

ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN POR BORO DE LAS AGUAS DE LOS CAMPOS DE NIJAR Y DE DALÍAS Y DE LAS CUENCAS BAJAS DE LOS RÍOS ADRA Y ANDARAX

José Luis Martínez Vidal
Diego Cervantes Ocaña
Emilio González Pradas
Antonio Valverde García

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la contaminación por boro en aguas subterráneas de la provincia de Almería. La red de muestreo comprende 114 puntos del Campo de Dalías, 94 de la cuenca baja del río Adra, 44 del Bajo Andarax y 53 del campo de Níjar. En general, se obtienen, niveles de boro en agua inferiores a una parte por millón, excepto en determinados pozos del Bajo Andarax y en la mayor parte de los puntos muestreados del Campo de Níjar donde la concentración en este elemento es más alta. Se dibujan áreas de isocontenidos en boro, en las zonas estudiadas

1.- INTRODUCCIÓN

El boro es un "elemento traza". Se llaman así aquellos elementos necesarios para la vida de las plantas que se encuentran en proporciones muy pequeñas en los tejidos biológicos. Tanto el exceso como el defecto

en ese intervalo adecuó de concentración origina problemas sobre las plantas.

EL BORO EN EL AGUA

El boro es necesario en cantidades relativamente pequeñas y se vuelve tóxico cuando sobrepasa estos niveles. Para algunos cultivos, por ejemplo, si el nivel esencial de boro en el agua es de 0,2 mg/l las concentraciones entre 1 a 2 mg/l son tóxicas. Las aguas superficiales rara vez contienen niveles tóxicos de boro, pero los brotes de agua y las aguas de pozos pueden contener concentraciones tóxicas, principalmente en las cercanías de fallas sísmicas y áreas geotérmicas.

Los problemas de toxicidad se producen más frecuentemente a causa del boro contenido en el agua que del boro del suelo. La toxicidad puede afectar prácticamente a todos los cultivos, pero como ocurre con la salinidad, la gama de tolerancia es amplia. Los síntomas aparecen generalmente en las hojas más viejas, como manchas amarillas o secas en los bordes y ápices de las hojas. A medida que el boro se acumula, los síntomas se extienden por las áreas intervenales hacia el centro de las hojas. Cuando árboles que no muestran síntomas en las hojas, como el almendro, se hallan gravemente afectados, se observa en ellos una exudación gomosa en las ramas y en el tronco.

La mayor parte de las tablas de tolerancia se basan en los experimentos realizados por Eaton, (1944), utilizando técnicas de cultivo en arena. Estas tablas reflejan la tolerancia con las cuales aparecen los primeros síntomas de toxicidad y, dependiendo del cultivo, abarcan de una a tres campañas de riego. Los datos originales de los experimentos de Eaton y los datos de otras muchas fuentes, han sido revisados recientemente (Maas 1984). El limonero y la zarzamora son muy sensibles al boro (Tolerancia 0,5 ppm), el trigo, la cebada, el girasol y la fresa poseen una sensibilidad media (Tolerancia entre 0,75 - 1,0 ppm). Otros como el tomate son bastantes tolerantes (4,0 - 6,0) y en pocos casos como algodón y espárrago, muy tolerantes (6,0 - 15,0). No obstante las tolerancias varían con el clima y condiciones del suelo.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 MATERIALES Y METODOS

2.1.1. Red de control.

Se procedió en primer lugar al establecimiento de la red de muestreo en la zona objeto de estudio. A tal fin se realizó una extensa revisión bibliográfica sobre estudios previos de carácter hidroquímico. Así, se ha estudiado detenidamente la geología, la hidrogeología, los inventarios de puntos de agua existentes, las columnas litológicas de sondeo del INC, IRYDA, etc, y datos del IGME (evoluciones piezométricas, tipos de captaciones, acceso a las mismas, etc). Toda esta labor ha permitido escoger los puntos acuíferos que "a priori" parecían más idóneos.

En cualquier caso, la relación de puntos a muestrear realizada en gabinete se modificó ligeramente en base a la información obtenida en el campo tras el reconocimiento en el terreno de aspectos tales como facilidades de acceso al punto en cuestión, posibilidad física de tomar la muestra o localización del encargado o dueño de la instalación.

La red de muestreo resultante tiene una distribución en el área de estudio de una densidad tal que permite conocer la distribución espacial del contenido en boro de las aguas así como, en los casos en los que la existencia de estudios previos lo permitan, en los diferentes sistemas acuíferos.

2.1.2. Procedimientos para la determinación de boro.

Para la determinación de boro se ha seguido la recomendación de (ASTM, 1980). La determinación se realiza por vía colorimétrica mediante ácido carmínico y es aplicable a aguas dulces, marinas y residuales, de bajo contenido en boro y cuyo contenido en interferentes no sea excesivo.

Prácticamente todos los compuestos organo-borados se determinan excepto algunos boranos que no es de esperar, por su origen industrial, que se encuentren en las aguas analizadas.

La toma de muestras se realizó en botellas de plástico exentas de boro.

Precisión del método.- La precisión del método es:

$$St = 0,0125X + 0.074$$

Siendo:

St = precisión total en ppm (mg. L⁻¹)

X = concentración de boro en ppm.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Redes de Control.

Se han tomado las muestras y, en consecuencia, diseñado de forma definitiva las redes de control correspondientes a los Campos de Níjar y de Dalías y Cuencas bajas de los ríos Andarax y Adra.

a) Red del Campo de Dalías.

En la tabla 1 se incluyen datos sobre los puntos muestreados.

La primera columna indica el número asignado en este proyecto a cada punto y que lo identifica en el mapa correspondiente (figura 1).

En la segunda columna se recoge el código que utiliza ENADIMSA en campo. Dicha codificación expresa el número asignado a éstos dentro de cada una de las distribuciones territoriales siguientes: término municipal de Berja (Bj); términos municipales de Dalías y El Ejido (D); términos municipales de Félix y la Mojonera (Fe); término municipal de Vúcar (Vc); término municipal de Roquetas de Mar (RM); piezómetros del IGME para control de la intrusión marina en la zona de Balanegra (B) y en la zona de Aguadulce (A).

En la tercera columna viene reflejado como código del IGME, el que corresponde al número del inventario nacional de puntos de agua (I.R.H.) establecido por dicho organismo.

La columna epigrafiada por "AC" advierte sobre cada punto de agua si explota el acuífero de Aguadulce (A), el acuífero libre de Balerna-Las Marinas (M) o el acuífero de Balanegra (B).

La columna titulada "USO" que aparece en la tabla en quinto lugar refleja para cada punto el destino que se da al agua que capta.

b) Red de la Cuenca baja del Andarax.

De acuerdo con los criterios antes establecidos se relacionan los puntos muestreados en la Cuenca baja del Río Andarax. En este caso en la columna encabezada por "AC" se indica si el acuífero que explota el pozo es Cuaternario (CT) Carbonatado (CB) o Plioceno (P). Tabla 2.

En la figura 2 se encuentran situados los pozos en la zona; los números indicados corresponden a los que se relacionan en la 1ª columna de la tabla 2.

c) Red del Campo de Níjar.

Análogamente a lo indicado anteriormente, en la figura 3 se sitúan los puntos muestreados, todos ellos de vocación agrícola y pertenecientes al Plioceno.

d) Red de la Cuenca baja del río Adra.

Los puntos se sitúan en la figura 4. Todos ellos pertenecen al Plioceno y su uso es agrícola.

