

7.3 Análisis de los datos históricos

1) Cartas de INEGI aguas subterráneas de 1988.

El INEGI, en sus cartas hidrológicas de aguas subterráneas, escala 1:250,000, sostiene que el acuífero del Valle de Guaymas tiene agua de buena calidad de uso doméstico, agrícola y pecuario. En la porción occidental del valle, clasifican el agua como bicarbonatada-clorurada sódica y en la porción central como bicarbonatada-clorurada calco-sódica.

2) Montes de Oca, tesis: Detección de la Presencia de bario en el agua subterránea en la franja costera del Valle de Guaymas, 1988.

TABLA V

RESULTADOS DE MONTES DE OCA EN 1988

Muestra	Nombre de la captación	= CO 3	- HC O 3	- Cl	= SO 4	++ Ca	++ Mg	+ Na	+ K	STD (ppm)	pH	CE Uv	°C
1	Pozo Cochorit	0.8	183	1535 0	603	4166	2050	909	345	42123	7.8	50000	*
2	Noria prov. Avícola km 103	0.3	52	3680	26	976	450	100	40	3245	7.8	9000	*
3	Noria prov. Avícola #4	0.2	78	2450	13	625	325	100	40	1868	8.0	4500	28
4	Pozo 19	0.6	122	1450	279	685	125	160	80	1613	8.2	1900	*
5	P. Los Chiltepines	0.4	128	659	51	168	138	60	10	910	8.4	1900	32.5
6	P. 33 CP	0.1	110	103	240	99	27	40	30	378	8.2	850	33
7	P.(Mercurio)	0.0	97	1756 8	366	4563	372	340	80	18343	7.2	45000	*
8	P.34	0.0	97	6535	75	36539	213	160	40	7623	7.6	18000	31

TABLA VI (Continuación)

9	P.32	2.39	54	6321	189	1957	1250	240	60	7848	7.2	18000	32
10	P.30	1.91	79	4350	85	1506	701	220	60	6868	7.7	13500	32
11	P.22	9.6	136	171	18	80	19	40	10	358	8.5	650	34
12	P.20	11.6	102	172	20	79	21	40	15	318	8.4	680	34
13	P.23	9.6	107	199	20	58	38	40	15	365	8.4	750	33
14	P.26	4.8	108	257	29	58	38	40	20	213	8.3	780	*
15	P.32 CP	0.0	78	1581	45	750	58	146	91	2388	7.9	4900	33
16	P.34 CP	0.0	68	3126	52	1731	96	180	60	4530	7.9	9900	*
17	P.28	14.4	161	206	30	67	29	45	15	268	8.6	600	*
18	P. JMM4	12	160	103	41	29	19	55	35	285	8.6	720	36
19	P.110	12	151	104	62	40	17	55	5	363	8.7	550	38
20	P.Ejido Graciano Sánchez	12	190	102	51	18	28	55	10	323	8.8	500	37
21	P.Felipe Ángeles	4.8	102	669	167	346	38	53	10	104	8.1	2000	*
22	P. La Misa	7.2	123	263	47	114	26	30	10	420	8.3	850	38
23	P. Ejido L. Cárdenas	4.8	117	254	44	106	29	30	10	398	8.3	820	*
24	P. Morua	7.2	160	306	53	158	38	50	15	308	8.4	650	*
25	P.106 Sta. Rosa	7.2	160	306	48	158	38	50	15	498	8.4	1250	35
26	P.72	2.4	107	839	70	385	77	100	25	2500	8.1	2500	*
27	P.58	0.0	93	1906	55	827	163	120	60	2553	7.9	5000	32
28	P.70	0.0	175	769	46	375	67	75	25	1483	8.2	2000	*
29	P.68	0.0	136	3603	81	1981	154	200	40	5520	7.9	12000	33
30	P.66	0.0	102	1890	76	798	109	200	60	3520	7.9	5000	33
31	Noria Ladrillera Nte	0.0	102	5350	535	2750	288	320	80	7848	7.9	15000	28
32	Noria Ladrillera Sur	0.0	102	6589	8276	7212	96	380	100	14818	7.7	20000	*
33	Noria San Humberto	7.2	136	1526 0	311	7115	529	983	105	50538	7.8	40000	27
34	Pozo Maytorena	9.6	146	309	87	106	28	60	10	605	8.3	1000	*

* No se determinó (De Oca,1988)

3) Herrera Revilla y otros, Estudio Tectónico, Geoquímico y Geotérmico del acuífero del Valle de Guaymas Sonora, en 1985, hacen comparaciones interesantes, en cuanto a la relación de diferentes elementos con respecto al cloro en el agua subterránea del Valle de Guaymas, llegando a la conclusión de que, al disminuir la relación de sodio, aumenta la relación de cloro; igual, al disminuir la relación de potasio, aumenta la de cloro, lo mismo pasa al disminuir las relaciones de sulfato, calcio, magnesio; individualmente, aumenta la relación de cloro para cada uno de ellos. Determinan también que se encuentran pozos en el Valle de Guaymas con temperaturas superiores a los 35° C. en sus aguas, encontrándose éstos entre las zonas Mi Patria es Primero y Santa María de Guaymas.

4) Vega Granillo, tesis: Estudio Hidrogeoquímico de la cuenca del Río Mátape, Sonora con énfasis en la presencia de bario, 1992.

De 84 muestras que se analizaron en toda la Cuenca del Río Mátape, resultaron bicarbonatadas calcico-magnésicas la mayor parte de la cuenca, debido a la disolución de los afloramientos calcáreos por los cuales atraviesa el Río Mátape.

En la porción sur de la cuenca correspondiente al Valle de Guaymas, las aguas son cloruradas-sulfatadas en general, con variación a cálcicas, magnésicas y sódicas; esta composición se atribuye a la invasión de agua de mar al continente.

Las curvas de isovalores de cloruros y sulfatos muestran la dirección del agua de mar del suroeste hacia el noreste, es decir, del Golfo de California hacia el continente, en coincidencia con la piezometría. Las curvas de bicarbonatos muestran su presencia en

toda la cuenca, sin restringirse a una porción específica, dados los abundantes afloramientos de rocas volcánicas.

CAPITULO 8

RESULTADOS

8.1 Familias de aguas

El manejo y los estudios de análisis químicos pueden simplificarse con el empleo de gráficos y diagramas; en especial cuando se trata de hacer comparaciones entre varios análisis de aguas de un mismo lugar, en épocas diferentes o de diferentes lugares. (Custodio/Llamas, 1976)

METODO TRIANGULAR DE PIPER-HILL LANGELIER:

Consiste en un triángulo izquierdo en el cual se presentan las concentraciones de los principales cationes (Mg, Na+K, Ca) y uno derecho donde se muestran los aniones (Cl, SO₄, HCO₃+CO₃). En ambos la representación es puntual, estos puntos proyectados sobre un rombo central proporcionan un tercer punto que da el carácter químico de la muestra (Figura 30). Estos diagramas son útiles cuando se tiene un gran número de muestras, ya que se pueden representar todas en el mismo diagrama.

DIAGRAMA DE STIFF:

Se compone de 3 rectas horizontales paralelas igualmente espaciadas y cortadas centralmente por una recta vertical. A la izquierda se disponen los cationes y a la derecha los aniones, cada recta representa un segmento porcentual. La composición de la muestra está dada por el catión y el anión dominantes.

Para el acuífero del Valle de Guaymas, se seleccionaron los pozos ubicados en 2 líneas N-S y una E-W cerca de la costa y que además tuvieron información en el

transcurso de los años estudiados, estos fueron los pozos 143, 121, 118, 109, 50-JMM, 54-SM, 14-SM, 13-SM, 1-CP, 131, 70, 83, 27, 20, 135, y 138, cuyas ubicaciones se ven en la figura 13. Para cada uno de estos pozos se realizaron los diagramas de Stiff que se representan de la figura 14 a la figura 29; también en las figura 30 y 31 se ven los diagramas de Piper, para el acuífero del Valle de Guaymas, en los años 1997 y 1998.

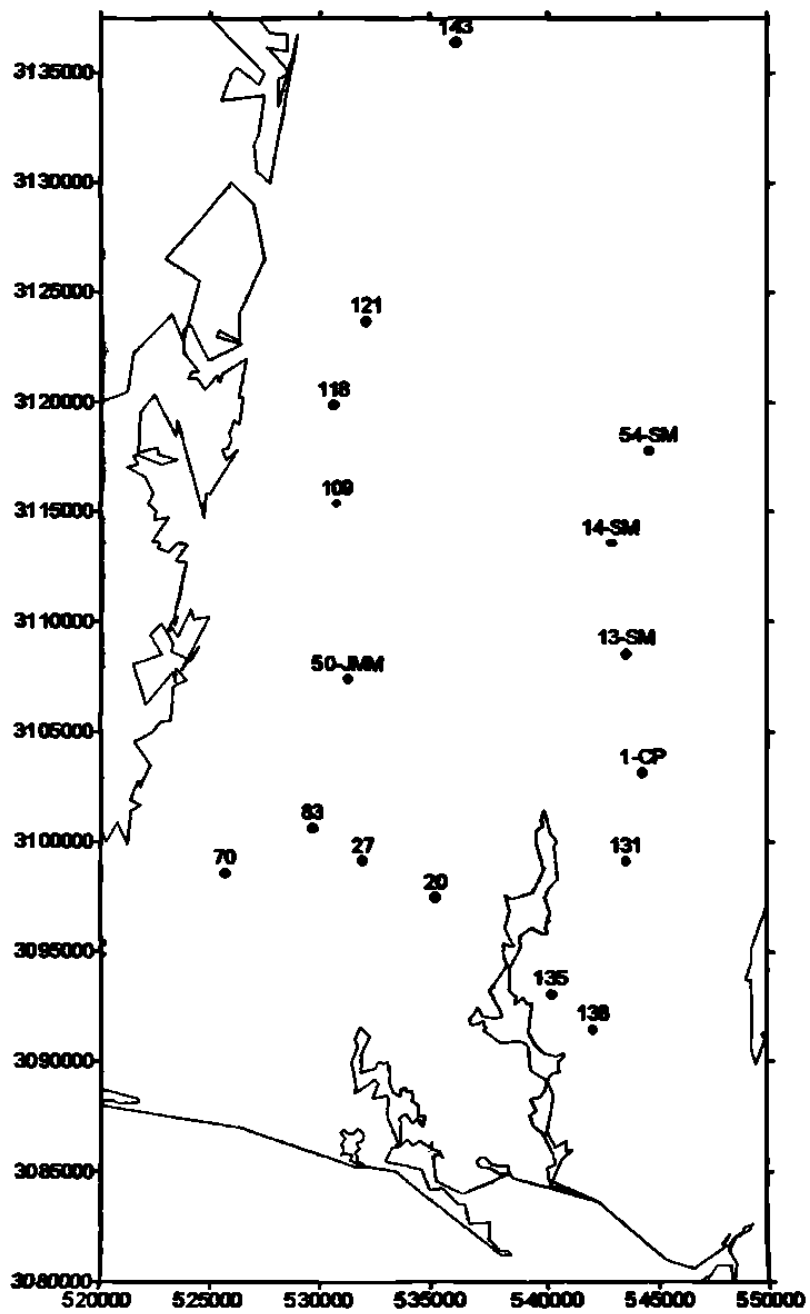
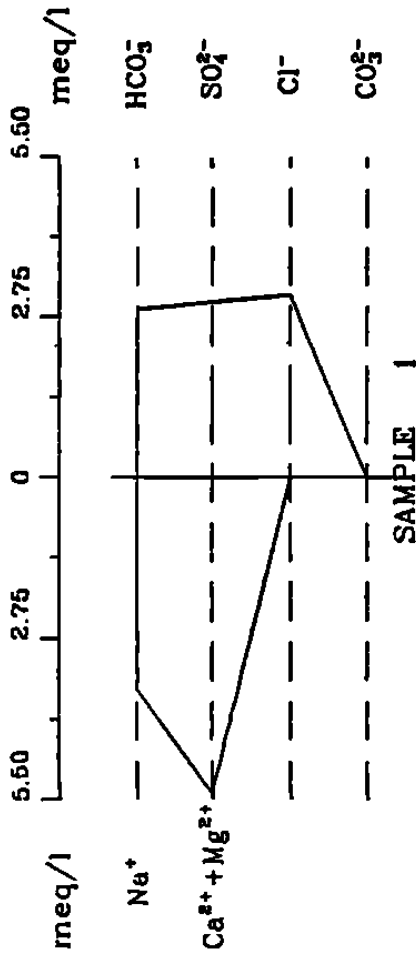


Figura 13.- Ubicación de los pozos seleccionados en el Valle de Guaymas

1975

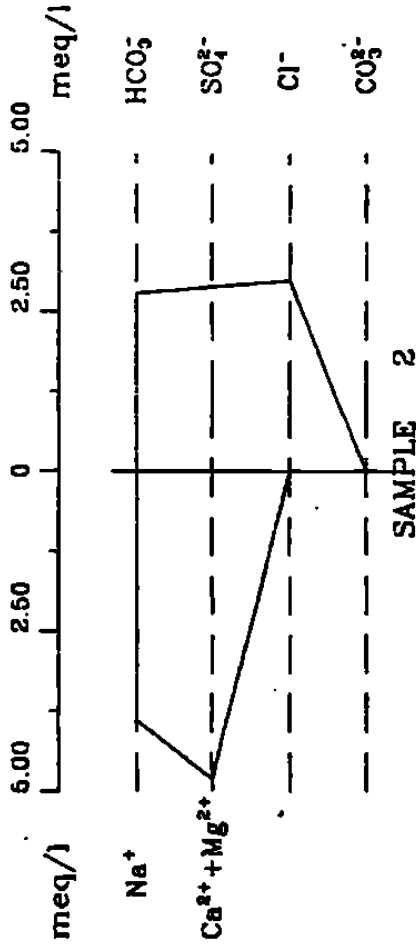
CLORURADA - CALCICO - MAGNÉSICA



SAMPLE 1

1986

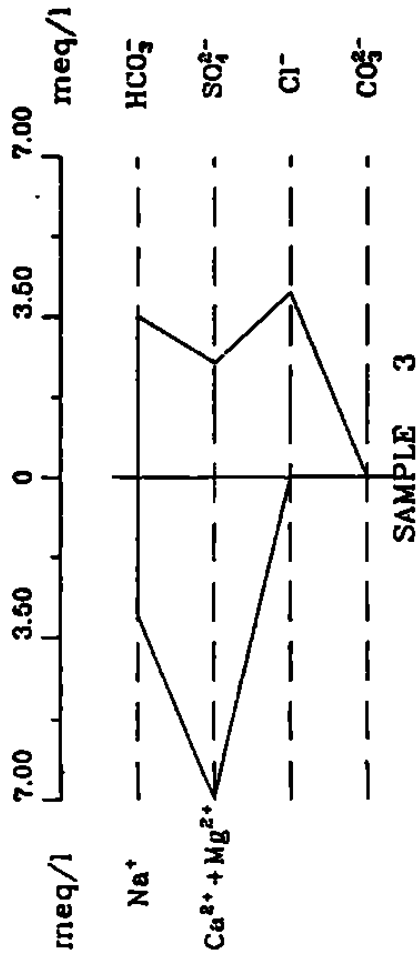
CLORURADA - CALCICO - MAGNÉSICA



SAMPLE 2

1996

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNÉSICA



SAMPLE 3

Heriberto Cota V.

