

**CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA E ISOTÓPICA DEL ACUÍFERO  
PROFUNDO DE EL MAESTRAZGO.**

**INFORME DE RESULTADOS**

*(Noviembre de 2006)*

## ÍNDICE

<b>1.- TRABAJOS REALIZADOS .....</b>	<b>1</b>
<b>2.- RESULTADOS OBTENIDOS E INTERPRETACIÓN .....</b>	<b>4</b>
2.1.- COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS .....	5
2.2.- INFLUENCIA DE ACTIVIDADES CONTAMINANTES EN LA CALIDAD DE LAS AGUAS .....	37
2.3.- COMPOSICIÓN ISOTÓPICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS .....	40
2.3.1- Isótopos estables (Oxígeno 18 y Deuterio) .....	40
2.3.2- Relación de la altitud con los valores de $\delta^{18}\text{O}$ .....	47
2.3.3- Contenido en Tritio .....	53
2.4.- EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA E ISOTÓPICA CON LA PROFUNDIDAD .....	56
<b>3.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>4.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>62</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Situación de los puntos muestreados y analizados	
Figura 2.- Balance de cargas vs conductividad eléctrica	
Figura 3.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la primera campaña	
Figura 4.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la segunda campaña	
Figura 5.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la tercera campaña	
Figura 6.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la cuarta campaña	
Figura 7.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la quinta campaña	
Figura 8.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la sexta campaña	
Figura 9.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la séptima campaña	
Figura 10.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la octava campaña	
Figura 11.- Relación entre los constituyentes mayoritarios y la mineralización del agua	
Figura 12.- Relación entre el contenido en los cationes mayoritarios y bicarbonatos	
Figura 13.- Relación entre el contenido en los cationes mayoritarios y cloruros	
Figura 14.- Relación entre el contenido en los cationes mayoritarios y sulfatos: (a) considerando sólo las facies bicarbonatadas cálcicas y (b) considerando también las facies sulfatadas	
Figura 15.- Distribución porcentual del contenido en nitratos de las aguas subterráneas de El Maestrazgo	
Figura 16.- Distribución de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta\text{D}$ en las aguas subterráneas del acuífero profundo de El Maestrazgo	

- Figura 17.- Relación  $\delta D-\delta^{18}O$  en las aguas muestreadas en la primera campaña (mayo-julio de 2004)
- Figura 18.- Relación  $\delta D-\delta^{18}O$  en las aguas muestreadas en la segunda campaña (noviembre de 2004)
- Figura 19.- Relación  $\delta D-\delta^{18}O$  en las aguas muestreadas en la tercera campaña (marzo de 2005)
- Figura 20.- Relación  $\delta D-\delta^{18}O$  en las aguas muestreadas en la cuarta campaña (mayo-julio de 2005)
- Figura 21.- Relación  $\delta D-\delta^{18}O$  en las aguas muestreadas en la quinta campaña (octubre de 2005)
- Figura 22.- Relación  $\delta D-\delta^{18}O$  en las aguas muestreadas en la sexta campaña (febrero de 2006)
- Figura 23.- Relación  $\delta D-\delta^{18}O$  en las aguas muestreadas en la séptima campaña (abril y mayo de 2005)
- Figura 24.- Relación entre la altitud de los puntos de agua muestreados y la desviación isotópica  $\delta^{18}O$
- Figura 25.- Composición isotópica del agua de los manantiales costeros y de los sondeos de Sierra Irta y Valdancha
- Figura 26.- Relación entre  $\delta^{18}O$  y la altitud en los manantiales costeros y los sondeos de Sierra Irta y Valdancha
- Figura 27.- Composición química de los puntos próximos al cambio piezométrico del entorno de Cervera del Maestre
- Figura 28.- Diferencias isotópicas y de altitud de recarga en el entorno del cambio piezométrico de Cervera del Maestre
- Figura 29.- Contenido en tritio de las aguas subterráneas del acuífero profundo de El Maestrazgo en relación con el del agua de lluvia
- Figura 30.- Evolución de la composición química de las aguas subterráneas del Maestrazgo en profundidad
- Figura 31.- Evolución de la composición isotópica de las aguas subterráneas del Maestrazgo en profundidad

## ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.- Características de los manantiales muestreados y analizados
- Cuadro 2.- Características de los sondeos muestreados y analizados
- Cuadro 3.- Resultados de las medidas *in situ* y de los análisis químicos de constituyentes mayoritarios
- Cuadro 4.- Resultados de los análisis químicos indicadores de calidad

Cuadro 5.- Resultados de los análisis isotópicos

Cuadro 6.- Facies hidroquímicas de los puntos muestreados en todas las campañas

Cuadro 7.- Índices hidrogeoquímicos más significativos

Cuadro 8.- Contenidos de tritio en las precipitaciones sobre Madrid desde 1953 al año 2002

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1.- Composición hidroquímica de las aguas subterráneas del Maestrazgo. Diagramas de Stiff 1ª campaña.

Plano 2.- Composición hidroquímica de las aguas subterráneas del Maestrazgo. Diagramas de Stiff 2ª campaña.

Plano 3.- Composición hidroquímica de las aguas subterráneas del Maestrazgo. Diagramas de Stiff 3ª campaña.

Plano 4.- Composición hidroquímica de las aguas subterráneas del Maestrazgo. Diagramas de Stiff 4ª campaña.

Plano 5.- Composición hidroquímica de las aguas subterráneas del Maestrazgo. Diagramas de Stiff 5ª campaña.

Plano 6.- Composición hidroquímica de las aguas subterráneas del Maestrazgo. Diagramas de Stiff 6ª campaña.

Plano 7.- Composición hidroquímica de las aguas subterráneas del Maestrazgo. Diagramas de Stiff 7ª campaña.

Plano 8.- Composición hidroquímica de las aguas subterráneas del Maestrazgo. Diagramas de Stiff 8ª campaña.

## ANEXOS

ANEXO 1: CUADROS DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS E ISOTÓPICOS POR CAMPAÑAS

ANEXO 2: PLANOS 1 A 8 (DIAGRAMAS DE STIFF)

## 1.- TRABAJOS REALIZADOS

El estudio de las características químicas e isotópicas de las aguas subterráneas de la zona de El Maestrazgo se ha realizado a partir de los resultados obtenidos del muestreo y análisis de 41 puntos de agua (31 sondeos y 10 manantiales –cuadros 1 y 2-) correspondientes a 8 campañas de toma de datos comprendidas entre mayo de 2004 y octubre de 2006.