Tabla 1.

Campo de Dalías. Red de muestreo.

Nº	C. ENADIMSA	C.IGME	AC	USO
21	Bj- 49	1057-8-048	B	RIEGO
40	Bj- 44	1057-8-018	B	RIEGO
59	Bj- 8	1057-4-058	B	ABASTº
65	Bj-456	1057-8-175	B	RIEGO
75	D- 270	1057-4-034	M	RIEGO
83	D- 482	1057-8-158	M	RIEGO
93	D- 462	1057-8-134	M	RIEGO
117	D- 443	1057-8-120	M	RIEGO
140	D- 660	1057-4-095	B	RIEGO
150	D- 268	1057-4-035	B	ABASTº

Nº	C. ENADIMSA	C.JGME	AC	USO
158	D- 602	1057-8-189	M	SIN USO
173	D- 489	1057-8-165	M	RIEGO
178	D- 420	1057-8-097	M	RIEGO
253	D- 533	1057-4-077	B	RIEGO/ABASTº
256	D- 589	1057-4-091	B	RIEGO
259	D- 255	1058-1-024	B	RIEGO/ABASTº
272	D- 607	1057-4-092	B	RIEGO
274	D- 287	1058-1-085	B	RIEGO
295	D- 344	1058-5-055	M	SIN USO
304	D- 76	1058-1-029	B	RIEGO
307	D- 252	1058-1-026	B	RIEGO/ABASTº
314	D- 610	1058-1-13	B	ABASTº
321	D- 622	1058-1-136	B	RIEGO
325	D- 84	1058-1-087	B	RIEGO
344	S.2- D	1058-5-091	B	RIEGO
360	D- 538	1058-1-116	B	RIEGO
362	D- 527	1058-1-112	B	RIEGO
364	D- 72	1058-1-010	B	S. IV
367	D- 248	1058-1-007	B	RIEGO
376	D- 75	1058-1-030	B	S. IV
380	D- 240	1058-1-031	M	RIEGO
384	D- 236	1058-1-053	M	RIEGO
394	D- 162	1058-1-051	M	RIEGO
402	D- 638	1058-1-140	M	RIEGO
412	D- 623	1058-1-137	M	RIEGO
420	D- 549	1058-5-098	M	RIEGO
434	D- 542	1058-5-100	M	RIEGO
462	D- 201	1058-5-073	M	SIN USO
493	D- 66	1058-1-019	B	S. IV
500	D- 227	1058-1-034	M	RIEGO
501	D- 535	1058-1-115	B	RIEGO
507	D- 166	1058-1-078	M	RIEGO
509	D- 168	1058-1-057	M	RIEGO
513	D- 171	1058-2-037	B	RIEGO
518	D- 139	1058-1-081	M	RIEGO
526	D- 131	1058-2-057	B	RIEGO
531	D- 143	1058-1-103	M	RIEGO
553	D- 552	1058-5-107	M	RIEGO

Nº	C. ENADIMSA	C.IGME	AC	USO
567	D- 536	1058-2-153	A	RIEGO
573	D- 534	1058-2-152	A	RIEGO
587	D- 173	1058-2-040	M	RIEGO
600	D- 178	1058-2-042	M	RIEGO
607	D- 182	1058-2-047	M	RIEGO
615	D- 118	1058-2-070	M	RIEGO
627	D- 630	1058-2-177	M	RIEGO
653	D- 642	1058-2-184	M	RIEGO
696	D- 522	1058-2-148	A	RIEGO
702	Fe- 82	1058-2-146	A	RIEGO/ABASTº
705	D- 184	1058-2-049	M	RIEGO/ABASTº
723	D- 38	1058-2-122	M	SIN USO
724	D- 37	1058-2-124	M	SIN USO
737	Vc-116	1058-2-149	A	RIEGO/ABASTº
742	Fe- 72	1058-2-010	A	RIEGO
743	Fe- 71	1058-2-008	A	RIEGO
759	Fe- 80	1058-3-180	A	RIEGO/ABASTº
766	Fe- 51	1058-2-126	M	SIN USO
802	Vc-119	1058-3-194	A	SIN RIEGO
810	Vc- 22	1058-3-042	A	RIEGO
818	Vc-135	1058-3-212	A	RIEGO
821	Vc-109	1058-3-183	A	RIEGO
825	Vc- 77	1058-3-043	A	ABASTº
828	Vc-136	1058-3-203	A	ABASTº
841	Vc- 55	1058-3-088	A	RIEGO
843	Vc- 54	1058-3-090	A	S.III
845	Vc- 52	1058-3-064	A	S.III
856	Vc- 97	1058-3-146		SIN USO
859	RM-163	1058-3-155	A	ABASTº
861	RM-166	1058-3-150		SIN USO
867	Vc- 86	1058-3-153	M	RIEGO
871	Vc-133	1058-7-037	M	SIN USO
875	Vc- 92	1058-7-012	M	SIN USO
876	RM-193	1058-7-022	M	SIN USO
881	RM-196	1058-7-019	M	SIN USO
905	RM-161	1058-3-195	A	RIEGO
914	RM-161	1058-3-157	A	SIN USO
927	RM-204	1058-7-008	M	SIN USO

Nº	C. ENADIMSA	C.IGME	AC	USO
928	X.1-RM		M	SIN USO
930	RM-205	1058-7-013	M	SIN USO
948	Vc- 34	1058-4-111	A	S.III
950	Vc-121		A	
952	Vc- 2	1058-4-109	A	RIEGO/ABASTº
956	Vc- 40	1058-3-029	A	S.III
958	Vc- 38	1058-3-030	A	S.III
961	Vc- 45	1058-3-051	A	S.III
977	RM-110	1058-3-070	A	RIEGO
978	RM-109	1058-3-071	A	RIEGO
980	RM-111	1058-3-076	A	RIEGO
989	RM-106	1058-3-074	A	SIN USO
997	RM-127	1058-3-100	A	SIN USO
1032	RM- 56	1058-4-056	A	RIEGO
1033	RM-253	1058-4-169	A	SIN USO
1035	RM-249	1058-4-164	A	ABAST/RIEGO
1038	RM- 57	1058-4-057	A	RIEGO
1049	RM-228	1058-4-147	A	S.II
1054	RM-230	1058-4-149	A	S.II
1063	RM-234	1058-4-141	A	S.II
1083	RM- 30	1058-4-030	A	RIEGO
1085	RM- 31	1058-4-031	A	S.I
1100	RM- 75	1058-4-075	A	RIEGO
1106	RM- 69	1058-4-069	A	RIEGO
1124	RM- 93	1058-4-093	A	SIN USO
1132	A- 4	1058-4-156	A	SIN USO
1137	RM-241	1058-4-153	A	ABASTº
1142	RM- 6	1058-4-006	A	SIN USO