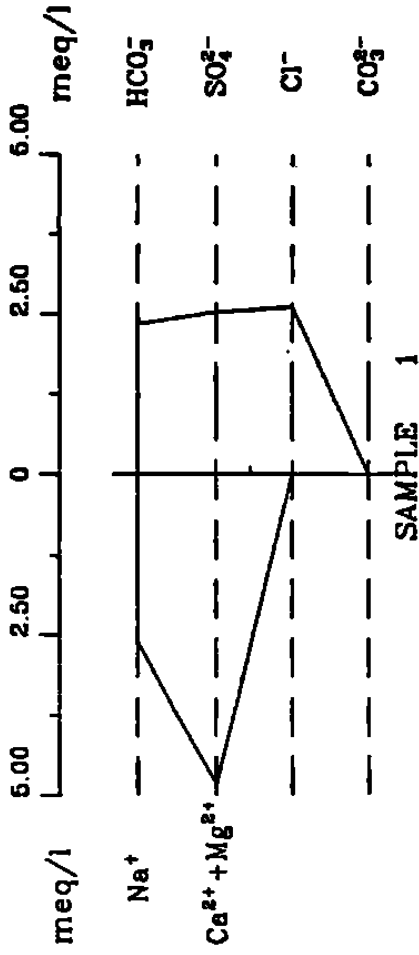
Pozo 138

TESIS

Figura 14

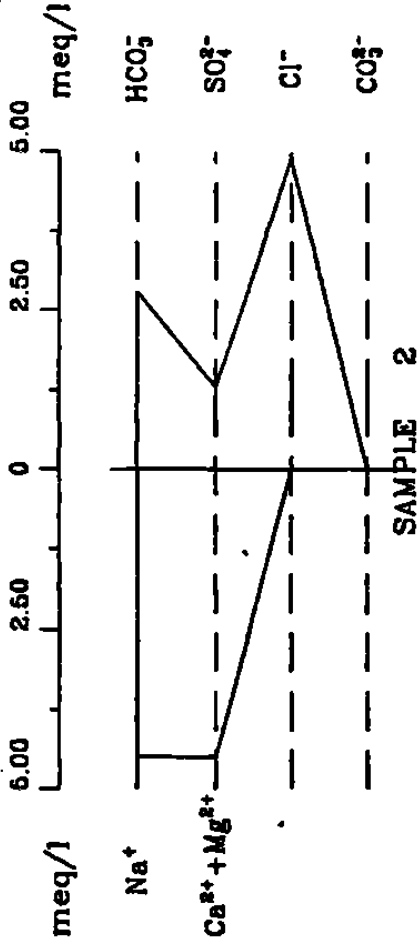
1975

SULFATADA - CALCICO - MAGNESICA



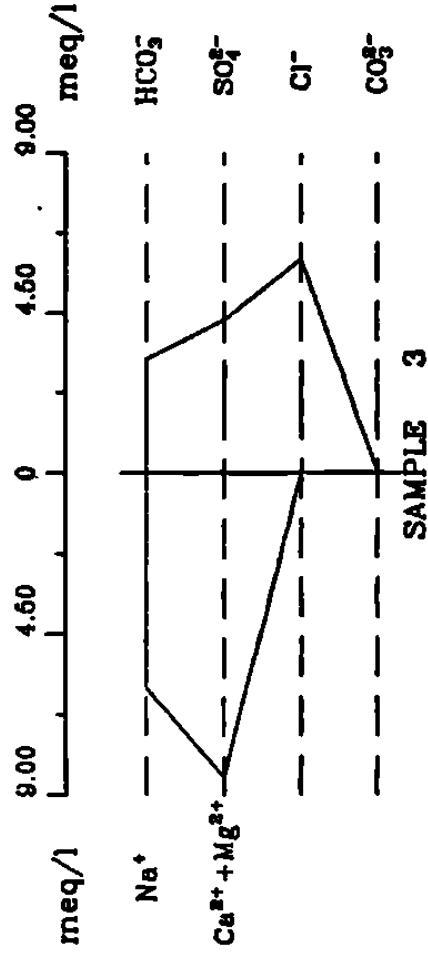
1986

CLORURADA - SODICA - CALCICO - MAGNESICA



1996

SULFATADA - CALCICO - MAGNESICA



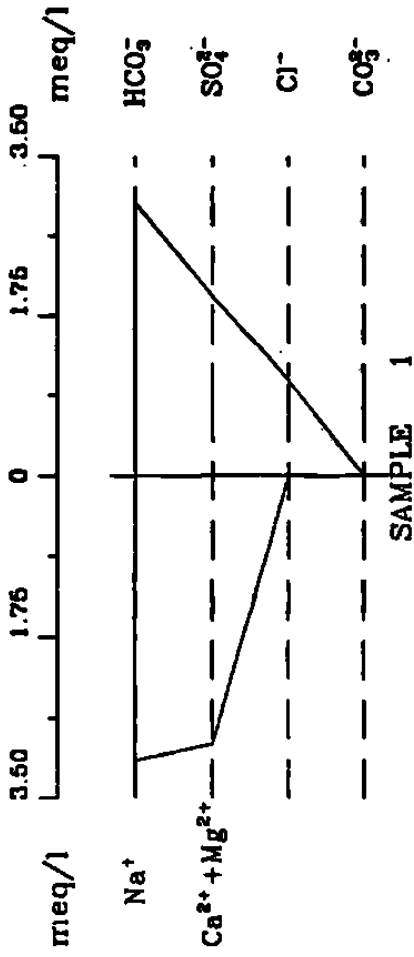
Heriberto Cota V.
Pozo 135

TESIS

Figura 15

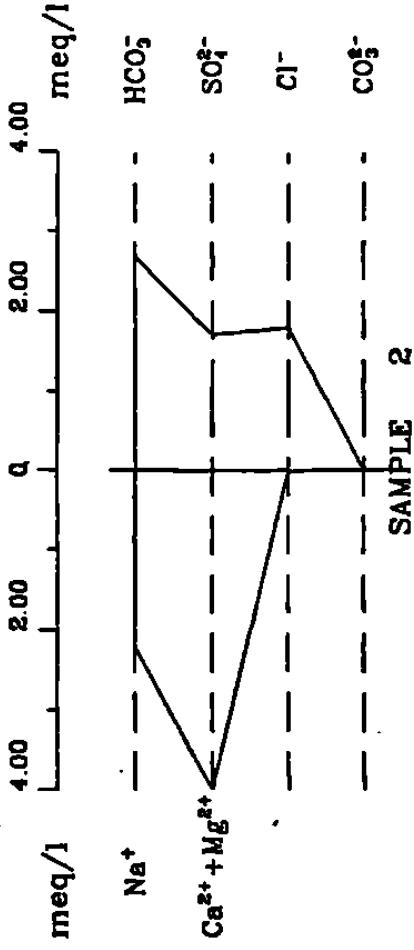
1975

BICARBONATADA - SODICA



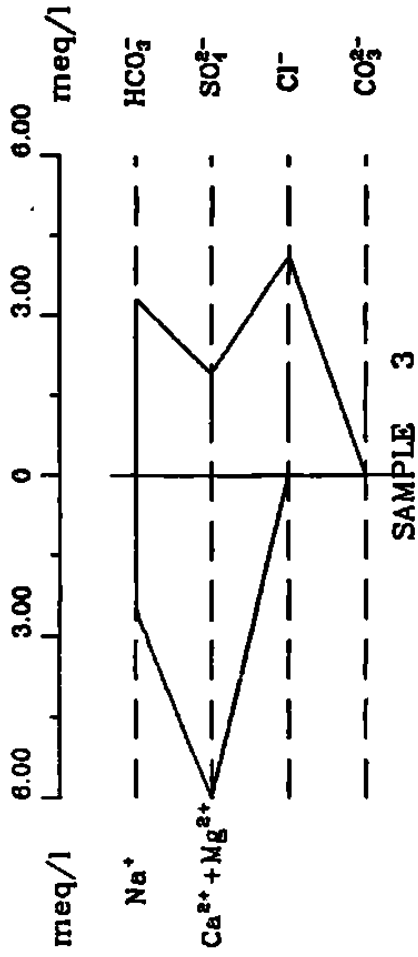
1986

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



1996

CLORURADA - CALCICO - MAGNESICA



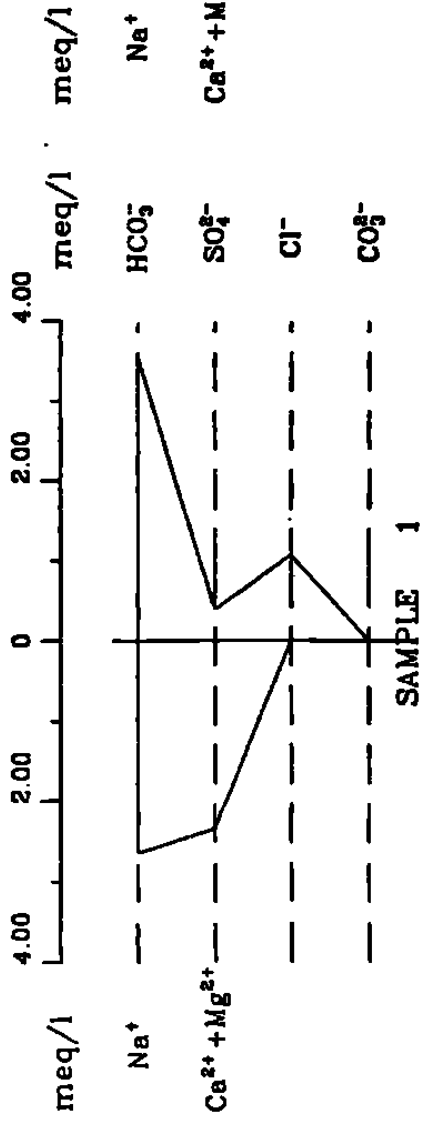
Heriberto Cota V.
Pozo 20

TESIS

Figura 16

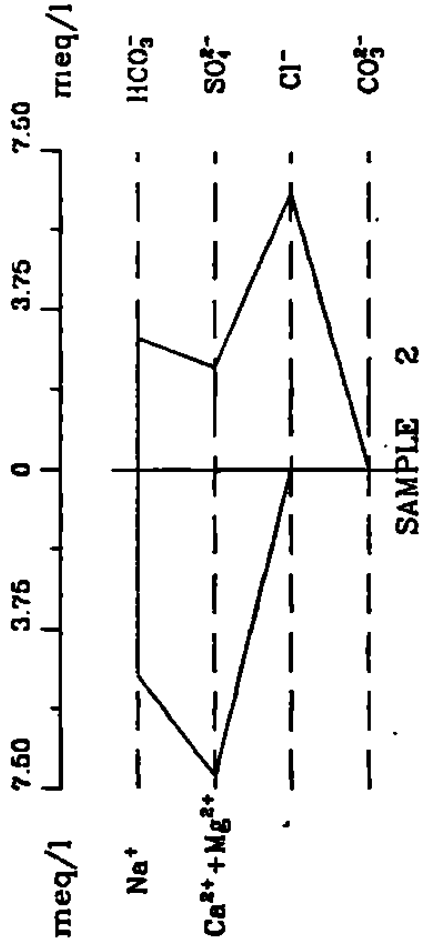
1975

BICARBONATADA - SODICA



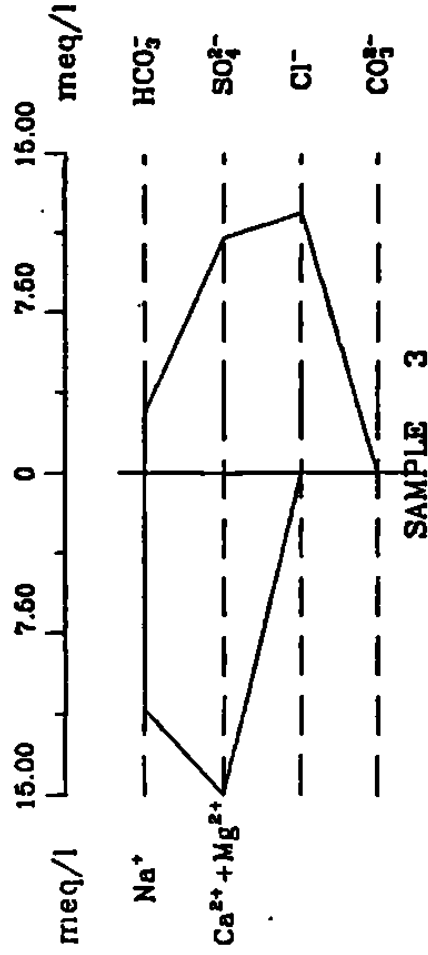
1986

CLORURADA - CALCICO - MAGNESICA



1996

CLORURADA - CALCICO - MAGNESICA



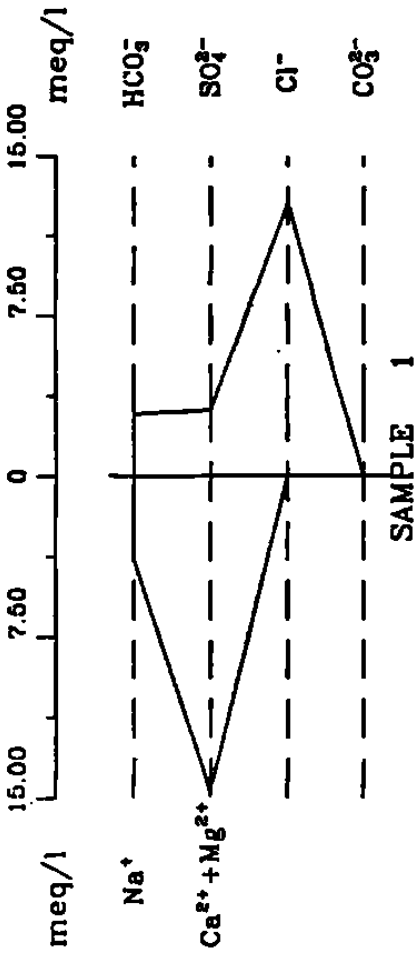
Heriberto Cota V.
Pozo 27

TESIS

Figura 17

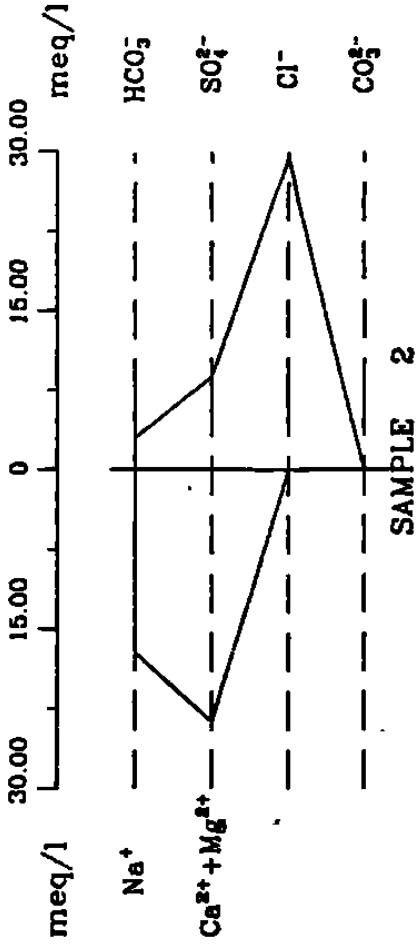
1975

CLORURADA - CALCICO - MAGNESICA



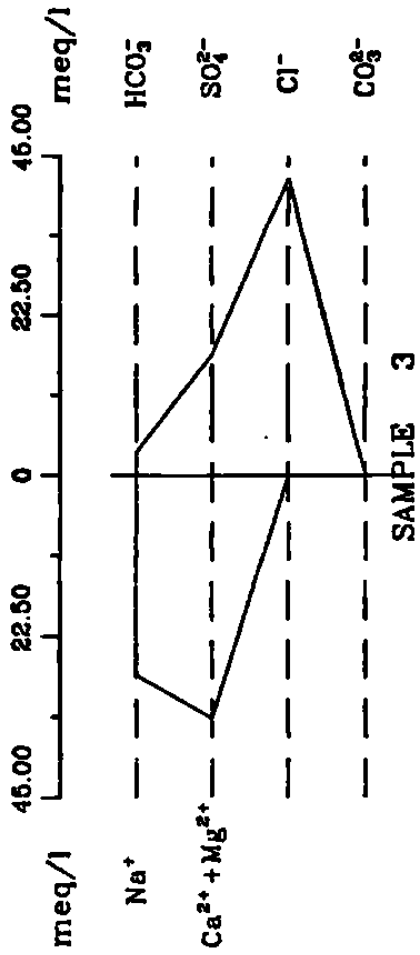
1986

CLORURADA - CALCICO - MAGNESICA



1986

CLORURADA - CALCICO - MAGNESICA



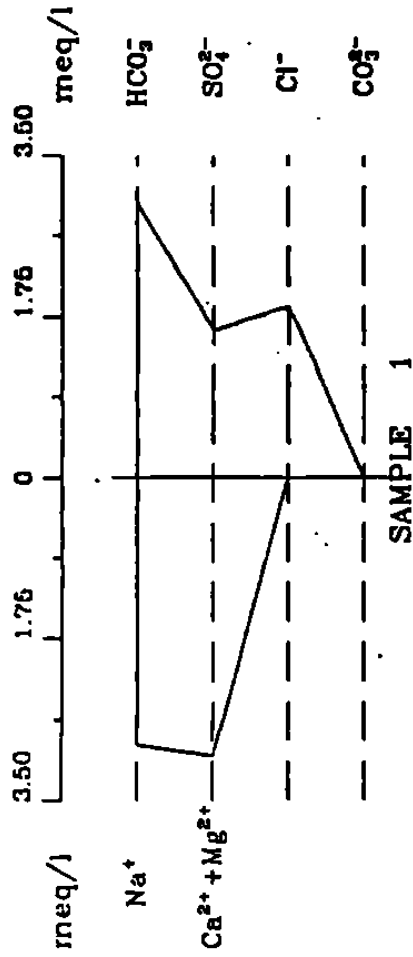
Heriberto Cota V.
Pozo 83

TESIS

Figura 18

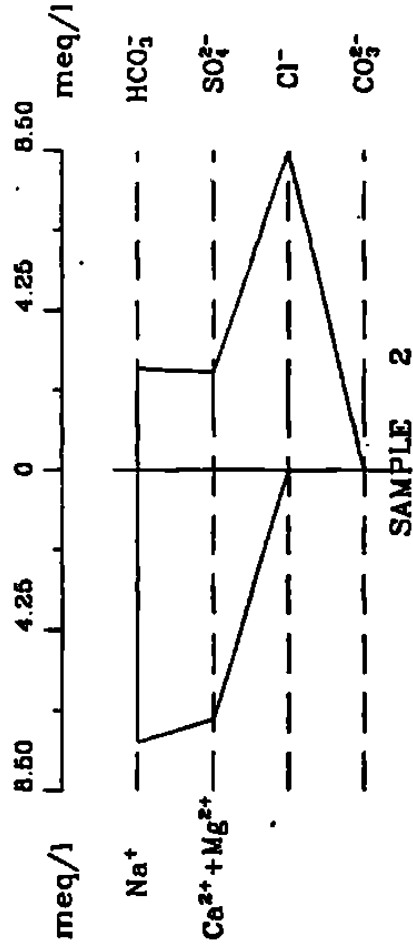
1975

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



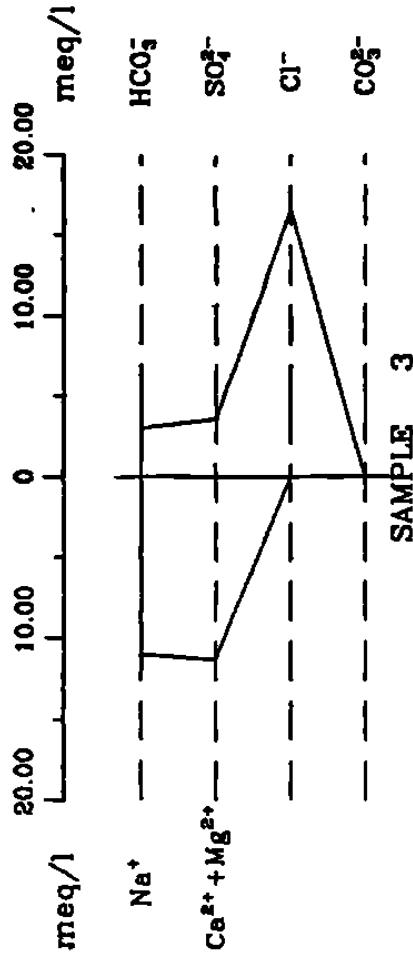
1980

CLORURADA - SODICA



1996

CLORURADA - CALCICO - MAGNESICA



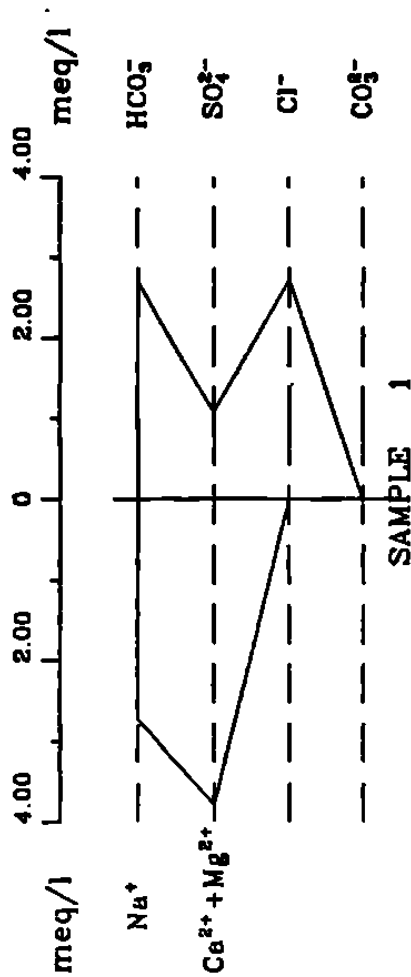
Heriberto Cota V.
Pozo 70

TESIS

Figura 19

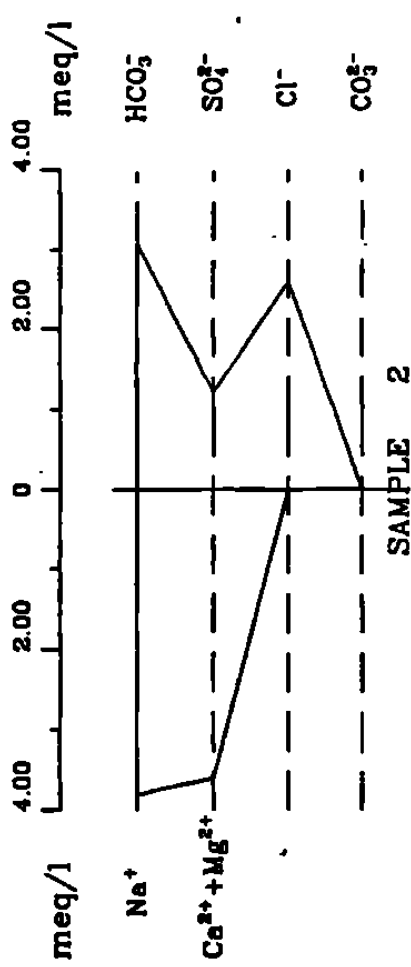
1975

CLORURADA - CALCICO - MAGNESICA



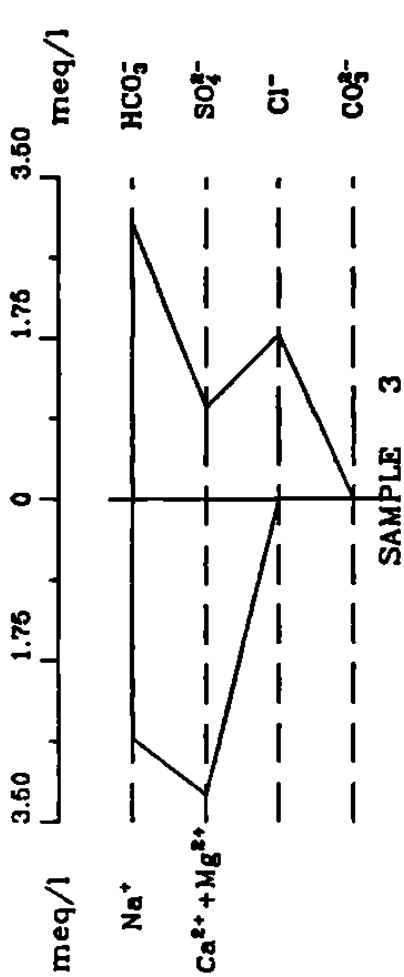
1986

BICARBONATADA - SODICA



1996

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



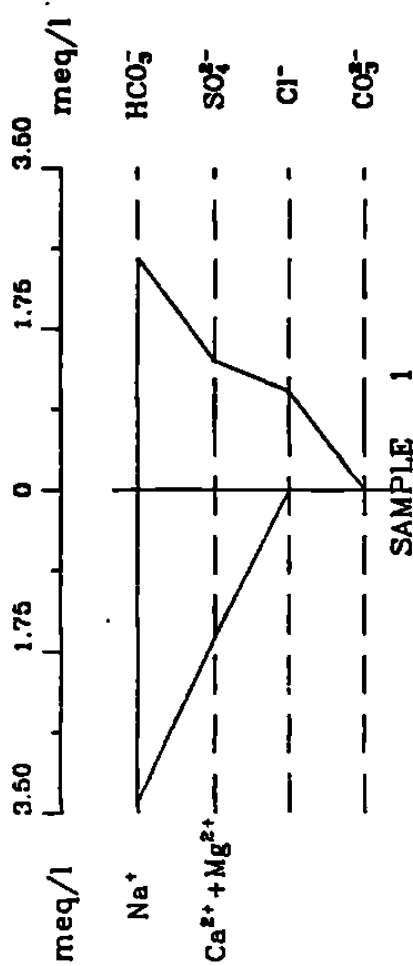
Heriberto Cota V.
Pozo 131

TESIS

Figura 20

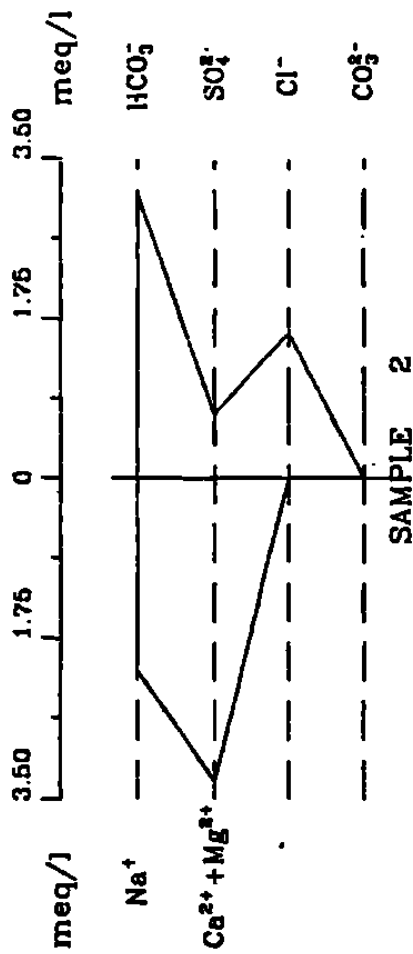
1975

BICARBONATADA - SODICA



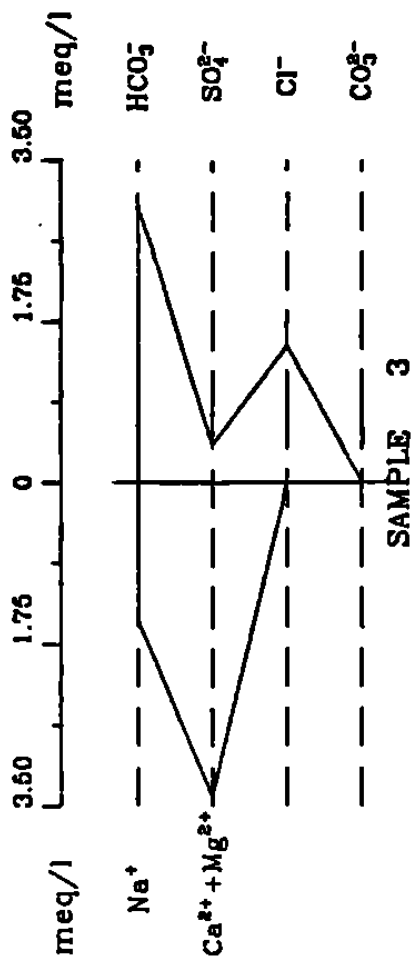
1986

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



1996

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



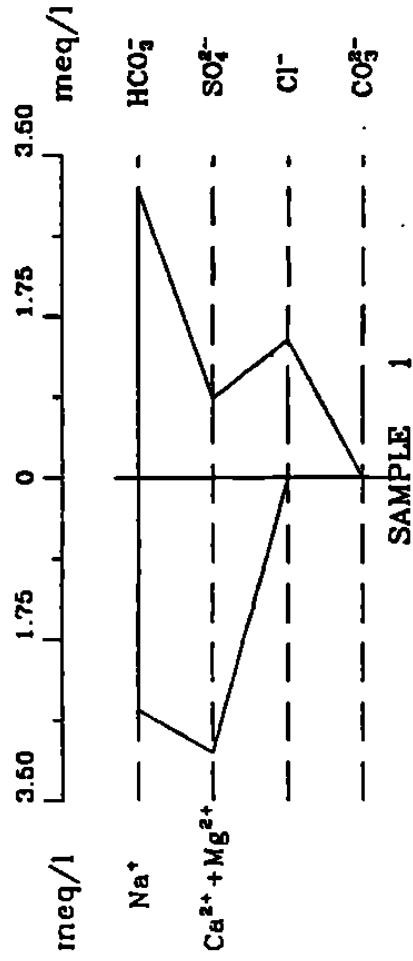
Heriberto Cota V.
Pozo 1-CP

TESIS

Figura 21

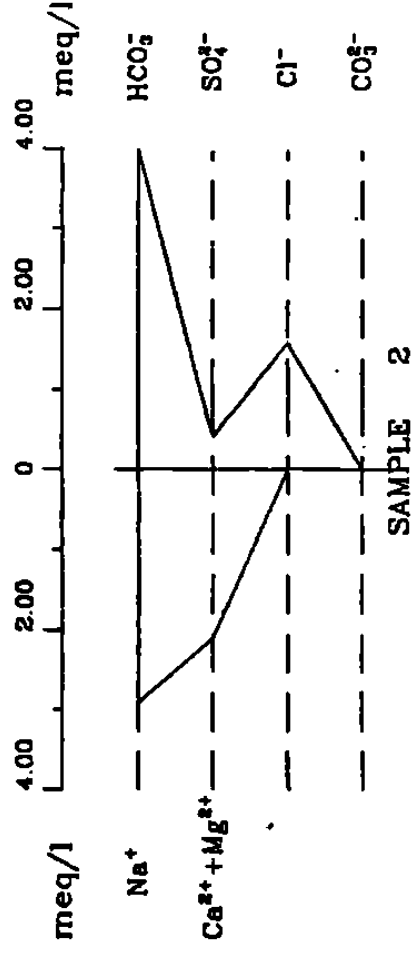
1975

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



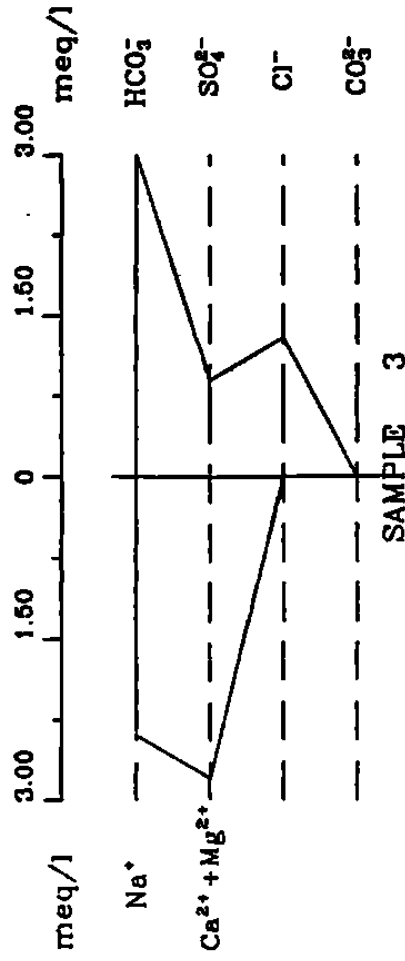
1986

BICARBONATADA - SODICA



1996

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



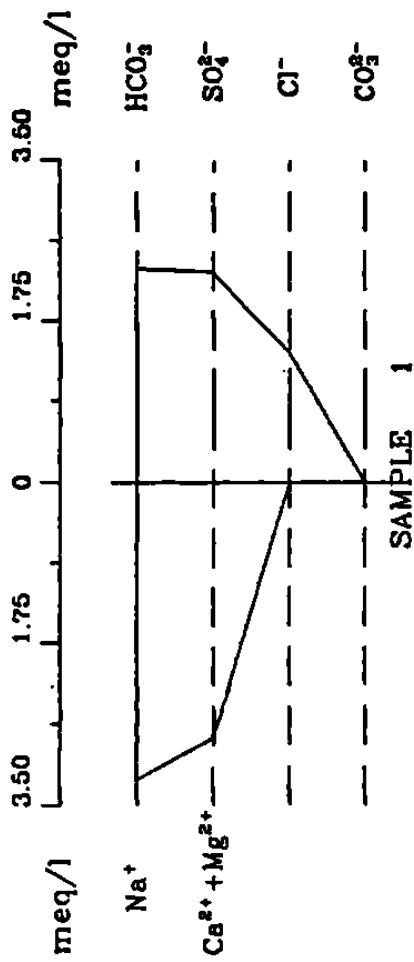
Heriberto Cota V.
Pozo 13-SM

TESIS

Figura 22

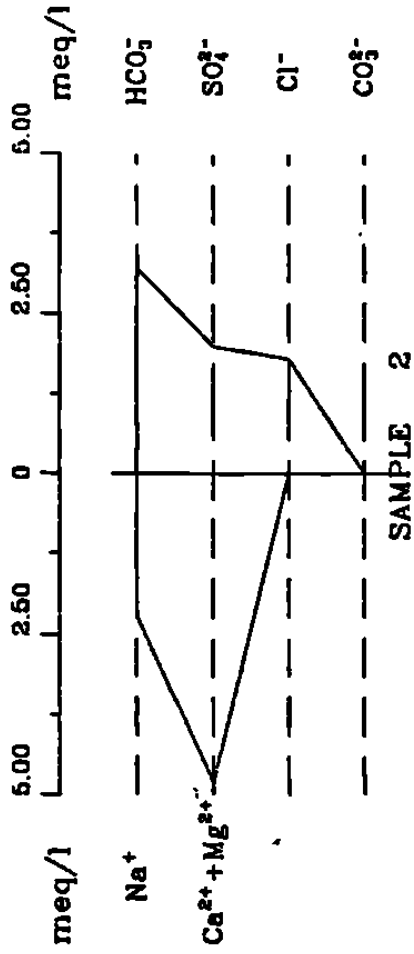
1975

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



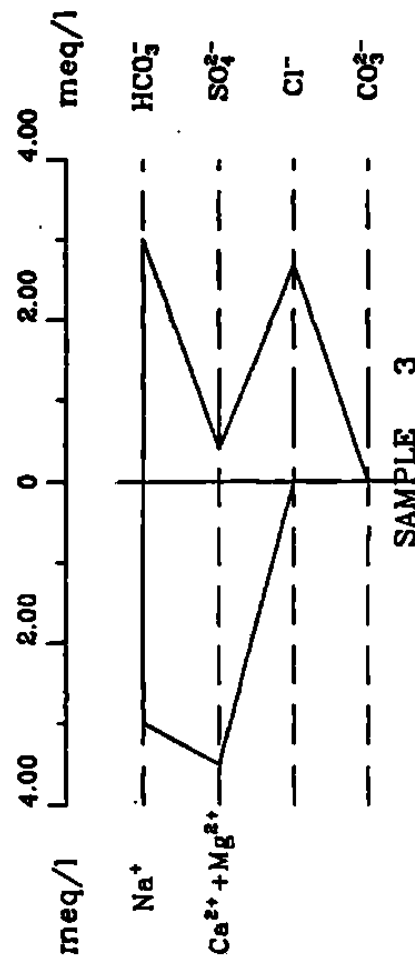
1986

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



1996

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



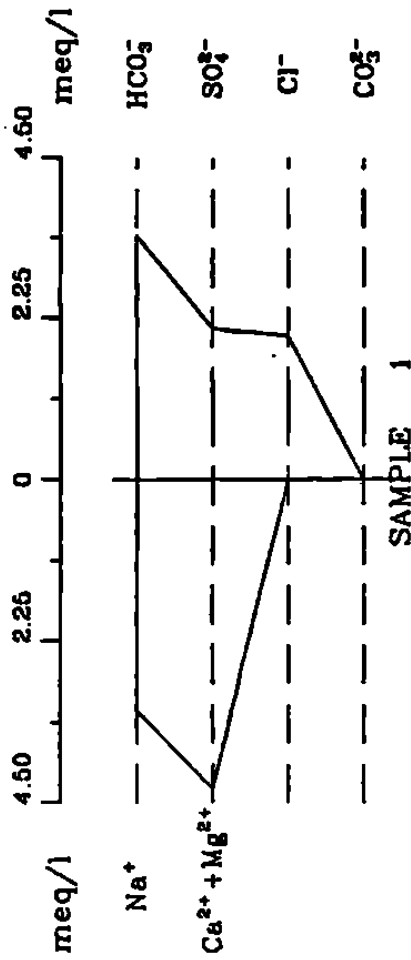
Heriberto Cota V.
Pozo 14-SM

TESIS

Figura 23

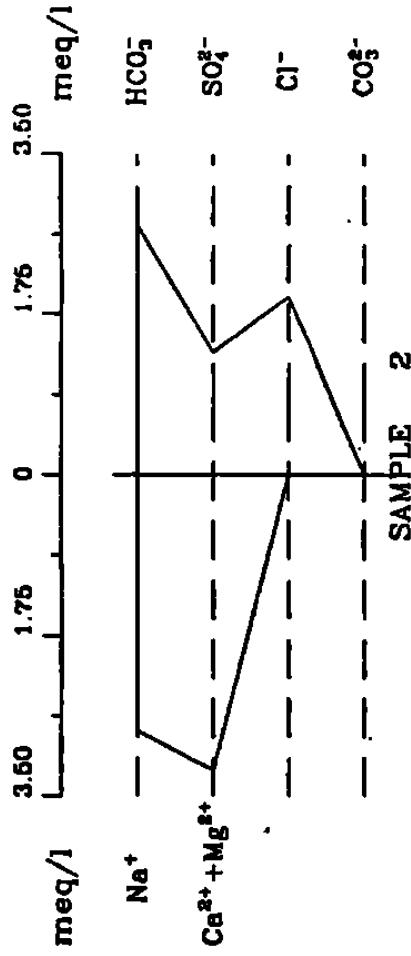
1986

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



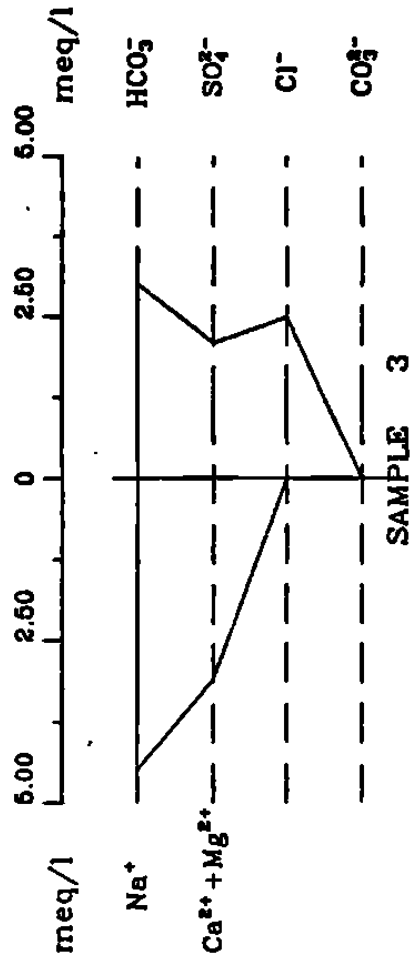
1975

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



1996

BICARBONATADA - SODICA



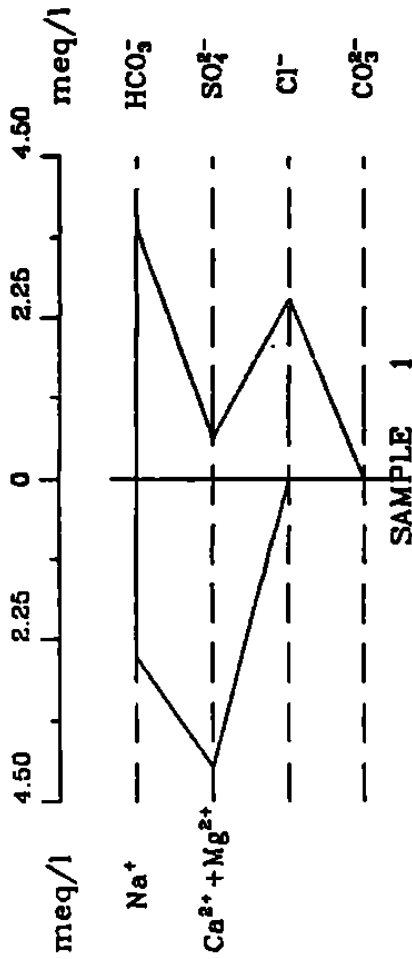
Heriberto Cota V.
Pozo 54-SM

TESIS

Figura 24

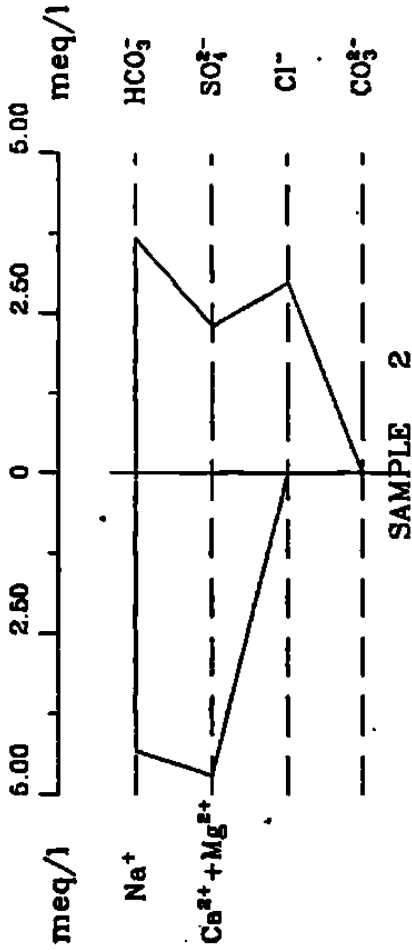
1975

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



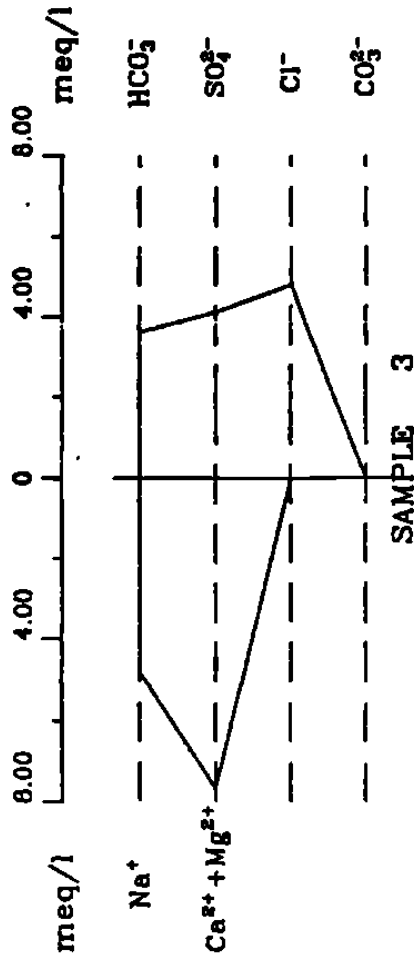
1986

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



1996

CLORURADA - CALCICO - MAGNESICA



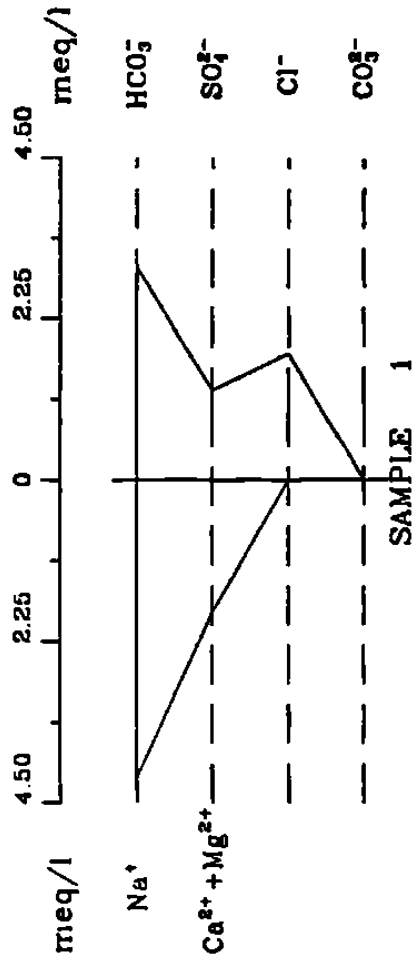
Heriberto Cota V.
Pozo 50-JMM

TESIS

Figura 25

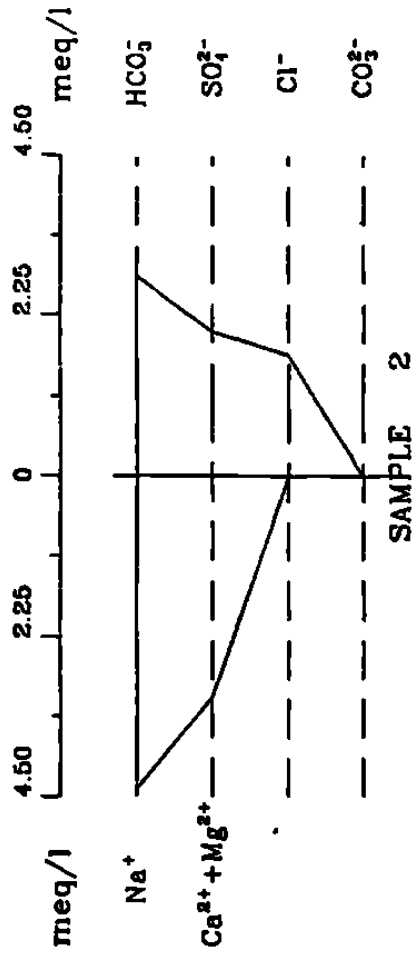
1975

BICARBONATADA - SODICA



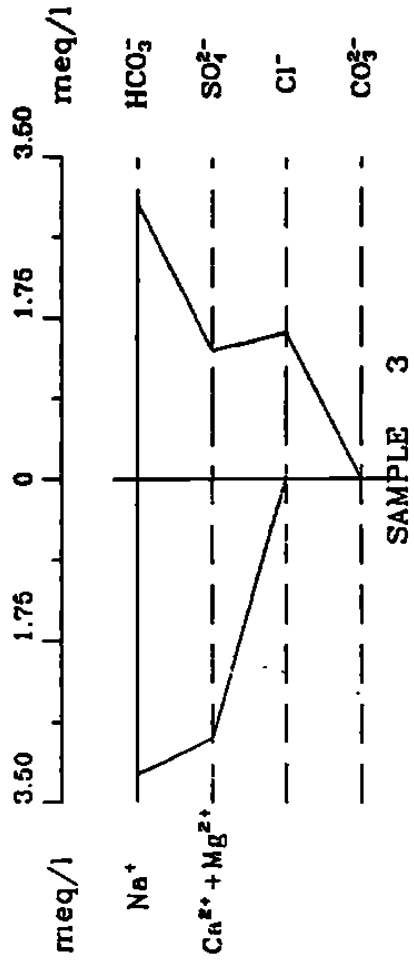
1986

BICARBONATADA - SODICA



1996

BICARBONATADA - SODICA



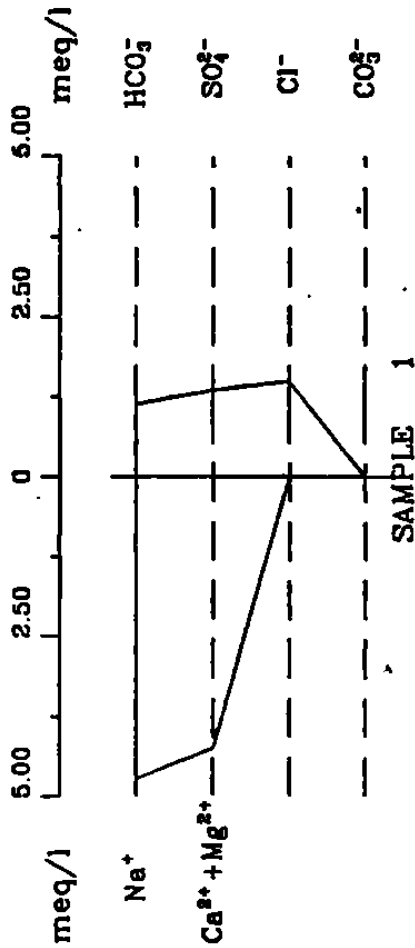
Heriberto Cota V.
Pozo 109

TESIS

Figura 26

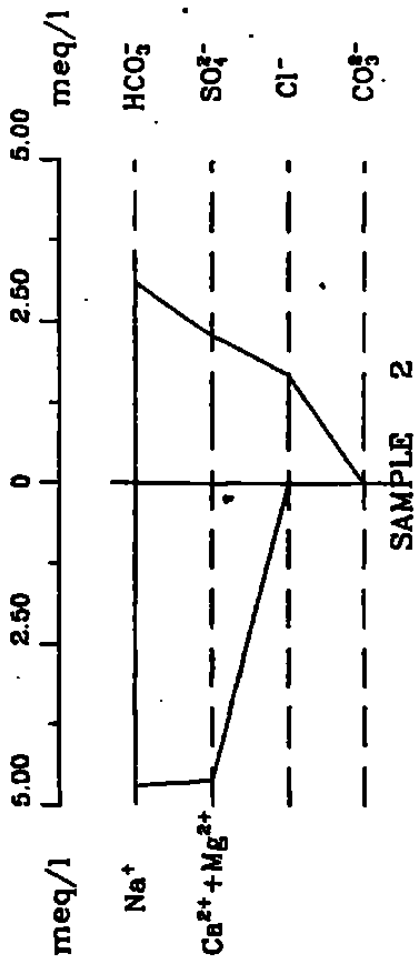
1975

CLORURADA - SODICA



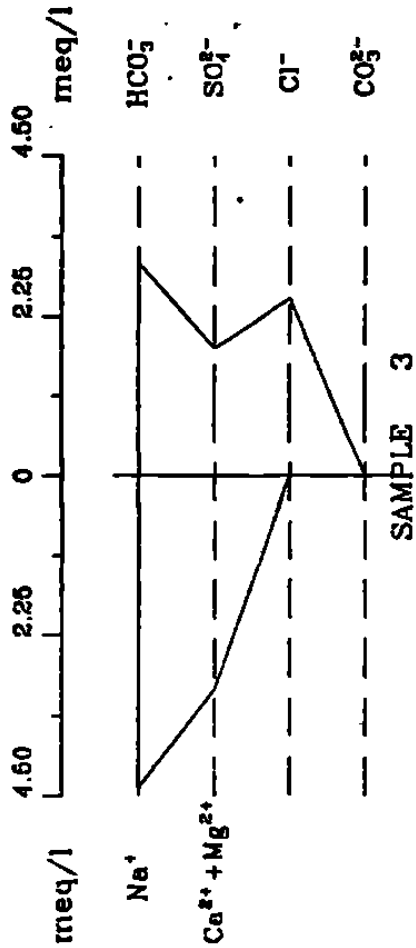
1986

BICARBONATADA - SODICA



1996

BICARBONATADA - SODICA



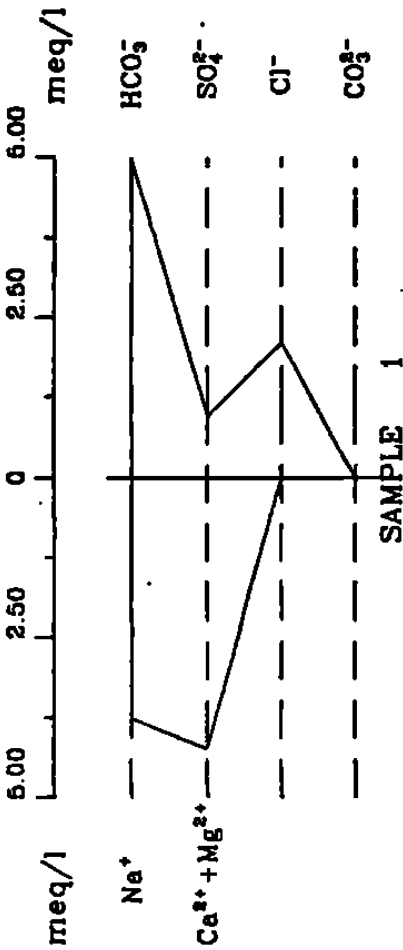
Heriberto Cota V.
Pozo 118

TESIS

Figura 27

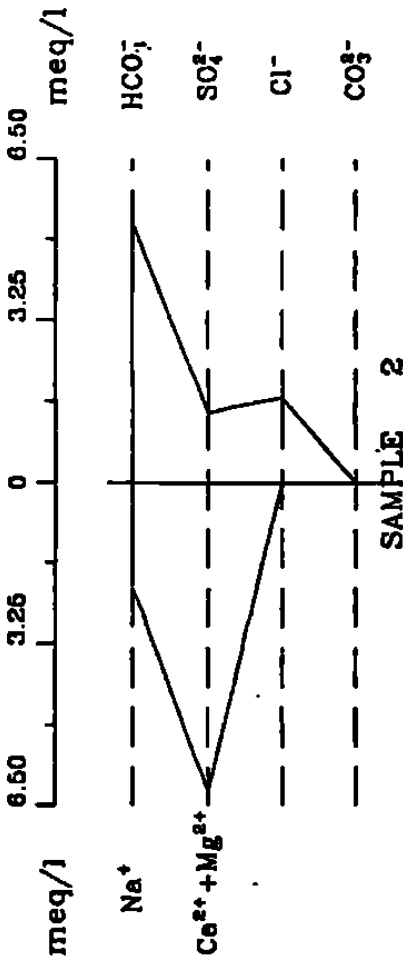
1975

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



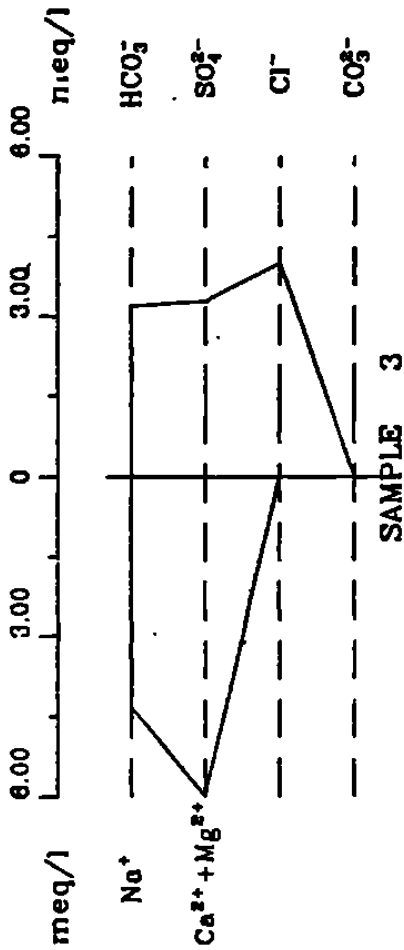
1986

BICARBONATADA - CALCICO - MAGNESICA



1996

CLORURADA - CALCICO - MAGNESICA



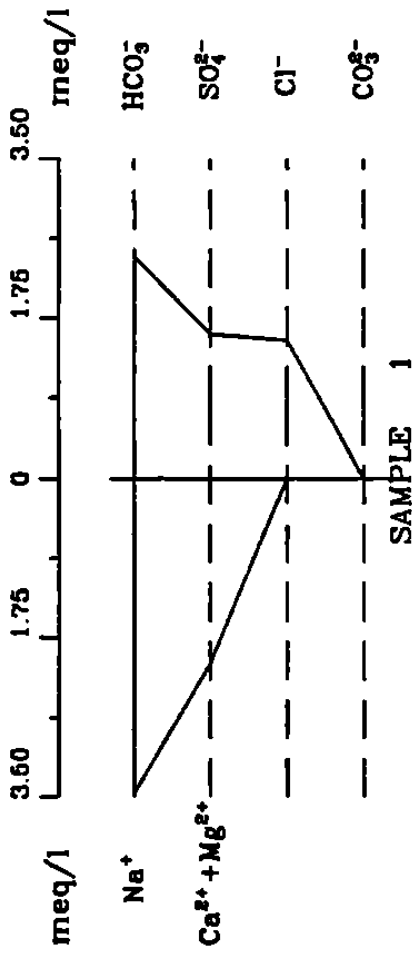
Heriberto Cota V.
Pozo 121

TESIS

Figura 28

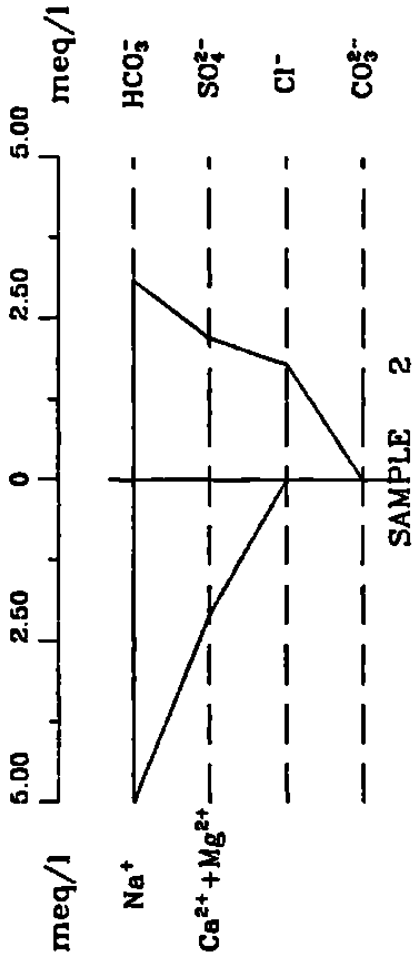
1975

BICARBONATADA-SODICA



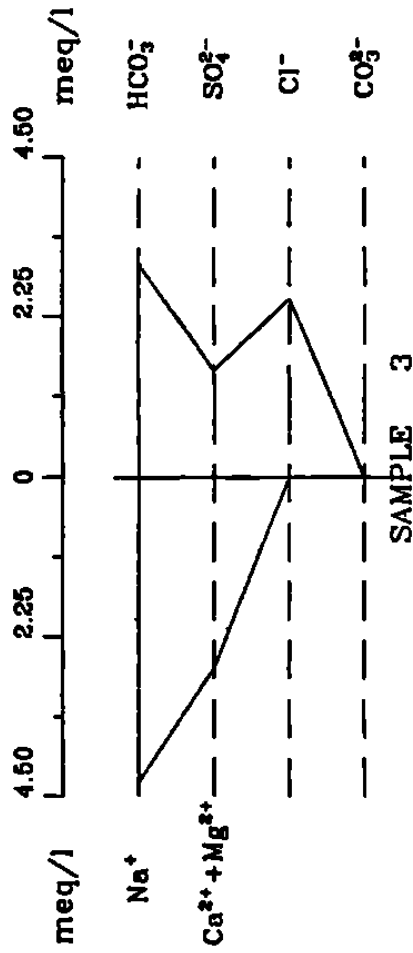
1986

BICARBONATADA-SODICA



1996

BICARBONATADA-SODICA



Heriberto Cota V.