En cada una de las campañas se han realizado las siguientes actividades:

- Recopilación y revisión de la información disponible, correspondiente a los análisis existentes y al tratamiento e interpretación de los mismos.
- Selección de puntos de agua para muestreo a partir de la actualización del inventario
- Medida en campo de parámetros físico-químicos inestables:
  - temperatura
  - conductividad
  - pH
- Toma de muestras para el análisis químico de los siguientes constituyentes:
  - mayoritarios (cloruros, bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, sodio, magnesio, calcio y potasio, sílice y TSD)
  - indicadores de la calidad (nitratos, nitritos, amonio, fosfato y DQO)
- Toma de muestras para el análisis isotópico de:
  - Isótopos estables (Oxígeno 18 y Deuterio)
  - Tritio

*Cuadro 1.- Características de los manantiales muestreados y analizados*

Tipo	Toponimia	Nº Inventario	X	Y	Cota (m s.n.m.)
M	Morella	302120014	746949	4503278	1085
M	Las Rocas	302130003	754590	4497482	1080
M	Chert,Fte, Albí	302180002	764740	4492752	740
M	Ermita Castellfort	302210001	739750	4484670	1060
M	Font de la Roca	312220002	776659	4485709	397
M	Peñíscola	312280042	788815	4473284	1
M	Peñíscola	312280042B	788798	4473283	1
M	Las Fuentes (*)	312320001	779580	4462107	0
M	Font Dyns		789523	4473360	
M	Badum	312330002	784993	4467698	0

(\*) En mayo de 2006 se tomó muestra de agua en tres surgencias del manantial de Las Fuentes y en un pequeño piezómetro (PZ1-50) que permitió tomar la muestra a 50 cm de profundidad. En los cuadros de resultados (3 a 5) se especifican las coordenadas de dichos puntos de muestreo.

Las surgencias de los manantiales están situadas a cotas muy diversas, desde el nivel del mar, como ocurre en Las Fuentes, hasta 1085 m s.n.m, como sucede en el manantial de Morella. Las cotas más bajas a las que se ubican los sondeos son de 45 m s.n.m (en el sondeo Campamento) y 77 m s.n.m. (en el sondeo de la Palaba, que tiene una profundidad de 353 m) y las más altas son de 852 m s.n.m. (en el sondeo La Cuba, de 400 m de profundidad) y 834 m s.n.m (en el sondeo Olocau II con una profundidad de 684 m).

*Cuadro 2.- Características de los sondeos muestreados y analizados*

Tipo	Toponimia	Nº Inventario	X	Y	Cota (m s.n.m.)	Prof. (m)
S	Villores	292080004	736833	4506599	719	343
S	La Cuba	292130004	718967	4496522	852	400
S	Olocau II	292130010	728250	4499620	834	684
S	La Mata	292130011	730690	4499942	782	481
S	Celumbres-2	292180019	737203	4493027	807	850
S	Les Llengueres	292280005	737990	4475720	725	553
S	Zorita	302010010	741238	4514389	632	
S	Mufró - Ortells	302050003	738462	4508500	644	
S	Catí	302170099	759105	4491486	643	502
S	Don Andrés	302280002	765840	4471060	212	240
S	Cuevas de Vinromá-2	302280008	765930	4471054	212	200
S	Cuevas de Vinromá-3	302280099	765820	4471010	212	
S	Mas del Retoret	302310006	744450	4460075	433	
S	Culla	302310007	756865	4459731	404	
S	Ibarsos II	302360013	749391	4457428	349	418
S	Barrisques	302370018	758013	4459020	405	480
S	Planchadells	302370020	757101	4459833	414	
S	San Juan	302370022	759250	4451260	302	986
S	Calor	302370099	756860	4459720	404	
S	Vilanova-I	302380006	761625	4458595	349	414
S	Agrícola Pantaló	302380008	765200	4452040	283	545
S	San Jorge II	312170026	783895	4490522	137	401
S	La Jana	312170027	785350	4496200	182	430
S	Ayto San Mateo	312210037	768959	4486880	388	420
S	San Mateo	312210050	770662	4479965	387	
S	Crevetes	312230027	784420	4482930	110	350
S	Salsadella	312250010	770274	4478714	343	558
S	Pedreira	312260004	780957	4471977	182	300
S	Campamento	312270065	787425	4475380	45	
S	La Palaba - Apeadero	312320017	776620	4461920	77	353
S	Vivers de la Bassa	312320099	777088	4464100	118	