A= Aguadulce

M= Balerma - Las Marinas

B= Balanegra

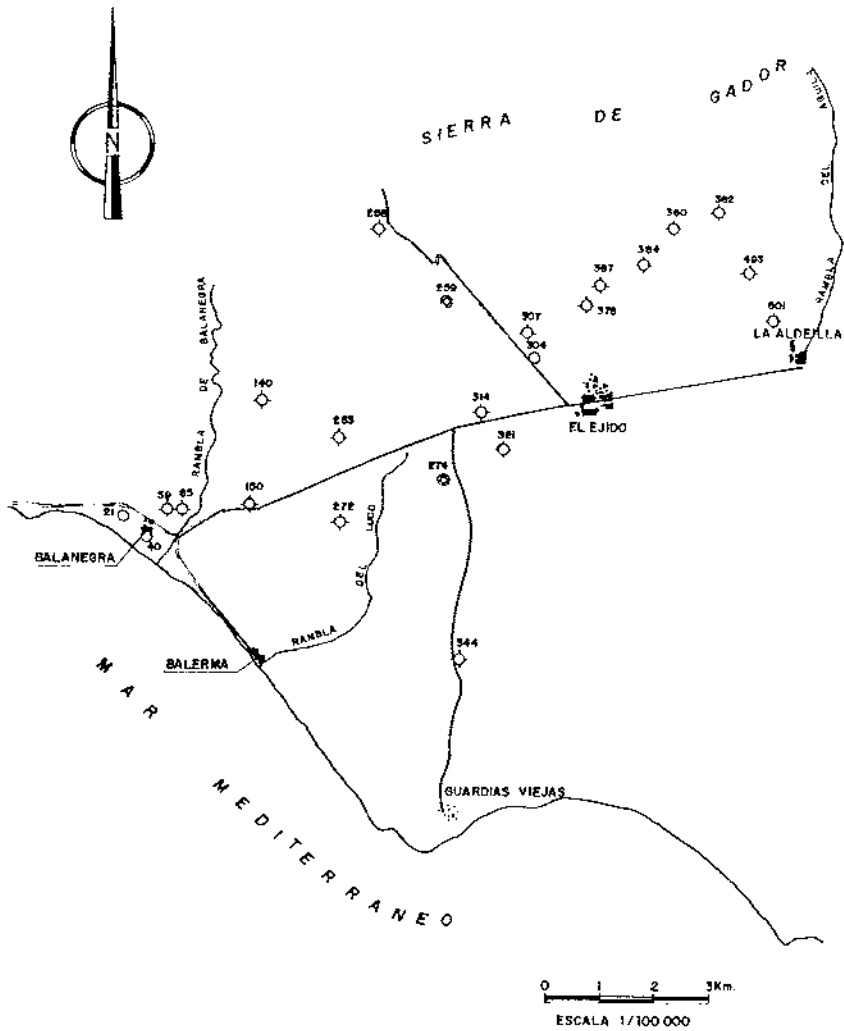


Figura 1.a. Red de muestreo del Campo de Dalías. Acuífero de Balanegra.

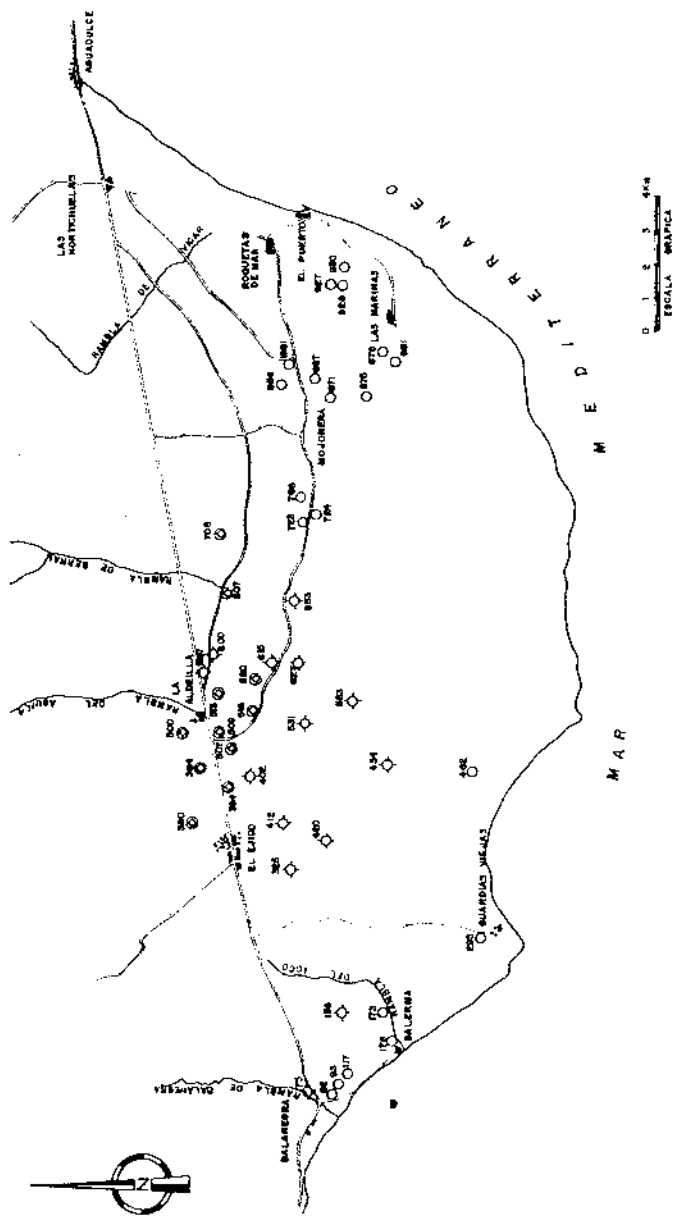


Figura 1.b. Red de muestreo del Campo de Dalías.
Acuífero de Balearma - Las marinas.

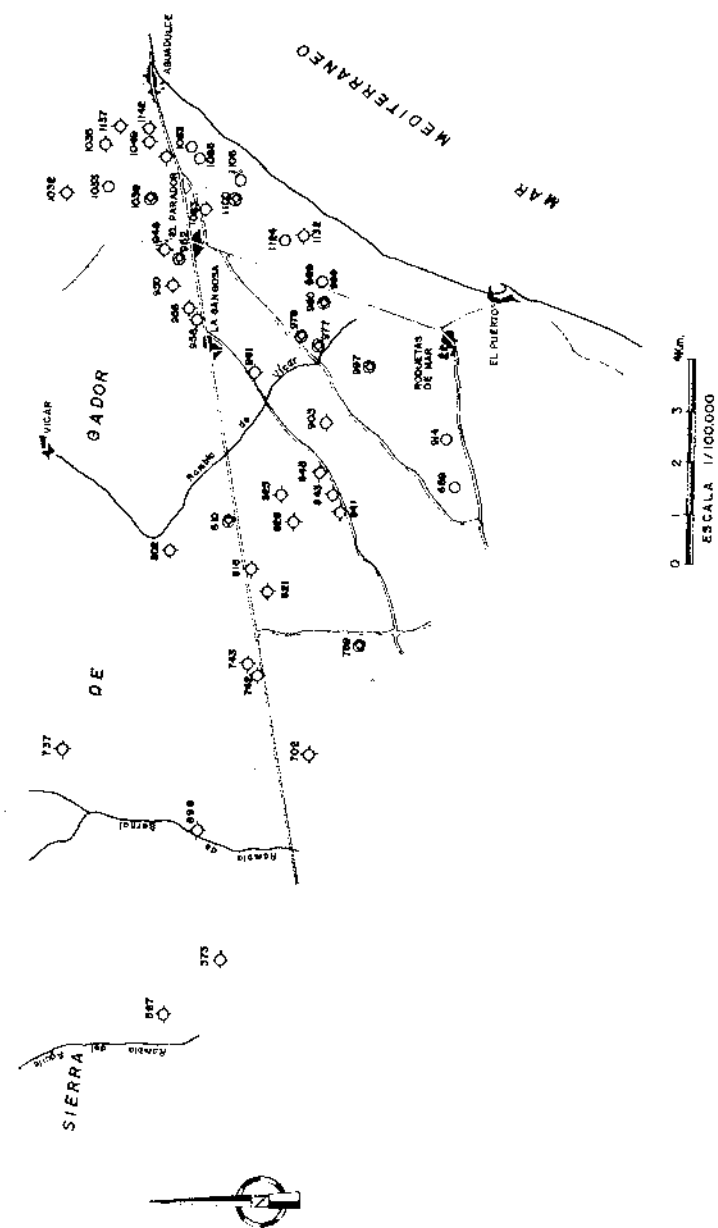


Figura 1.c. Red de Muestreo del Campo de Dalías. Acuífero de Aguadulce.