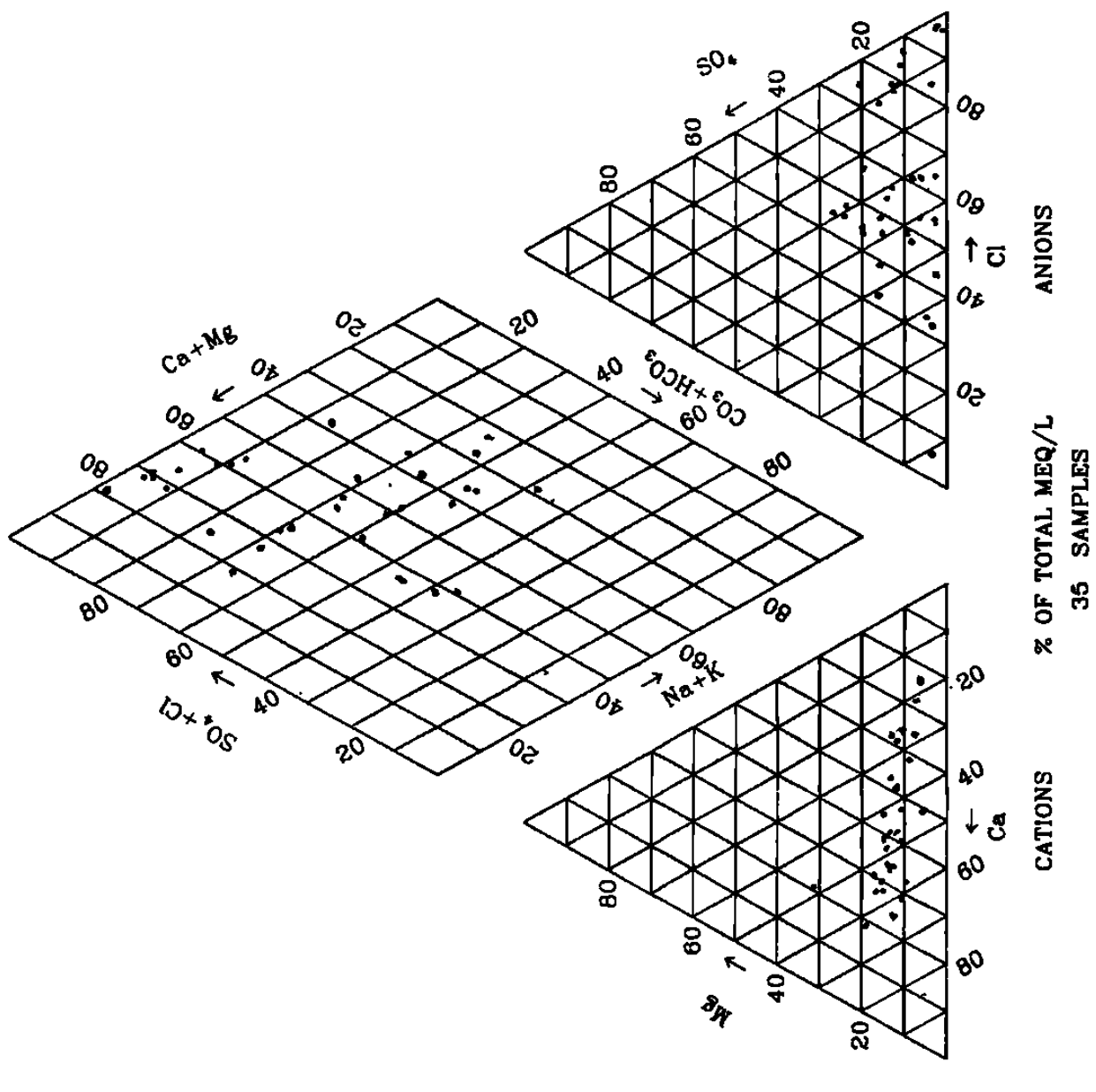
Pozo 143

TESIS

Figura 29

Pozos del Valle de Guaymas

1997



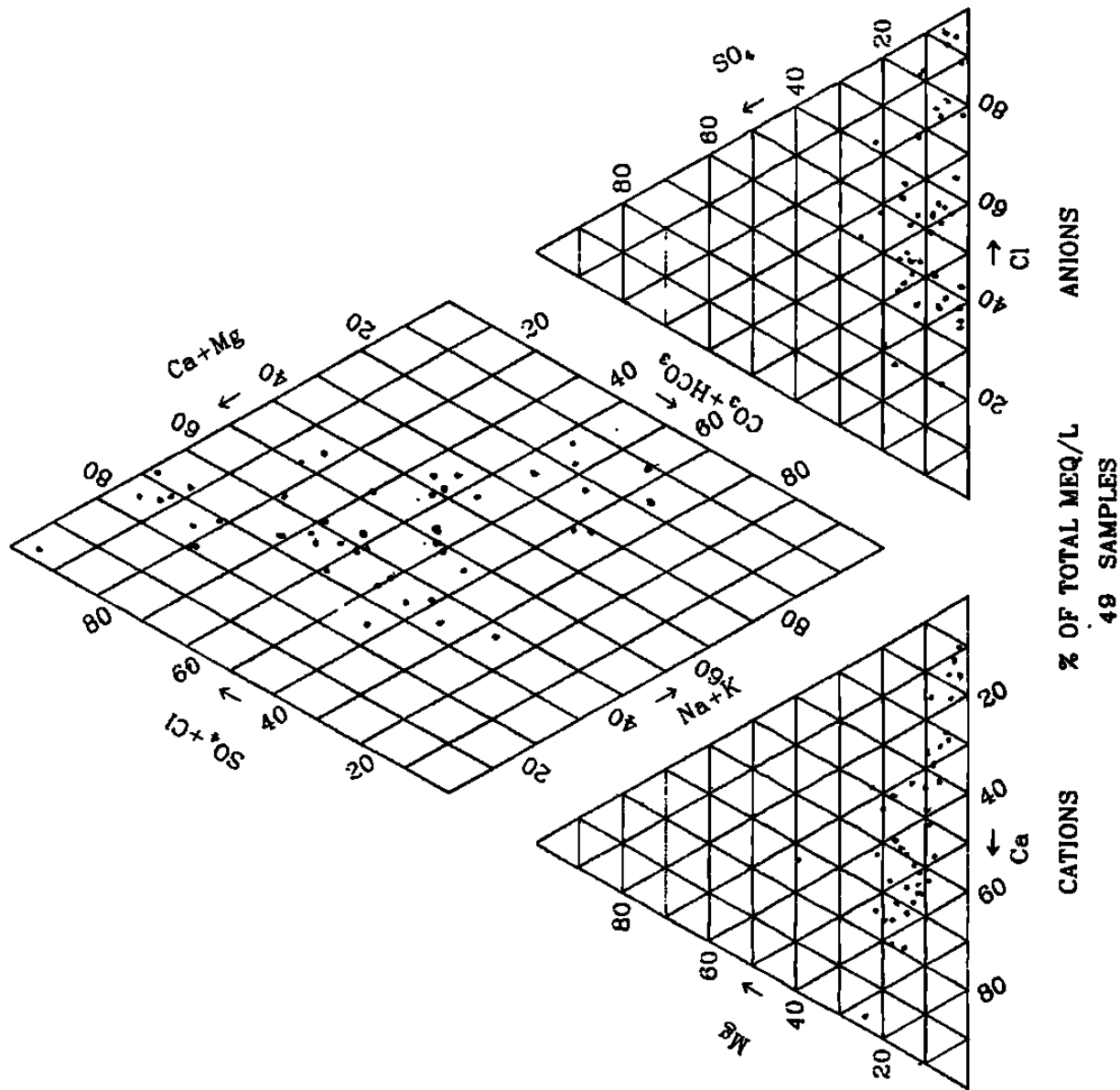
TESIS

Heriberto Cota V.

Figura 30

Pozos del Valle de Guaymas

1998



TESIS

Heriberto Cota V.

Figura 31

8.2 Evolución de la calidad química del agua subterránea

Con base en la información anual que se tiene de cloruros, desde el año 1975 hasta el año 1996 (ver apéndice) (exceptuando el año 1993), se estudiaron las tendencias de este elemento, cuidando que la información tuviera la mayor cantidad posible, también que los pozos no hubieran sido reubicados. Observando las gráficas de estos pozos, se ve que tienen diferentes tendencias, como el pozo 143 que tiende a crecer y decrecer entre cada 5 y 7 años en la concentración de Cl, otros tienen una tendencia casi constante como sería el pozo 118, y otros, en cambio, se ve su clara tendencia a aumentar, como sería el caso del pozo 27. Se observa, en general, que los pozos que están más cercanos a la costa son los que presentan una tendencia al aumento; aunque hay pozos en el centro del valle que presentan esta tendencia (figuras 32 a la figura 47).

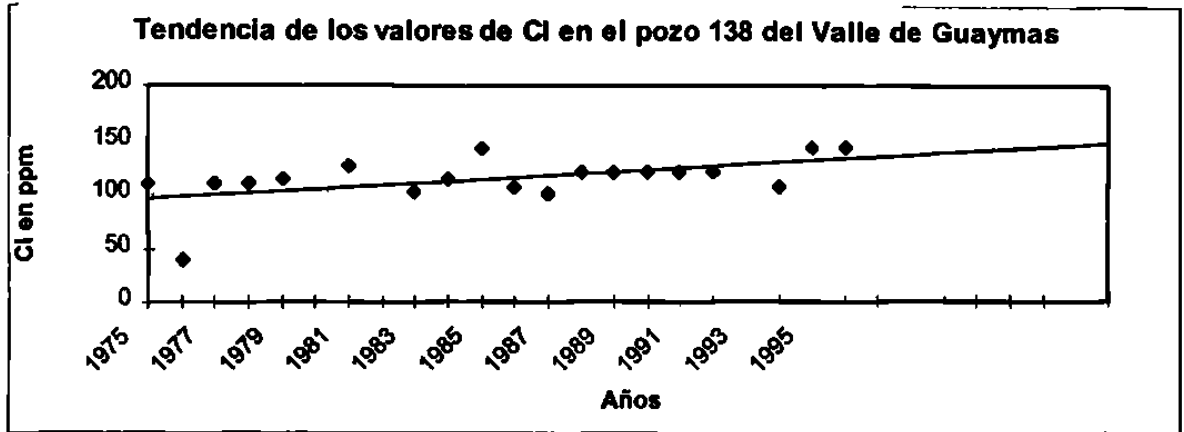


Figura 32

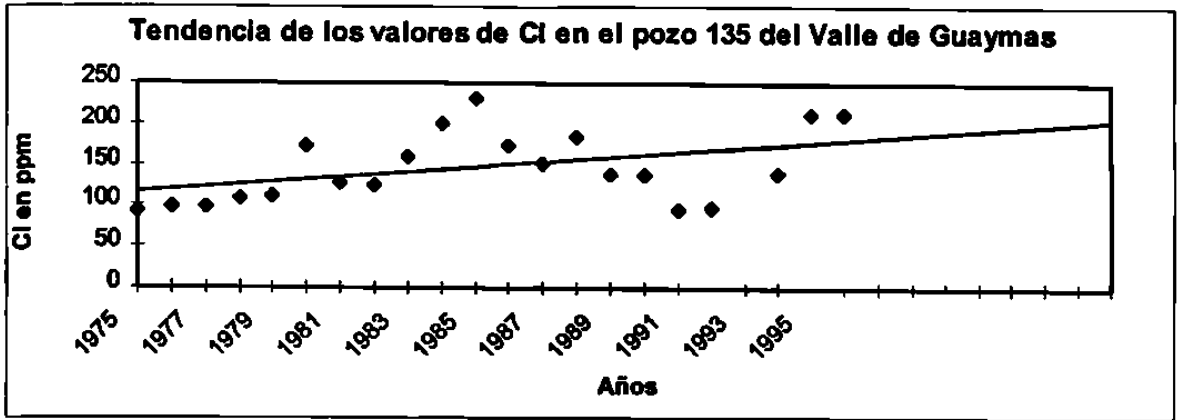


Figura 33

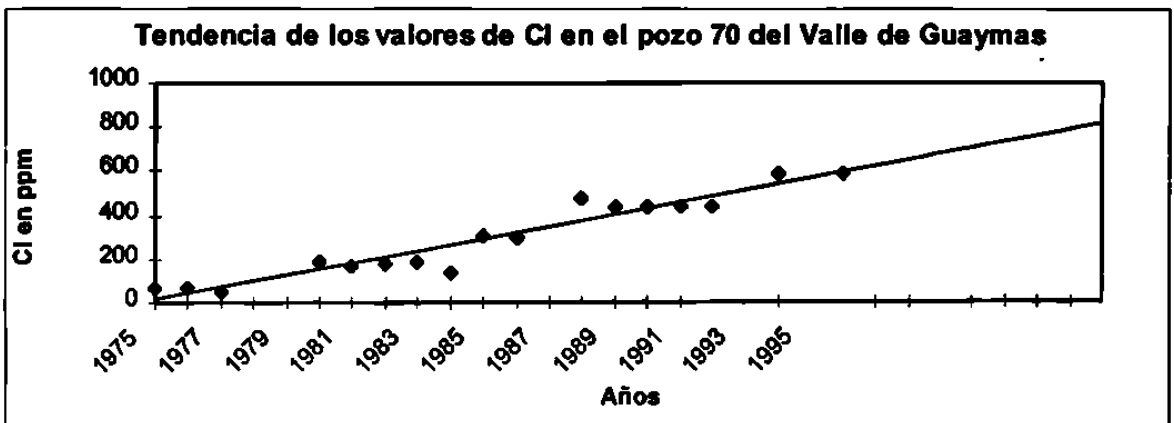


Figura 34

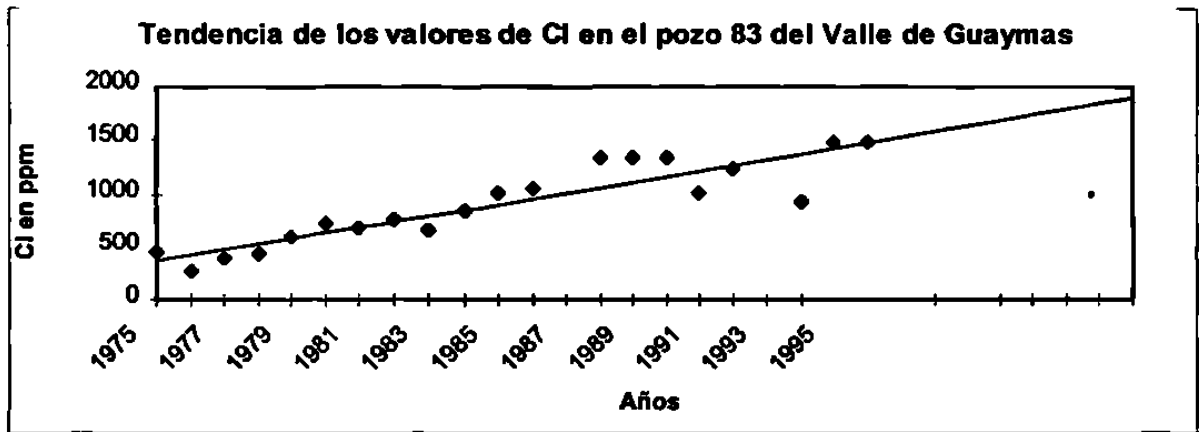


Figura 35

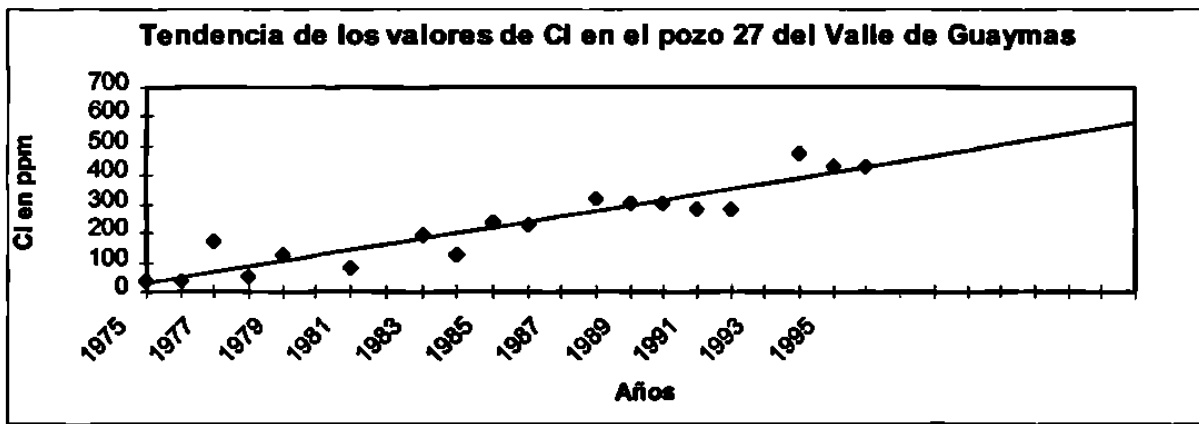


Figura 36

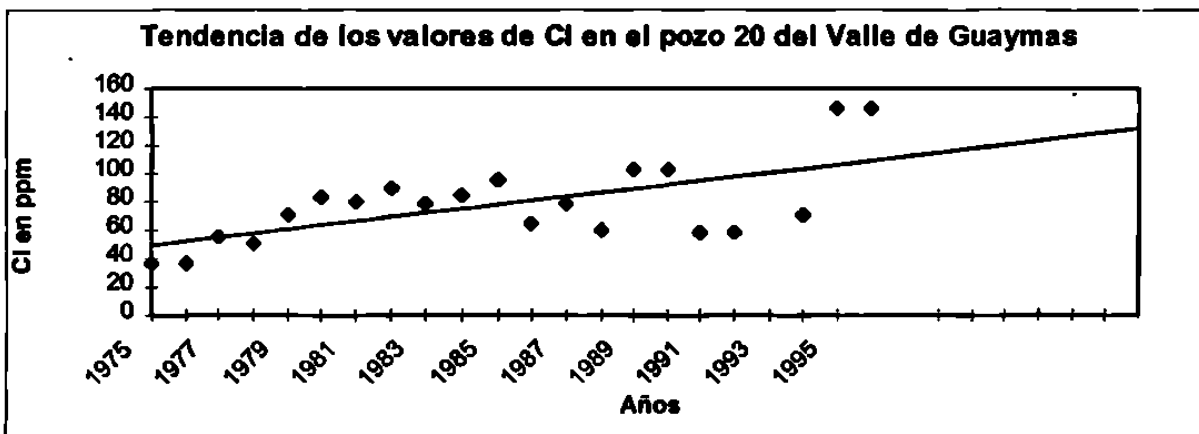


Figura 37

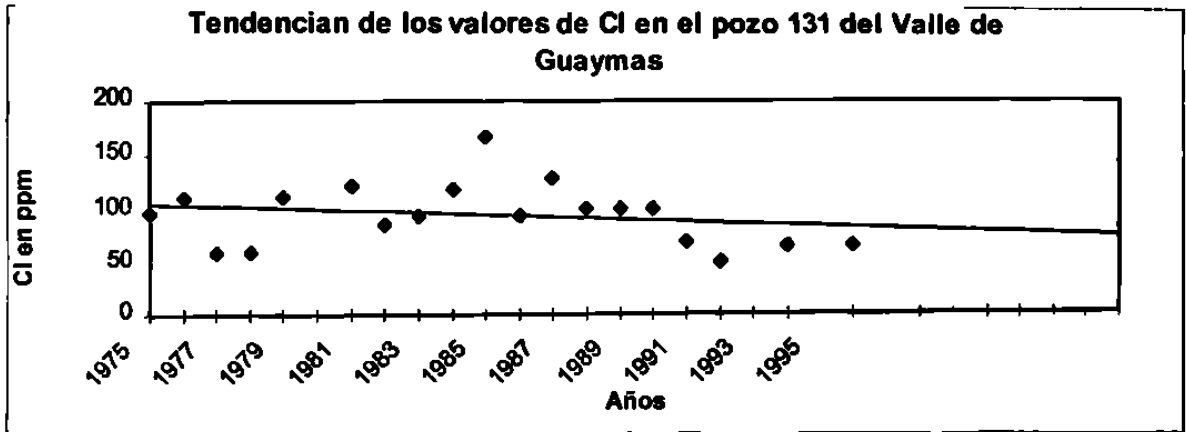


Figura 38

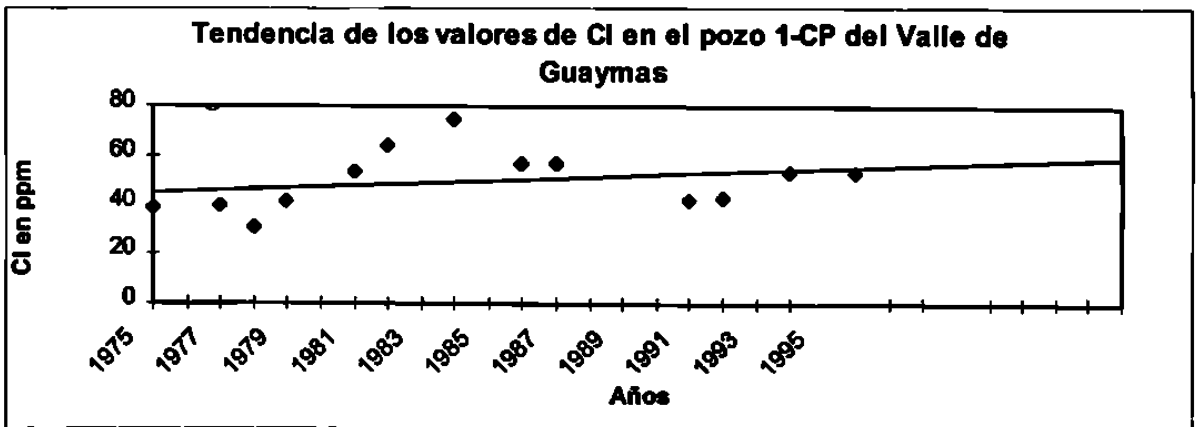


Figura 39

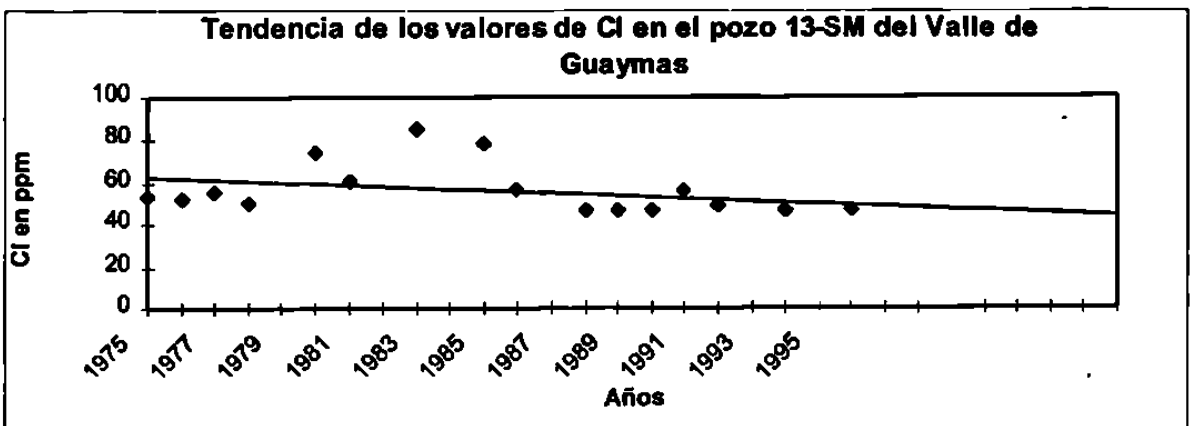


Figura 40

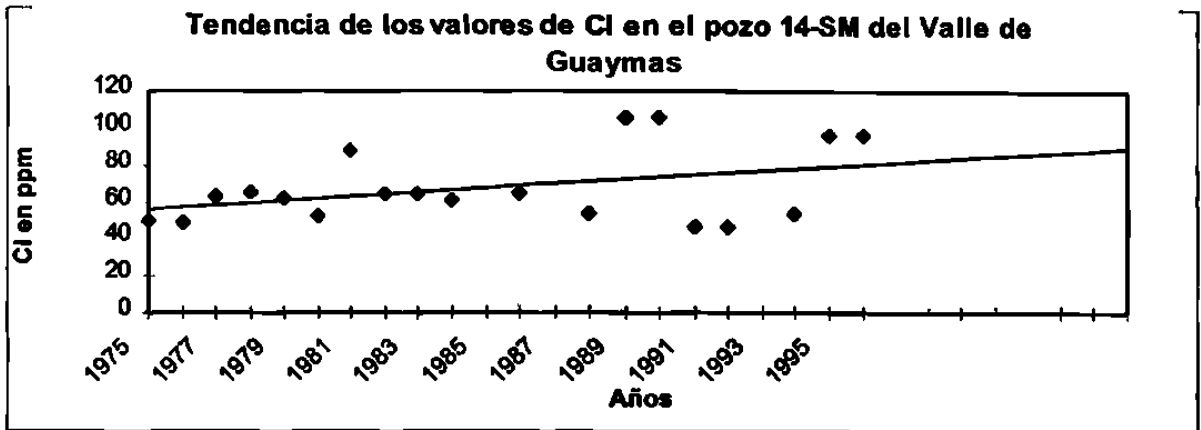


Figura 41

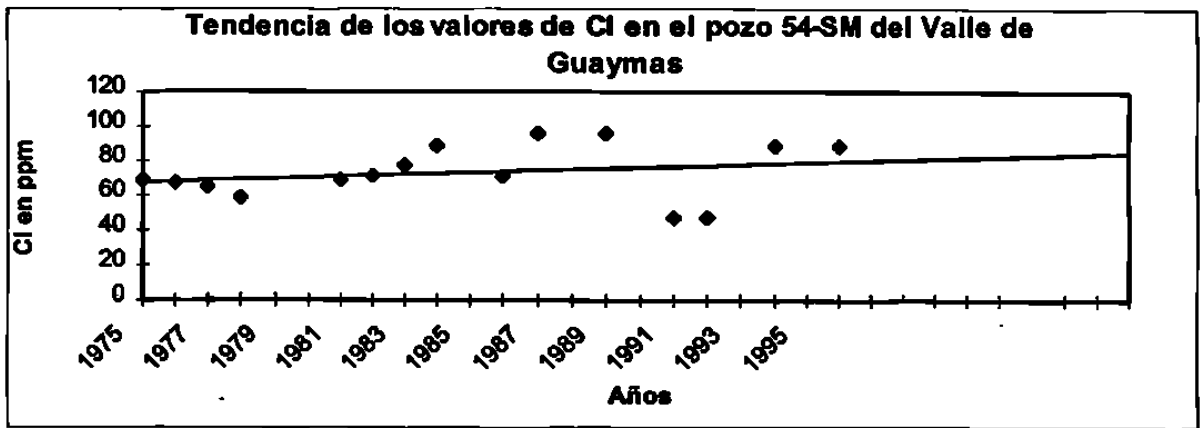


Figura 42

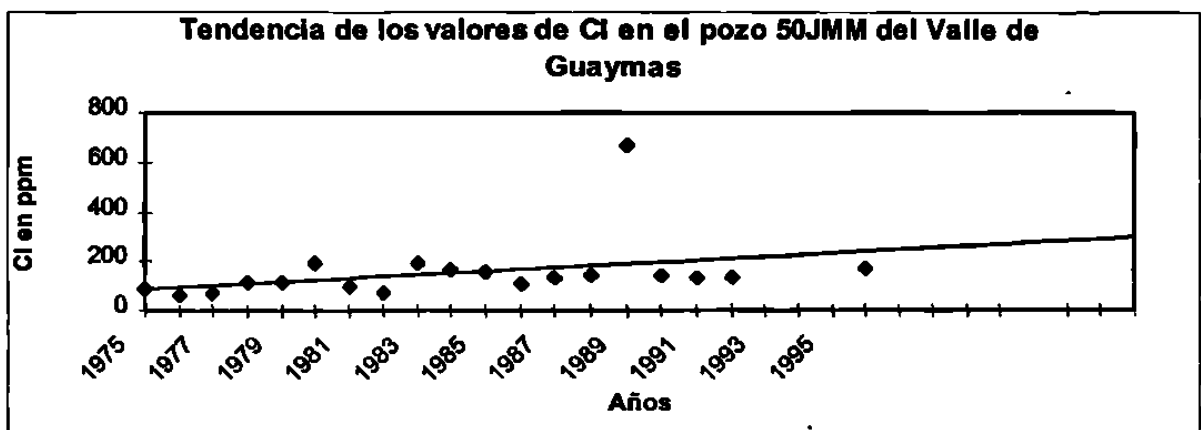


Figura 43

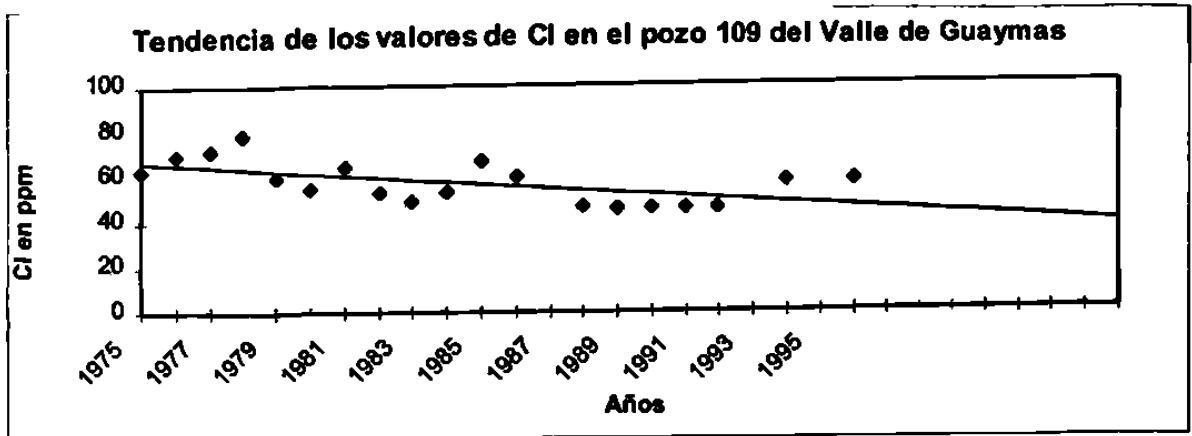


Figura 44

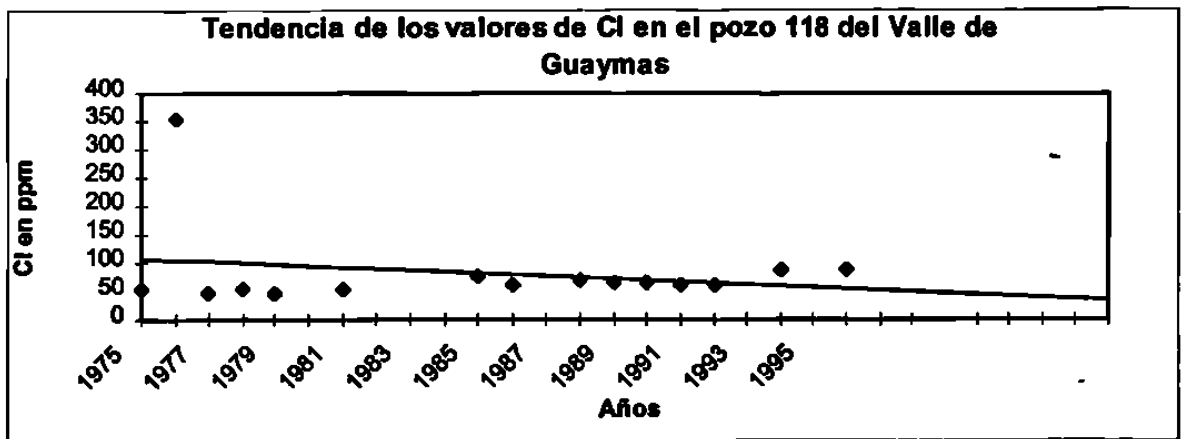


Figura 45

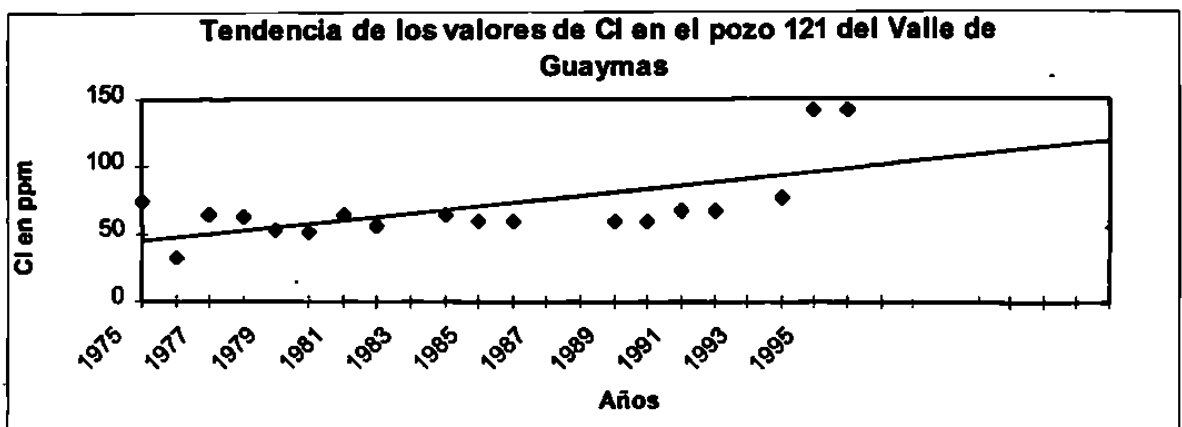


Figura 46

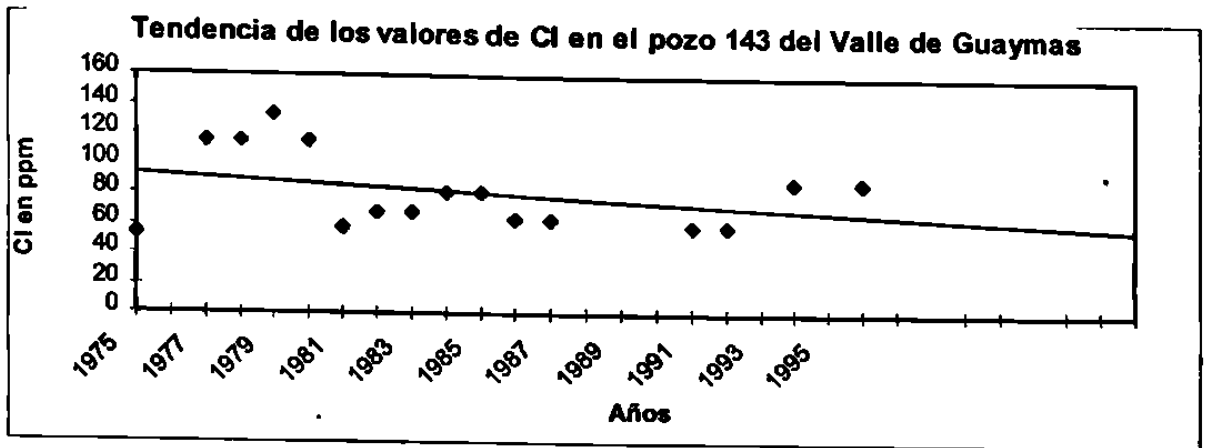


Figura 47

8.2.1 Conductividad Eléctrica

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 1975

Se observan 4 zonas de alta concentración; en el suroeste del valle se pueden ver dos: una con valores mayores que 2.80 y la otra, inmediatamente enseguida de esta, siendo mucho más pequeña y con valores mayores que 1 $\mu\text{mhos/cm}$, otra de las zonas se encuentra en el sureste del valle, con valores mayores que 1 $\mu\text{mhos/cm}$, la cuarta zona se ubica sobre la parte superior a la ubicada en el sureste, en lo que es el centro-este del valle; se le ven valores mínimos de 0.60 y mayores de 1.20 $\mu\text{mhos/cm}$; en el noreste se ven valores de 0.20 y 0.60 $\mu\text{mhos/cm}$, en el oeste del valle, limitando la Sierra de Santa Úrsula, se ven dos líneas, con 0.20 y 0.40 $\mu\text{mhos/cm}$, que cruzan el valle de norte a sur (ver figura 48).

