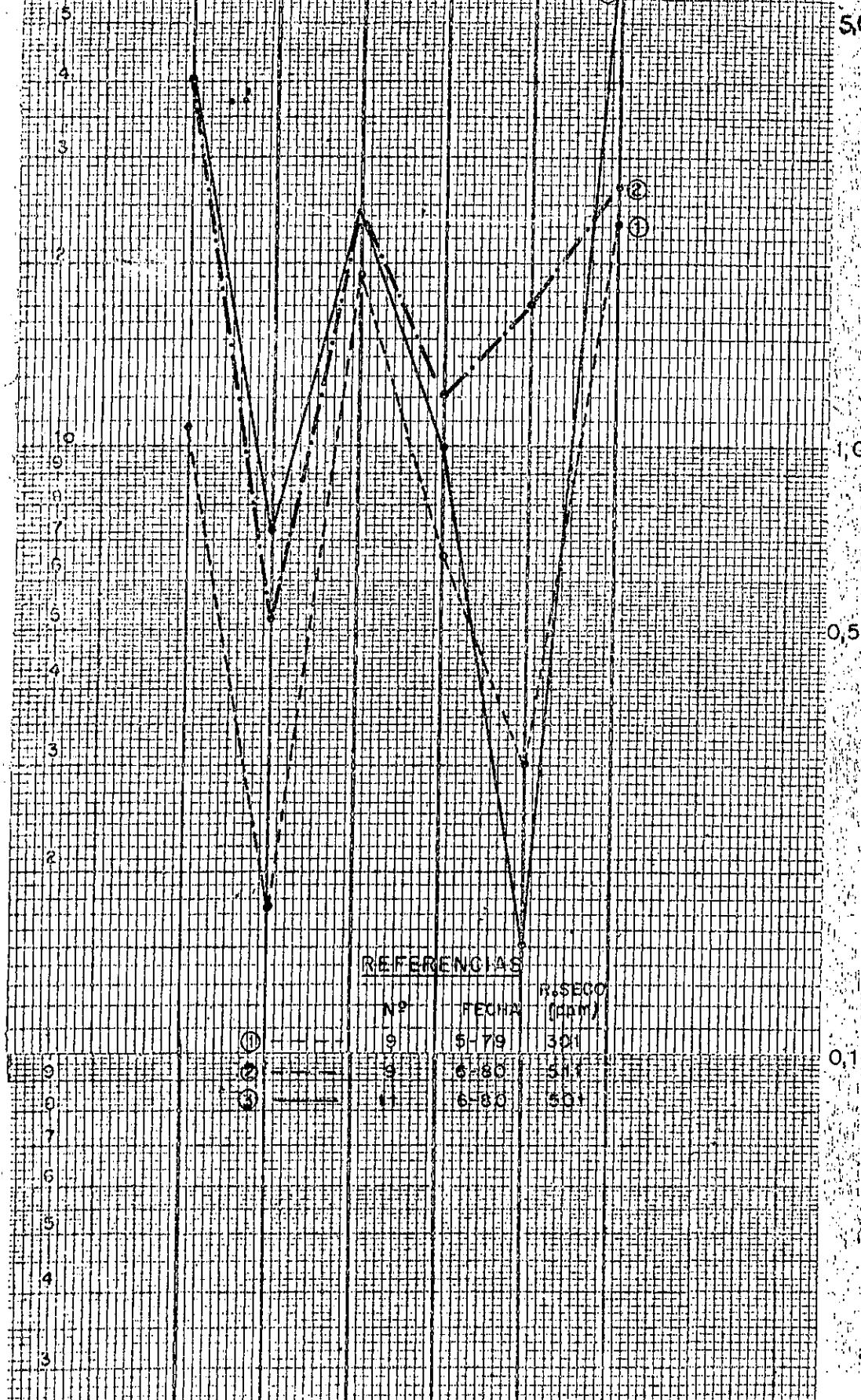
Nº	FECHA	R. SECC (ppm)
14	5-79	3690
14	6-80	3789
15	5-79	3170
15	6-81	2951

J. S. G. - 1979  
Ca<sup>++</sup> Mg<sup>++</sup> Na<sup>+</sup> K<sup>+</sup> Cl<sup>-</sup> SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> meq/l.