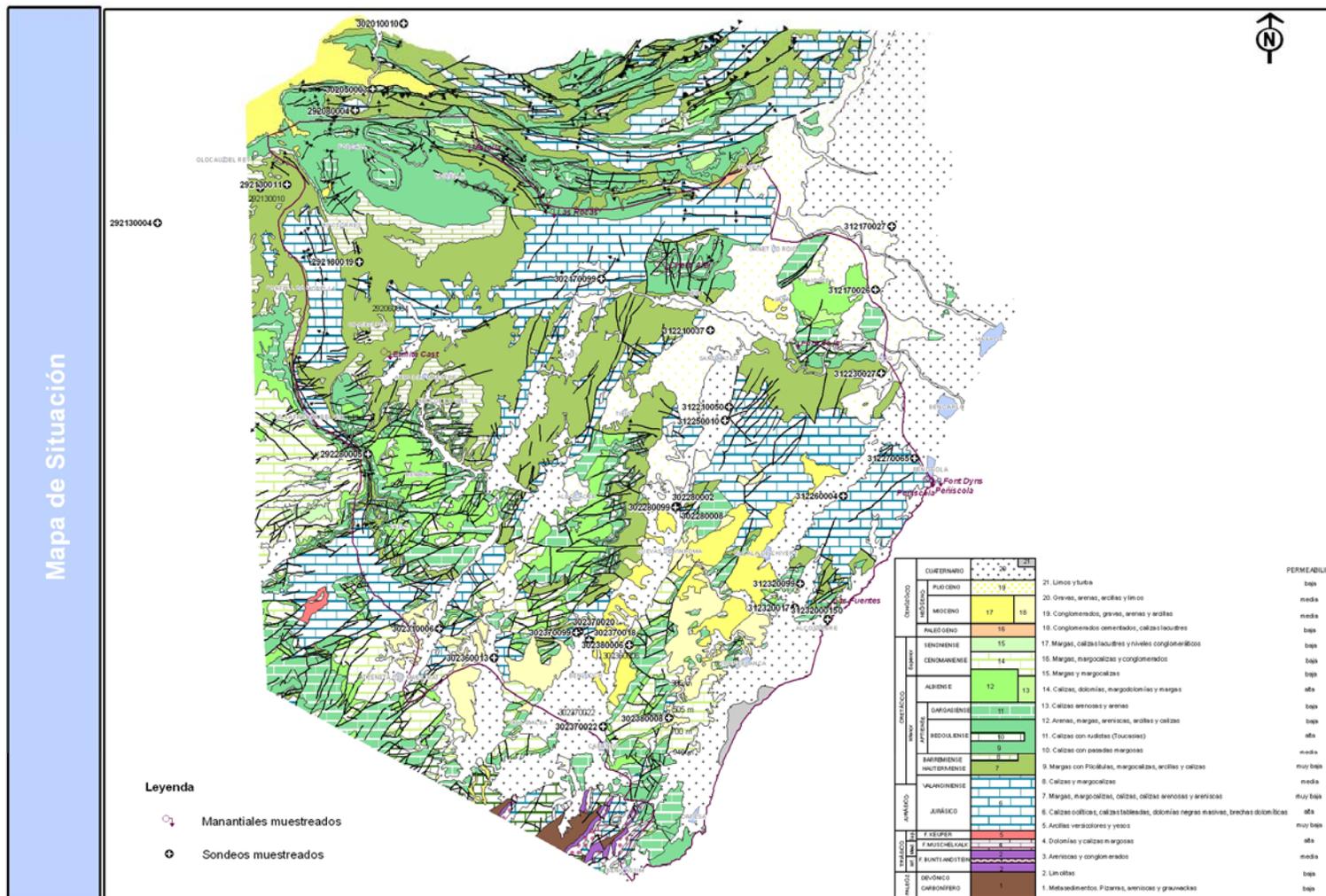


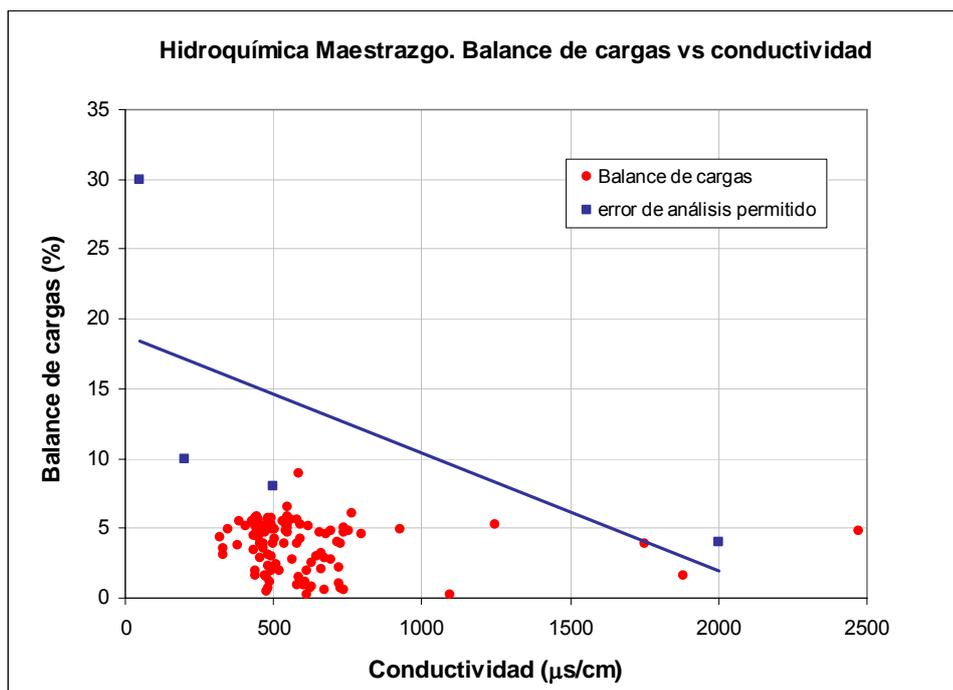
Figura 1. Situación de los puntos muestreados y analizados

En la figura 1 se ha representado la situación de los puntos muestreados y analizados sobre la base de las principales formaciones acuíferas diferenciadas en El Maestrazgo. Los análisis químicos se han llevado a cabo en los Laboratorios del IGME, situados en Tres Cantos (Madrid), y los análisis isotópicos se han realizado en el Laboratorio de Aplicaciones Nucleares del CEDEX en Madrid.

## 2.- RESULTADOS OBTENIDOS E INTERPRETACIÓN

En los cuadros 3, 4 y 5 se presentan los resultados de las determinaciones de campo y de los análisis realizados en el laboratorio, tanto químicos como isotópicos.

Se ha realizado el diagnóstico de la bondad de los resultados de los análisis químicos, determinando el balance de cargas y el error de análisis.



**Figura 2.- Balance de cargas de los análisis en relación con la mineralización del agua**

Los cálculos realizados indican que el error de análisis en relación con la conductividad (figura 2) se considera admisible en todos los casos, y es inferior al permitido en la mayoría de ellos, también en las muestras más mineralizadas, en las que es menor del 6%.

## 2.1.- COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Se ha definido la mineralización y naturaleza de las aguas subterráneas mediante la representación de los datos en diagramas hidroquímicos de *Piper* (representados en las figuras 3 a 10 para cada una de las campañas realizadas) con objeto de determinar la composición cuantitativa de las aguas subterráneas y las facies hidroquímicas correspondientes (cuadro 6).