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 1986

En el noreste del valle se observan valores de 0.20, 0.40 y 0.60 $\mu\text{mhos/cm}$, a diferencia de 1975 donde sólo se observan de 0.20 y 0.40, cruzando el valle de sur a norte por la parte oeste se ven los mismos valores de 0.20, 0.40 y 0.60 $\mu\text{mhos/cm}$, a diferencia de 1975 donde sólo se registran de 0.20 y 0.40 $\mu\text{mhos/cm}$, en el centro del valle se observa una línea de 0.80 $\mu\text{mhos/cm}$ y esta cargada hacia el oeste del mismo, en el sur se observan dos zonas de alta concentración, una al suroeste con valores mayores a 5 $\mu\text{mhos/cm}$ a diferencia de los 2.80 $\mu\text{mhos/cm}$ que se registran en 1975, también esta zona se ve en 1986 mas extendida, y desapareció la zona más pequeña que se registró inmediatamente enseguida de esta última en 1975; en cambio, la zona que se registra en

el sureste del valle se observa prácticamente igual que en 1975, pero aumentando en el intervalo de sus valores (ver figura 49).

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 1996

En este año, tanto en el noreste como en el borde de la Sierra de Santa Úrsula, al oeste del valle, no existen cambios con respecto a 1986, registrando en las dos áreas valores de 0.20, 0.40 y 0.80 $\mu\text{mhos/cm}$, en lo que es el centro del valle, tampoco existen grandes cambios, salvo que se registran más valores de 1 $\mu\text{mhos/cm}$, de las dos zonas que se registran al suroeste y sureste del valle la primera aumento sus valores a mayores de 12 $\mu\text{mhos/cm}$ en la misma área donde en 1986 se registraban 5 $\mu\text{mhos/cm}$ y en 1975 2.80 $\mu\text{mhos/cm}$; la otra zona que se encuentra al sureste del valle sigue sin presentar cambios, siendo sus valores de 0.2 a 1 $\mu\text{mhos/cm}$ (ver figura 50).

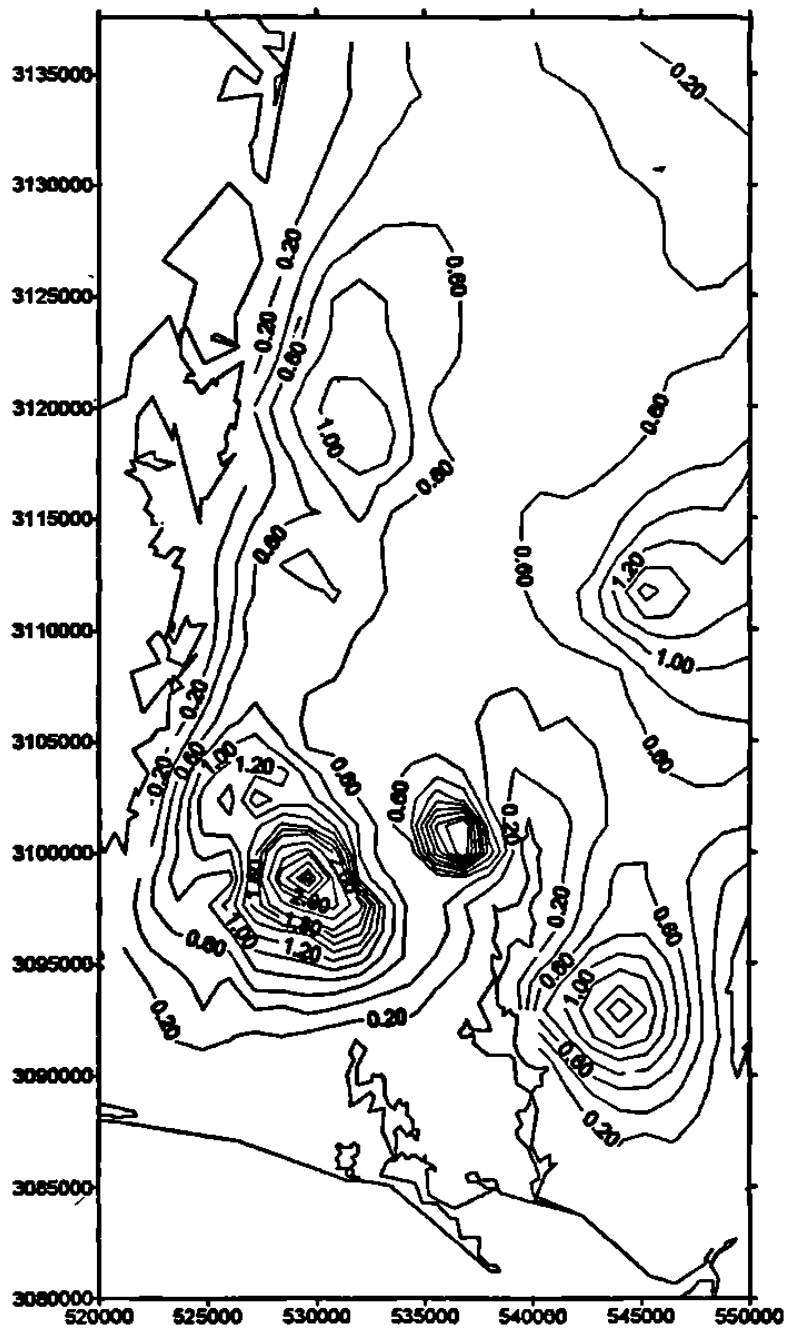


Figura 48.-Isovalores de CE en mmhos/cm del Valle de Guaymas en 1975

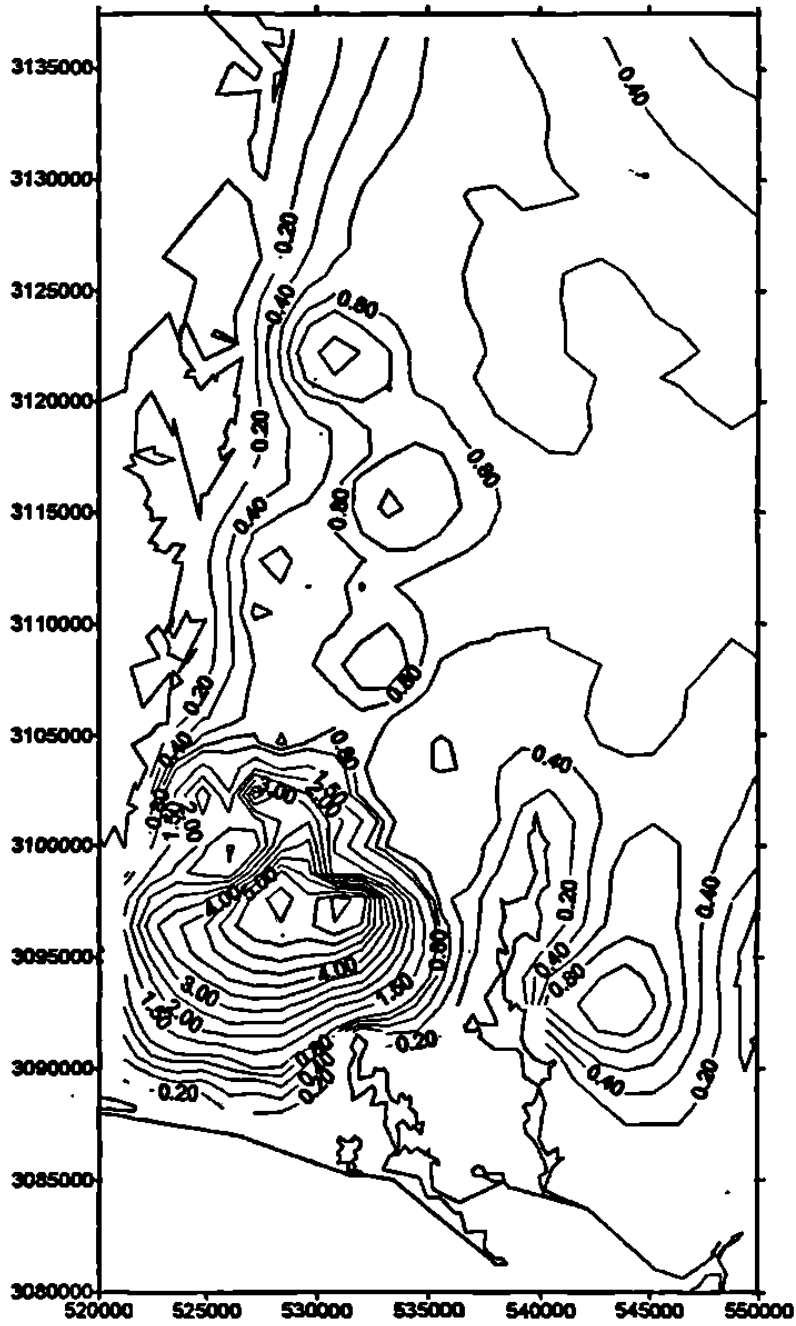


Figura 49.-Isovalores de CE en mmhos/cm del Valle de Guaymas en 1986

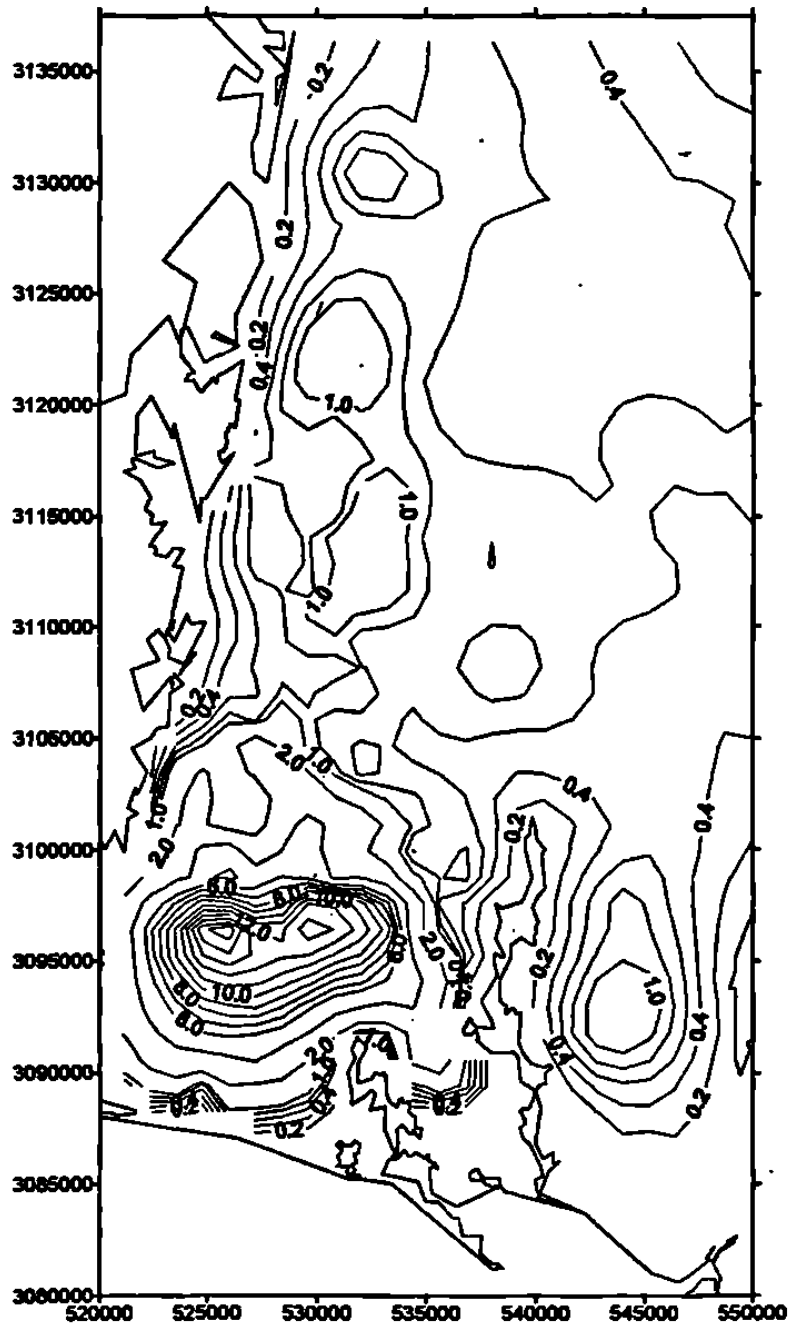


Figura 50.- Isovalores de CE en mmhos/cm del Valle de Guaymas en 1996

8.2.2 El potencial de Hidrógeno

pH 1975

Se observa que los valores de pH en el valle siguen un orden algo similar en cuanto a la ubicación a los valores de Bicarbonatos, cerrando prácticamente el centro del valle, se ve también que los valores van en aumento hacia el centro norte del valle, con valores de 6 aunque en la parte norte del valle sólo se ven valores de 6 y un poco mayores (ver figura 51).

pH 1986

Este año sigue el mismo contorno que en 1975, aunque en el centro-norte se observa el área restringida más extendida en 1986, también aparecen valores menores a 6, lo que no se registra en 1975; otra diferencia es que en el centro del valle aparecen más valores que en 1975, predominando los de 7.40 y 7.60 (ver figura 52).

pH 1996

Sigue el mismo contorno que en los años anteriores, a excepción de la parte centro-norte del valle, donde el área se extiende más este año, además de que, en esta misma zona, aparecen valores de 7, 7.40 y 7.80 en pH, que no se veían en los años anteriores, también desaparece la de 4, que se registra en 1986, en lo que es el centro del valle se registran menos intervalos de valores que en 1986, observándose solo de 7.40 y 7.60 (ver figura 53).

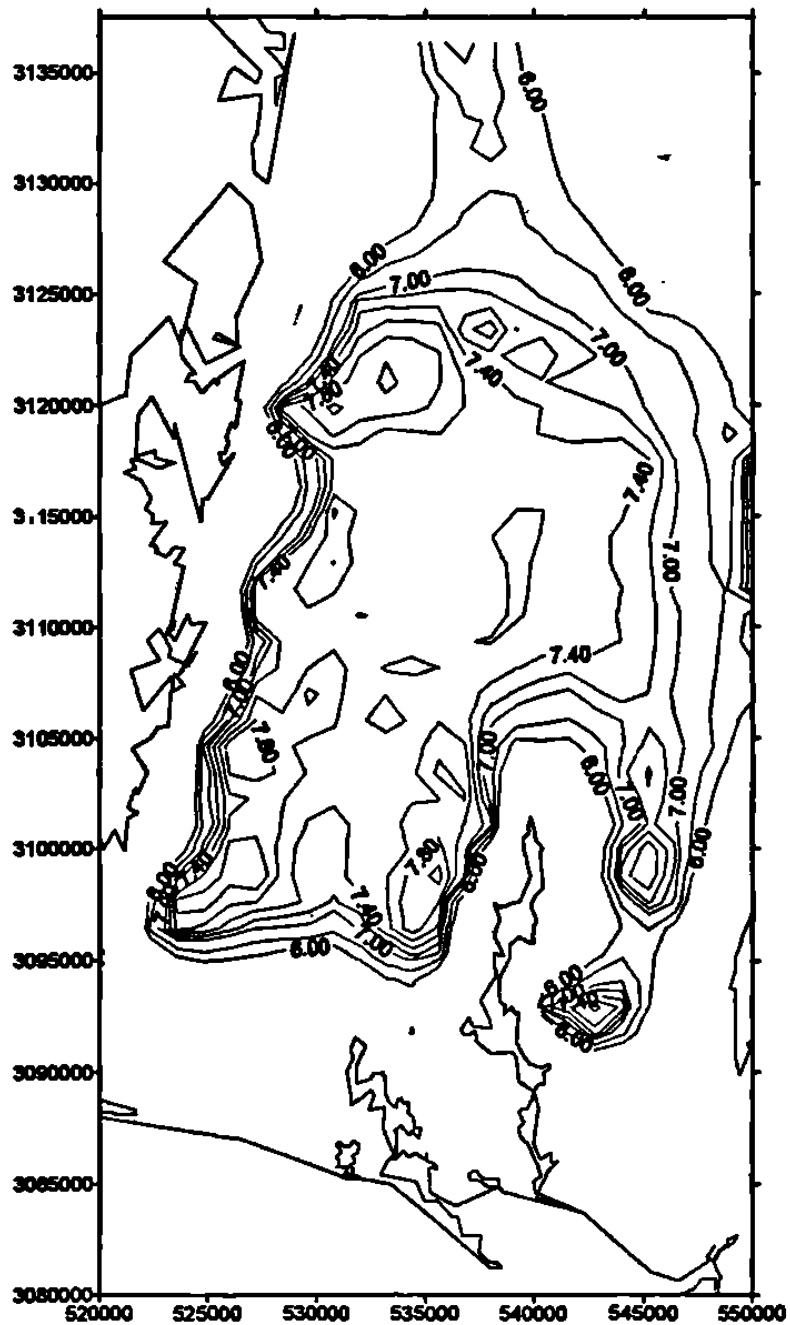


Figura 51.-Isovalores de pH del Valle de Guaymas en 1975

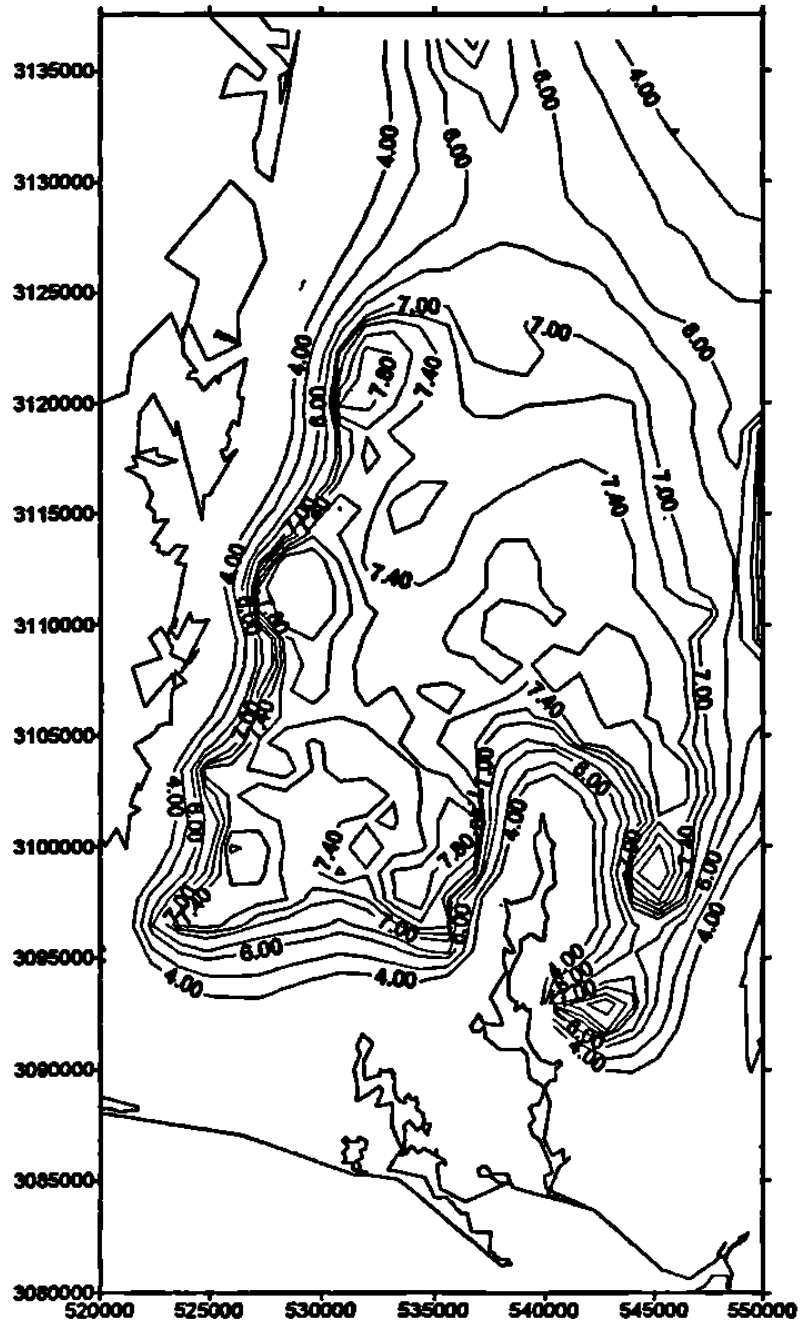


Figura 52.- Isovalores de pH del Valle de Guaymas en 1986

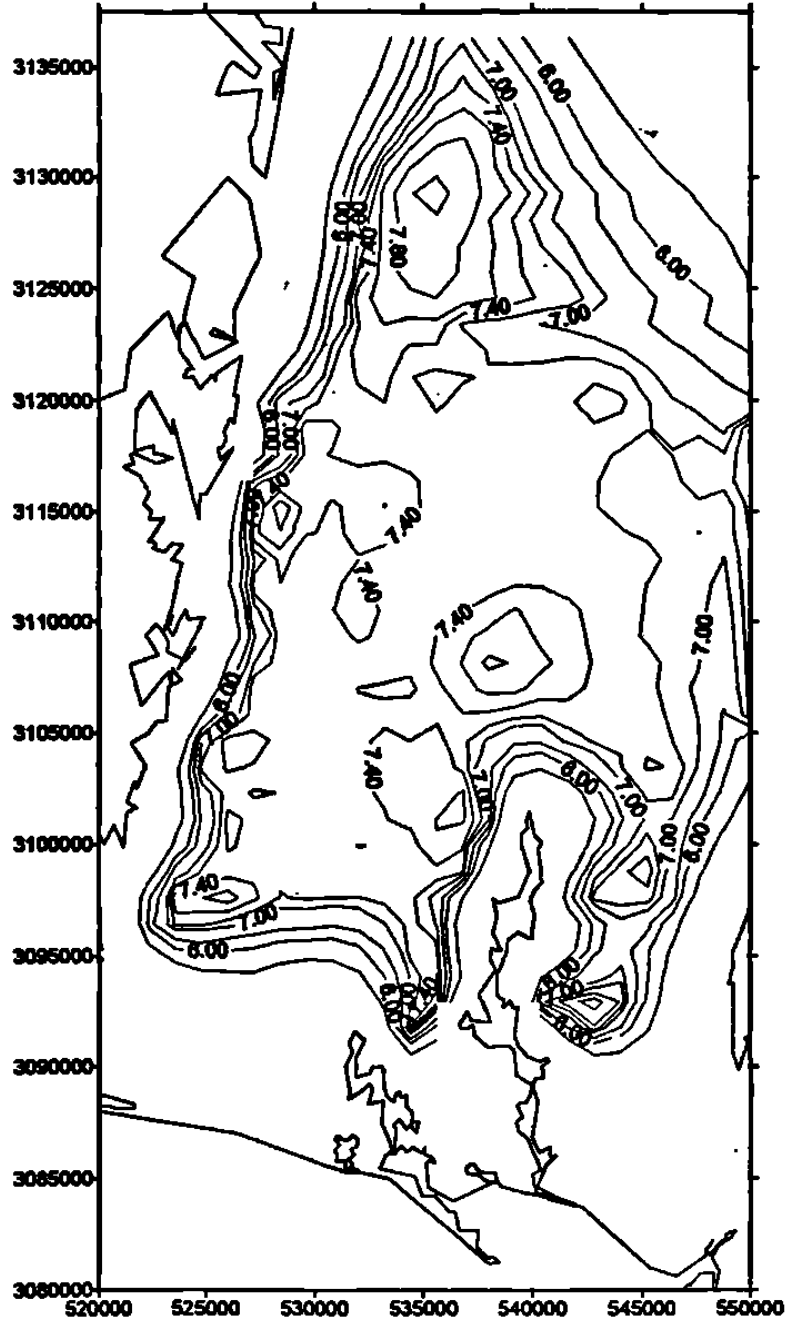


Figura 53.- Isovalores de pH del Valle de Guaymas en 1996

8.2.3 Sólidos Totales Disueltos

SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS EN 1975

Se observan dos zonas de alta concentración de valores, una en el suroeste del valle, con valores mayores a 1600 ppm, la otra zona se observa al norte, con valores también mayores, también a 1600 ppm, entre estas dos zonas se observa una línea de 400 ppm. Al este de la Sierra de San Francisquito, en el sureste del valle se observan valores de 200 y 400 ppm, bordeando la misma sierra se observan valores de 100 y 200 ppm; al oeste del valle en los límites de la Sierra de Santa Úrsula, y siguiendo el antiguo cauce del río, se observan valores de 60 y 200 ppm que suben de sur a norte el valle (ver figura 54).

SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS EN 1986

En este año se observan tres zonas de alta concentración, una en el suroeste del valle, misma que se registra en 1975, aunque más extendida y con un claro aumento en sus valores, siendo estos mayores de 3400 ppm a diferencia de los 1600 ppm que se registran en 1975 en la misma área. Cruzando la Sierra de San Francisquito, al sur del valle, se observa la formación de una zona de alta concentración con valores de 500 ppm donde en 1975 se registran 400 ppm, la zona que en 1975 se registró en el norte del valle, en 1986 desaparece; en cambio, aparecen dos más en el centro y centro-este del valle, la del centro, con valores mayores a 500 ppm y la del centro-este con valores mayores a 1800 ppm y limitada por la Sierra de Bacatete, al oeste del valle se siguen observando las líneas que atraviesan el valle de norte a sur, siguiendo el antiguo cause del río (ver figura 55).

SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS 1996

Se observan dos zonas de alta concentración, una al suroeste del valle, misma que se observa en años anteriores, aunque este año sus valores son mayores a los 6000 ppm, la otra zona se observa al sureste del valle, a la misma altura que la anterior, pero cruzando la Sierra de San Francisquito, las dos zonas que en 1986 se encontraban en el centro del valle desaparecen en 1996, se siguen viendo las líneas que siguen el antiguo cause del río al oeste del valle y en los límites de la Sierra de Santa Úrsula, también aparecen en todo el valle mas líneas de valores que en los años anteriores, siendo estos de alrededor de los 500 ppm (ver figura 56).

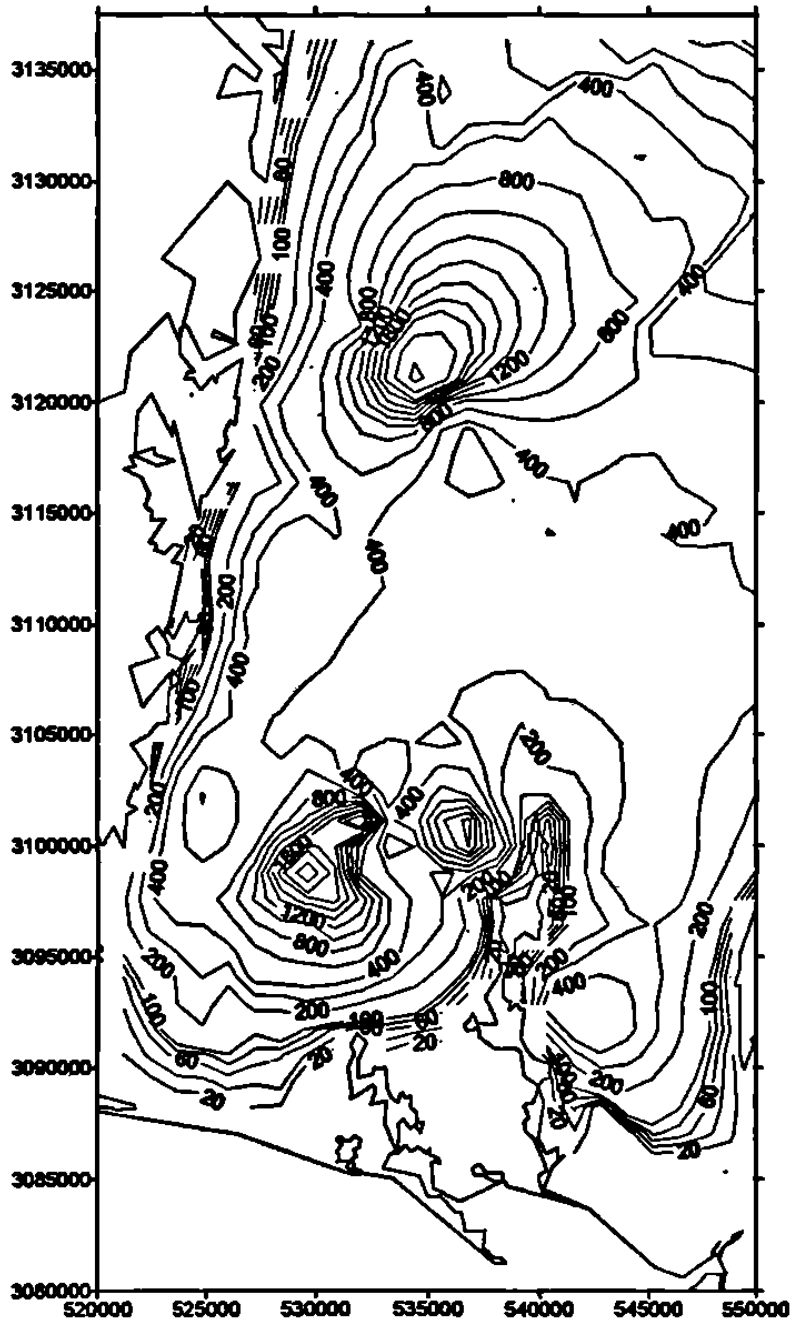


Figura 54.- Isovalores de STD en ppm del Valle de Guaymas en 1975

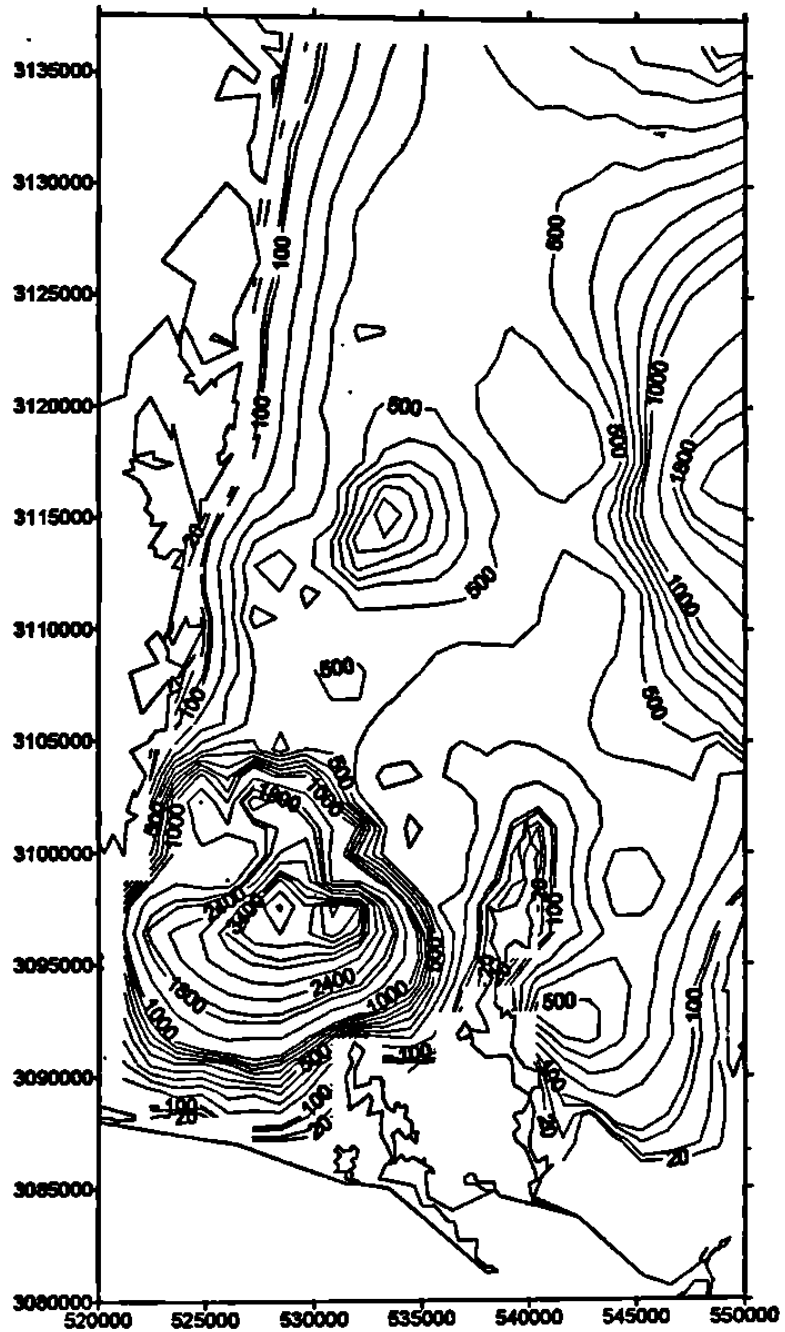


Figura 55.- Isovalores de STD en ppm del Valle de Guaymas en 1986

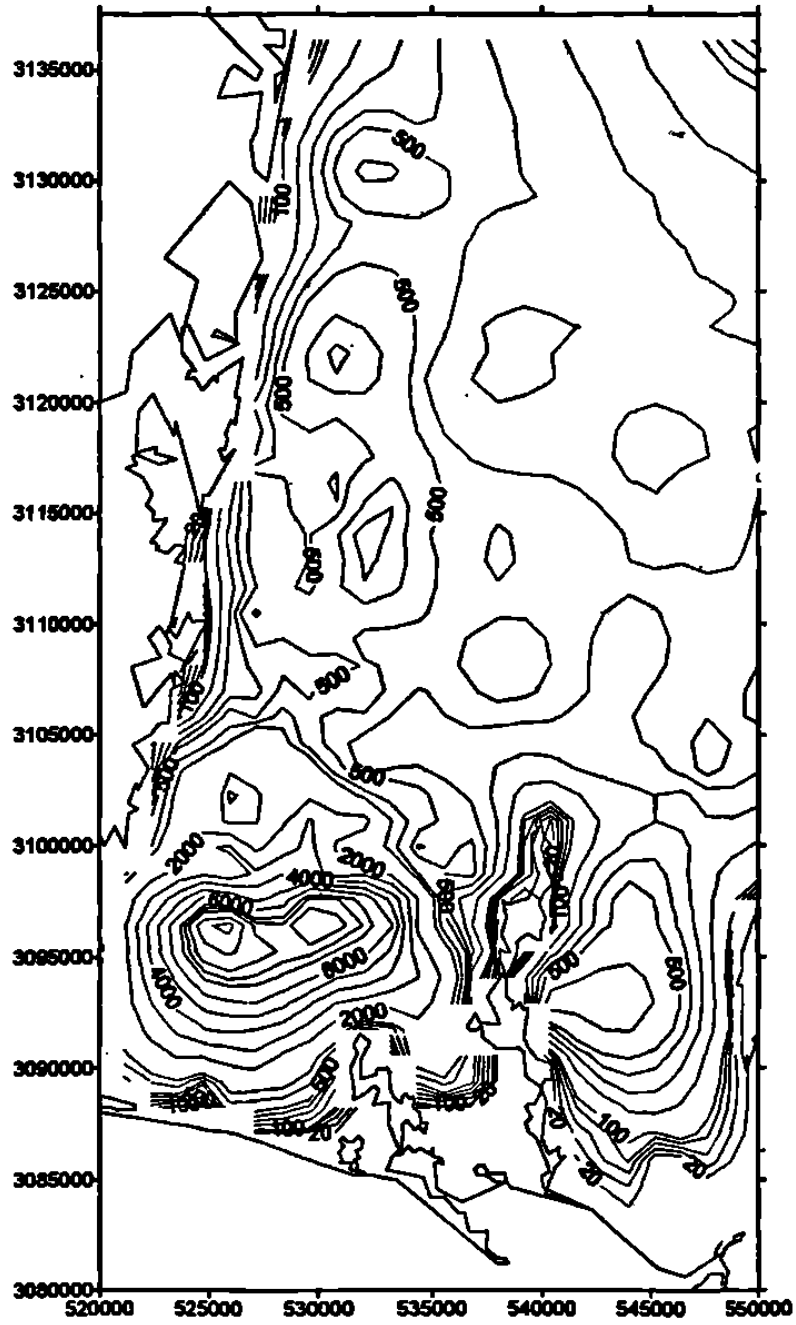


Figura 56.- Isovalores de STD en ppm del Valle de Guaymas en 1996

8.2. 4 Bicarbonato

BICARBONATOS 1975

Se observan valores que van de 20 a 180 ppm y siguiendo un contorno que va desde los límites de la Sierra de Bacatete, hacia la playa, bordeando la Sierra San Francisquito, de ahí pasan a la playa y suben bordeando la Sierra de Santa Ursula, siguiendo un antiguo cause de río que ahí se encontraba; en el centro del valle, se observa una línea de 180 ppm que recorre de norte a sur el valle, al este de esta línea se ven valores de 180 ppm y 140 ppm; en cambio, al oeste de la línea, se ven valores de 220 y 240 ppm (ver figura 57).