-44-

Gráfico N° 17

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO DE LA COMPOSICION  
IONICA - COL ALAO DEL VALLE (Frecimetros)  
RIO STA. MARIA - LUCUMAN - Aguas de Baja salinidad



REFERENCIAS

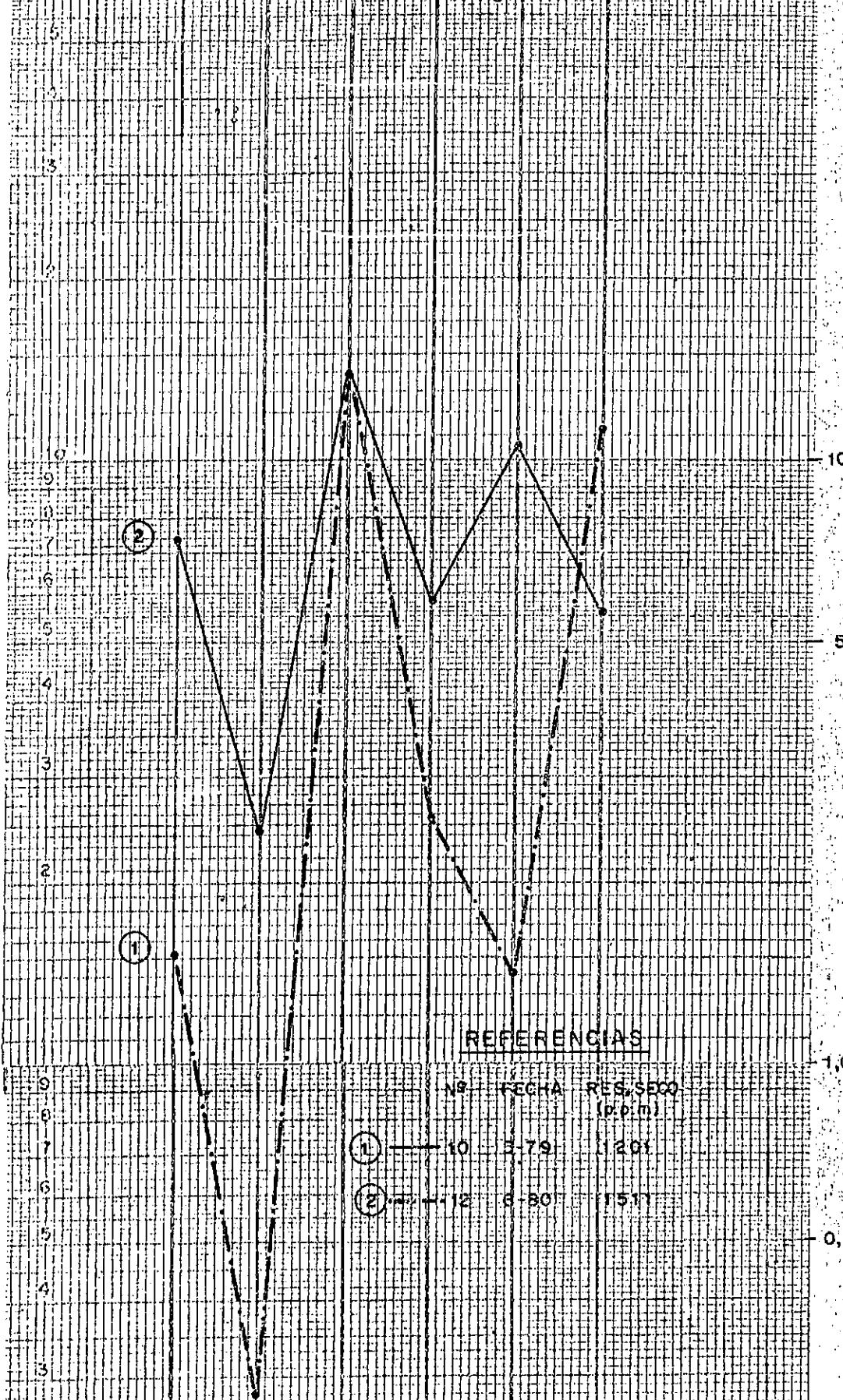
Nº	FECHA	R. SECO (mm)
①	5-79	301
②	6-80	511
③	6-80	501

$\text{Ca}^{++}$   $\text{Mg}^{++}$   $\text{Na}^+$   $\text{K}^+$   $\text{Cl}^-$   $\text{SO}_4^{2-}$   $\text{HCO}_3^-$  meq/l.