Tabla 2.

Red de muestreo Bajo Andarax.

Nº	C.ADARO	USO	ACUIFERO
1	481- A	AGRICOLA	C- DELTA
2	312- A	AGRICOLA	C- DELTA
3	51- A	"	P
4	438- A	"	P
5	—	"	CB-SIERRA GADOR
6	556- A	"	P
7	5- 2A	"	P
8	170- A	"	C- DELTA
9	19- V	"	CB-PROFUNDO
10	45- HA	ABANDONADOS	P
11	42- V	ABAST*	C-ALUVIAL ANDARAX
12	109-HA	AGRICOLA	P
13	80- V	ABAST*	P
14	191-Pe	AGRICOLA	CB-PROFUNDOS
15	22- Be	"	CB-SIERRA GADOR
16	110-Pe	ABANDONADOS	P
17	2- Be	ABAST*	CB-SIERRA GADOR
18	77-Be	AGRICOLA	P
19	29-Pe	"	P
20	2- G	"	INDUSTRIALCB-SIERRA GADOR
21	30-Pe	AGRICOLA	P
22	48-Ri	"	P
23	45-Ri	ABANDONADO	P
24	12- G	AGRICOLA	P
25	335-Fe	"	CB-SIERRA DE GADOR
26	—	" "	
27	102-G	"	C-ALUVIAL RAMBLA BALSAS
28	15- G	"	P
29	10-Ri	ABANDONADOS	P
30	46-G	AGRICOLA	C-ALUVIAL ANDARAX
31	28-Ri	ABANDONADOS	P
32	3- Pe	AGRICOLA	CB-SIERRA ALHAMILLA
33	—	"	P

Nº	C.ADARO	USO	ACUIFERO
34	35-Fe	"	C-ALUVIAL ANDARAX
35	—	INDUSTRIAL	P
36	62- G	AGRICOLA	P
37	99- G	ABASTº	P
38	38-SFe	"	P
39	19-SFe	ABASTº	P
40	37-SFe	AGRICOLA	P
41	40-SFe	"	P
42	14-SFe	"	P
43	43-SFe	"	P
44	39-SFe	"	P

C = CUATERNARIO

CB = CARBONATADO

P = PLIOCENO

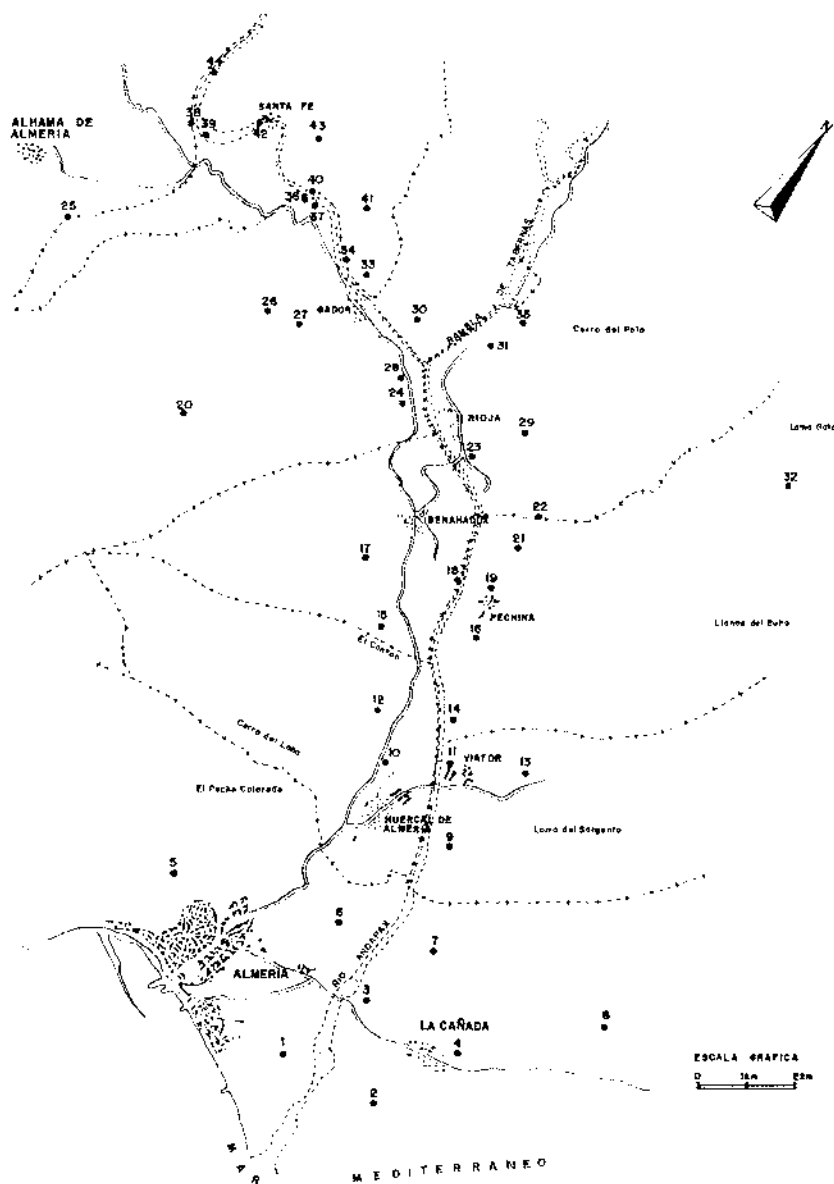


Figura 2. Red de muestreo de la cuenca baja del río Andarax.