BICARBONATOS 1986

En este año el Valle de Guaymas se ve claramente limitado con una franja de líneas con valores que van de 20 a 180 ppm, estas siguen el mismo contorno que en 1975 con la diferencia que en 1986 se cierran completamente en el noreste del valle, dejando un centro con valores de 200 y 220 ppm (ver figura 58).

BICARBONATOS 1996

Este año se parece más a 1975 que a 1986, en lo que respecta al contorno que siguen las líneas, el valle ya no se ve totalmente cerrado, como en 1986, siguiendo la misma ubicación de limitar la Sierra de Bacatete y seguir a la playa, limitar la Sierra de San Francisquito, ir a la playa, y limitar la Sierra de Santa Ursula siguiendo el antiguo cause del río, en cuanto a los valores se observa el aumento especialmente en el norte del valle, donde se ven valores de 180 ppm diferenciados de los 120 que se registraban en 1975 (ver figura 59).

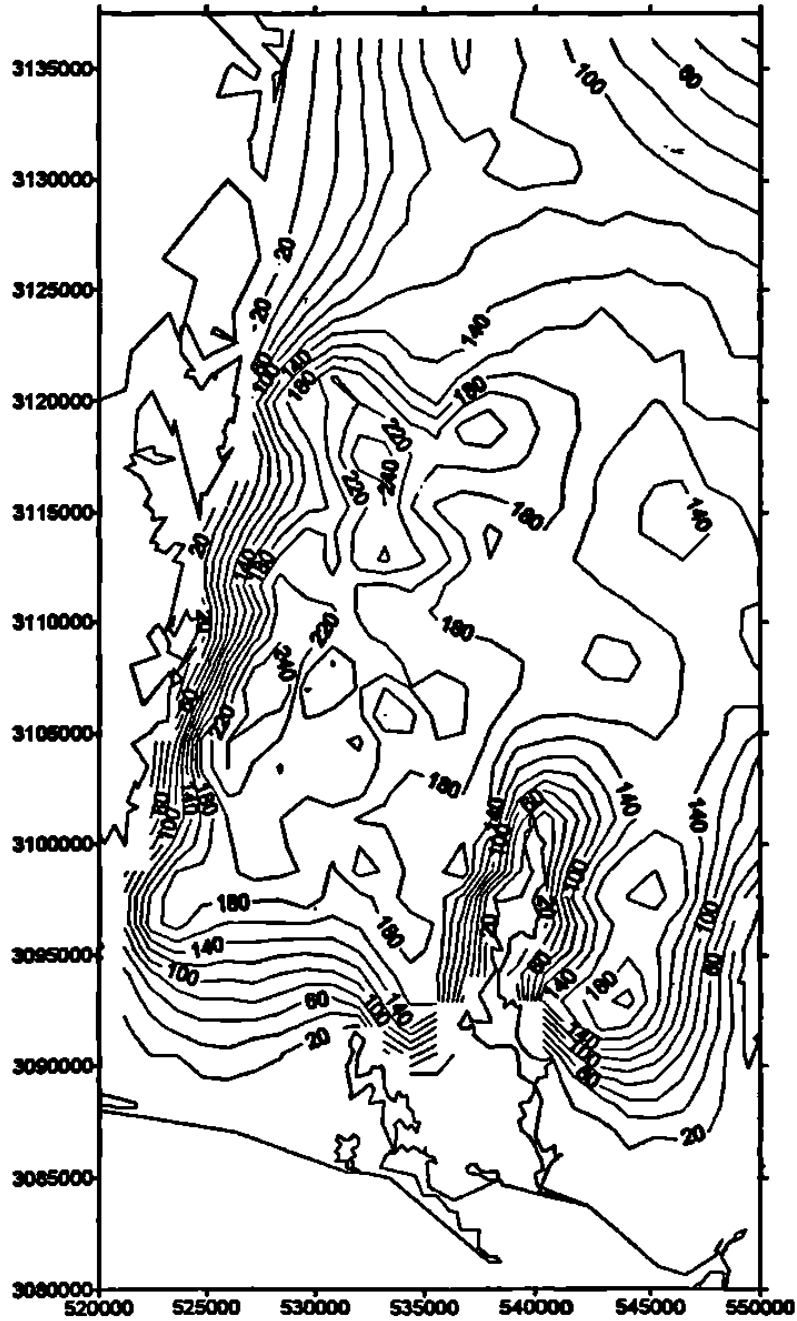


Figura 57.- Isovalores de Bicarbonatos en ppm del Valle de Guaymas en 1975

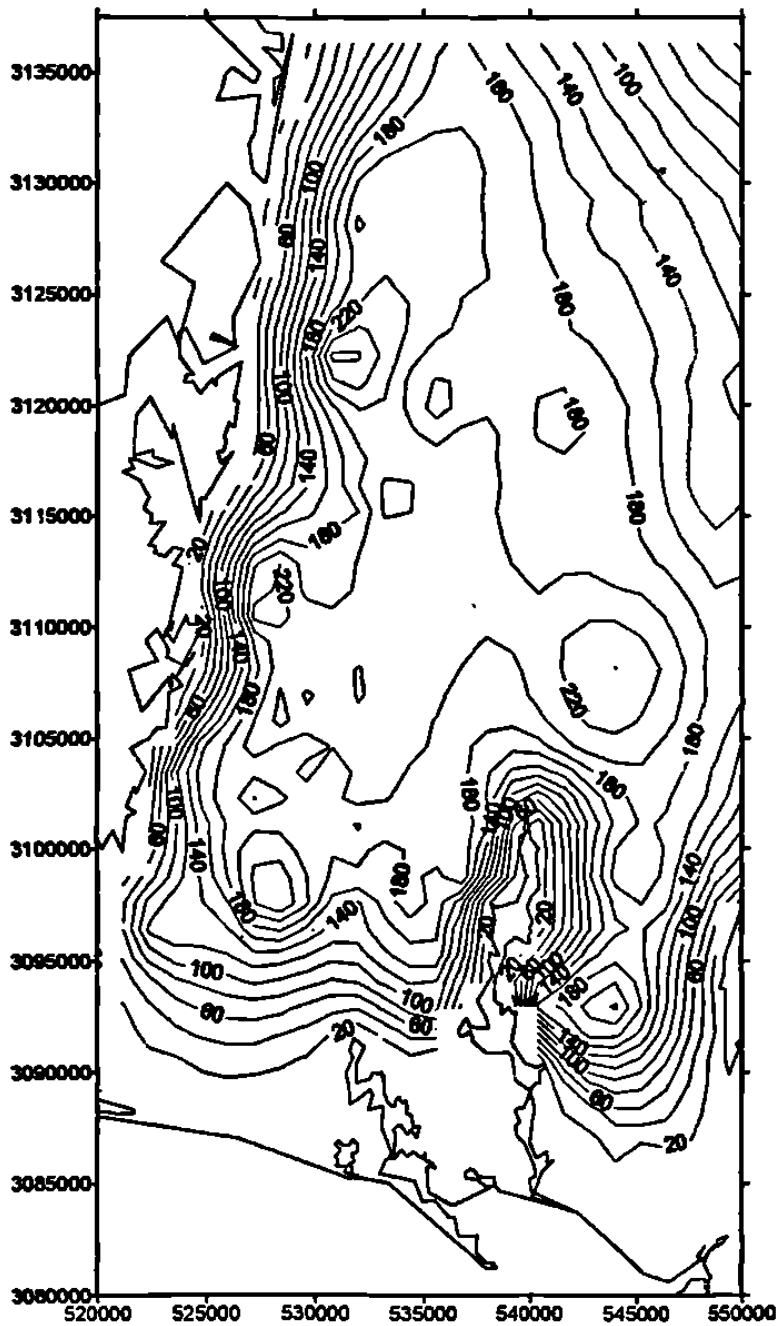


Figura 58.- Isovalores de Bicarbonatos en ppm del Valle de Guaymas en 1986

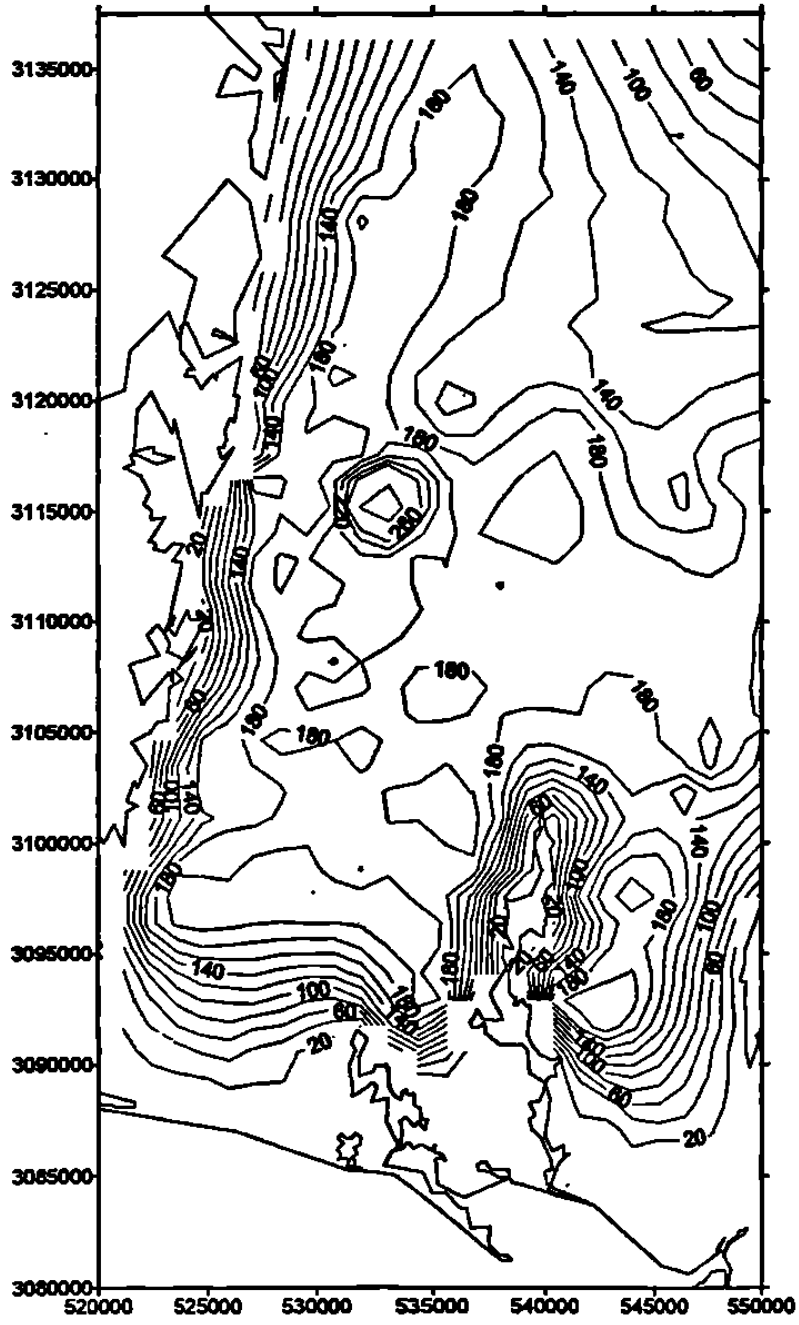


Figura 59.- Isovalores de Bicarbonatos en ppm del Valle de Guaymas en 1996

8.2.5 Sulfato

SULFATOS 1975

Se aprecian en el sureste del valle, los valores más altos de concentración, siendo mayores que 300 ppm, en cambio, al suroeste del valle, los máximos que registró fueron superiores a 100 ppm, que también se ven en el centro y centro-este del valle, en el norte del valle se ven valores desde 10 hasta 40 y 60 ppm (ver figura 60).

SULFATOS 1986

Este año, contrario a lo que se registró en 1975 en el área sureste del valle, se registran valores de 10 a mayores que 100 ppm; en cambio, en el suroeste donde en 1975, se registraron valores mayores que 100 ppm, en 1986 se registran mayores que 600, en el norte se aprecian los mismos valores que en 1975, de 10, 40 y 50 ppm; en el centro del valle no se registran valores, a excepción de una zona donde se aprecian los 200 ppm (ver figura 61).

SULFATOS 1996

A diferencia de 1986 se registran valores en todo el valle, el área del sureste se aprecia más concentrada, en el área del suroeste se registran valores mayores que 900 ppm, en el centro ya se aprecian los 40, 70 y 100 ppm, mismos que se ven en todo el valle, se puede ver que, en general, toda la parte este del valle, desde el norte hasta el sur, registra valores menores que los de la parte oeste, donde llegan a ser mayores de 100 ppm (ver figura 62).

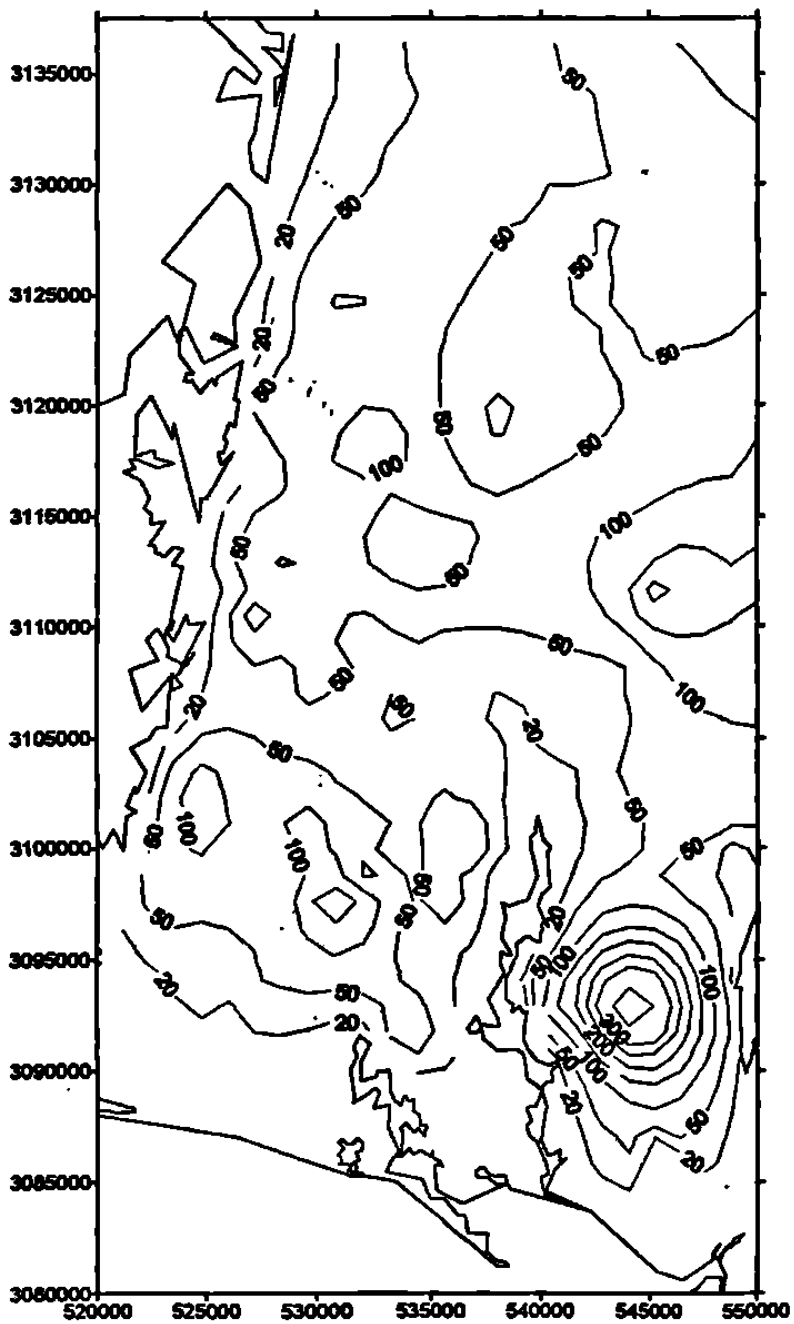


Figura 60.- Isovalores de Sulfatos en ppm del Valle de Guaymas en 1975

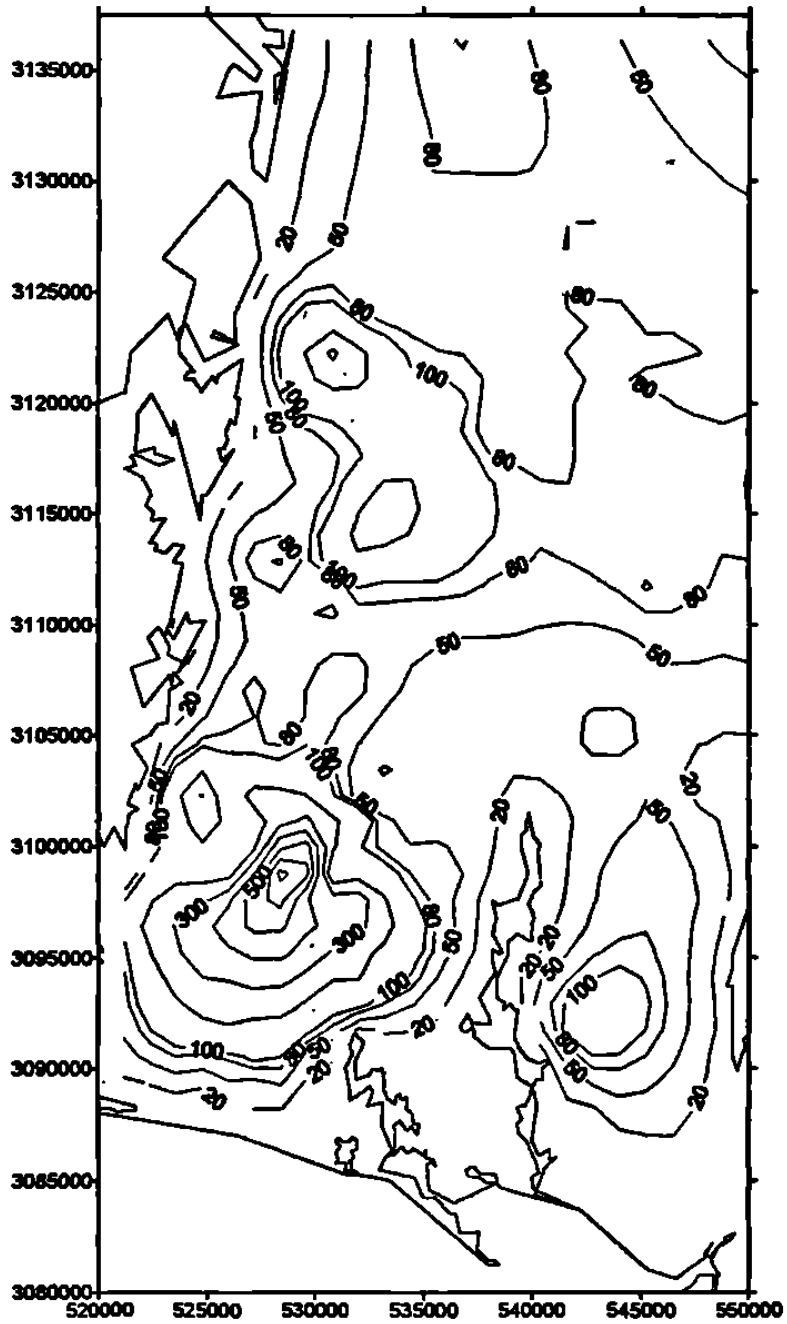


Figura 61.- Isovalores de Sulfatos en ppm del Valle de Guaymas en 1986

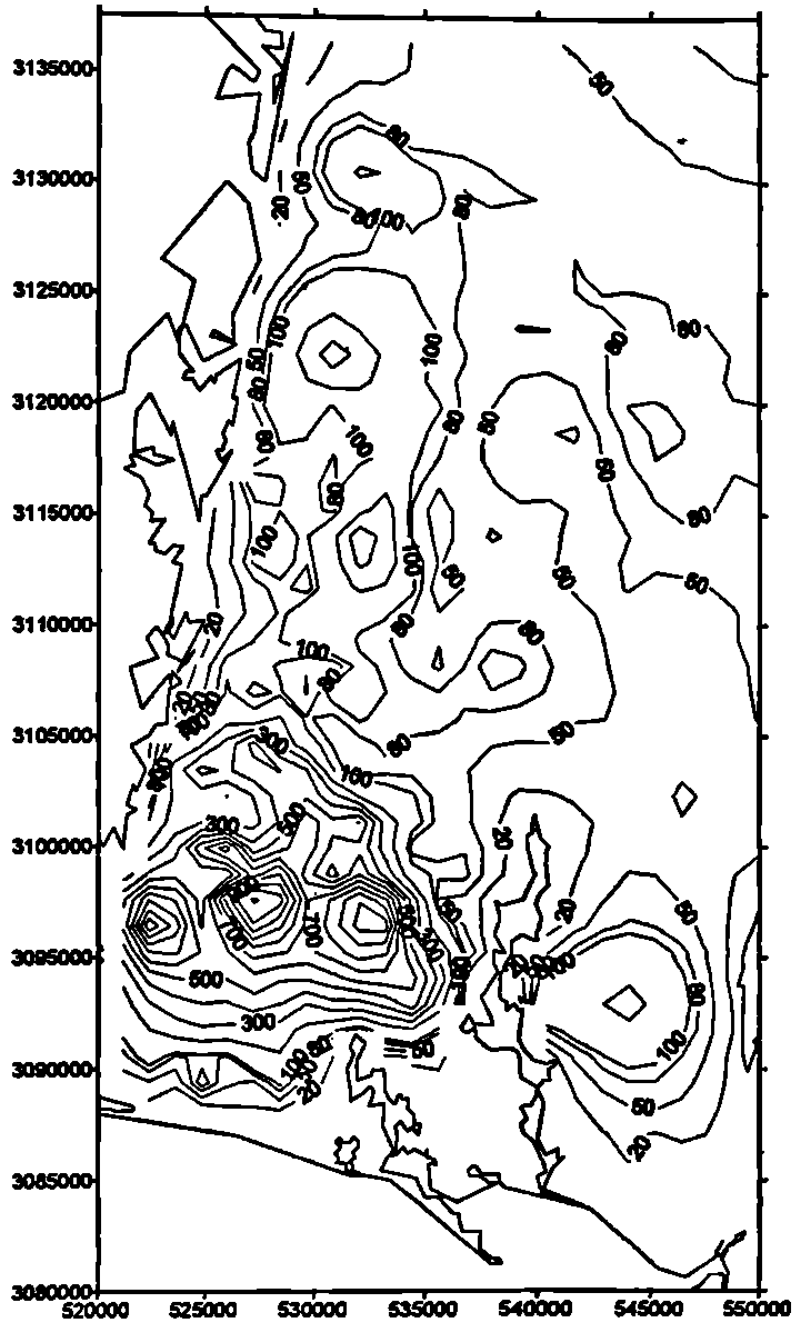


Figura 62.- Isovalores de Sulfatos en ppm del Valle de Guaymas en 1996

8.2.6 Sodio

SODIO 1975

En este año, en el Valle de Guaymas, se observan 5 zonas de alta concentración de sodio, dos al sur del valle, dos al centro y una al norte; la zona del sureste registra valores mayores que 180 ppm y menores que 20 y 60 ppm, mismas que se extienden hacia la zona del suroeste y al centro del valle, pasando de ahí hacia la zona del norte; la zona del suroeste reporta valores mayores que 180 ppm y 20 ppm como menores, en la zona del centro-oeste los valores son mayores que 60, en la zona del centro este son mayores que 100 ppm, en la zona del norte, que es la mas extendida, se tienen valores mayores que 220 ppm y 20 como menores, en todo el valle la línea que predomina es la de 60 ppm (ver figura 63).

SODIO 1986

En este año prevalecen las dos zonas de alta concentración que se encontraban en el sur del valle en 1975, las dos se ven extendidas en su tamaño en 1986, aunque la del sureste se ve con niveles mayores que 100 ppm cuando en 1975 la misma presentaba niveles mayores que 180 ppm, en cambio la zona del suroeste cambia de tener valores mayores que 180 ppm en 1975, a tener mayores que 400 en 1986, las zonas que se encontraban en 1975 en el centro del valle no se observan en 1986, así como la que se encontraba en el norte; en cambio, en 1986 aparece en el centro-este una zona con valores de 200 ppm y que se ve claramente limitada con la Sierra de Bacatete, en todo el valle predominan los valores de 60 y 100 ppm (ver figura 64).

SODIO 1996

En este año siguen apareciendo las dos zonas de alta concentración en el sur del valle, la del sureste se ve mas extendida que en 1975, aunque en sus valores no se observan aumento ni disminución; en cambio la del suroeste, aumenta de tener valores mayores que 400 ppm, en 1986, a tener valores mayores que 900 en 1996; la zona del centro-este que se encontraba en 1986, desaparece en 1996. Del centro al norte del valle predominan los valores de 60 y 100 ppm (ver figura 65).

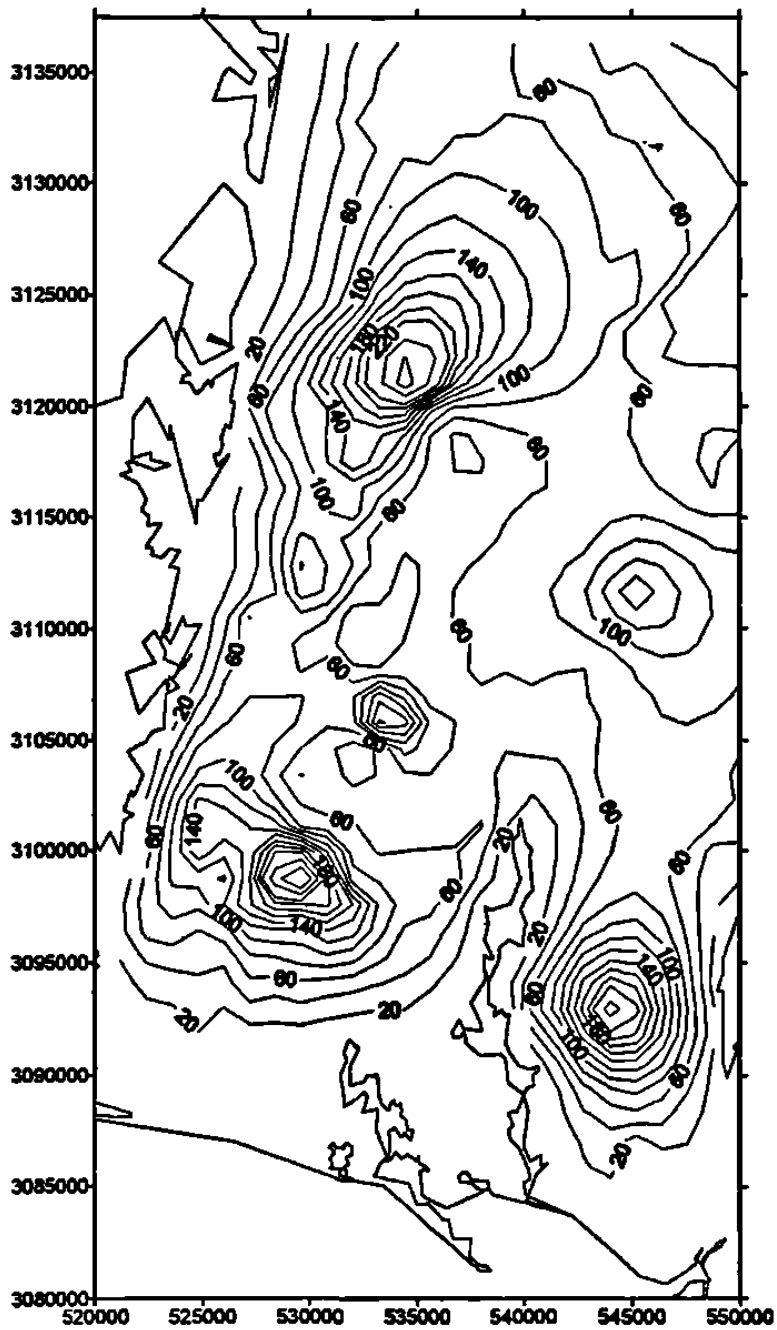


Figura 63.- Isovalores de Na en ppm del Valle de Guaymas en 1975

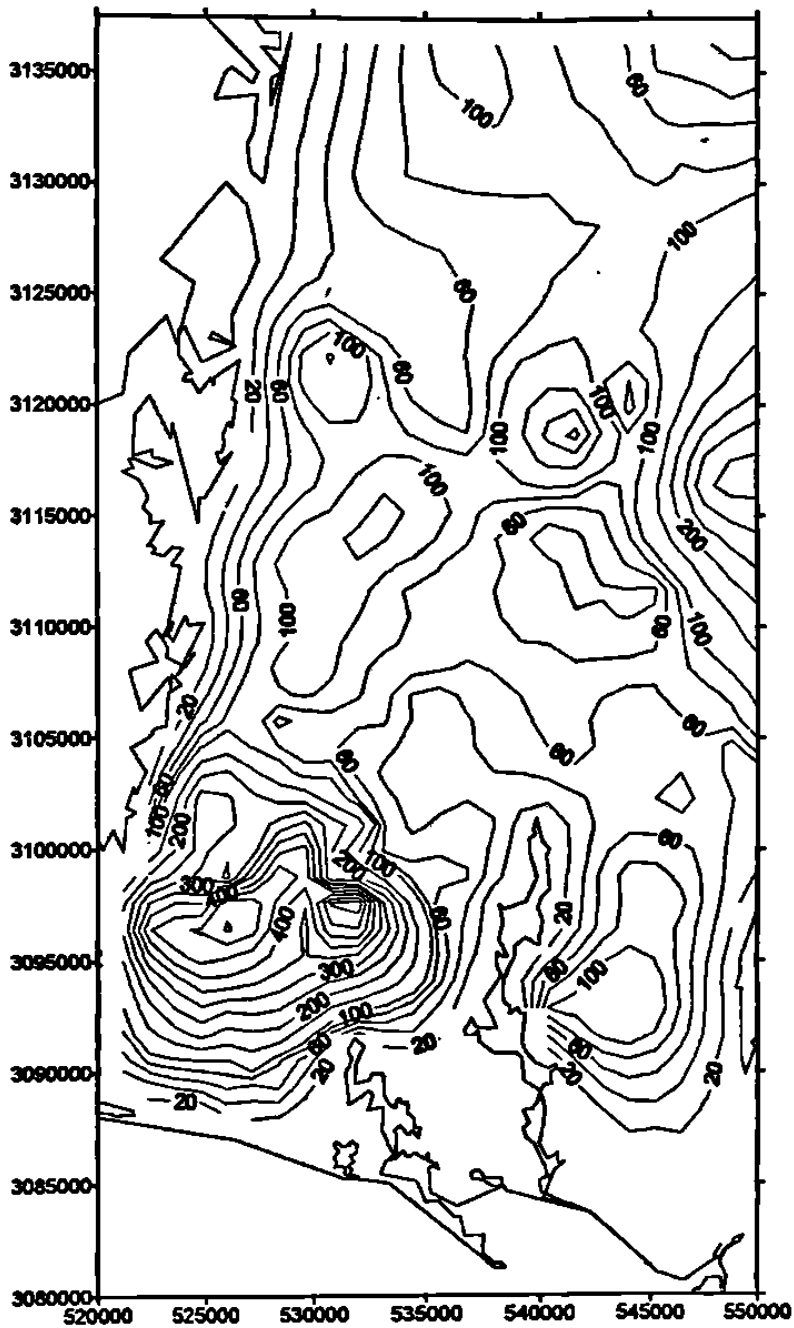


Figura 64.- Isovalores de Na en ppm del Valle de Guaymas en 1986

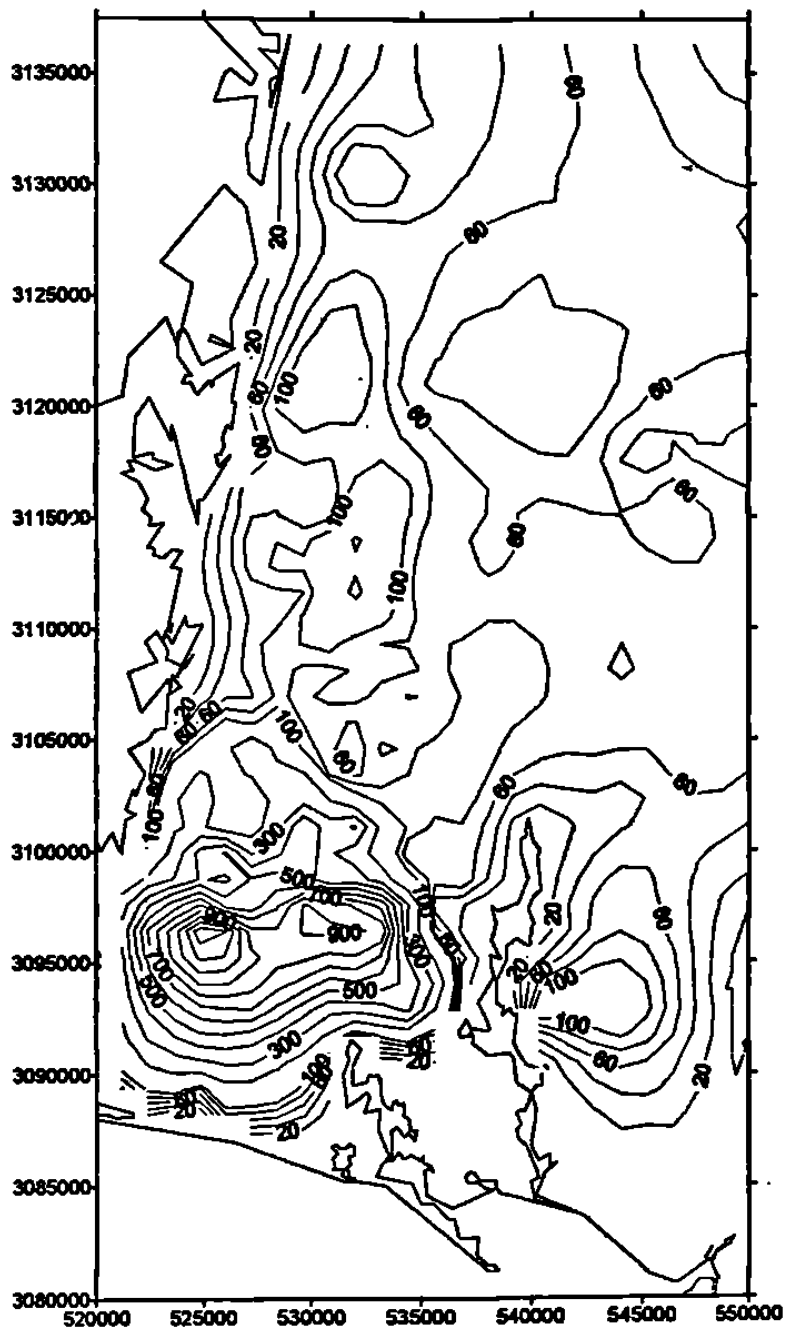


Figura 65.- Isovalores de Na en ppm del Valle de Guaymas en 1996

8.2.7 Cloro

En el apéndice se pueden ver los niveles de concentración de Cloro, desde el año 1975 hasta el año 1996; exceptuando el año 1993, los intervalos de valores son los mismos en todos los años, para apreciar el cambio en cada uno de los pozos, se aclara que los pozos que en un determinado año no presentan datos, no aparecen en el mapa ese año, esto se debe a que es muy difícil que una determinada dependencia o centro de estudio cuente con toda la información completa en todos los años.

CLORUROS, DE 1975 A 1978

De 1975 a 1981, se aprecian algunos cambios; sobre todo de la parte centro hacia el este del valle, se puede ver que en la parte sureste del valle, en 1975, se registran valores mayores que 100 ppm, mientras que en la misma área, en 1981, ya son mayores que 800 ppm; en cambio, en el centro-este del valle, en 1975, (ver figura 66), se ve una zona con valores mayores que 400 ppm, que en 1981 prácticamente desaparece.

En el norte, en 1975, se ven valores de 40 ppm, donde en 1981 son de 80 ppm; en la parte oeste del valle no se aprecian muchos cambios, de 1975 a 1981. Se registran valores de 40, 80, 100 ppm en ambos años, a excepción del suroeste, que registra valores mayores que 800 ppm.

CLORUROS DE 1981 A 1986

De 1975 a 1986, se aprecian cambios más en el sur y este del valle, en el este del valle, a la altura central, se registran isovalores de 80 a 300 ppm en 1981, en donde en 1986 alcanzan los 600 ppm, en el sureste del valle en 1981 se ven valores mayores que los 800 ppm en la misma zona que en 1986 (ver figura 67), registra valores mayores de 100,

aunque puede alcanzar los 500 ppm. En lo que respecta al suroeste, del año 1981 se ven valores mayores que 800 ppm y en 1986 mayores que los 1600 ppm. En el resto del valle se aprecia que se alcanza con mayor frecuencia el valor de los 100 ppm, en 1986.