Gráfico N° 18

-45-

DIAGRAMA SEMILOGARITMICO DE LA COMPOSICION  
IONICA - COLA - AGUA DEL VALLE (Frectímetros)  
RIO STA. MARIA TU CUMAN - AGUAS DE ALTA SOLUBILIDAD



REFERENCIAS

Nº FECHA RES. SECO  
(D.p.m.)

1 10-3-79 11201

2 12-6-80 11511

#### 4. Conclusiones

- A pesar de que los valores analizados no corresponden a la propia área de estudio, son válidos para realizar el análisis, debido a que los mismos pertenecen a una localidad muy próxima al área de interés.
- La temperatura media anual es de 16°6 siendo 9°C la temperatura media mensual del mes más frío (junio) y 21,2°C (enero) la del mes más caliente. (Para Santa María).
- La precipitación anual es de 157 mm. (En Santa María).

La evapotranspiración en el Valle varía entre 700 y 800 mm. (Anuales).

- La precipitación en ningún mes supera la evapotranspiración potencial.

Según la clasificación de Thornthwaite la región tiene las siguientes características climáticas E B'<sub>2</sub>da o sea (E) Arida; (B'<sub>2</sub>) mesotermal; (d) nulo o pequeño exceso de agua y (a) con menos del 40% de la concentración estival de la eficiencia térmica.

- Debido a sus aptitudes agrocológicas y de acuerdo con la clasificación de Defina el área pertenece al "Distrito Colalao del Valle" caracterizado por tener climas propicios para los siguientes cultivos índice": Vid europea, Nogal, Duraznero, maíz.
- La mayor necesidad bruta de riego ponderado de acuerdo a la relación de cultivos establecida para el área es de 158 mm para el mes de enero lo que representa un caudal instantáneo de 0,52 y teniendo en cuenta la eficiencia (60%) es 0,97 l/s.
- La calidad de las aguas del subálveo en el tramo del Río Santa María entre El Paso y "Colalao del Valle" varía entre límites muy amplios. No se nota en base a los datos disponibles ninguna distribución sistemática en la calidad del agua a excepción de unos pocos casos. La mayoría de las aguas son de calidad aceptable a mala, debido a residuos sócos altos y a un alto porcentaje de sodio y de bicarbonato. La utilización de esas

aguas en una zona tan árida exige tomar debidas precauciones para evitar procesos de salinización de suelos.

- Las aguas subterráneas profundas correspondientes a los pozos con un caudal razonable, son de una salinidad mucho menor y más aptas para el riego. Sin embargo, se nota en ellos también un contenido relativamente alto en sodio y bicarbonato y demanda una práctica prudente de riego y drainaje.
- Las aguas superficiales del Río Santa María y de sus afluentes son de una calidad aceptable en lo que se refiere al residuo seco. Sin embargo el PH elevado y el contenido en sodio y en bicarbonato exigen medidas de precaución en el riego.

PROYECTO NOA HIDRICO, Noviembre de 1980.-

A\_N\_E\_X\_O\_S

# BALANCE HIDRICO

PROYECTO NOA HIDRICO  
SEGUNDA FASE

LOCALIDAD Santa María

PERIODO 1897/1945 ..

$$\sum (P-EP) = 0$$

$$\sum -(P-EP) = -626$$

ALTURA: -----

LATITUD: 27° -----

LONGITUD: -----

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Temperatura °C	21,2	20,9	19,4	16,2	11,7	8,9	9,0	11,2	14,6	17,5	19,6	20,9	15,9
Indice calórico (i)	8,91	8,72	7,79	5,93	3,62	2,39	2,44	3,39	5,07	6,66	7,91	8,72	71,5
EP s/ajustar	3,1	3,1	2,7	2,0	1,1	0,7	0,7	1,1	1,7	2,3	2,7	3,1	
	35,4	30,6	31,5	28,8	27,9	26,1	27,6	29,1	30,0	33,3	33,6	35,7	
EP ajustada	109,7	94,9	85,0	58,0	30,7	18,3	19,3	32,0	58,0	76,6	90,7	110,7	776,5
Precipitaciones	47	35	19	0	0	0	0	1	1	6	14	34	157
P-EP	-64	-59	-66	-58	-33	-20	-22	-31	-50	-70	-79	-74	-626
$\sum -(P-EP)$													
Almacenaje													
$\Delta$ Almacenaje													
ER	47	35	19	0	0	0	0	1	1	6	14	34	157
Exceso													
Déficit	64	59	66	58	33	20	22	31	50	70	79	74	626
Escurrimiento													
Humedad Total													