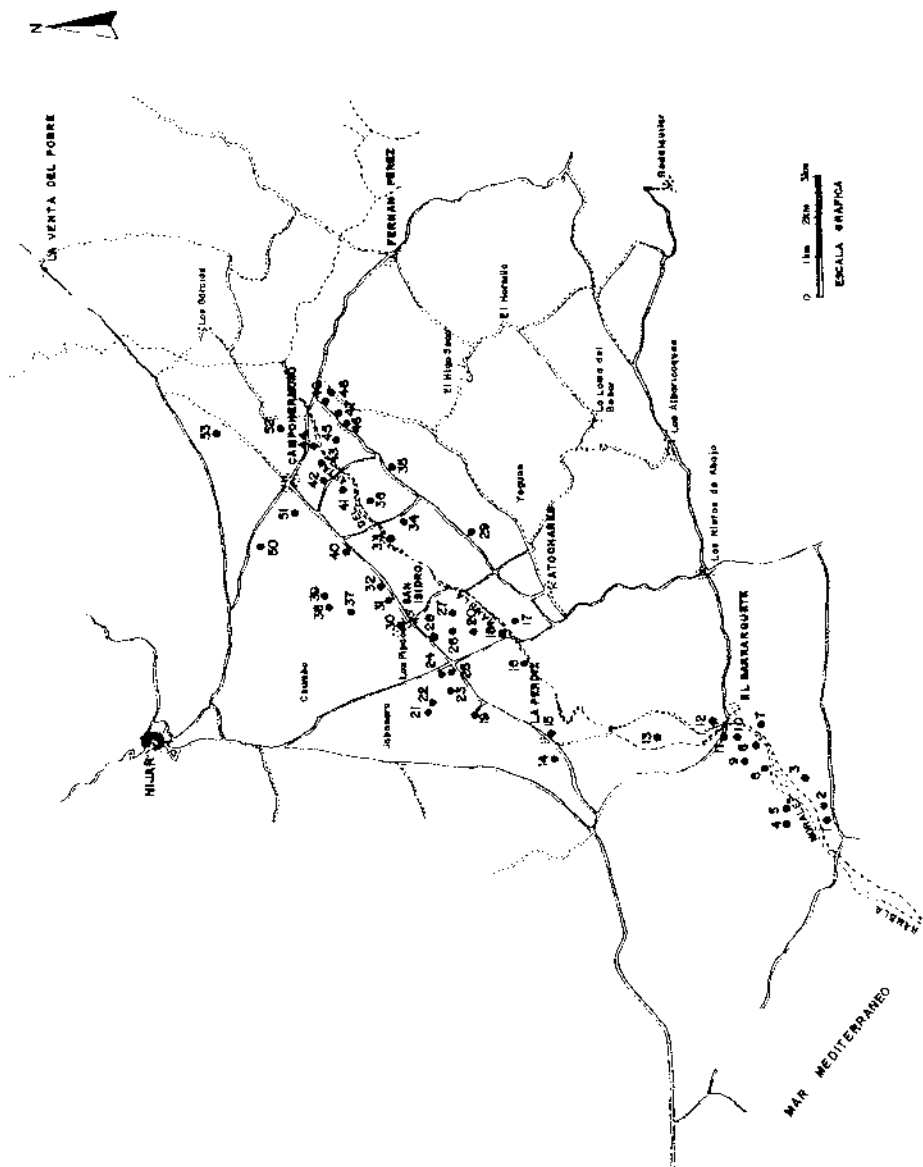


Figura 3. Red de muestreo del Campo de Níjar.

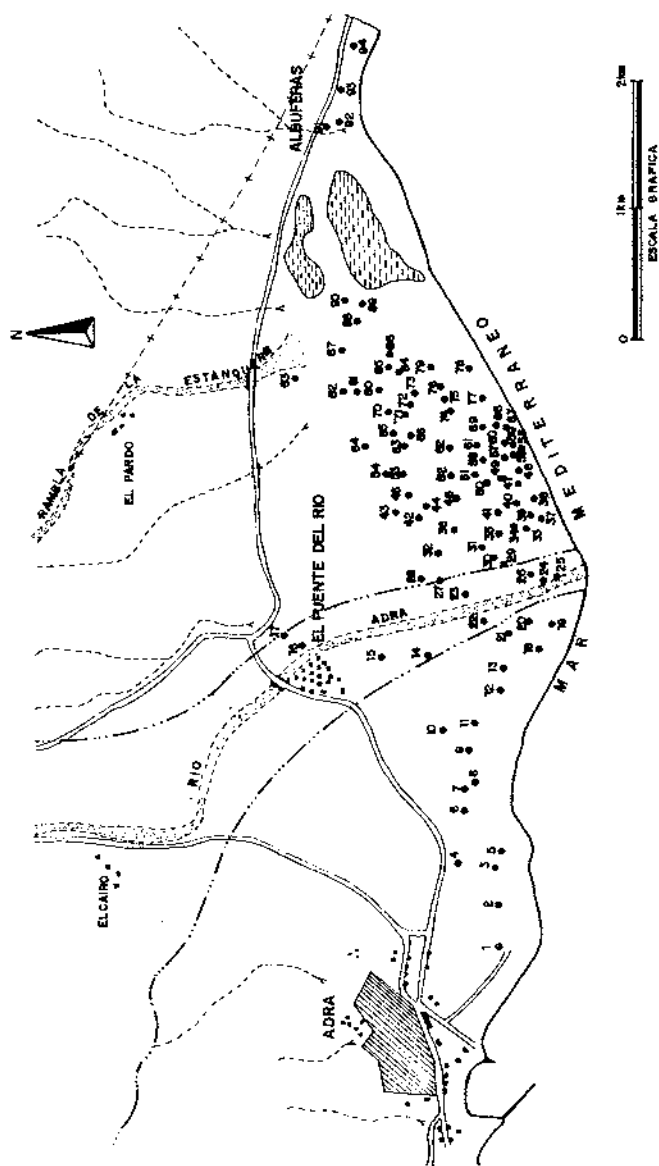


Figura 4. Red de muestreo de la cuenca baja del río Adra.

3.2. Contenidos en boro

En las tablas 3,4,5 y 6 se reúnen los valores encontrados de boro en cada uno de los puntos muestreados.

Tabla 3.

Contenido de Boro en el campo de Dalías

Nº	B (ppm)	Nº	B (ppm)
C.B.	0,4	325	0,0
21	0,2	344	0,4
40	0,6	360	0,3
59	0,2	362	0,4
65	0,1	364	0,4
75	0,2	367	0,4
83	0,5	376	0,1
93	0,8	380	0,5
117	0,6	384	0,5
140	0,3	394	0,5
150	0,4	402	0,6
158	0,8	412	0,5
173	0,9	420	0,7
178	0,8	434	0,7
253	0,4	462	1,0
256	0,3	493	0,4
259	0,3	500	0,7
272	0,7	501	0,7
274	0,7	507	0,6
295	1,3	509	0,6
304	0,1	513	0,9
307	0,4	518	0,5
314	0,2	526	0,9

Nº	B (ppm)	Nº	B (ppm)
321	0,4	531	0,7
553	0,6	828	0,6
567	0,3	841	1,4
573	0,1	843	1,0
587	0,8	845	2,1
600	1,0	856	1,4
607	0,8	859	0,6
615	0,9	861	1,2
627	0,9	867	1,1
653	0,8	871	1,0
696	0,1	875	1,8
702	0,6	876	0,9
705	0,7	881	1,4
723	1,3	905	1,4
724	0,6	914	0,5
737	0,3	927	0,6
742	0,4	928	0,6
743	0,4	930	0,8
759	0,7	948	0,5
766	0,7	950	0,7
802	0,4	952	0,9
810	0,5	956	0,8
818	0,4	958	0,9
821	0,4	961	0,8
825	0,5	977	1,3
978	1,8		
980	1,9		
989	1,1		
997	1,6		
1032	0,4		
1033	0,7		
1035	0,4		
1038	0,4		
1049	0,4		
1054	0,1		

Nº	B (ppm)	Nº	B (ppm)
1063	0		
1083	0,5		
1085	0,3		
1100	0,1		
1106	0,6		
1124	1,0		
1132	1,3		
1137	0,1		
1142	0,1		

Tabla 4.