CLORUROS DE 1986 A 1991

De 1986 a 1991 se ve un cambio en lo que respecta a toda la parte este del valle; en 1986, en el noreste, se registran 60 y 100 ppm; en 1991 se registran sólo 20 y 40 ppm; en el centro-este del valle, en 1986 se registran valores mayores que 400 ppm que en 1991 desaparecen completamente, en lo que es el sureste del valle, también se ve afectado de manera similar, en 1986 se registran valores mayores que 100 ppm en el área que en 1991 son mayores de 60 y 80 ppm, en cambio el suroeste del valle registra en 1986 valores de 1600 ppm que aumentan en 1991 hasta 6000 ppm y más, el resto del valle prácticamente se conserva igual de 1986 a 1991.

CLORUROS DE 1991 A 1996

De 1991 a 1996 se aprecia un gran cambio en el área suroeste, donde en 1991 se registran 600 ppm en 1996 (ver figura 68), solo se ven valores mayores a los 3500 ppm, en el suroeste en cambio en 1991 se registran valores de 60 ppm que en 1996 aumentan a 100 ppm; en el centro este del valle, en 1996, ya se registraron los 60 y 100 ppm, también en el centro, pero hacia el oeste predominan los 100 ppm

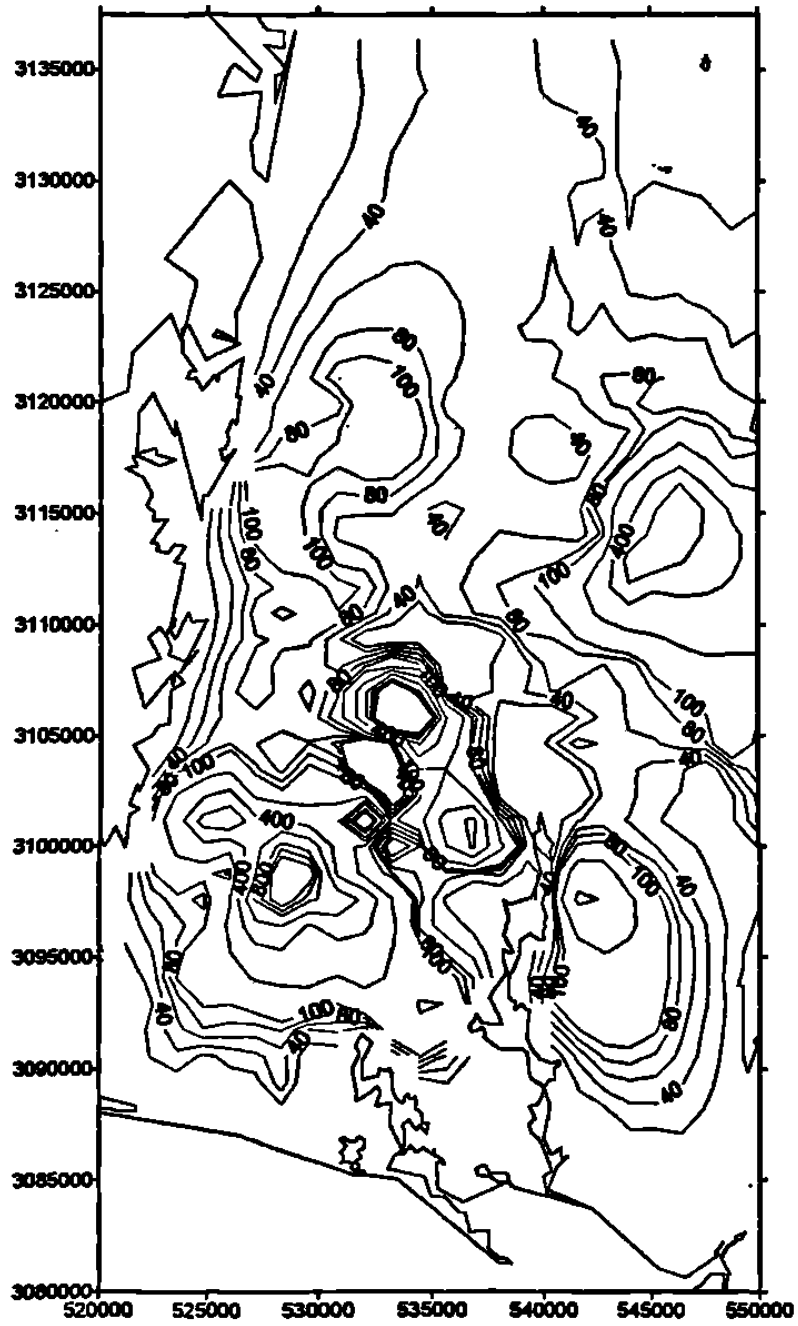


Figura 66.- Isovalores de Cd en ppm del Valle de Guaymas en 1975

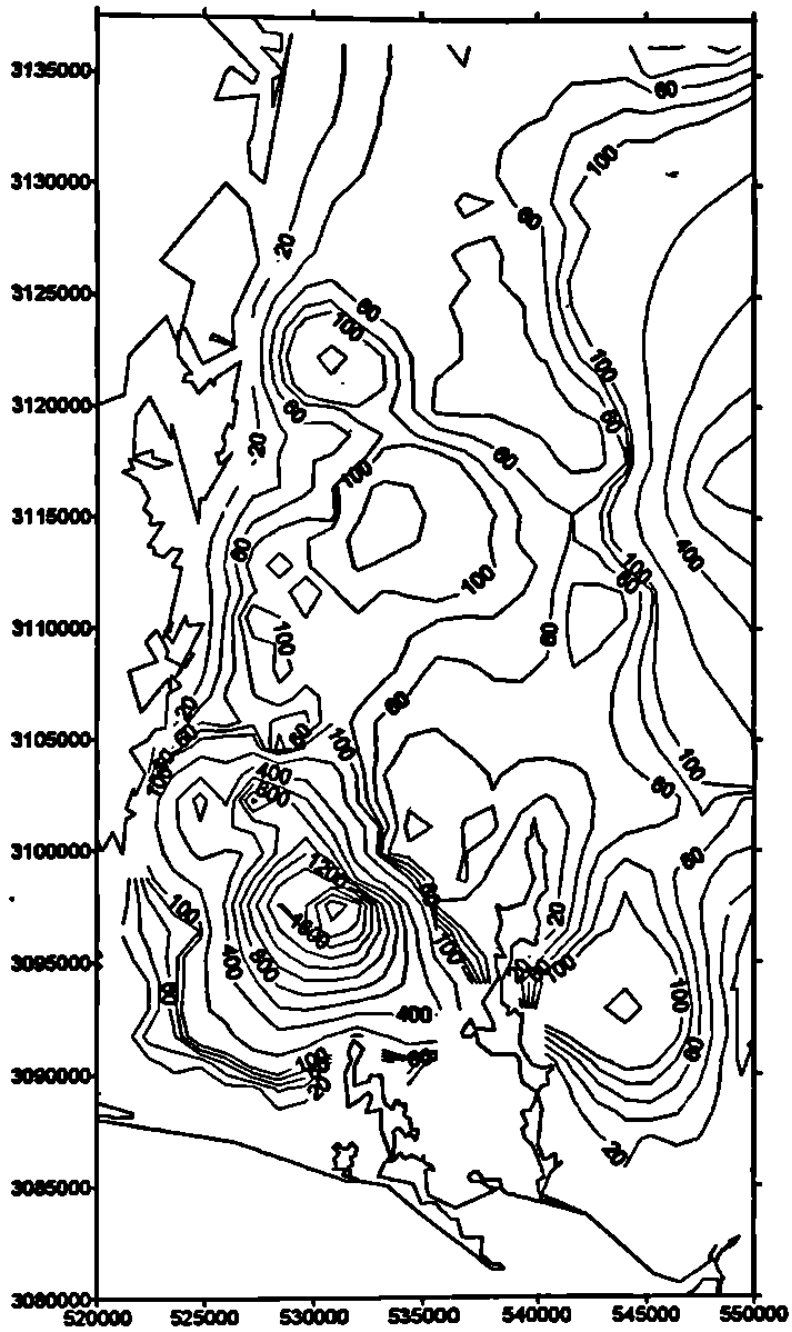


Figura 67.- Isovalores de Cl en ppm del Valle de Guaymas en 1986

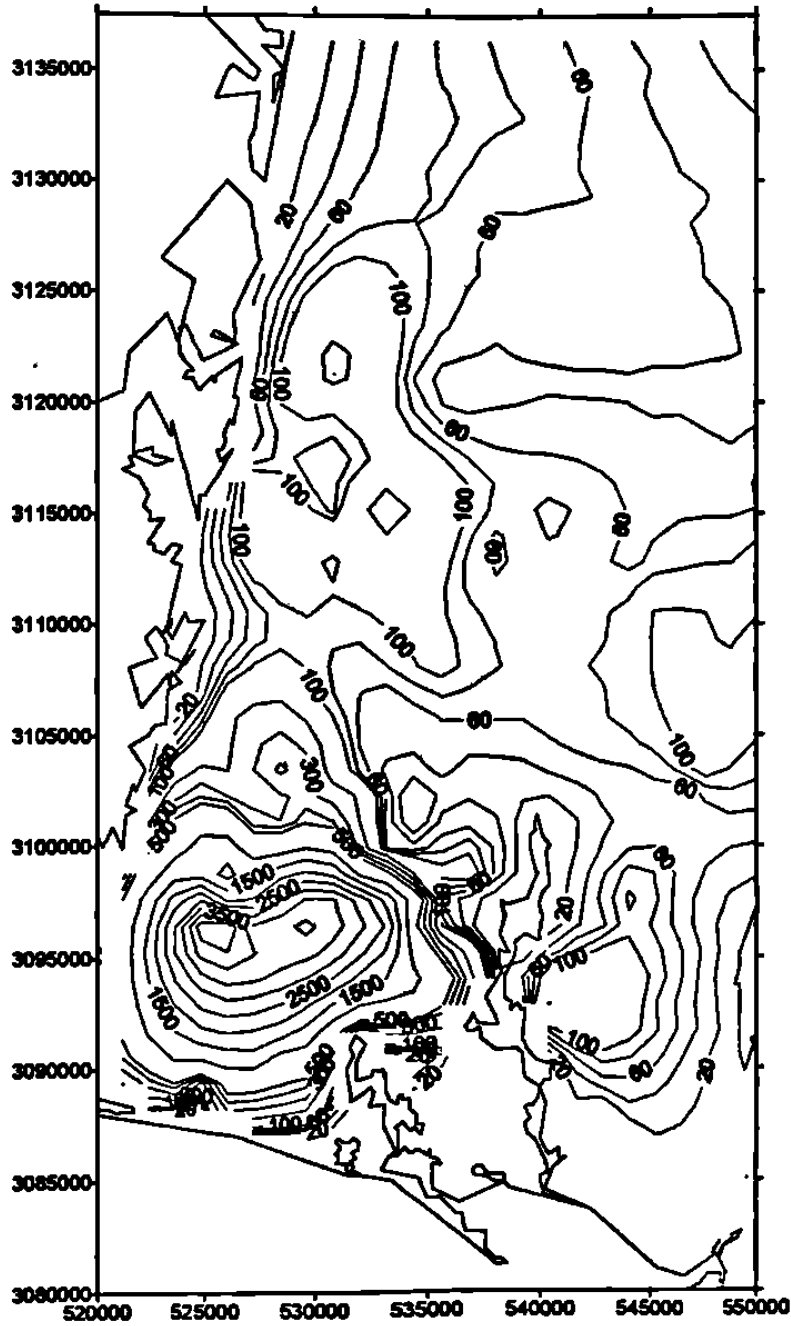


Figura 68.- Isovalores de Cl en ppm del Valle de Guaymas en 1996

8.3 Contaminación del agua subterránea

No es fácil establecer valores concretos para las sales que pueden aportar los diferentes tipos de rocas; no sólo porque existen importantes diferencias de composición y alterabilidad de minerales dentro de cada uno de ellos, sino también porque las condiciones climáticas, la composición del agua de recarga, el tiempo de contacto, la longitud de recorrido, el grado de aereación-permeabilidad, etc. influyen de forma importante y a veces dominante. No obstante, pueden establecerse criterios generales.

- a) En las rocas ígneas, las aguas relacionadas con los granitos son en general poco salinas; el agua relacionada con terrenos basálticos suele ser más salina, dada la más fácil alterabilidad de los minerales constituyentes.
- b) Las rocas metamórficas suponen una degradación entre granito y las sedimentarias, por lo tanto, las aguas constituyentes tendrán características intermedias más próximas a unas o a otras, según el grado de metamorfismo.
- c) Las rocas sedimentarias, al ser normalmente más porosas, son capaces de aportar más sales y más rápidamente que las rocas ígneas y metamórficas; por lo menos inicialmente, antes de haber sufrido un proceso de lavado interno.

En general, puede decirse que las aguas de terrenos kársticos son bicarbonatadas cálcicas o cálcicas magnésicas; las de terrenos yesosos son sulfatadas cálcicas; las de terrenos formados por granitos son bicarbonatadas sódicas y cálcicas; las de terrenos sedimentarios, de origen marino algo arcilloso, son cloruradas sódicas con escaso calcio y magnesio; las de terrenos sedimentario, de origen continental, algo arcillosos son bicarbonatadas cálcicas (Custodio/Llamas, 1976).

En la tabla VII, que corresponde a un resumen de las figuras 14 a la 29, de los pozos seleccionados en el Valle de Guaymas, (figura 13) se observa, en cuanto a familias de aguas que pasaron de bicarbonatadas calcico-magnésicas a cloruradas calcico-magnésicas; en otros pozos que de ser bicarbonatadas calcico-magnésicas y cloruradas sódicas pasaron a ser bicarbonatadas-sódicas, en cuanto a su tendencia en concentración de cloro, ésta se ve de las figuras 32 a la 47, la mayoría tiende a aumentar su concentración de Cl, aunque también se observa que algunos pozos posiblemente reubicados tienden a disminuir, lo que concuerda con el análisis anterior. En general, se observa que los pozos ubicados hacia la costa son los que presentan más concentración de cloruros, esto por la intrusión del agua del Mar de Cortés hacia el continente. En el estudio de la UNAM-SARH (1985) realizado por Herrera y otros (1985), se detectaron pozos con alta concentración de cloruros, no ubicados en la costa del valle; y por lo tanto, no contaminados por el agua del mar, que además tiende a disminuir muy poco en su concentración de cloruros. Por lo que se piensa que esto se debe a una recarga de agua fría y salobre del Río Mátape, que se encuentra a un costado. Esta zona anómala tiene también pozos con temperaturas de sus aguas muy elevadas, lo que algunos autores como Herrera lo adjudican a una continuación de la Falla de San Andrés y al basamento, lo que da origen a aguas más profundas y, por lo tanto, más calientes, en la tabla VI; se observa que el pozo 48-JMM registró 40.4 °C, este pozo se encuentra dentro de esta zona anómala (figura 5).

TABLA VI

Muestreo de algunos pozos del Valle de Guaymas (1997)

POZO	* °C DEL AGUA	f CE en μS	f pH
73	31.2	7700	6.13
72	32.5	4200	6.29
48 JMM	40.4	6840	7.5
51 JMM	32.8	1311	6.91
16 SM	33.2	1120	6.98
52 SM	33.5	610	7.2
El Trunfo Sta. Rosa	33.5	660	7.71
150	34.2	580	7.59
139	27.4	570	7.95
Sta Maria	37.3	805	7.8
113	37.1	640	7.99
Ejido Graciano Sanchez	35	700	8.12
122	33.8	760	7.88
Gpe el Cautivo 108	18.7	1150	7.6
108	32.6	760	7.92
107	34.9	850	7.95
2 SM	35.8	830	8.12
105 SM		840	7.91
46 SM	35.2	630	8.02
29 SM	35.4	560	8.06
50 JMM	31.8	1220	7.6
12	34.4	580	7.7
129	32	540	7.81
Rancho el Papalote	22.7	900	7.62
Km 94 Obregón-Hillo.	31.3	4130	7.38
138	32.3	1060	7.78
135	30.6	1060	7.78
133	33.7	1550	7.65
6	33.3	1060	7.72
132		840	7.92
131	33.2	590	7.92
22	26.1	1110	7.82
23	31.4	950	7.75
3 Km al sur del 23	30.7	1040	7.9
33 CP	32.5	3060	7.57
24	32	1190	7.82
44 SJG	34.5	620	7.93
28	35.4	760	8.02
82	31.7	3460	7.4
86	30.7	1620	7.69
85	32.7	1540	7.59
Ejido Maytorena	31.4	1830	7.92
39 M		1000	8
40	34.4	820	7.96
9	32.3	1080	7.85
12	34.8	720	8.1

76	35.5	1710	7.86
58	32.7	5860	7.36
Ladrillera	23.6	18890	7.38

* Instrumento de medición: YSI, Incorporated Model 30/25 ft SN:95K38983.

f Instrumento de medición: pH Conductivity Meter Model 1484-44 Cole-Parmer.

TABLA VII

Resumen de la Figura 14 a la 29

Pozo No.	1975			1986			1996			Tendencia		
	c	s	b	c	s	b	c	s	b	1975	1986	1996
138	X			X						C	C	B
135		X		X				X		S	C	S
20			X			X	X			B	B	C
27			X	X			X			B	C	C
83	X			X			X			C	C	C
70			X	X			X			B	C	C
131	X					X				C	B	B
1-CP			X			X				B	B	B
13-SM			X			X				B	B	B
14-SM			X			X				B	B	B
54-SM			X			X				B	B	B
50-JMM			X			X	X			B	B	C
109			X			X				B	B	B
118	X					X				C	B	B
121			X			X	X			B	B	C
143			X			X				B	B	B
Totales	4	1	11	5	0	11	6	1	9			

Nomenclatura:

C.- Clorurada S.- Sulfatada B.- Bicarbonatada

En cuanto a la clasificación para riego, según Wilcox, de los pozos seleccionados, se tiene que predominan las aguas de salinidad media - poco sódica (C2-S1), aunque también se encuentran las aguas altamente salina - poco sódica (C3-S1), muy altamente salina - sodicidad media (C4-S2), muy altamente salina - sodicidad alta (C4-S3) y altamente salina - sodicidad media (C3-S2)

TABLA VIII

Clasificación del agua para riego según Wilcox.

Pozo No.	1975	1996
138	C3-S1	C3-S1
135	C3-S1	C3-S1
20	C2-S1	C3-S1
27	C2-S1	C4-S2
83	C3-S1	C4-S3
70	C2-S1	C4-S2
131	C2-S1	C2-S1
1-CP	C2-S1	C2-S1
13-SM	C2-S1	C2-S1
14-SM	C2-S1	C2-S1
54-SM	C2-S1	C3-S1
50-JMM	C2-S1	C3-S1
109	C2-S1	C2-S1
118	C3-S2	C3-S2
121	C3-S1	C3-S1
143	C2-S1	C2-S1

CAPITULO 9

DISCUSION DE LOS RESULTADOS:

Todos los estudios que se han realizado en el Valle de Guaymas tienen la principal falta de no tomar las muestras de agua en una misma profundidad; pero se debe tomar en cuenta que esto es también muy difícil, ya que no se tienen los cortes geológicas de los pozos para determinar que tipo de acuífero se está muestreando (superior o inferior) aunado a que los pozos no cuentan con orificios adecuados para introducir muestreadores especiales, por lo que las muestras se toman en las descargas de las tuberías, así mismo el problema de intrusión ha provocado que los mismos usuarios reubiquen los pozos, y esto no se hace siempre a la profundidad del pozo anterior o cuando no hacen la reubicación, se profundiza más el mismo pozo. En cuanto a la variedad de las diferentes familias de aguas, se debe tomar en cuenta que no hay homogeneidad en el acuífero en su parte horizontal ni como aparenta, en su vertical; además de las diferentes zonas de recarga para el acuífero, lo que no se discute es el gran avance del agua del Mar de Cortés hacia el continente, ya que todos los pozos cercanos a la costa son constantemente reubicados por la continua salinización de los mismos. Otro de los impedimentos en los estudios realizados sobre el acuífero del Valle de Guaymas es que aún no se tiene una seguridad de la geometría exacta del acuífero; los diferentes estudios geofísicos realizados han mostrado diferentes presentaciones, aunque se supone que entre más reciente sea el estudio se acercará más a la forma real, por el avance de la tecnología y por la experiencia acumulada en la geofísica.

CAPITULO 10

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

CONCLUSIONES:

- **En el Valle de Guaymas existe una fuerte contaminación de cloruros observada en la parte costera, originada por la sobreexplotación del área.**
- **La sobreexplotación del acuífero causada por extraer mayor agua que la que se recarga ha provocado fuertes abatimientos de los niveles estáticos.**
- **Algunos pozos tienen recuperación piezométrica, debido a la intrusión del agua marina al acuífero.**
- **Las familias de aguas muestran una diversidad, dependiendo de la zona en que se encuentre el pozo, en general son cloruradas - sulfatadas del centro al sur del valle, y bicarbonatadas en la parte norte.**
- **El área noreste del valle es la menos contaminada de cloruros, debido a la lejanía de la costa y del cause del Río Mátape.**

RECOMENDACIONES:

- **Incentivar diferentes estudios sobre el agua subterránea, tales como: geofísicos, termales, trazadores, etc. en el acuífero del Valle de Guaymas mediante convenios entre el Gobierno y las Universidades.**
- **Apoyar científica y técnicamente la reubicación de los pozos, para tener mejor control de la información, hacer obligatorio entregar el corte geofísico y geológico de los pozos.**
- **Realizar estudios de recarga al acuífero, con agua menos salobre, para detener el avance de la interface agua dulce-salada. Esta recarga podría ser con agua desalinizada del mar, como se hace en países como Japón.**
- **Realizar campañas de información en la comunidad, sobre el más eficiente uso del agua subterránea.**
- **Una vez conocidos los parámetros de calidad y cantidad del agua subterránea del Valle de Guaymas, se planee adecuadamente su uso, sin extraer mayores volúmenes que los recargados.**