En la mayoría de los puntos la composición del agua es predominantemente bicarbonatada cálcica, como corresponde a las aguas que circulan por los materiales carbonatados del Jurásico y del tránsito Jurásico-Cretácico. En estos casos el agua es de mineralización media, con valores de conductividad comprendidos entre 300 y 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Puntualmente se han analizado contenidos más altos en sulfatos que dan lugar a aguas sulfatadas cálcicas y magnésicas, debido a la influencia de materiales arcillosos y margosos de los tramos suprayacentes a los acuíferos carbonáticos, en algunos casos, y de las arcillas y margas con yesos de la facies Keuper del Triásico, en otros. En general, son aguas más mineralizadas, en las que se han medido valores de conductividad más frecuentes comprendidos entre 600 y 1300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y excepcionalmente más de 8000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Estas aguas más sulfatadas se han encontrado en los siguientes sondeos (ver situación en la figura 1):

- 292080004 (Piscina-Villores, prof. 343 m)
- 292130010 (Olocau II, prof. 684 m)
- 292130011 (La Mata de Morella, prof. 481 m)
- 302010010 (Abastecimiento Zorita)
- 302050003 (Mugró-Ortells)
- 302170099 (Catí, prof. 502 m)
- 302370022 (San Juan, a 940 m de profundidad)

Excepto en el sondeo de San Juan y Catí, en estos puntos las facies sulfatadas no aparecen siempre, sólo lo hacen en algunas de las campañas de muestreo, mientras que en otras el agua tiene una composición bicarbonatada cálcica. Estos cambios en la composición química, que en algunos puntos, como en el de La Mata de Morella, se observan históricamente, pueden estar relacionados con variaciones en el régimen de bombeos (si el sondeo se ha bombeado durante poco tiempo, es posible que el agua que se extrae proceda también de otros tramos superiores del acuífero, mientras que con bombeos más

prolongados, prácticamente la totalidad del agua extraída es la almacenada en el acuífero carbonatado).

En el sondeo 302170099 (Catí, prof. 502 m), aunque la facies no es sulfatada, también el contenido en sulfatos es relativamente alto (106-163 mg/l), por causas similares a las comentadas para los sondeos anteriores.

En el sondeo 302370022 de Cabanes se tomó muestra a varias profundidades y se ha encontrado que hasta los 700 m el agua es bicarbonatada cálcica, pasando a sulfatada cálcico-magnésica a los 940 m y mucho más mineralizada (conductividad 8232  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), por la influencia de los materiales salinos triásicos del sustrato impermeable.

Las características químicas antes mencionadas, que afectan a la mayor parte de los puntos muestreados y representan al acuífero profundo de El Maestrazgo, están condicionadas por factores litológicos. Sin embargo, se ha encontrado otro tipo de aguas, notablemente más mineralizadas, de composición *clorurada sódica*, que aparecen en zonas costeras y están condicionadas por la influencia de la intrusión del agua del mar. Estos puntos son:

- 312280042 y 312280042B (Manantial de Peñíscola)
- 312320001 (Manantial de Las Fuentes)
- Las Fuentes Norte, Sur y Piezómetro PZ1-50 (en el entorno del manantial de Las Fuentes)
- 312320017 (Sondeo La Palaba)
- 312330002 (Manantial de Badum)

De estos puntos, los manantiales son los más afectados por la intrusión marina, que varía en función de la descarga de aguas subterráneas al mar, y en ellos se han medido valores de conductividad comprendidos entre 5000 y más de 20000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los manantiales de Peñíscola y Badum son los que presentan el agua más salina.

La muestra tomada en mayo de 2004, coincidiendo con un periodo de precipitaciones superiores a la media, en el manantial de Las Fuentes corresponde a un agua menos mineralizada, de composición bicarbonatada cálcica, similar a la de los acuíferos carbonatados, sin otro tipo de influencia. En posteriores muestreos de este manantial ya se manifiesta una mezcla importante con el agua del mar.

En el sondeo 312320017 (La Palaba) la influencia de la intrusión marina es menor, ya que aunque de composición clorurada, su mineralización es relativamente más baja, así como el contenido en cloruro y sodio.

**Cuadro 3.- Resultados de las medidas in situ y de los análisis químicos de constituyentes mayoritarios**

Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	X	Y	Cota	Cond campo	Cond lab	pH campo	pH lab	Temp	TSD	CL	SO4	HCO3	CO3	NA	MG	CA	K	SIO2
						(m)	µS/cm				°C	(mg/l)									
S	Villores	292080004	15/07/2004	736833	4506599	719	1819	631	7,88	7,70	23,2	559,0	4,0	203,0	198,0	0,0	5,0	33,0	98,0	2,0	9,0
S	Villores	292080004	19/07/2005	736833	4506599		697	655	6,57	7,10	22,5	587,9	20,0	71,0	298,0	0,0	11,0	21,0	113,0	3,0	10,9
S	Villores	292080004	18/10/2005	736833	4506599		696	696	7,40	7,40	17,3	550,1	11,0	27,0	338,0	0,0	8,0	17,0	108,0	2,0	11,1
S	La Cuba	292130004	15/11/2004	718967	4496522	852	1419	488	7,18	7,50	14,5	423,6	4,0	55,0	249,0	0,0	3,0	24,0	70,0	1,0	6,6
S	Olocau II	292130010	15/11/2004	728250	4499620	834	1591	670	7,22	7,50	11,7	556,4	34,0	248,0	116,0	0,0	13,0	32,0	94,0	4,0	13,5
S	Olocau II	292130010	08/03/2005	728250	4499620		603	693	7,33	7,80	8,2	603,5	25,0	286,0	128,0	0,0	14,0	39,0	92,0	4,0	14,5
S	Olocau II	292130010	20/07/2005	728250	4499620		895	728	7,13	7,40	30,2	622,9	41,0	249,0	161,0	0,0	20,0	40,0	93,0	4,0	13,9
S	Olocau II	292130010	18/10/2005	728250	4499620		637	620	7,54	7,70	17,9	491,2	1,0	102,0	261,0	0,0	10,0	32,0	74,0	1,0	8,2
S	La Mata	292130011	15/07/2004	730690	4499942	782	1960	1248	7,58	7,94	20,0	1214,4	16,0	518,0	372,0	0,0	100,0	86,0	95,0	13,0	8,4
S	La Mata	292130011	20/07/2005	730690	4499942		696	613	7,45	7,70	45,6	582,0	7,0	153,0	262,0	0,0	4,0	15,0	126,0	1,0	8,9
S	Celumbres-2	292180019	15/07/2004	737203	4493027	807	1094	429	7,52	7,76	16,4	367,3	8,0	29,0	235,0	0,0	3,0	24,0	58,0	0,0	6,3
S	Celumbres-2	292180019	15/11/2004	737203	4493027		1146	440	7,51	7,60	12,7	337,1	4,0	27,0	219,0	0,0	2,0	23,0	52,0	0,0	6,1
S	Celumbres-2	292180019	08/03/2005	737203	4493027		389	445	7,04	8,00	14,0	394,4	6,0	31,0	262,0	0,0	3,0	22,0	60,0	0,0	6,3
S	Celumbres-2	292180019	19/07/2005	737203	4493027		513	446	7,12	7,70	15,3	384,1	3,0	38,0	244,0	0,0	2,0	23,0	64,0	0,0	6,1
S	Les Llengueres	292280005	01/03/2005	737990	4475720	725	540	477	7,65	8,10	13,1	423,6	7,0	48,0	258,0	0,0	5,0	17,0	79,0	0,0	5,6
S	Zorita	302010010	15/11/2004	741238	4514389	632	1262	489	7,24	7,60	14,9	403,4	4,0	13,0	283,0	0,0	4,0	22,0	63,0	0,0	10,3
S	Zorita	302010010	01/03/2005	741238	4514389		440	510	6,83	7,90	14,2	475,6	6,0	27,0	320,0	0,0	4,0	25,0	79,0	0,0	10,6
S	Zorita	302010010	19/07/2005	741238	4514389		800	627	6,85	7,60	18,5	658,8	5,0	219,0	261,0	0,0	4,0	32,0	126,0	0,0	7,8
S	Zorita	302010010	07/02/2006	741238	4514389		747	492	7,03	7,40	11,4	448,7	8,0	27,0	296,0	0,0	4,0	21,0	81,0	0,0	9,7
S	Mufró - Ortells	302050003	15/07/2004	738462	4508500	644	1461	663	7,33	7,60	15,7	601,3	16,0	152,0	260,0	0,0	16,0	25,0	107,0	5,0	8,3
S	Mufró - Ortells	302050003	15/11/2004	738462	4508500		1505	606	7,48	7,50	14,6	462,9	25,0	122,0	184,0	0,0	17,0	19,0	80,0	4,0	6,9
S	Mufró - Ortells	302050003	08/03/2005	738462	4508500		548	613	6,48	7,80	9,2	521,8	30,0	126,0	208,0	0,0	19,0	22,0	91,0	4,0	4,8
M	Morella	302120014	11/06/2004	746949	4503278	1085		546		7,50		465,3	37,0	51,0	237,0	0,0	11,0	11,0	102,0	0,0	6,3
M	Morella	302120014	24/06/2005	746949	4503278			715		7,70		518,1	74,0	65,0	216,0	0,0	22,0	11,0	112,0	0,0	6,1