Contenido de Boro en el Bajo Andarax

Nº	B (ppm)	Nº	B (ppm)
1	2,3	27	0,1
2	0,1	28	1,0
3	1,3	29	0,9
4	0,3	30	0,6
5	8,1	31	0,5
6	1,6	32	0,1
7	1,1	33	0,1
8	2,2	34	0,1
9	6,9	35	0,2
10	0,1	36	0,1
11	0,1	37	0,2
12	0,4	38	0,3
13	0,5	39	0,4
14	3,6	40	0,2
15	0,6	41	0,6
16	0,8	42	0,1
17	0,1	43	0,1
18	1,5	44	0,1
19	0,5		
20	0,5		
21	0,1		
22	0,8		
23	2,3		
24	0,5		
25	0,1		
26	1,9		

Tabla 5.

Contenido de Boro en el Campo de Níjar.

Nº	C. Adaro	B (ppm)
1	6N	2,7
2	7N	2,9
3	8N	2,1
4	4N	1,5
5	5N	1,6
6	3N	1,0
7	79N	1,2
8	2N	2,2
9	513N	2,9
10	104N	2,1
11	102N	2,2
12	90N	2,4
13	88N	1,8
14	79N	1,2
15	84N	1,7
16	67N	2,3
17	69N	1,6
18	68N	0,9
19	59N	1,2
20	151N	1,6
21	53N	3,2
22	54N	2,0
23	147N	2,1
24	148N	1,6
25	149N	4,0
26	75N	2,0
27	74N	1,2
28	157N	6,8
29	30N	0,9
30	14N	1,35
31	121N	0,9
32	170N	0,8

Nº	C. Adaro	B (ppm)
33	128N	1,3
34	250N	0,8
35	129N	0,8
36	20N	1,0
	37	
38	16N	0,9
39	17N	0,5
40	99N	1,4
41	386N	2,4
42	159N	0,9
43	127N	1,85
44	380N	4,4
	45	
46	27N	1,2
47	19N	1,2
48	58N	1,3
49	26N	1,3
50	37N	1
51	3N	2,6
52	24N	0,4
53	84N	1,7

Tabla 6.*Contenido de Boro en el Río Adra*

Nº	C. Adaro	B (ppm)
1	206	0,2
2	201	0,2
3	200	0,2
4	204	0,3
5	199	0,2
6	184	0,3
7	192	0,3
8	190	0,4
9	189	0,2
10	187	0,2
11	188	0,2
12	195	0,2
13	194	0,2
14	182	0,2
15	183	0,3
16	158	0,2
17	162	0,0
18	169	0,3
19	170	0,2
20	172	0,4
21	175	0,3
22	179	0,2
23	144	0,3
24	149	0,3
25	146	0,3
26	148	0,2
27	150	0,2
28	151	0,3
29	142	0,3
30	141	0,2
31	136	0,3
32	130	0,2

Nº	C. Adaro	B (ppm)
33	135	0,4
34	133	0,4
35	132	0,4
36	128	0,0
37	131	0,3
38	120	0,2
39	127	0,4
40	123	0,1
41	125	0,4
42	77	0,2
43	153	0,3
44	118	0,2
45	117	0,3
46	76	0,3
47	116	0,4
48	114	0,4
49	115	0,3
50	113	0,3
51	112	0,3
52	99	0,1
53	75	0,3
54	156	0,4
55	111	0,4
56	110	0,3
57	108	0,3
58	109	0,2
59	101	0,4
60	98	0,3
61	94	0,3
62	91	0,0
63	74	0,3
64	29	0,4
65	26	0,3
66	73	0,2
67	85	0,3
68	84	0,3

Nº	C. Adaro	B (ppm)
69	83	0,2
70	25	0,4
71	71	0,5
72	70	0,4
73	69	0,4
74	86	0,3
75	89	0,1
76	155	0,6
77	82	0,4
78	81	0,4
79	68	0,5
80	27	0,4
81	31	0,4
82	32	0,4
83	36	0,1
84	23	0,1
85	22	0,5
86	21	0,6
87	20	0,4
88	14	0,6
89	13	0,5
90	12	0,2
91	6	0,4
92	5	0,5
93	4	0,5
94	2	0,4

En la figura 5, donde se representan con dos mallas diferentes las áreas en función del contenido encontrado en boro, puede observarse que aproximadamente los pozos situados a poniente de la desembocadura del río Adra, presentan un menor contenido en boro que los situados a levante. Sin embargo, las diferencias entre ambas zonas no es importante (entre 0.2 y 0.3 la primera y entre 0.4 y 0.6 la segunda), y en general las aguas pueden calificarse de aptas para riego en relación a la concentración de éste elemento.

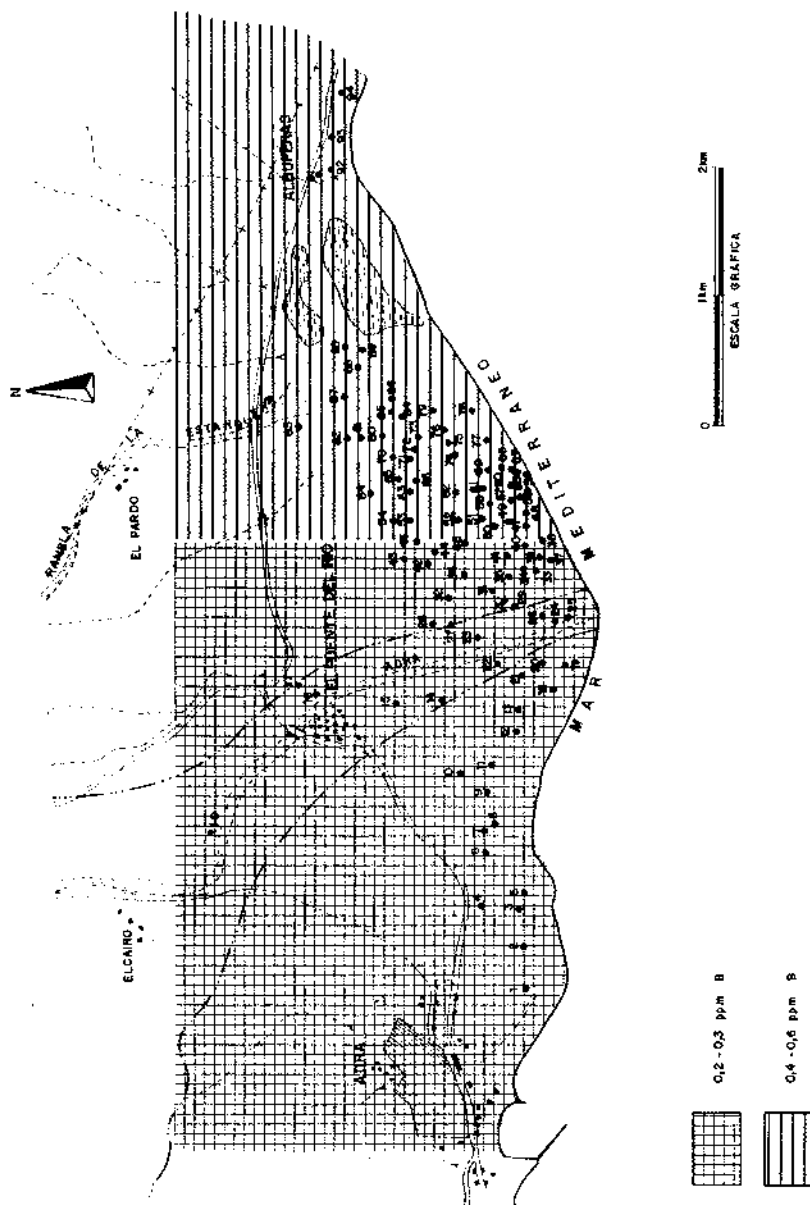


Figura 5. Contenido en boro en la cuenca baja del río Adra.