CARACTERIZACION CLIMATICA DE  
SANTA MARIA

Indice de aridez

$$IA = \frac{100 \times \text{deficiencia de agua}}{\text{necesidad de agua}} = \frac{100 \times 626}{782} = 80,05$$

Indice de humedad

$$\text{índice de humedad} = \frac{100 \times \text{exceso de agua}}{\text{necesidad de agua}} = \frac{100 \times 0}{782} = 0$$

Indice Hídrico

$$\begin{aligned} \text{índice hídrico} &= \frac{100 \times \text{exceso} - 60 \times \text{deficiencia}}{\text{necesidad de agua}} = \\ &= \frac{100 \times 0 - 60 \times 636}{782} = \underline{-48} \quad \underline{E} \end{aligned}$$

Indice de eficiencia térmica

$$\underline{782 \text{ mm} = B'_2}$$

Eficiencia hídricadConcentración estival de la eficiencia térmica

$$\frac{100 \times (108 + 111 + 93)}{782} = 39,89 = a'$$

$$\underline{E \ B'_2 \ d \ a'}$$

Arida (E); mesotermal ( $B'_2$ ); Nula o pequeño exceso de agua (d); menos del 48% de concentración estival ( $a'$ ).

## CAFAYATE

Meses	Temperatura Media en °C		Precipitaciones en mm.		R	P	E.T.P.	Observaciones
	Aprovecham. Río Pasaje (1908-1921)	O.S.N. (1951-1968)	E.P. Pontu- ssi (1948-1950)	O.S.N. (1952- 1968)	Radiac, solar al tope de la atmósfr. en mm./ día (G. y Ch.)	% de horas de sol (B. y C.)	según Bla- ney y Cri- ddle en mm. (*)	
Enero	21,6	22,8	52,8	64,5	17,1	9,46	170,3	Latitud S: 26° 05'
Febrero	19,9	22,3	49,8	39,4	15,9	8,21	141,4	Altitud: 1680 m.
Marzo	19,3	21,1	37,4	17,9	14,0	8,60	145,8	Más llovedor = 277 mm. (1962)
Abril	17,3	17,8	0	1,2	11,5	7,84	125,7	Menos llovedor = 68 mm. (1966)
Mayo	13,3	14,1	0	0,2	9,5	7,66	108,8	
Junio	9,7	11,5	0	0,0	8,3	7,20	90,5	
Julio	10,2	11,5	0	0,9	8,7	7,54	96,4	
Agosto	13,1	14,1	0	0,0	10,4	7,90	111,5	
Setiembre	16,1	17,1	0	0,8	12,7	8,11	125,6	
Octubre	18,1	21,2	1,0	3,2	15,0	8,86	145,3	
Noviembre	20,8	21,4	7,3	22,4	16,6	9,04	159,4	
Diciembre	20,8	22,2	49,4	48,5	17,3	9,58	168,9	
Promedio	16,7 °C	18,1 °C	197,7	199,0			1.589,6	

H. Villanueva

Necesidad Neta de riego

Cultivo

Alfalfa

Vid

Pimiento

Cebolla

Maíz

Cereales Finos

Meses.

			Pimiento Tomate o Papa			
Agosto	42,9	-	-	-	-	102,8
Setiembre	77,9	45,8	-	52,2	-	121,1
Octubre	117,5	85,4	62,3	95,5	-	137,3
Noviembre	151,6	120,2	110,0	127,5	87,2	137,6
Diciembre	176,5	145,4	149,1	141,4	141,7	121,6
Enero	186,1	153,3	162,1	134,0	164,2	-
Febrero	154,7	126,0	135,6	88,2	130,8	-
Marzo	152,8	117,8	127,9	-	105,0	-
Abril	120,2	84,5	90,5	-	-	-
Mayo	88,8	-	-	-	-	42,6
Junio	-	-	-	-	-	57,1
Junio	-	-	-	-	-	77,9
Total Anual	1.269,0	878,4	837,5	638,8	628,9	798,0

H. Villanueva