**Cuadro 3.- Resultados de las medidas in situ y de los análisis químicos de constituyentes mayoritarios**

Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	X	Y	Cota	Cond campo	Cond lab	pH campo	pH lab	Temp	TSD	CL	SO4	HCO3	CO3	NA	MG	CA	K	SIO2
						(m)	µS/cm				°C	(mg/l)									
M	Las Rocas	302130003	11/06/2004	754590	4497482	1080		385		7,60		352,2	7,0	11,0	242,0	0,0	3,0	8,0	77,0	0,0	4,2
M	Las Rocas	302130003	24/06/2005	754590	4497482			380		7,90		339,0	6,0	20,0	224,0	0,0	3,0	8,0	73,0	0,0	4,0
S	Catí	302170099	15/07/2004	759105	4491486	643	1433	542	7,28	7,52	19,0	474,0	7,0	106,0	233,0	0,0	3,0	22,0	93,0	0,0	6,0
S	Catí	302170099	15/11/2004	759105	4491486		1491	587	7,13	7,30	16,5	445,7	5,0	118,0	207,0	0,0	3,0	21,0	82,0	0,0	5,7
S	Catí	302170099	09/03/2005	759105	4491486		545	592	7,08	7,80	15,9	529,9	6,0	134,0	257,0	0,0	4,0	23,0	97,0	0,0	5,9
S	Catí	302170099	20/07/2005	759105	4491486		624	624	6,83	7,60	18,1	570,9	5,0	163,0	253,0	0,0	3,0	23,0	115,0	0,0	5,9
M	Chert,Fte, Albí	302180002	21/05/2004	764740	4492752	740		320		7,70		286,2	9,0	19,0	178,0	0,0	3,0	4,0	66,0	0,0	5,2
M	Chert,Fte, Albí	302180002	24/06/2005	764740	4492752			329		7,90		300,0	10,0	26,0	178,0	0,0	3,0	5,0	68,0	0,0	5,0
M	Ermita Castellfort	302210001	21/05/2004	739750	4484670	1060		330		7,70		286,8	12,0	20,0	175,0	0,0	4,0	4,0	65,0	0,0	6,8
M	Ermita Castellfort	302210001	10/05/2005	739750	4484670			346		8,10		314,7	7,0	19,0	199,0	0,0	4,0	6,0	69,0	0,0	6,7
S	Don Andrés	302280002	03/03/2005	765840	4471060	212	484	481	7,06	8,00	12,0	432,2	15,0	35,0	263,0	0,0	8,0	17,0	77,0	0,0	6,2
S	Cuevas de Vinromá-2	302280008	03/03/2005	765930	4471054	212	469	472	7,02	8,00	18,5	408,1	12,0	38,0	246,0	0,0	7,0	16,0	75,0	0,0	6,1
S	Cuevas de Vinromá-2	302280008	12/07/2005	765930	4471054		486	465	7,45	7,70	28,6	417,0	10,0	45,0	244,0	0,0	7,0	16,0	79,0	0,0	6,0
S	Cuevas de Vinromá-2	302280008	08/02/2006	765930	4471054		525	472	7,40	7,60	18,3	433,7	14,0	29,0	272,0	0,0	7,0	18,0	81,0	0,0	5,7
S	Cuevas de Vinromá-3	302280099	03/03/2005	765820	4471010	212	476	468	7,05	8,10	17,6	402,9	13,0	52,0	230,0	0,0	7,0	15,0	72,0	0,0	5,9
S	Cuevas de Vinromá-3	302280099	12/07/2005	765820	4471010		490	456	7,27	7,70	21,0	395,9	12,0	45,0	225,0	0,0	7,0	15,0	75,0	0,0	5,9
S	Mas del Retoret	302310006	15/11/2004	744450	4460075	433	1084	440	7,41	7,60	19,5	334,8	4,0	26,0	215,0	0,0	3,0	15,0	62,0	0,0	5,8
S	Mas del Retoret	302310006	09/02/2006	744450	4460075		517	443	7,96	7,60	15,0	405,8	7,0	23,0	269,0	0,0	3,0	15,0	80,0	0,0	5,8
S	Culla	302310007	15/11/2004	756865	4459731	405	1224	434	7,40	7,50	16,9	327,7	10,0	24,0	195,0	0,0	6,0	11,0	63,0	0,0	6,7
S	Culla	302310007	13/07/2005	756865	4459731		434	719	7,82	7,60	18,5	381,2	11,0	21,0	232,0	0,0	7,0	10,0	76,0	0,0	7,2
S	Ibarsos II	302360013	15/07/2004	749391	4457428	349	1067	408	7,59	7,55	19,3	350,1	10,0	25,0	214,0	0,0	5,0	13,0	68,0	0,0	6,1
S	Ibarsos II	302360013	15/11/2004	749391	4457428		1078	442	7,29	7,10	20,4	334,9	7,0	23,0	209,0	0,0	6,0	13,0	63,0	0,0	5,9
S	Ibarsos II	302360013	01/03/2005	749391	4457428		508	450	7,57	7,90	17,0	388,1	9,0	32,0	245,0	0,0	6,0	13,0	70,0	0,0	6,1
S	Ibarsos II	302360013	13/07/2005	749391	4457428		452	454	7,78	7,60	19,0	415,1	7,0	45,0	248,0	0,0	5,0	16,0	80,0	0,0	6,1