En la figura 6 se representan los resultados encontrados en cada uno de los puntos analizados en el acuífero de Balanegra, dentro del Campo de Dalías. Puede comprobarse que dichos contenidos se presentan por debajo de la ppm en prácticamente todos los casos. Las aguas son en este sentido análogas a las analizadas en la cuenca baja del río Adra. Los niveles pueden considerarse como normales y las aguas buenas para riego en cuanto a su contenido en boro.

En la figura 7 se representan los valores hallados en el acuífero Balerma - Las Marinas. Pueden distinguirse en el mismo tres zonas con contenidos <0.5 ppm, entre 0.5 y 1.0 ppm y entre 1.0 y 1.5 ppm. Las aguas alcanzan mayores concentraciones que las del acuífero de Balanegra. Algunos de los pozos analizados contienen aguas con niveles que pueden considerarse algo elevados en relación siempre al tipo de cultivo.

De similar calidad en cuanto a concentración de boro pueden calificarse las aguas pertenecientes al acuífero de Aguadulce -figura 8-, si bien es de notar un cierto incremento en los valores encontrados y así puede observarse un área que alcanza una concentración de boro superior a las 1.5 ppm entre los núcleos de La Gangosa y Roquetas de Mar.

En la figura 9 se representan los valores encontrados en los puntos analizados en la cuenca baja del río Andarax. Los resultados hallados en este caso han sido promedio de dos determinaciones correspondientes a dos muestreos realizados con un intervalo de tiempo de seis meses. Puede observarse la existencia de una apreciable dispersión de valores, por lo que no ha sido posible el trazado de líneas de isocontenidos. En general, los puntos analizados contienen del orden de décimas de ppm de boro, sin embargo, es de destacar que algunos tienen niveles superiores a la ppm, así, los pozos 1 (2.3 ppm), 3 (1.3 ppm), 6 (1.6 ppm), 8 (2.2 ppm), 7 (1.1 ppm), 5 (8.1 ppm), 9 (6.9 ppm), 14 (3.6 ppm), 23 (2.3 ppm) y 26 (1.9 ppm). De la observación de la figura 9 parece indicarse un mayor contenido en pozos situados más próximos a la desembocadura del río.

Los niveles alcanzados permiten calificar a algunos de estos pozos como apreciablemente contaminados por boro y no adecuados para riego.

Las aguas del Campo de Níjar son más parecidas a las de la cuenca baja del Andarax que a las del Campo de Dalías en cuanto a su contenido en boro. Dos áreas se diferencian -figura 10-. La inferior a una línea que pasaría por San Isidro-Atochares, con concentraciones inferiores a 1 ppm y la zona superior con niveles comprendidos entre 1.5 y 2.5 ppm. Sin embargo es de significar el alto contenido encontrado en algunos análisis, así, los puntos 21, 25, 28 y 44 con concentraciones comprendidas en el intervalo de 3 a 7 ppm.

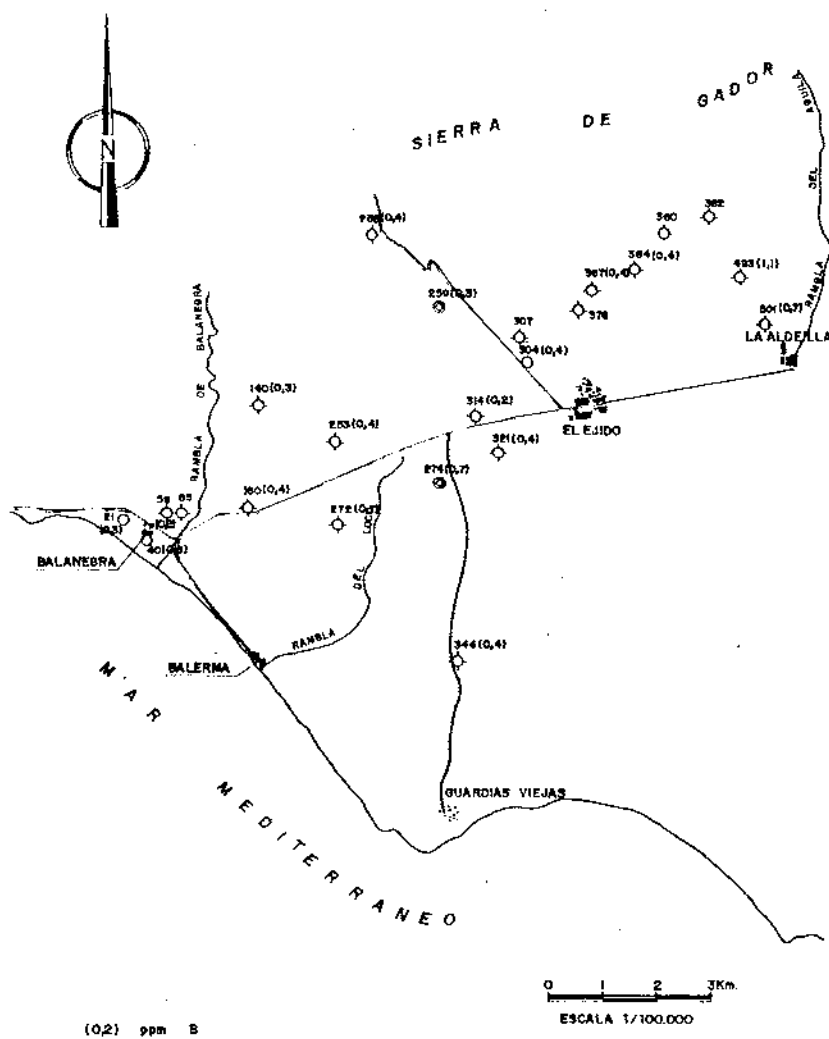


Figura 6. Contenidos en boro de los pozos del acuífero de Balanegra.