APENDICE

**NIVEL DE VALORES DE CLORO EN LOS POZOS
DEL VALLE DE GUAYMAS DE 1975 A 1996**

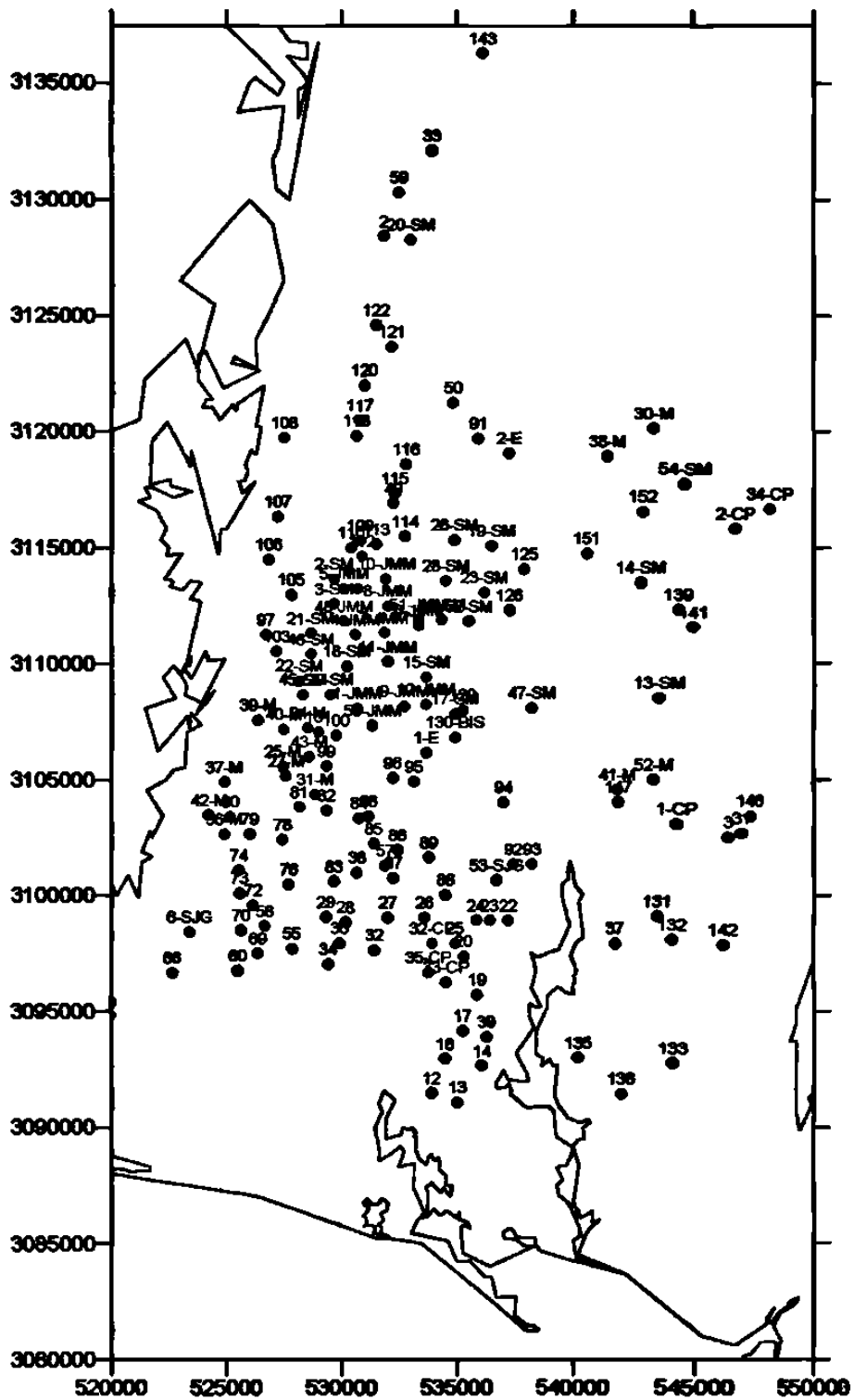


Figura 69.-Ubicación de los pozos en el Valle de Guaymas

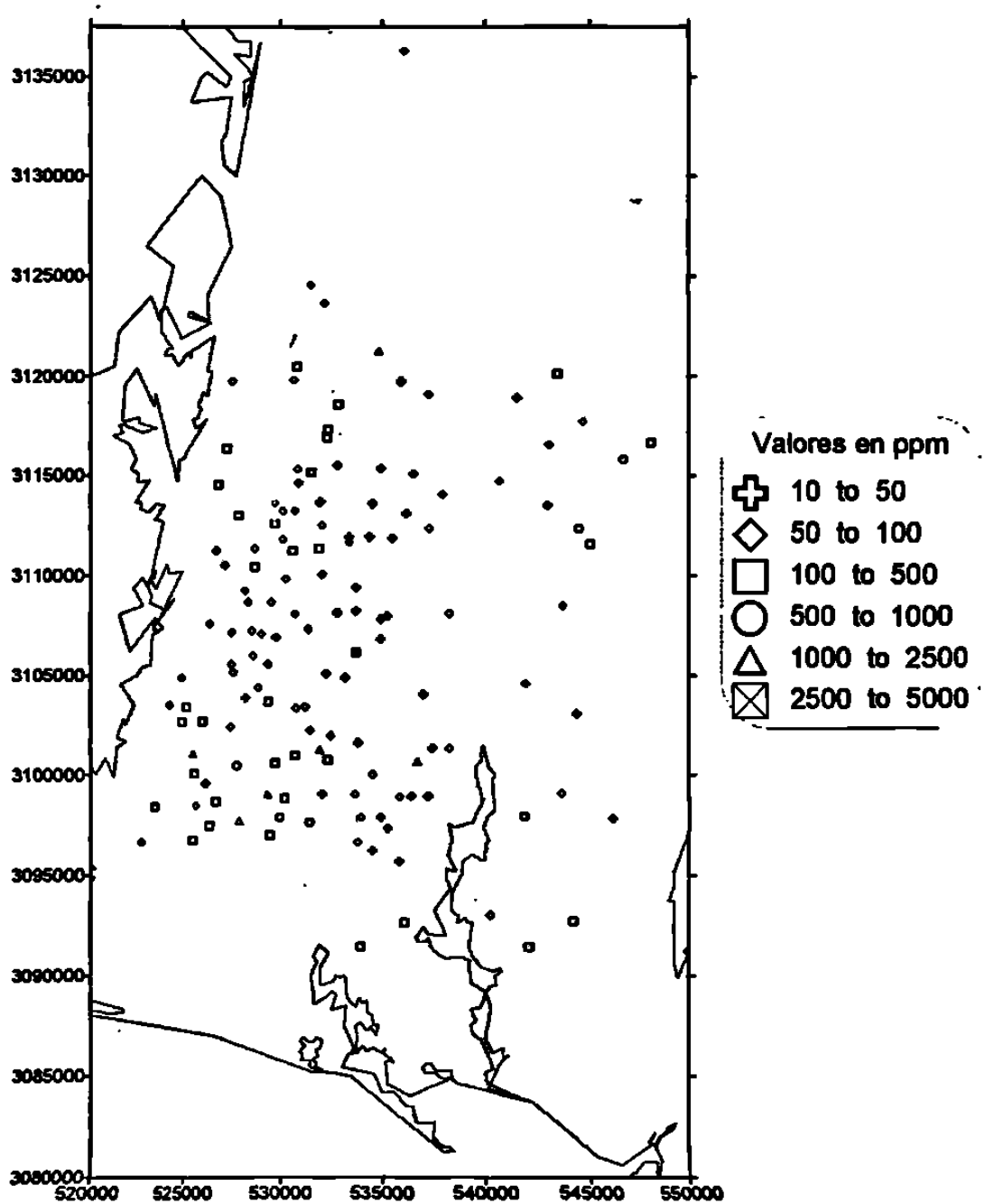


Figura 70.- Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1975

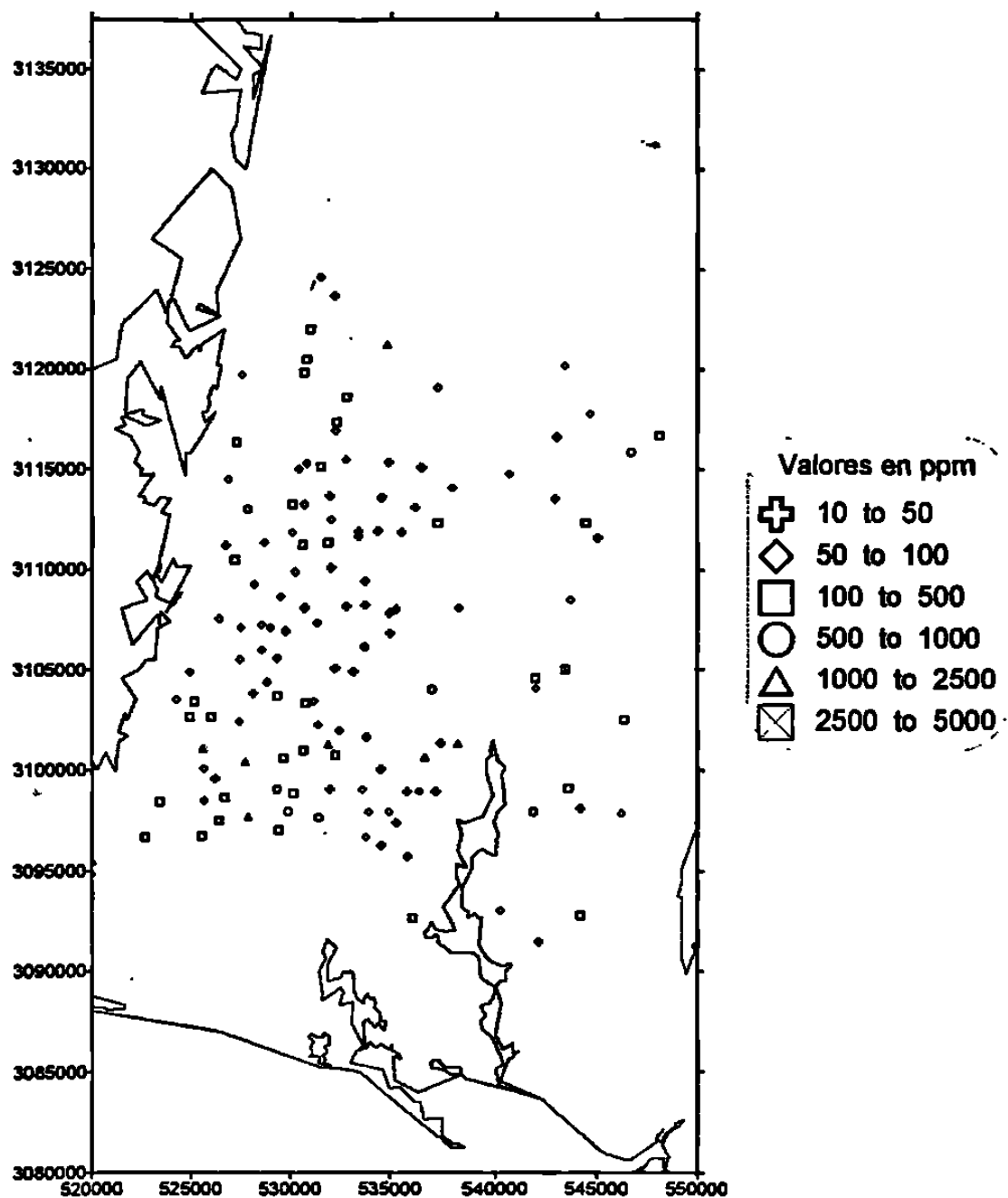


Figura 71.- Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1976

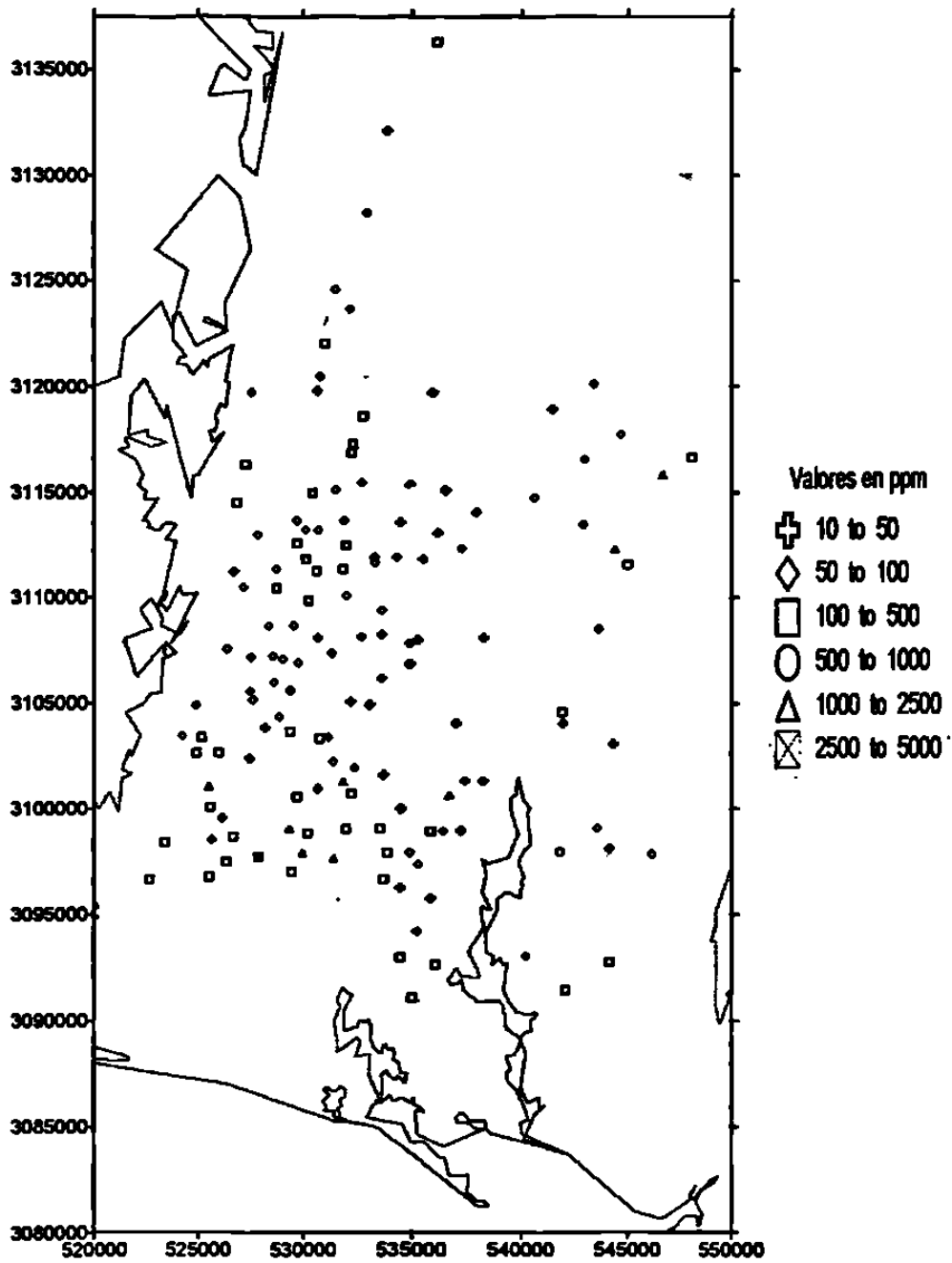


Figura 72.- Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1977

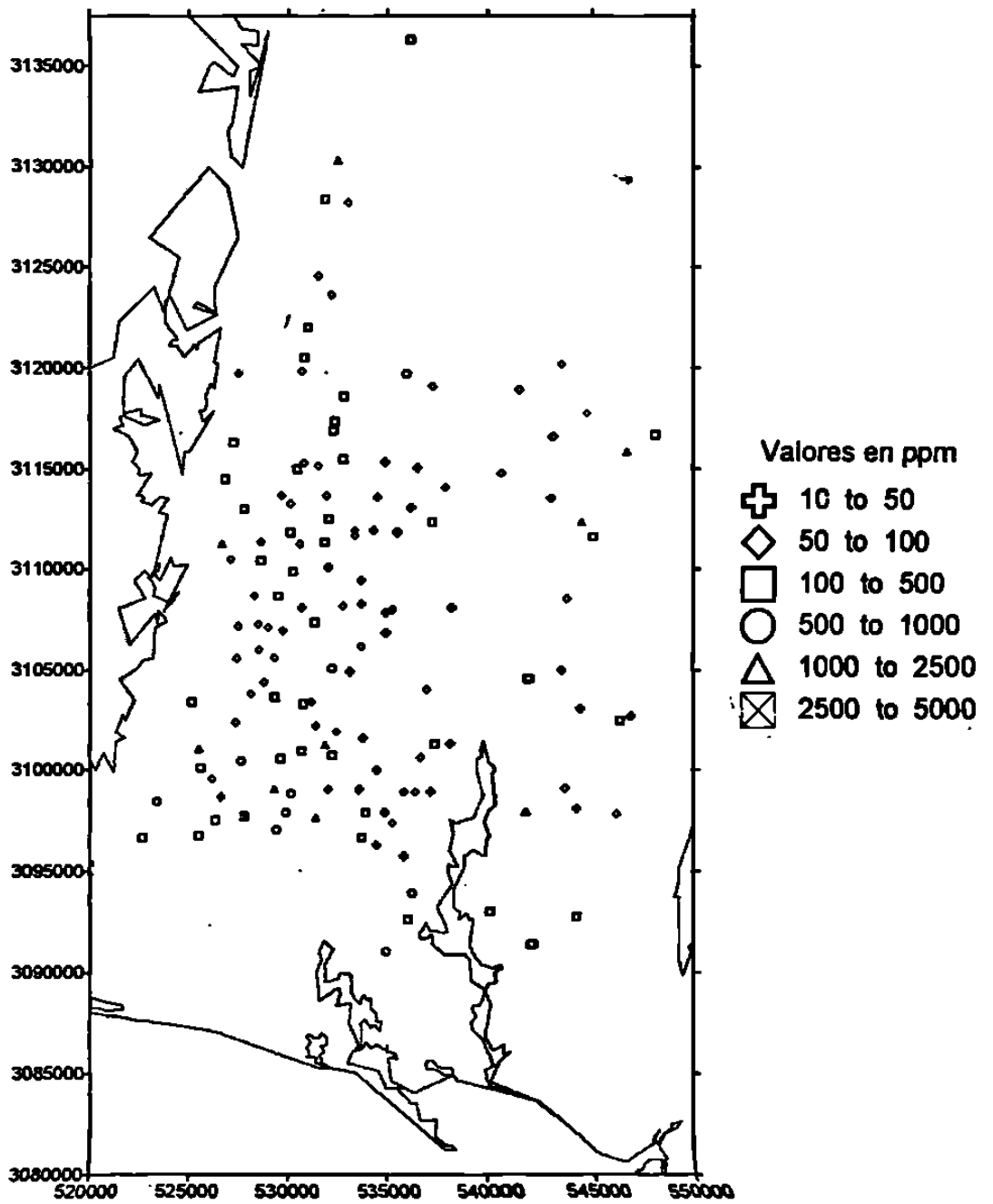


Figura 73.-Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1978

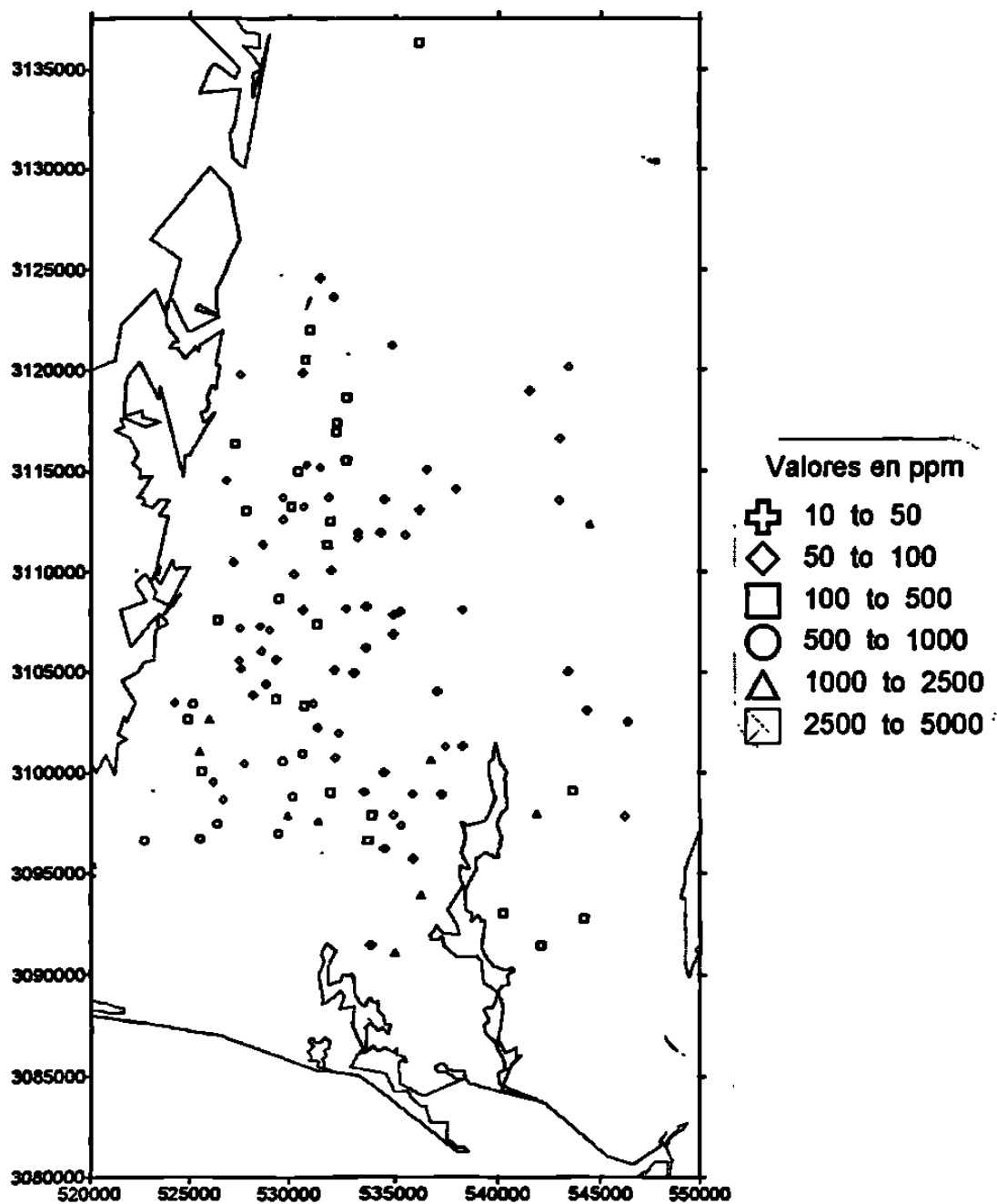


Figura 74.-Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1979

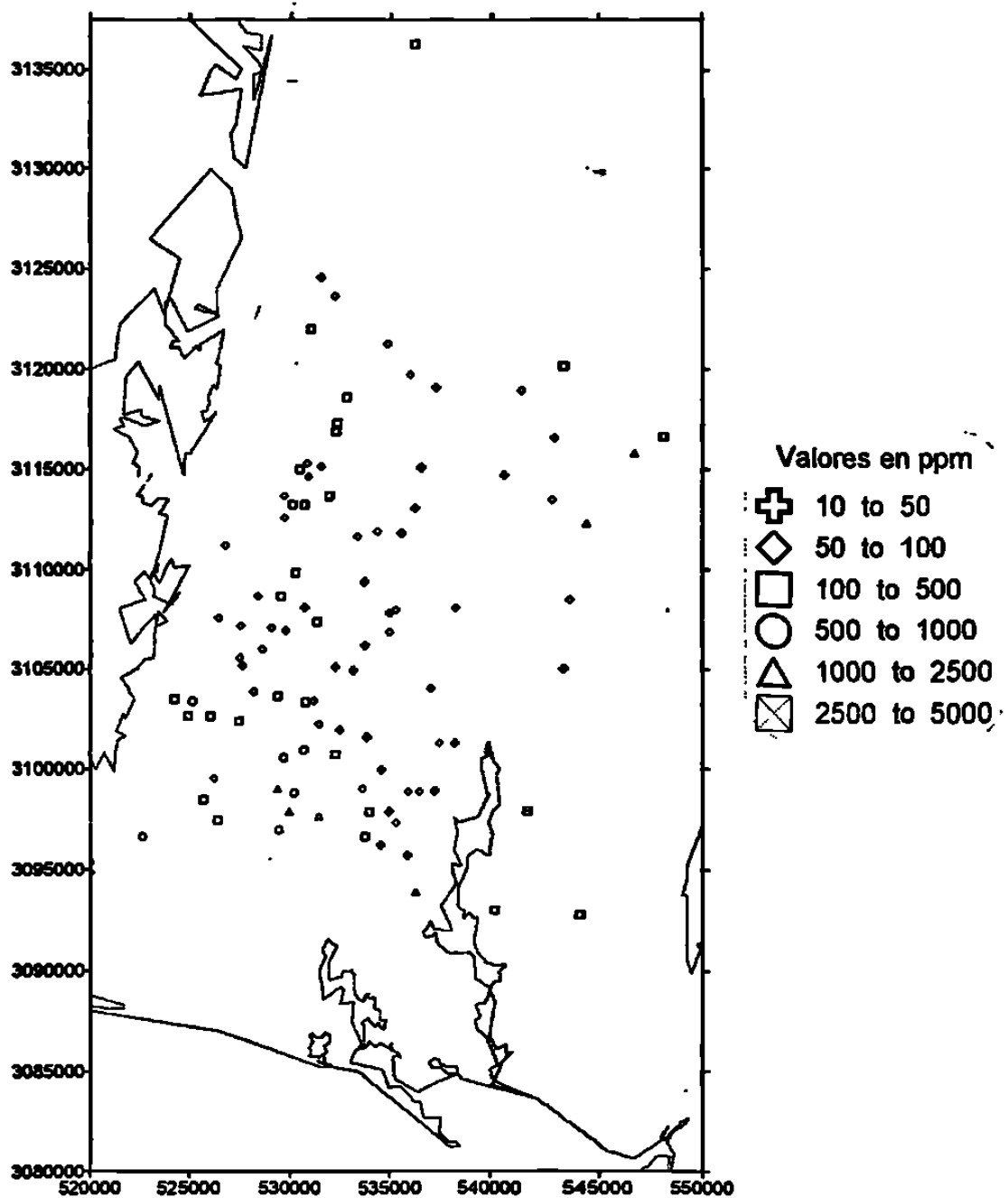


Figura 75.- Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1980

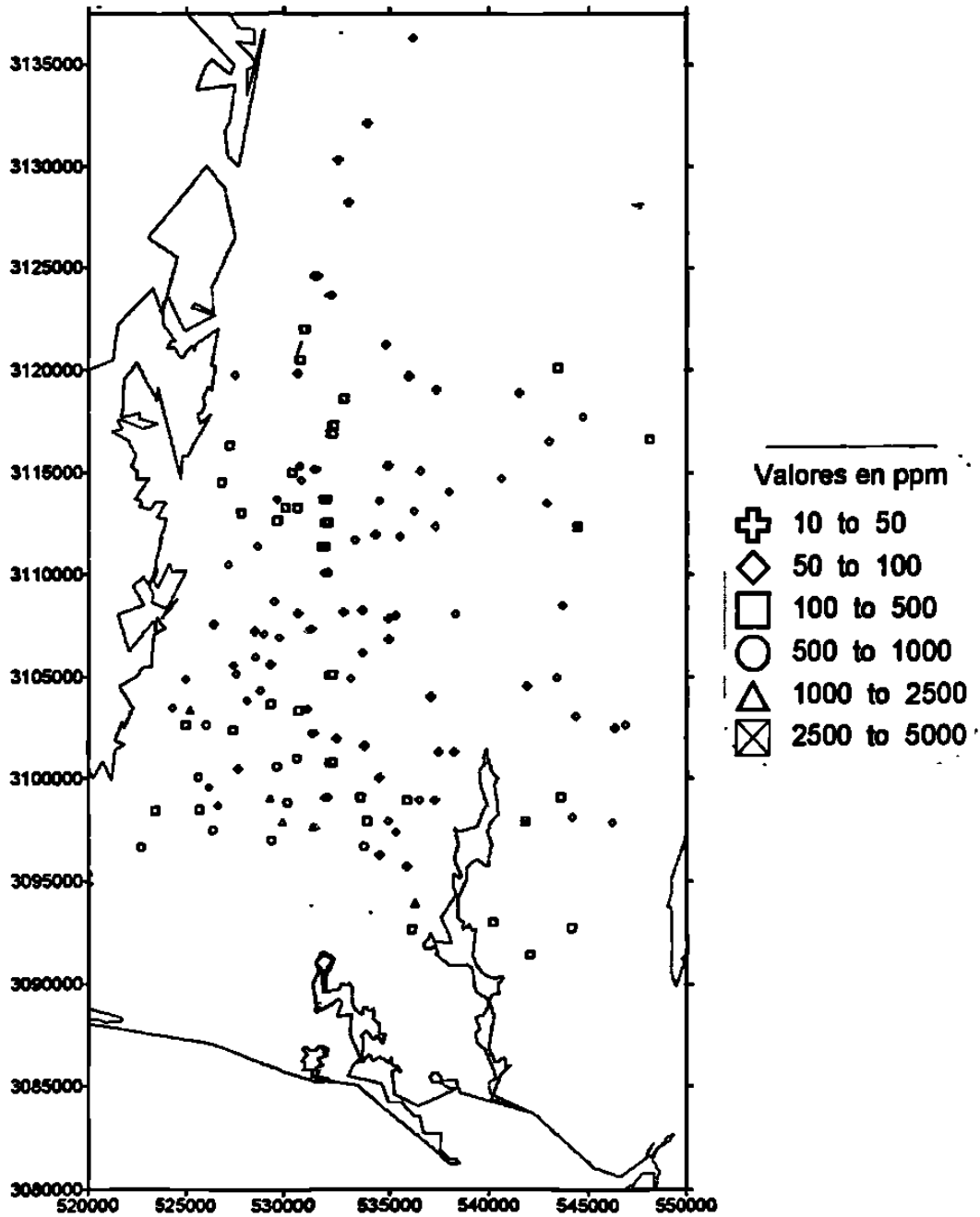


Figura 76.- Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1981

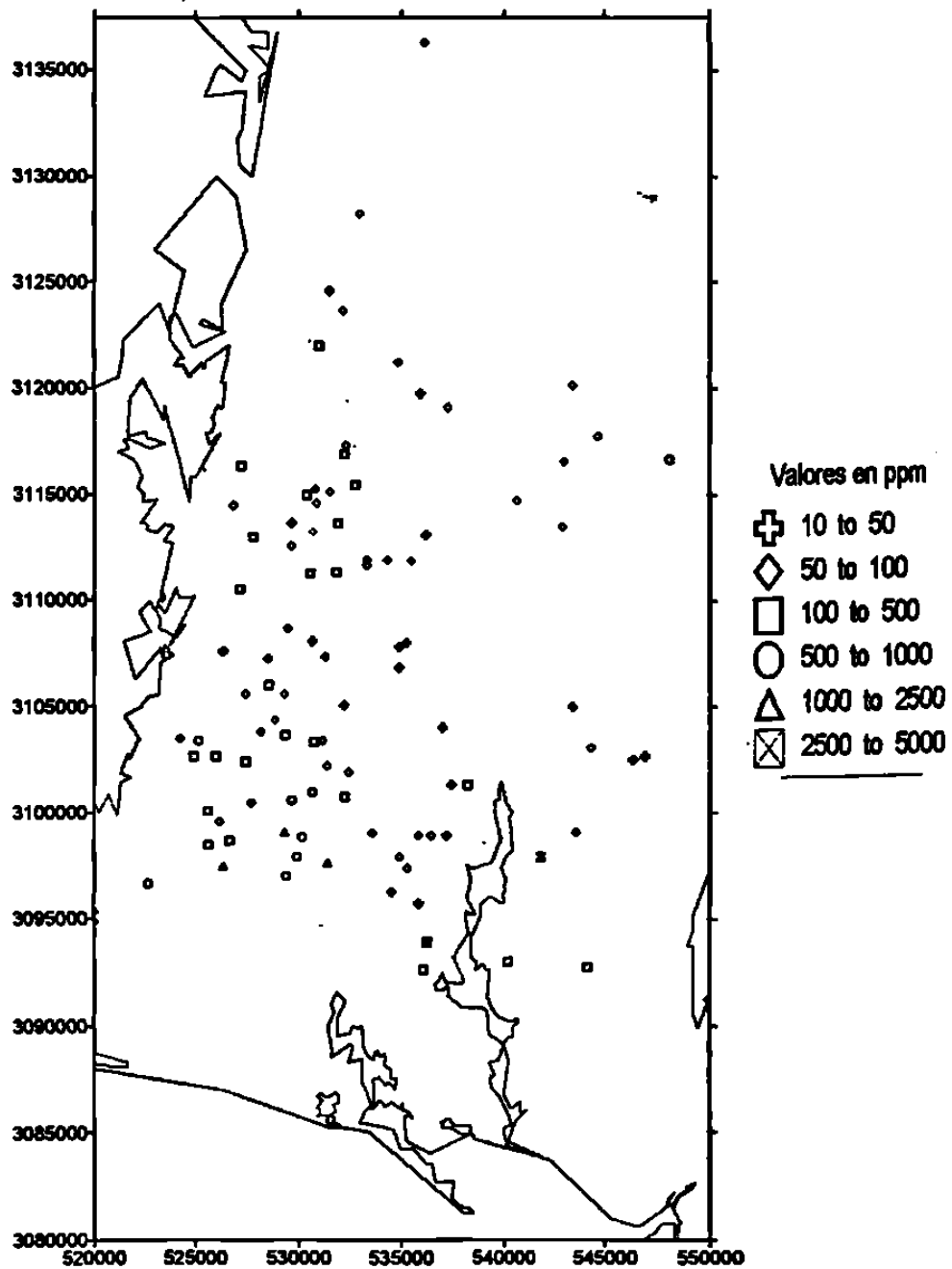


Figura 77.- Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1982

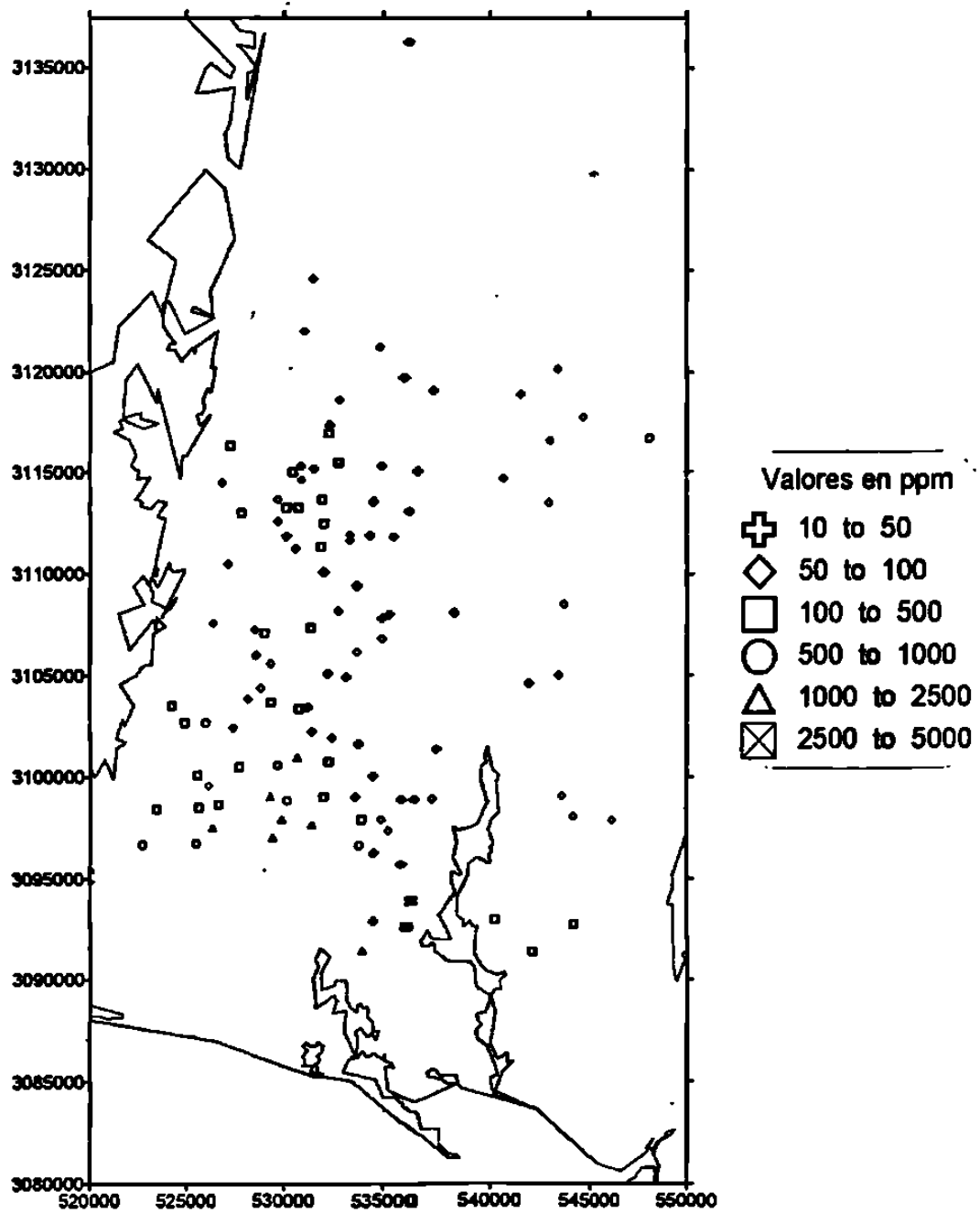


Figura 78.-Niveles de los valores de Cl del Valle de Guaymas en 1983

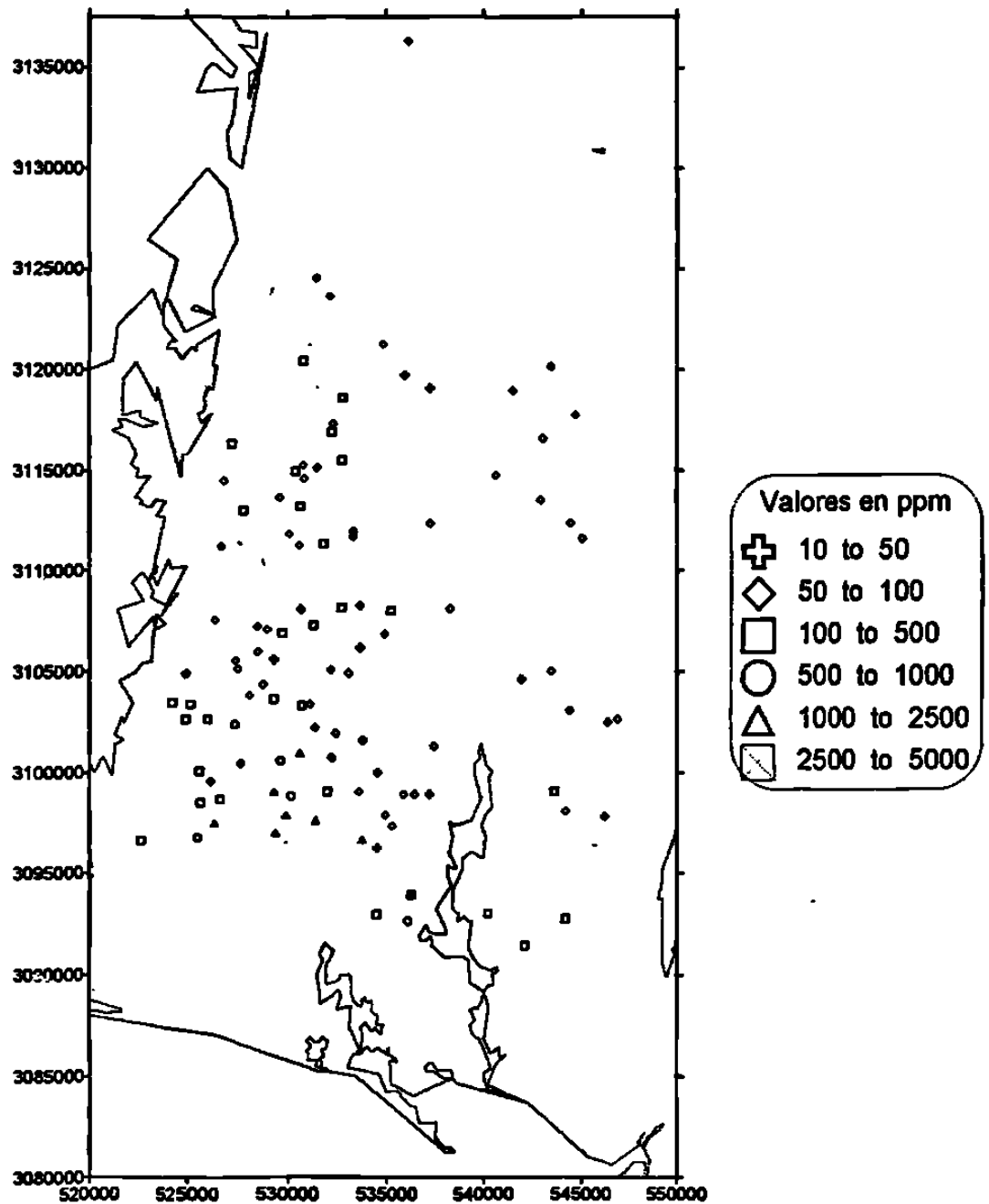


Figura 79.- Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1984

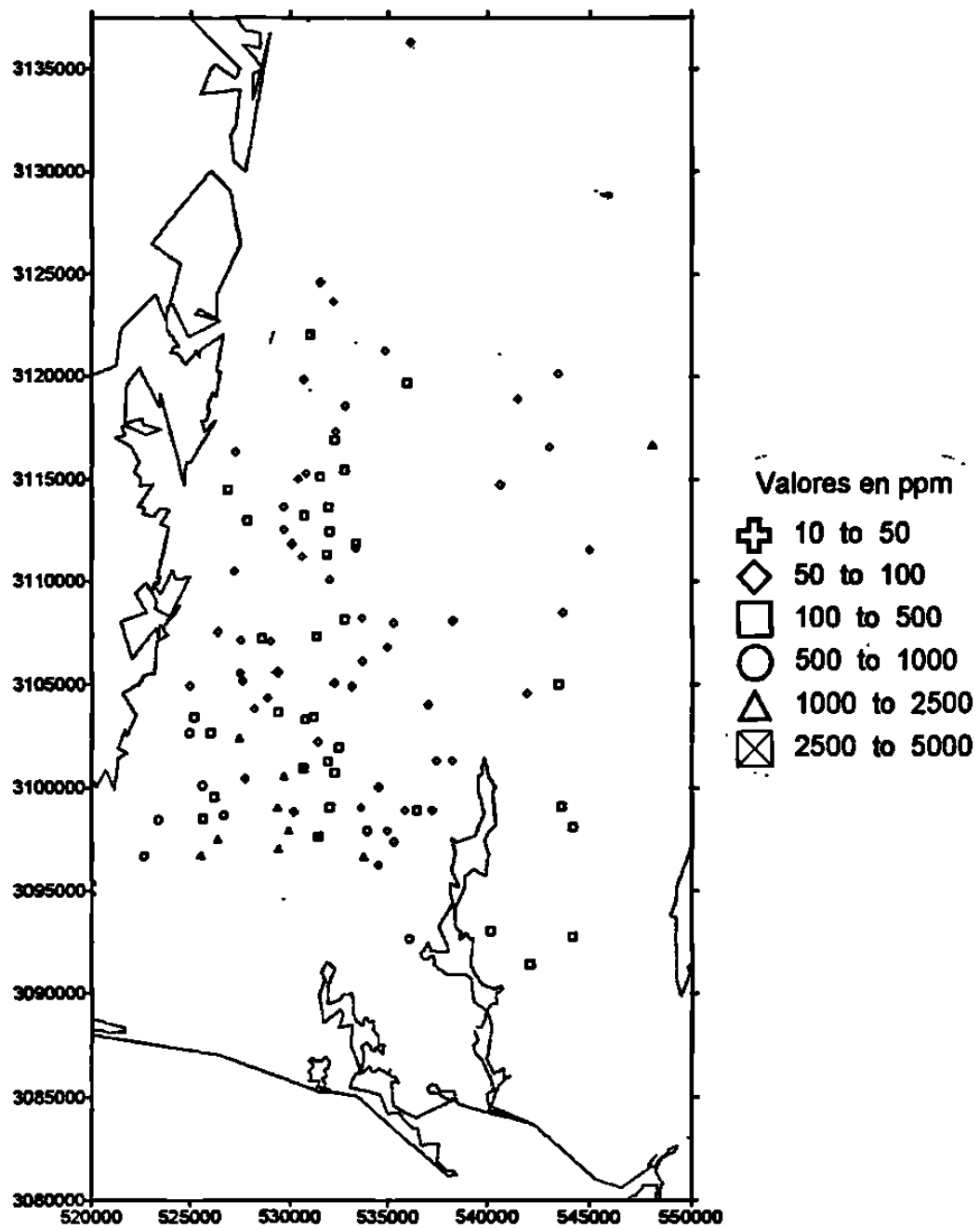


Figura 80.- Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1985

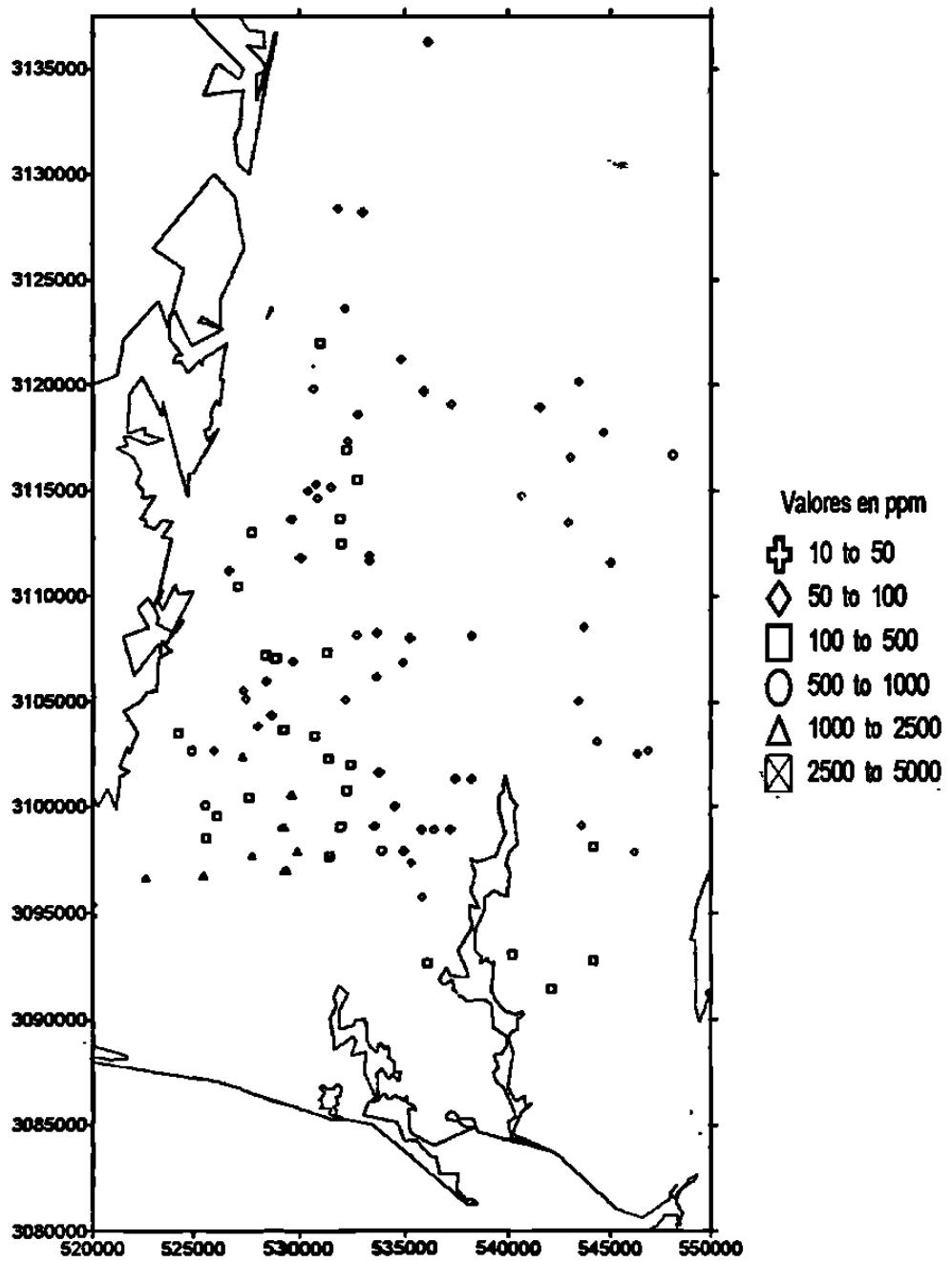


Figura 81.- Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1986

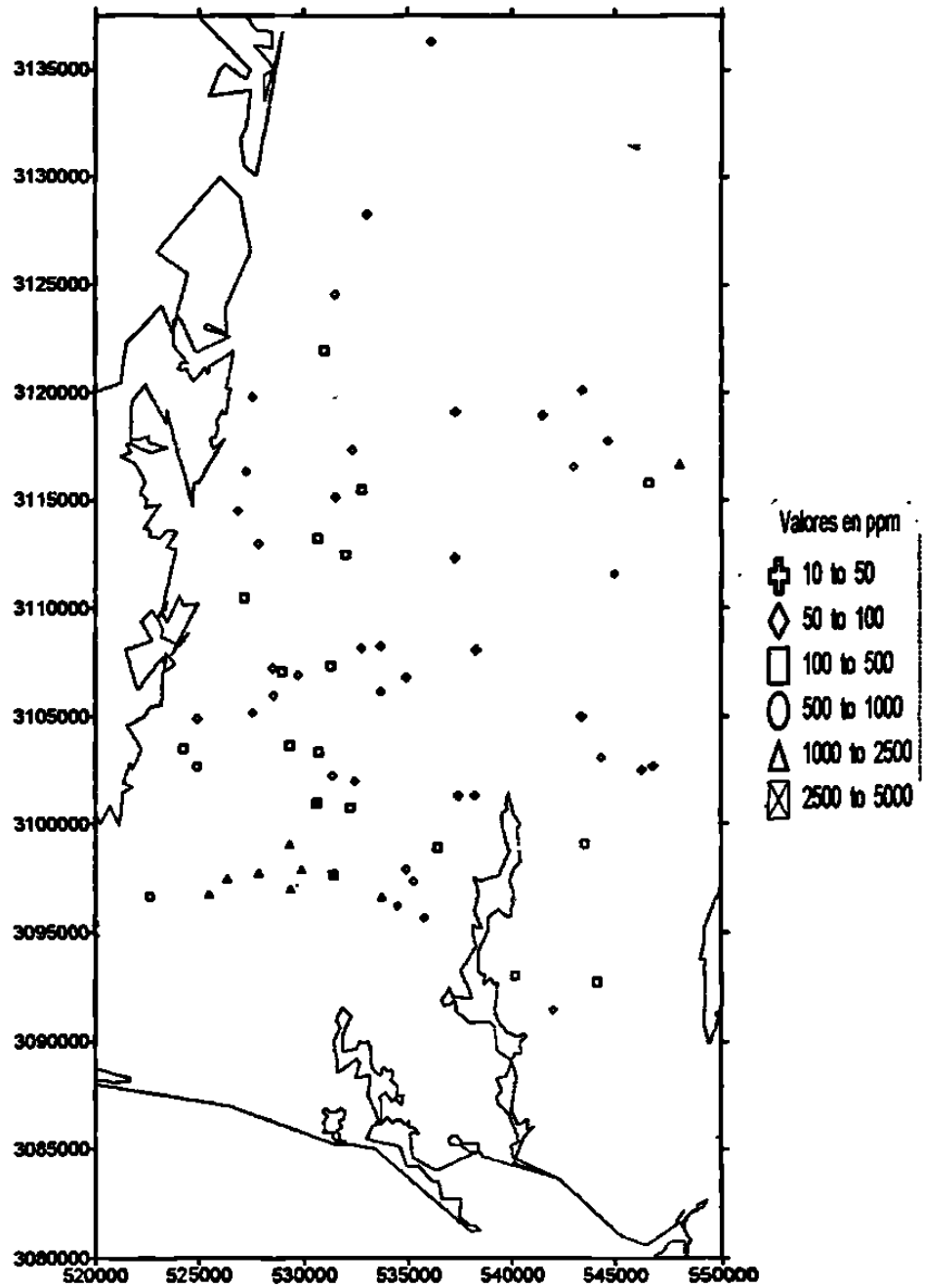


Figura 82. Intervalo de valores en los pozos del Valle de Guaymas en 1987

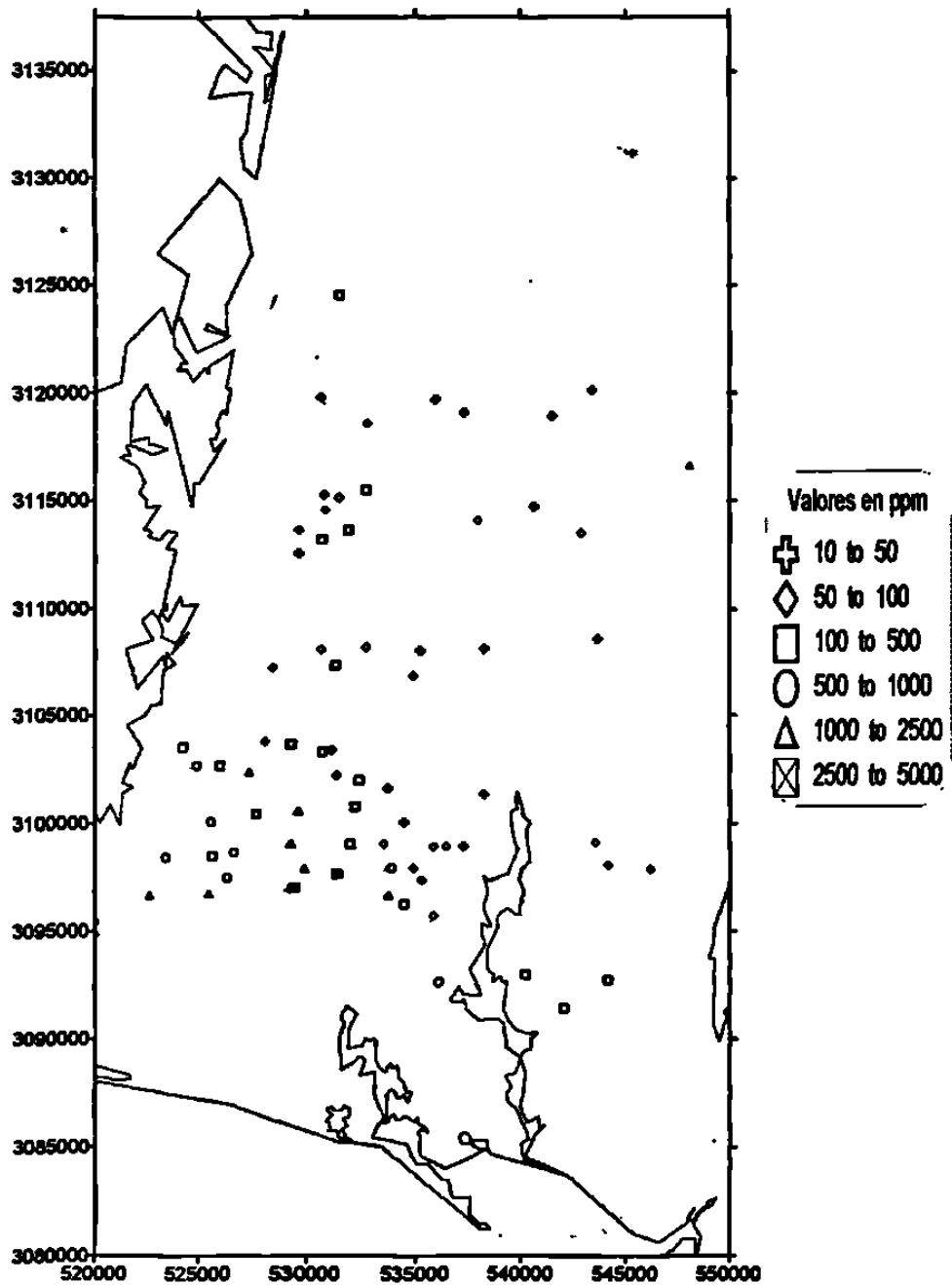


Figura 83.- Intervalo de valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1988