**Cuadro 3.- Resultados de las medidas in situ y de los análisis químicos de constituyentes mayoritarios**

Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	X	Y	Cota	Cond campo	Cond lab	pH campo	pH lab	Temp	TSD	CL	SO4	HCO3	CO3	NA	MG	CA	K	SIO2
						(m)	µS/cm				°C	(mg/l)									
S	Barrisques	302370018	15/11/2004	758013	4459020	405	1104	483	7,21	6,80	18,8	358,5	12,0	20,0	212,0	0,0	8,0	14,0	66,0	0,0	7,5
S	Barrisques	302370018	01/03/2005	758013	4459020		545	484	7,69	7,80	17,5	425,8	14,0	21,0	263,0	0,0	8,0	15,0	80,0	0,0	7,8
S	Barrisques	302370018	13/07/2005	758013	4459020		513	480	7,48	7,60	22,2	424,6	11,0	30,0	254,0	0,0	7,0	13,0	83,0	0,0	7,6
S	Planchadells	302370020	15/11/2004	757101	4459833	414	738	483	7,25	7,50	15,1	338,1	18,0	7,0	178,0	0,0	9,0	8,0	66,0	0,0	18,1
S	Planchadells	302370020	01/03/2005	757101	4459833		495	440	7,42	7,70	17,7	393,0	12,0	11,0	259,0	0,0	7,0	9,0	77,0	0,0	7,0
S	Planchadells	302370020	13/07/2005	757101	4459833		457	450	7,74	7,60	19,2	408,1	10,0	22,0	255,0	0,0	7,0	15,0	78,0	0,0	7,1
S	San Juan	302370022	13/10/2005	759250	4451260	302															
S	San Juan	302371022	13/10/2005	759250	4451260	335	627	670		8,30	28,3	565,5	15,0	13,0	382,0	2,4	13,0	24,0	96,0	1,0	11,1
S	San Juan	302372022	13/10/2005	759250	4451260	505	640	662		8,10	21,8	560,9	14,0	6,0	392,0	0,0	11,0	27,0	92,0	0,0	10,9
S	San Juan	302373022	13/10/2005	759250	4451260	715	648	643		8,10	28,7	548,0	13,0	2,0	386,0	0,0	11,0	27,0	88,0	0,0	11,0
S	San Juan	302374022	13/10/2005	759250	4451260	940	610	8323		7,60	17,3	5460,1	1120,0	2466,0	290,0	0,0	442,0	285,0	782,0	54,0	15,7
S	Calor	302370099	01/03/2005	756860	4459720	404	494	439	7,43	7,90	15,3	353,1	13,0	7,0	229,0	0,0	7,0	10,0	68,0	0,0	7,1
S	Calor	302370099	10/02/2006	756860	4459720		495	432	7,81	7,70	15,5	403,9	14,0	4,0	268,0	0,0	7,0	12,0	80,0	0,0	6,9
S	Vilanova-I	302380006	15/07/2004	761625	4458595	349	1831	725	6,95	7,32	23,1	621,6	52,0	10,0	312,0	0,0	13,0	21,0	122,0	0,0	11,5
S	Vilanova-I	302380006	10/03/2005	761625	4458595		351	798	6,84	7,30	19,3	672,1	49,0	25,0	354,0	0,0	15,0	20,0	124,0	0,0	11,1
S	Vilanova-I	302380006	21/07/2005	761625	4458595		555	479	7,04	7,60	24,7	436,7	12,0	33,0	260,0	0,0	8,0	13,0	84,0	0,0	7,7
S	Vilanova-I	302380006	18/10/2005	761625	4458595		553	541	7,55	7,70	20,2	418,8	9,0	20,0	261,0	0,0	8,0	15,0	79,0	0,0	7,8
S	Vilanova-I	302380006	11/02/2006	761625	4458595		646	765	7,55	7,40	18,2	631,7	49,0	26,0	330,0	0,0	13,0	19,0	116,0	0,0	10,7
S	Agrícola Pantaló	302380008	21/07/2005	765200	4452040	283	669	578	6,91	7,40	27,1	540,7	20,0	67,0	294,0	0,0	17,0	26,0	81,0	0,0	8,7
S	Agrícola Pantaló	302380008	14/10/2005	765200	4452040																
S	Agrícola Pantaló	302380008	16/02/2006	765200	4452040		647	586	7,75	7,30	23,6	540,4	22,0	20,0	346,0	0,0	14,0	26,0	94,0	0,0	11,4
S	San Jorge II	312170026	15/07/2004	783895	4490522	137	1399	520	7,09	7,42	18,1	492,1	20,0	11,0	320,0	0,0	12,0	18,0	87,0	0,0	12,1
S	San Jorge II	312170026	15/11/2004	783895	4490522		1373	560	6,61	7,20	17,4	431,1	16,0	6,0	281,0	0,0	13,0	16,0	76,0	0,0	11,1
S	La Jana	312170027	15/07/2004	785350	4496200	182		578		7,70		513,8	22,0	47,0	288,0	0,0	12,0	12,0	108,0	1,0	8,8
S	Ayto San Mateo	312210037	15/11/2004	768959	4486880	388	1284	493	7,36	7,40	16,0	343,1	11,0	13,0	215,0	0,0	10,0	13,0	60,0	1,0	9,1
S	Ayto San Mateo	312210037	12/07/2005	768959	4486880		492	476	7,30	7,50	17,5	433,4	12,0	22,0	271,0	0,0	10,0	12,0	85,0	1,0	9,4