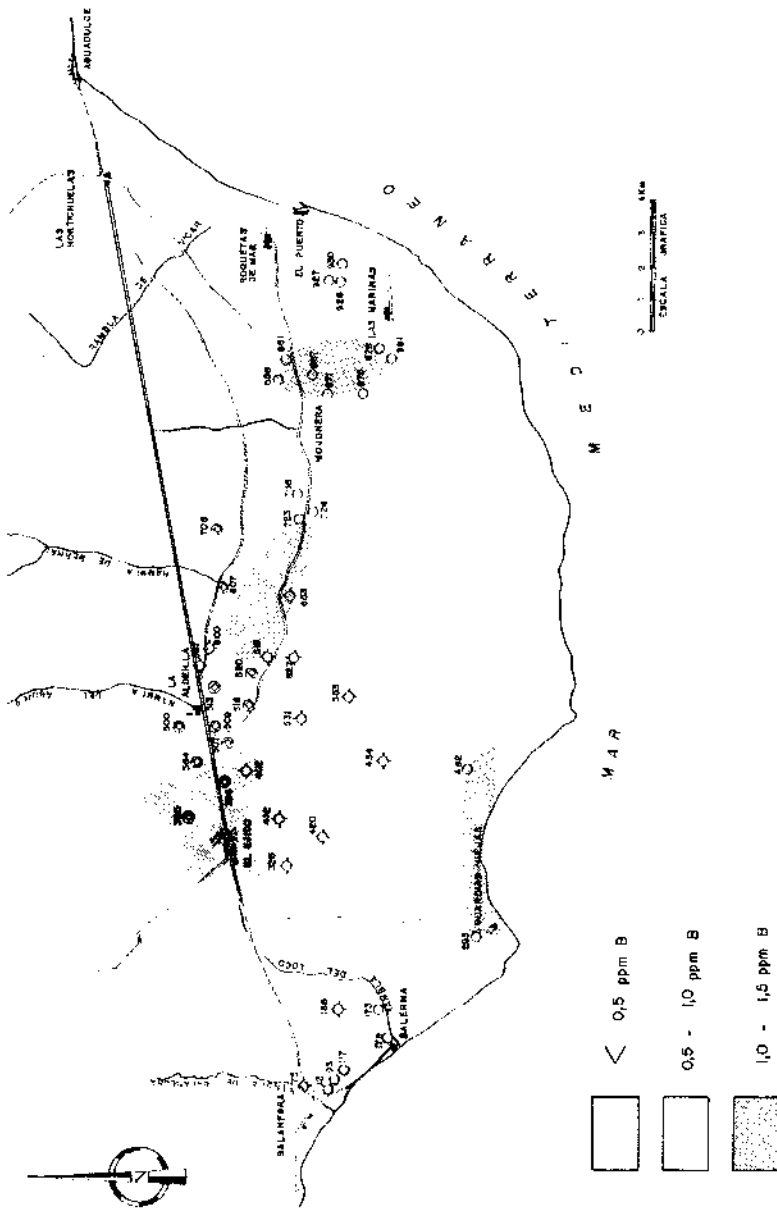


Figura 7. Areas de isocontenidos en boro en el acuífero Balerna - Las Marinas.

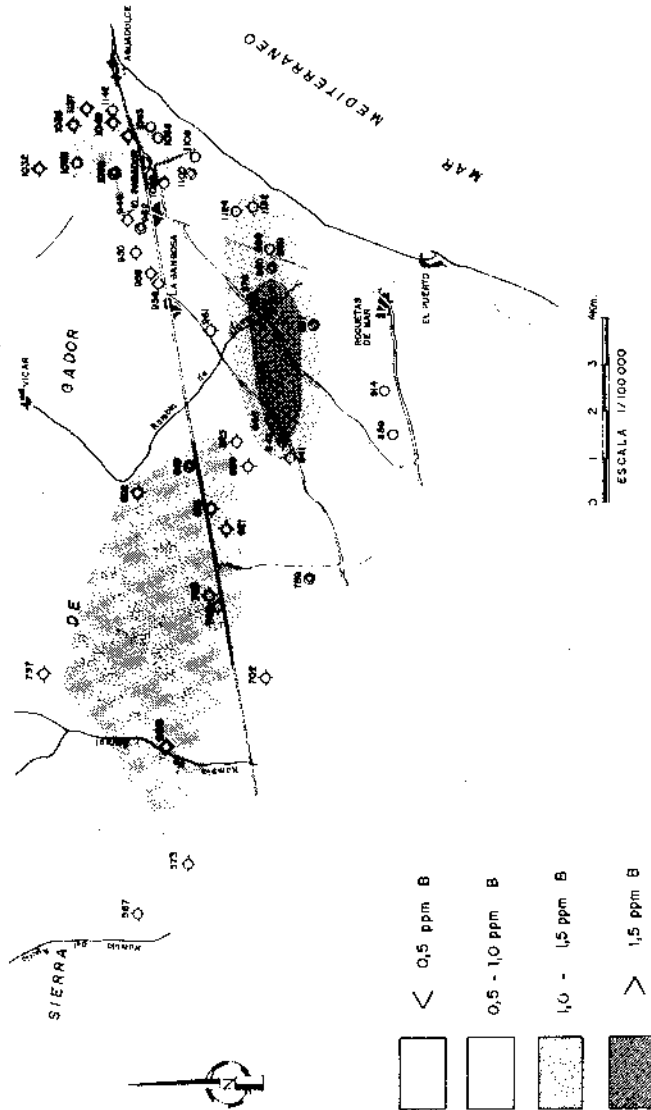


Figura 8. Areas de isocontenidos en boro en el acuífero de Aguadulce.

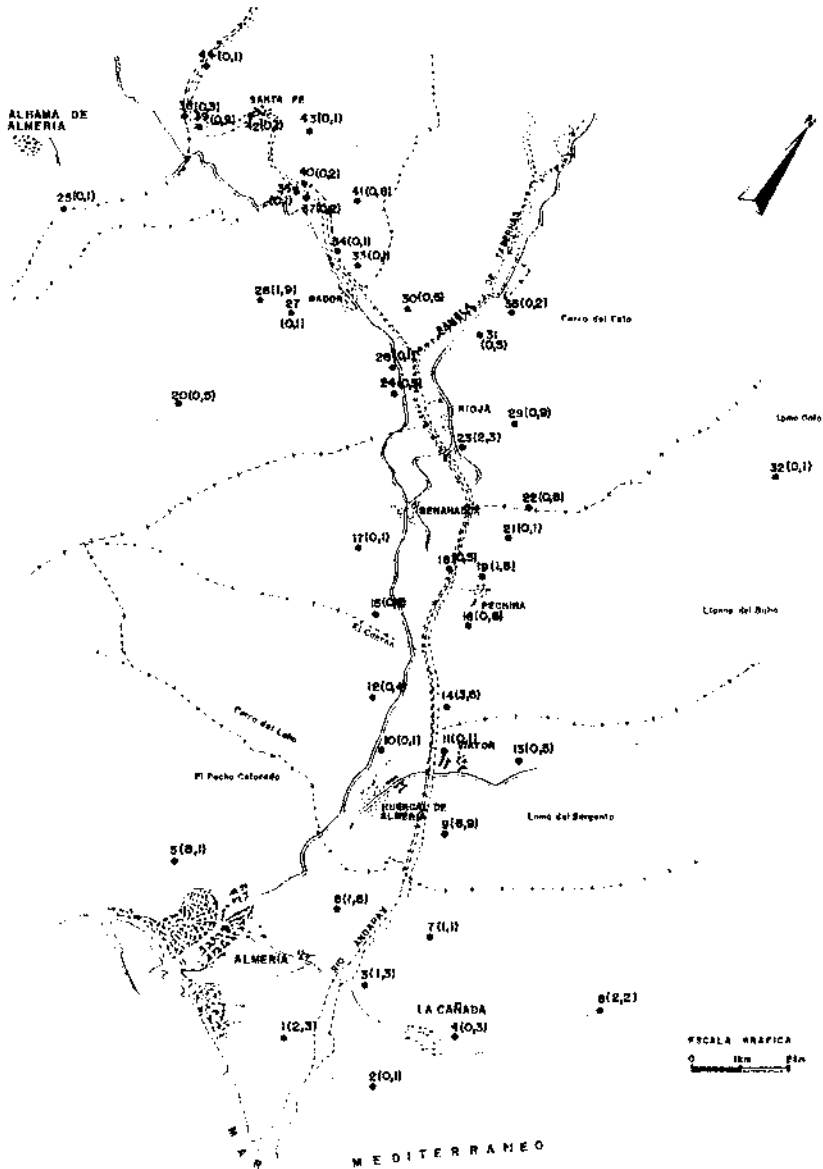


Figura 9. Contenidos en boro en la cuenca baja del río Andarax.