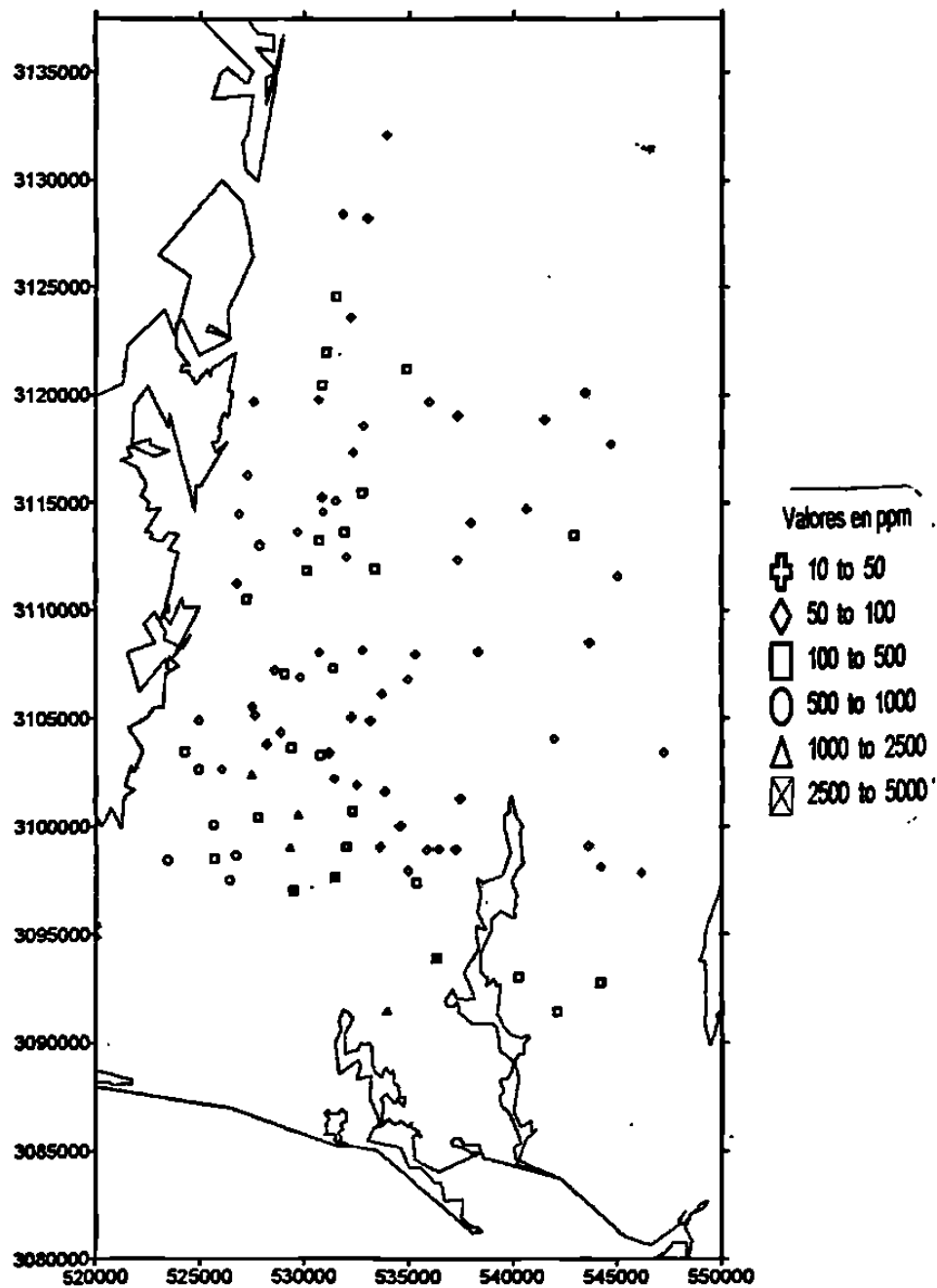


Figura 84.-Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1989

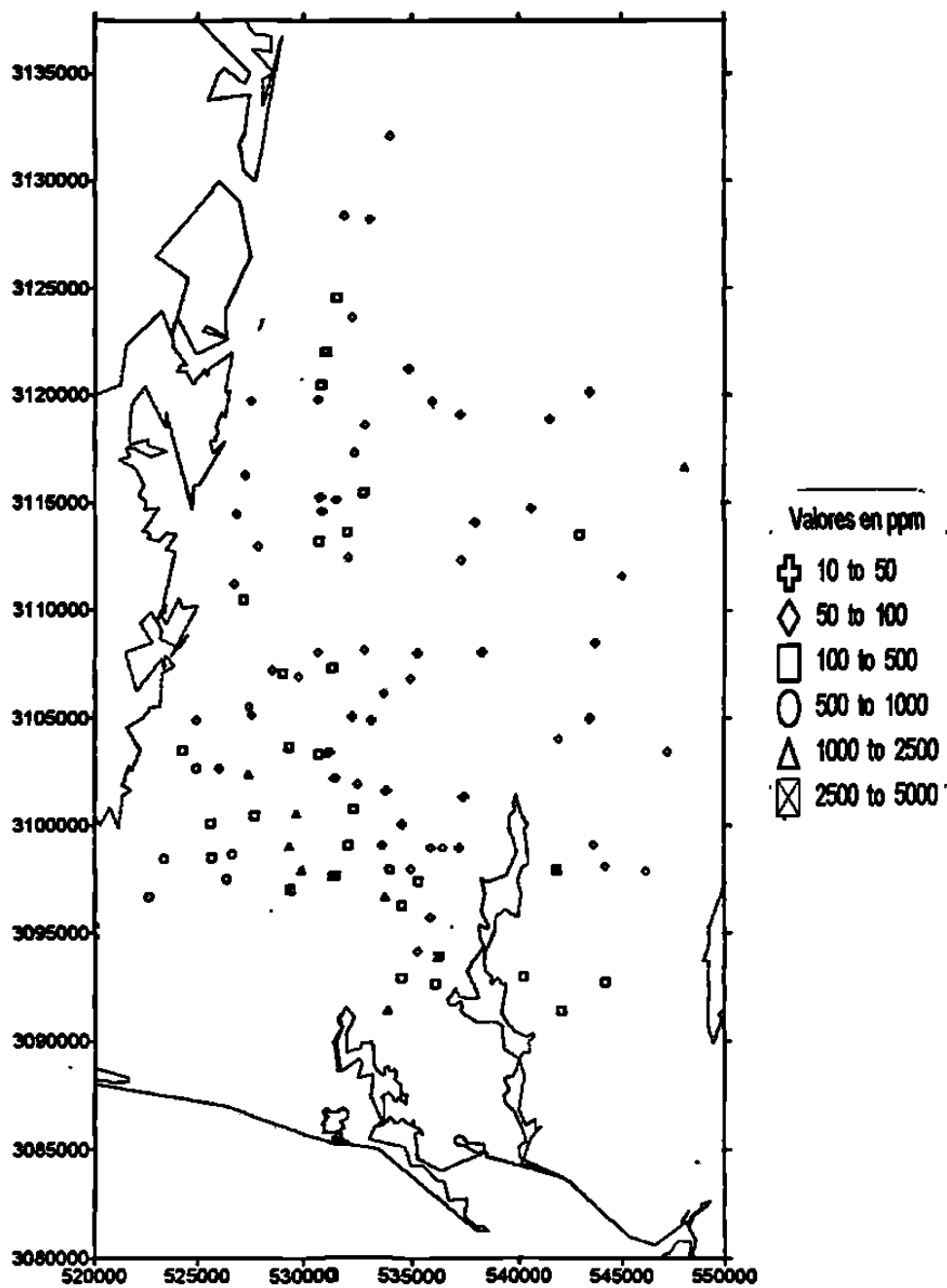


Figura 85.- Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1990

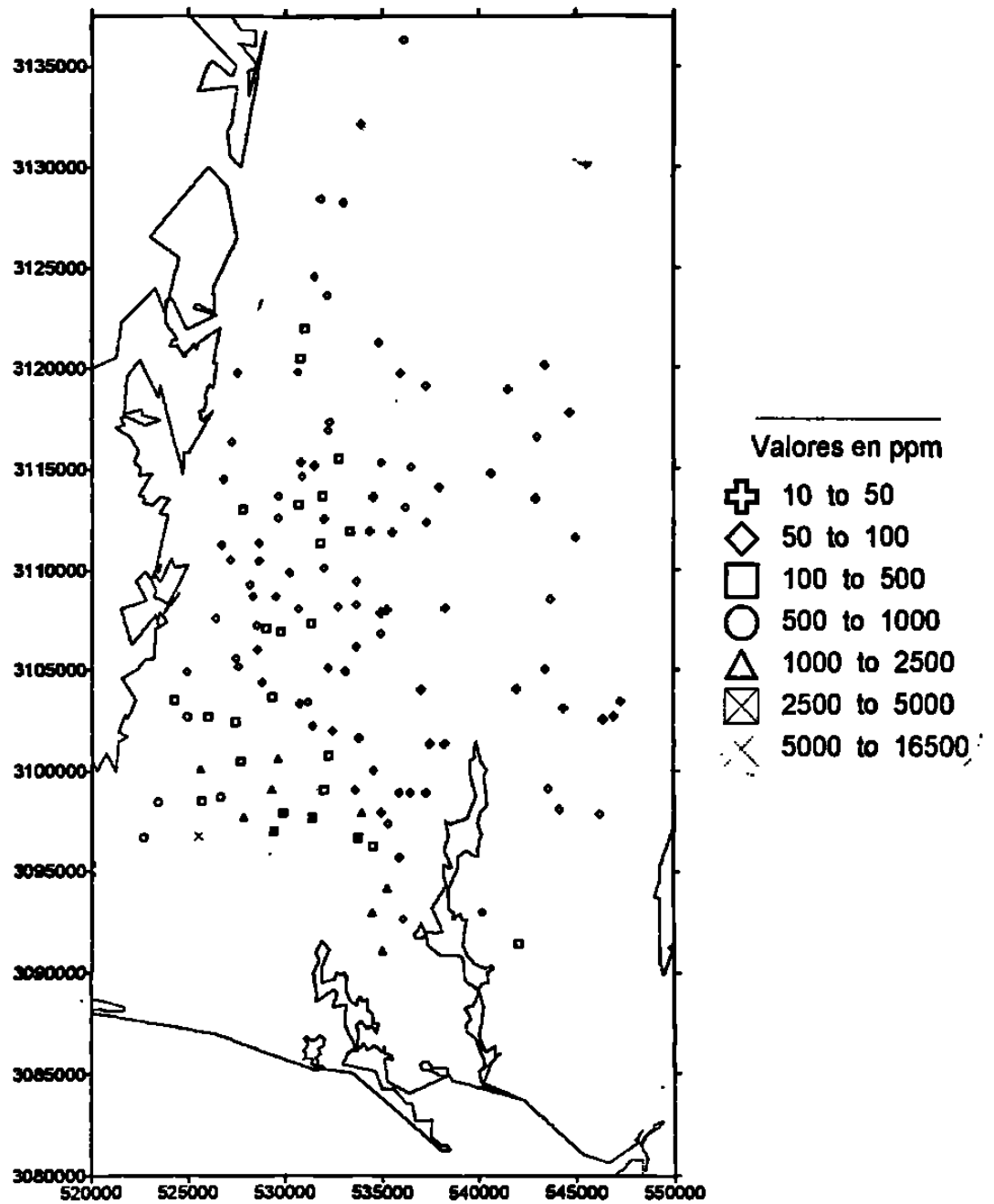


Figura 86.- Intervalo de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1991

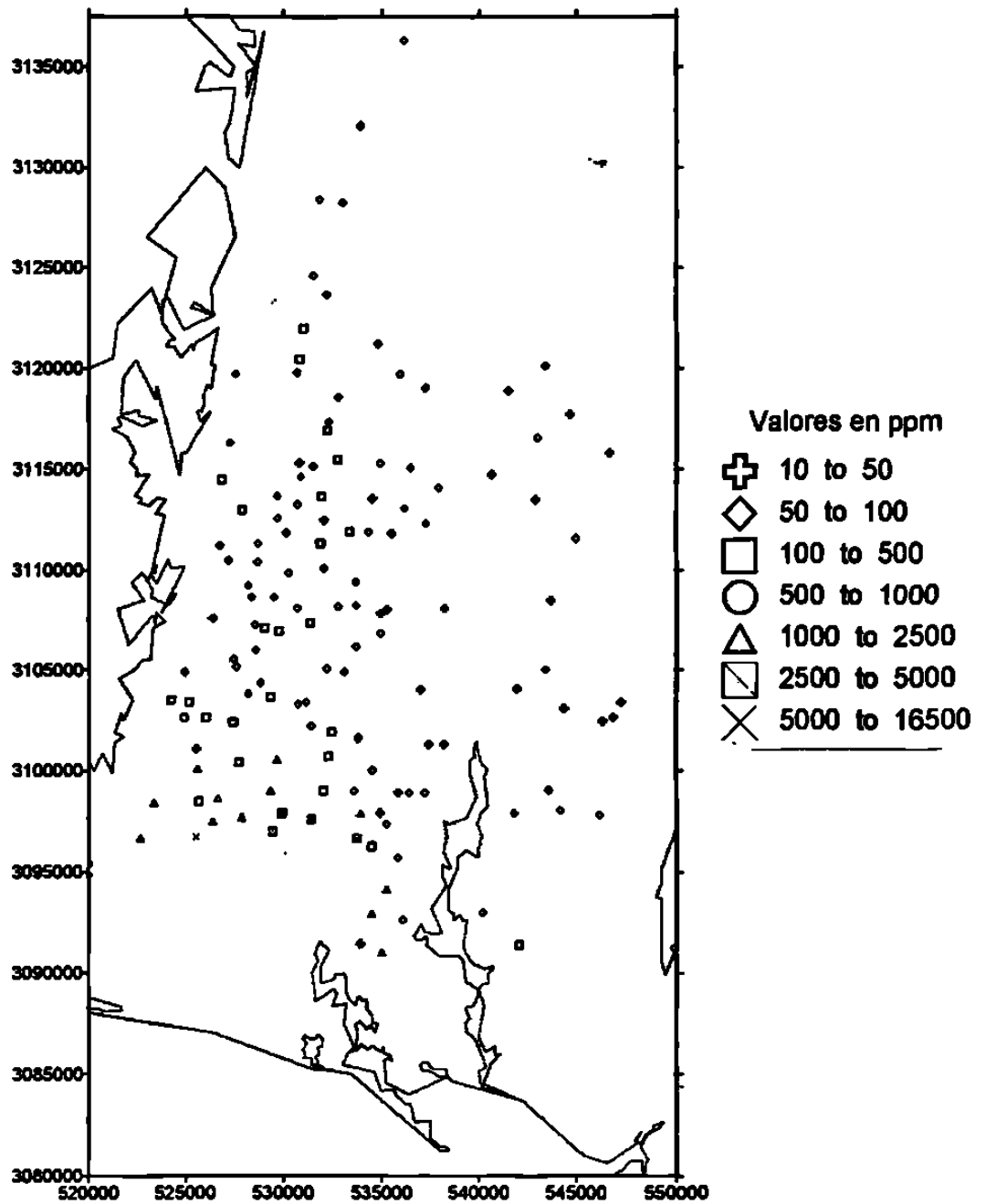


Figura 87.- Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1992

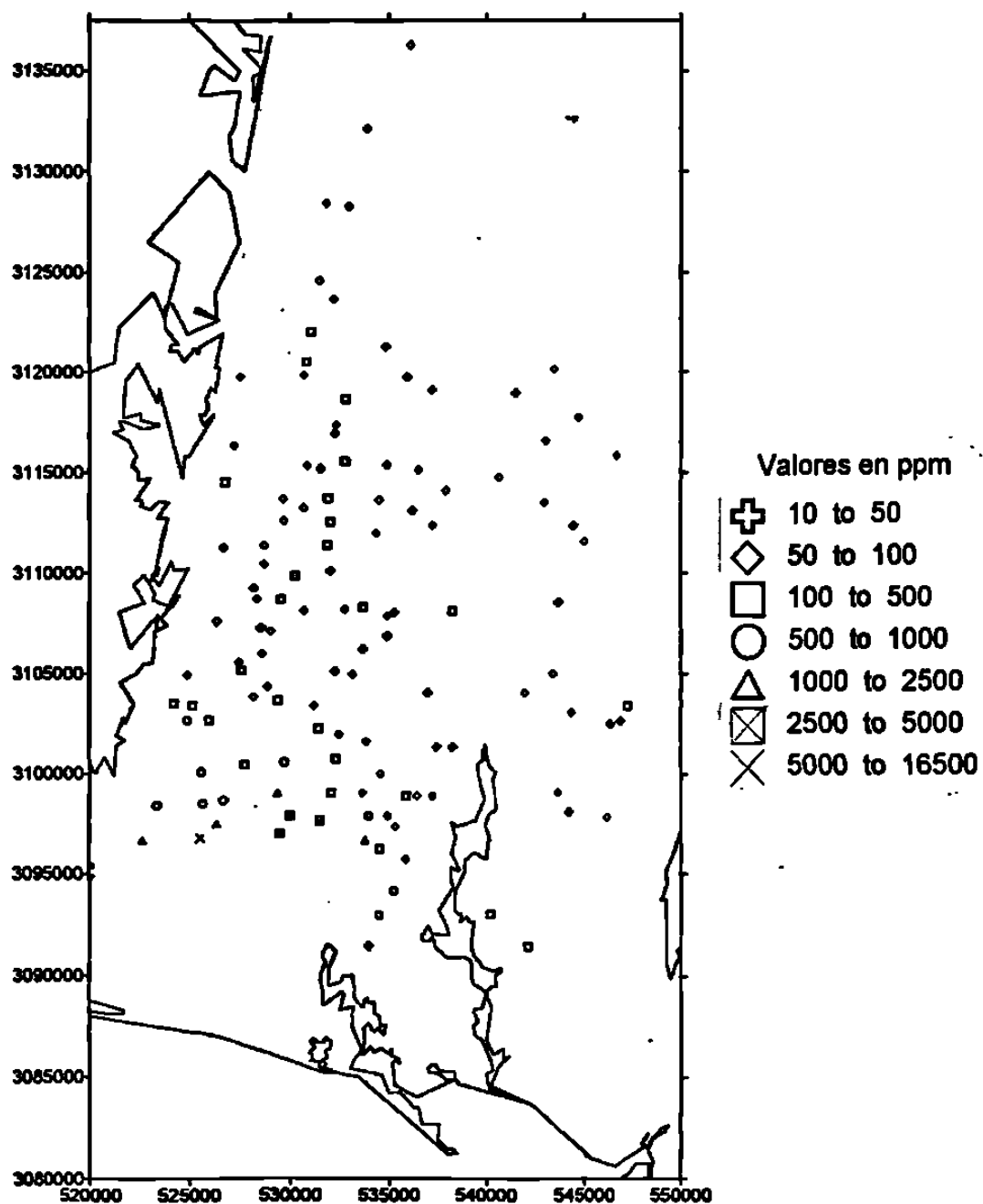


Figura 88.- Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1994

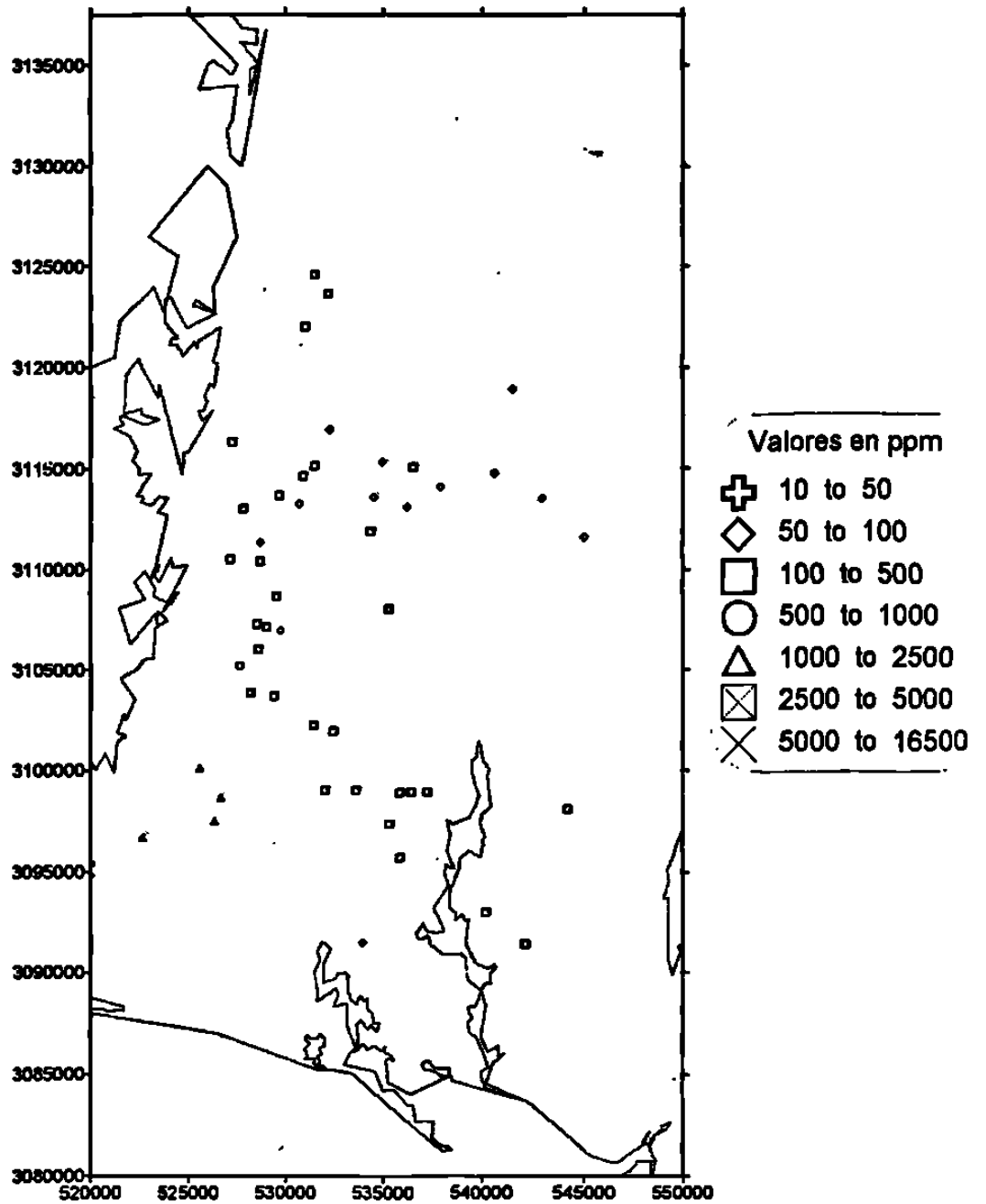


Figura 89. Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas eb 1995

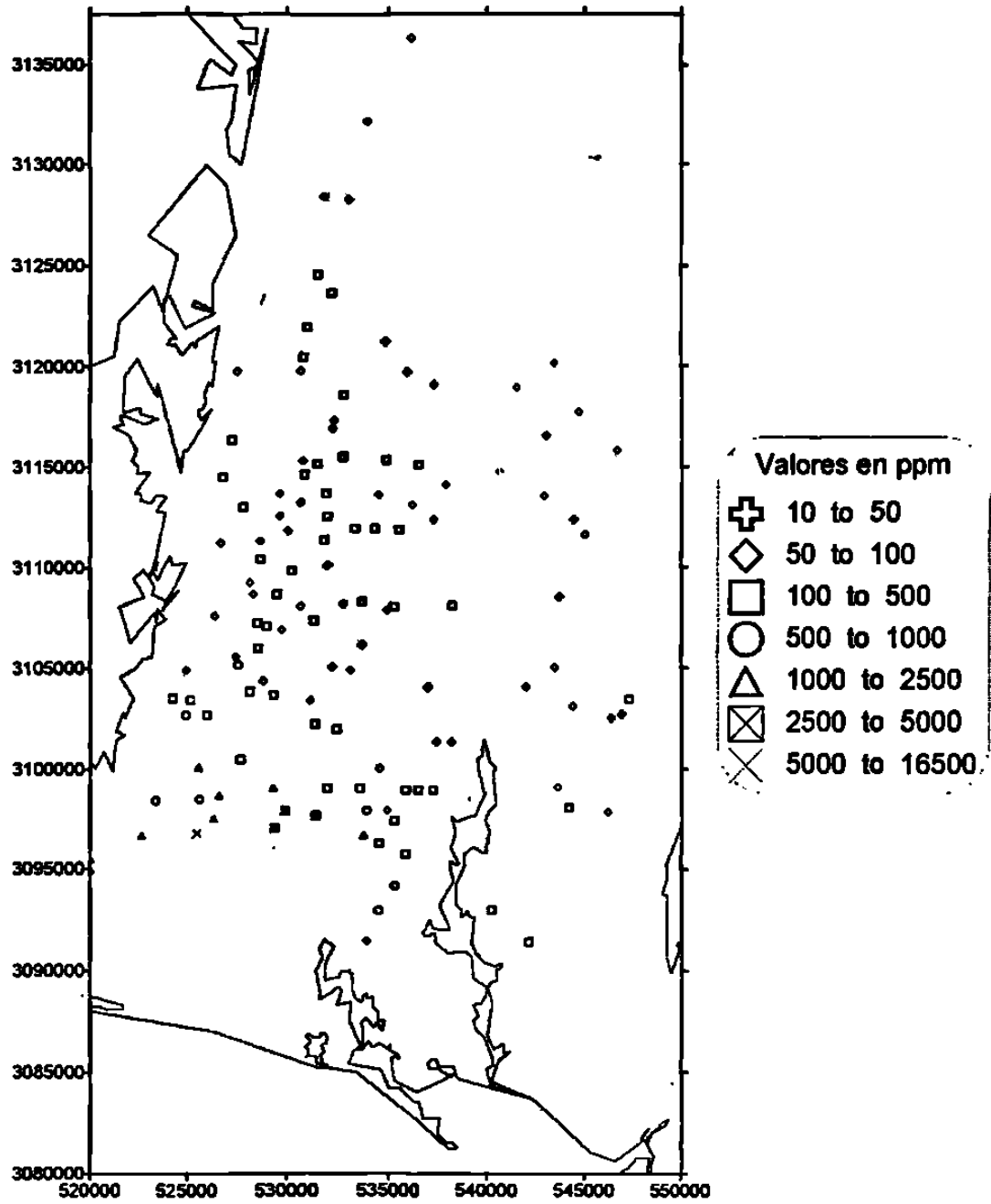


Figura 90.- Niveles de los valores de Cl en los pozos del Valle de Guaymas en 1996

REFERENCIAS

Aguilera Reyes Víctor Manuel, Muñoz Hernandez Benito, Salgado Gutierrez R., (1985) Correlación Físico-Química entre los Acuíferos Calizo y Granular de Bustamante N.L. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ing. Civil.

Arambula M Daniel A., Palomino M Julio C., (1991) Panorama Geohidrológico del estado de Sonora, Tesis, Universidad de Sonora, Hermosillo Sonora.

Barbarín Castillo Juan M., (1996) Apuntes de Hidrogeoquímica, inéditos, Monterrey N.L México.

Beltrán Ramírez José Dolores, (1983) Geohidrología y Evaluación del Potencial de Recarga del Valle de Agua Caliente, Municipio de Guaymas, Sonora. Tesis, Universidad de Sonora,.

Benites Alberto, (1972) Capitación de aguas subterráneas, Madrid España, Dossat.

Bouwer, H. Groundwater Hidrology. (1978) New York, Consulting Editors, U.S.A.

Cardona Antonio, Carrillo J. Joel, (1991) Estimación de la profundidad mínima de circulación para sistemas de flujo regionales en cuencas volcánicas terciarias., 1er Congreso Nacional de Geoquímica, Actas, Linares Nuevo León.

Canales Elorduy Armando, (1989) Hidrología Subterránea, Instituto Tecnológico de Sonora, Obregón Sonora.

Campos Coy Guillermo, Ortega G. Adrián, Medina B. Rodrigo, (1984) Ampliación al estudio Geofísico del Valle de Guaymas Sonora, Universidad Autónoma de México, Secretaria de Recursos Hidráulicos.

CIDSON, Internet <http://www.cidson.mx/index.html/>

Clarke, F. E., (1980) Corrosión and Encrustation in Water Wells. FAO Irrigation and Drainage paper No. 34, Rome Italy.

Córdoba Murrieta Alfonso, Salmón Vega Manuel Armando, (1997) Evolución de la Piezometría del Acuífero del Valle de Guaymas, desde 1967 a 1995, Tesis, Universidad de Sonora.

Correu Toledo Guillermo, Andrade Vargas Javier, (1974) Manual Para el Alumbramiento de Aguas Subterráneas, Banco de México, S.A. FIRA.

Custodio Emilio, Ramón Iltamas Manuel, (1976) Hidrología Subterránea, Universidad politécnica de Barcelona, Comisaría de aguas del Pirineo Oriental, Centrp de estudios, Investigación y Aplicaciones del Agua, Servicio Geológico de Obras Públicas, Confederación Hidrográfica del Pirineo Oriental, , Barcelona España Omega.

Chavez Guillen Ruben, (1979) Geohidrología, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo estado de México.

De Oca Montes, (1988) Detección de la presencia de bario en el agua subterránea en la franja costera del Valle de Guaymas, Tesis

Gibson Ulric P., (1974) Manual de los pozos pequeños, México Limusa.

Herrera Revilla Ismael Rodríguez Castillo Ramiro. plol Rosa Maria,. Durazo Jaime, Flores M Leticia, (1985) Estudio Tectónico Geoquímico y Geotérmico del Acuífero del Valle de Guaymas Sonora. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Universidad Nacional Autónoma de México.

Ing. Civiles y Geólogos asociados, S.A. Secretaria de Recursos Hidráulicas, (1975) Elaboración y calibración del modelo matemático de intrusión salina en el Valle de Guaymas Sonora, México.

López Ramos Ernesto, (1993) Geología General y de México, México Trillas.

López Ramos Ernesto, (1980) Geología de México Tomo II, México Trillas.

México, Comisión Federal de la Electricidad CFE, (1983) Manual de Diseño de Obras Civiles, Tomo A.1.12 Geohidrología.

México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática y el Gobierno del Estado de Sonora, (1993) Estudio Hidrológico del Estado de Sonora.

México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, (1983) Cartas de Hidrología superficial, escala 1:250000, H12-11 Sierra Libre, G12-2 Guaymas.

México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, (1983) Cartas de Hidrología Subterránea, escala 1:250000, H12-11 Sierra Libre, G12-2 Guaymas.

México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, (1983) Cartas de Geología, escala 1: 250000, H12-11 Sierra Libre, G12-2 Guaymas.

México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática- Gobierno del Estado de Sonora, (1998) Anuario Estadístico del Estado de Sonora, Impreso en los Talleres del INEGI.

México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Normas Climatológicas (1941-1970), Impreso en los Talleres de la Dirección General de Estudios, Información y Estadística Social, 2ª. Edición 1998.

Mijailov L., (1989)Hidrogeología, Moscú URSS, Mir.

Peña Hernandez David, Luna Salazar Gonzalo, Reyes Juárez Martín, Arias Rojo Hector M., (1995) Segundo seminario internacional de manejo de cuencas Hidrológicas, Bosquejo morfoedafológico de la cuenca del Río Matape, Universidad de Sonora-The University of Arizona, Hermosillo.

Radelli Luigi, (1997) Invitación a la Geoquímica, Universidad de Sonora.

Restrepo, Ivan (coordinador), (1995) Agua, Salud y derechos Humanos, Comisión Nacional de los Derechos Humanos.

Vega Granillo Eva Lourdes, (1992) Estudio Hidrogeoquímico de la cuenca del Río Matape, Sonora con énfasis en la presencia de Bario, Tesis, Instituto Tecnológico de Sonora,, Obregón Sonora.

Werner, Jeorg, (1996) Introducción a la Hidrogeología, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares Nuevo León, México.

RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Heriberto Cota Vásquez

Candidato para el Grado de

Maestro en Ciencias con Especialidad en Hidrología Subterránea

**Tesis: ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA
EN EL ACUÍFERO DEL VALLE DE GUAYMAS, SONORA**

Campo de Estudio: Hidrogeología

Biografía:

Datos Personales: Nacido en Hermosillo, Sonora el 16 de Marzo de 1968, hijo de Hilario Cota Esquer y Ma Lorenza Vásquez Velarde.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido Ingeniero Mecánico Eléctrico en 1992.

Experiencia Profesional: Especialista en Hidráulica de la Comisión Nacional del Agua del 2000 a la fecha.