**Cuadro 3.- Resultados de las medidas in situ y de los análisis químicos de constituyentes mayoritarios**

Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	X	Y	Cota	Cond campo	Cond lab	pH campo	pH lab	Temp	TSD	CL	SO4	HCO3	CO3	NA	MG	CA	K	SIO2
						(m)	µS/cm				°C	(mg/l)									
S	San Mateo	312210050	15/07/2004	770662	4479965	387	1263	466	7,46	7,90	20,6	409,4	11,0	35,0	254,0	0,0	7,0	16,0	78,0	0,0	5,4
S	San Mateo	312210050	15/11/2004	770662	4479965		1178	494	7,38	7,40	14,2	370,3	8,0	42,0	218,0	0,0	7,0	16,0	68,0	0,0	5,3
S	San Mateo	312210050	03/03/2005	770662	4479965		503	496	6,96	8,00	4,3	442,5	11,0	47,0	266,0	0,0	7,0	17,0	83,0	0,0	5,5
S	San Mateo	312210050	07/07/2005	770662	4479965		574	498	7,65	7,70	26,1	440,4	9,0	58,0	253,0	0,0	6,0	16,0	87,0	0,0	5,4
M	Font de la Roca	312220002	11/06/2004	776659	4485709	397		442		7,50		388,2	33,0	20,0	223,0	0,0	12,0	6,0	85,0	0,0	9,2
M	Font de la Roca	312220002	24/06/2005	776659	4485709			565		7,70		536,3	24,0	30,0	335,0	0,0	12,0	8,0	116,0	0,0	11,3
S	Crevetes	312230027	15/07/2004	784420	4482930	110	1674	590	7,08	7,40	18,8	523,2	24,0	25,0	288,0	0,0	13,0	16,0	102,0	0,0	11,2
S	Crevetes	312230027	09/03/2005	784420	4482930		524	601	7,07	7,60	17,4	518,4	20,0	39,0	292,0	0,0	13,0	16,0	95,0	0,0	10,4
S	Crevetes	312230027	14/07/2005	784420	4482930		577	579	7,30	7,60	18,5	540,7	20,0	67,0	288,0	0,0	11,0	19,0	100,0	0,0	8,7
S	Crevetes	312230027	08/02/2006	784420	4482930		744	676	7,52	7,20	17,5	579,4	29,0	33,0	300,0	0,0	15,0	18,0	112,0	0,0	12,4
S	Salsadella	312250010	15/07/2004	770274	4478714	343	1202	467	7,36	7,56	21,2	394,9	14,0	38,0	232,0	0,0	10,0	16,0	72,0	0,0	6,9
S	Salsadella	312250010	15/11/2004	770274	4478714		1187	504	6,96	7,60	19,1	391,5	12,0	35,0	235,0	0,0	10,0	17,0	69,0	0,0	6,5
S	Salsadella	312250010	03/03/2005	770274	4478714		518	506	6,32	7,80	14,6	447,8	15,0	44,0	272,0	0,0	11,0	18,0	74,0	0,0	6,8
S	Salsadella	312250010	12/07/2005	770274	4478714		483	492	7,38	7,70	17,9	434,4	12,0	53,0	247,0	0,0	10,0	16,0	81,0	0,0	6,4
S	Pedreira	312260004	15/07/2004	780957	4471977	182	1693	532	7,17	7,60	19,9	457,9	18,0	51,0	250,0	0,0	9,0	16,0	91,0	0,0	6,9
S	Pedreira	312260004	15/11/2004	780957	4471977		1328	546	7,18	7,30	14,9	405,3	15,0	45,0	225,0	0,0	10,0	16,0	76,0	0,0	6,3
S	Campamento	312270065	12/04/2006	787425	4475380	45	839	739	no	7,60	17,3	595,9	94,0	63,0	256,0	0,0	41,0	21,0	103,0	2,0	5,9
S	Campamento	312270065	10/10/2006	787425	4475380	45		925		7,40		686,0	151,0	98,0	222,0	0,0	85,0	28,0	90,0	3,0	6,0
M	Peñíscola	312280042	02/03/2005	788815	4473284	1	11940	11785	7,03	7,60	18,2	7116,6	3580,0	652,0	306,0	0,0	1996,0	164,0	338,0	59,0	11,6
M	Peñíscola	312280042	15/02/2006	788815	4473284		16650	20725	7,11	7,30	18,5	12368,5	6800,0	900,0	268,0	0,0	3484,0	359,0	425,0	119,0	7,4
M	Peñíscola	312280042B	02/03/2005	788798	4473283	1	7110	6345	7,19	7,50	17,0	3809,4	1840,0	374,0	263,0	0,0	947,0	98,0	246,0	25,0	8,4
M	Peñíscola	312280042B	15/02/2006	788798	4473283		9050	10343	7,28	7,40	20,5	6472,1	3360,0	556,0	261,0	0,0	1682,0	169,0	369,0	54,0	10,1
M	Las fuentes	312320001	21/05/2004	779580	4462107	0		536		7,50		454,2	44,0	32,0	243,0	0,0	19,0	13,0	87,0	1,0	6,2
M	Las fuentes	312320001	02/03/2005	779580	4462107		5930	5164	7,27	7,80	17,9	3172,7	1550,0	232,0	266,0	0,0	863,0	96,0	113,0	32,0	6,7
M	Las fuentes	312320001	10/05/2005	779580	4462107			4924	7,10	7,50	20,1	3123,5	1490,0	249,0	259,0	0,0	856,0	103,0	121,0	25,0	6,5
M	Las fuentes	312320001	09/02/2006	779580	4462107		8290	9513	7,61	7,30	18,1	5323,3	2820,0	428,0	252,0	0,0	1262,0	216,0	278,0	49,0	6,3

**Cuadro 3.- Resultados de las medidas in situ y de los análisis químicos de constituyentes mayoritarios**

Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	X	Y	Cota	Cond campo	Cond lab	pH campo	pH lab	Temp	TSD	CL	SO4	HCO3	CO3	NA	MG	CA	K	SIO2
						(m)	µS/cm				°C	(mg/l)									
M	Las Fuentes Norte	312320001	24/05/2006	779686	4461067			5625		7,20		3402,7	1660,0	264,0	261,0	0,0	891,0	120,0	150,0	33,0	6,7
M	Las Fuentes Centro	312320001	24/05/2006	779550	4460962			7845		7,30		4558,2	2370,0	336,0	266,0	0,0	1136,0	186,0	196,0	47,0	6,2
M	Las Fuentes Sur	312320001	24/05/2006	779591	4460855			5635		7,20		3410,7	1680,0	249,0	264,0	0,0	889,0	125,0	146,0	34,0	6,7
M	PZ1-50 cm	312320001	24/05/2006	779577	4460858			3785		7,50		2182,8	1040,0	168,0	225,0	0,0	468,0	75,0	164,0	17,0	7,8
S	La Palaba - Apeadero	312320017	15/07/2004	776620	4461920	77	1570	1097	7,29	7,50	21,7	782,7	241,0	50,0	213,0	0,0	90,0	31,0	108,0	3,0	9,7
S	La Palaba - Apeadero	312320017	09/03/2005	776620	4461920		1551	1882	6,95	7,50	18,9	1313,5	520,0	62,0	273,0	0,0	196,0	52,0	156,0	5,0	9,5
S	La Palaba - Apeadero	312320017	20/07/2005	776620	4461920		2251	2474	6,78	7,40	28,3	1554,0	660,0	99,0	254,0	0,0	242,0	61,0	174,0	6,0	10,0
S	La Palaba - Apeadero	312320017	16/02/2006	776620	4461920		1438	1754	7,97	7,20	14,1	1215,8	466,0	11,0	294,0	0,0	74,0	83,0	200,0	2,0	13,8
S	Vivers de la Bassa	312320099	15/11/2004	777088	4464100	118	1769	739	7,49	7,50	15,3	491,3	94,0	20,0	206,0	0,0	30,0	18,0	83,0	1,0	9,3
S	Vivers de la Bassa	312320099	22/07/2005	777088	4464100		802	719	7,21	7,60	29,8	586,7	90,0	38,0	263,0	0,0	29,0	17,0	110,0	1,0	9,7
S	Vivers de la Bassa	312320099	18/02/2006	777088	4464100		834	755	7,28	7,50	20,5	615,2	105,0	15,0	288,0	0,0	30,0	20,0	118,0	1,0	9,2
M	Font Dyns		12/04/2006	789523	4473360		512	547		7,60	16,7	482,4	15,0	77,0	253,0	0,0	9,0	17,0	97,0	0,0	5,4
M	Font Dyns		10/10/2006	789523	4473360			550		7,40		424,0	16,0	92,0	202,0	0,0	10,0	24,0	73,0	0,0	5,6
M	Badum	312330002	25/08/2006	784993	4467698	0		15414		7,10		9033,2	5000,0	604,0	226,0	0,0	2497,0	372,0	222,0	104,0	1,2

**Cuadro 4.- Resultados de los análisis químicos indicadores de calidad**

Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	X	Y	Cota	NO3	NO2	NH4	P2O5	DQO
						(m)	(mg/l)				
S	Villores	292080004	15/07/2004	736833	4506599	719	7,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	Villores	292080004	19/07/2005	736833	4506599		40,0	0,00	0,00	0,00	4,6
S	Villores	292080004	18/10/2005	736833	4506599		28,0	0,00	0,00	0,00	0,7
S	La Cuba	292130004	15/11/2004	718967	4496522	852	11,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	Olocau II	292130010	15/11/2004	728250	4499620	834	1,0	0,12	0,00	0,73	14,5
S	Olocau II	292130010	08/03/2005	728250	4499620		1,0	0,00	0,00	0,00	23,2
S	Olocau II	292130010	20/07/2005	728250	4499620		1,0	0,00	0,00	0,00	10,6
S	Olocau II	292130010	18/10/2005	728250	4499620		2,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	La Mata	292130011	15/07/2004	730690	4499942	782	6,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	La Mata	292130011	20/07/2005	730690	4499942		5,0	0,12	0,00	0,00	1,0
S	Celumbres-2	292180019	15/07/2004	737203	4493027	807	4,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	Celumbres-2	292180019	15/11/2004	737203	4493027		4,0	0,00	0,00	0,00	0,5
S	Celumbres-2	292180019	08/03/2005	737203	4493027		4,0	0,00	0,00	0,09	0,4
S	Celumbres-2	292180019	19/07/2005	737203	4493027		4,0	0,00	0,00	0,00	1,7
S	Les Llengueres	292280005	01/03/2005	737990	4475720	725	4,0	0,00	0,00	0,00	0,9
S	Zorita	302010010	15/11/2004	741238	4514389	632	4,0	0,00	0,13	0,00	0,7
S	Zorita	302010010	01/03/2005	741238	4514389		4,0	0,00	0,00	0,00	0,7
S	Zorita	302010010	19/07/2005	741238	4514389		4,0	0,00	0,00	0,00	3,7
S	Zorita	302010010	07/02/2006	741238	4514389		2,0	0,00	0,00	0,00	0,8
S	Mufró - Ortells	302050003	15/07/2004	738462	4508500	644	12,0	0,00	0,00	0,00	0,9
S	Mufró - Ortells	302050003	15/11/2004	738462	4508500		5,0	0,00	0,00	0,00	0,8
S	Mufró - Ortells	302050003	08/03/2005	738462	4508500		17,0	0,00	0,00	0,00	1,2
M	Morella	302120014	11/06/2004	746949	4503278	1085	10,0	0,00	0,00	0,00	0,9
M	Morella	302120014	24/06/2005	746949	4503278		12,0	0,00	0,00	0,00	0,8
M	Las Rocas	302130003	11/06/2004	754590	4497482	1080	0,0	0,00	0,00	0,00	1,0
M	Las Rocas	302130003	24/06/2005	754590	4497482		1,0	0,00	0,00	0,00	1,1
S	Catí	302170099	15/07/2004	759105	4491486	643	4,0	0,00	0,00	0,00	1,6
S	Catí	302170099	15/11/2004	759105	4491486		4,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	Catí	302170099	09/03/2005	759105	4491486		3,0	0,00	0,00	0,00	0,5
S	Catí	302170099	20/07/2005	759105	4491486		3,0	0,00	0,00	0,00	0,7
M	Chert,Fte, Albí	302180002	21/05/2004	764740	4492752	740	2,0	0,00	0,00	0,00	0,5
M	Chert,Fte, Albí	302180002	24/06/2005	764740	4492752		5,0	0,00	0,00	0,00	0,6
M	Ermita Castellfort	302210001	21/05/2004	739750	4484670	1060	0,0	0,00	0,00	0,00	0,8
M	Ermita Castellfort	302210001	10/05/2005	739750	4484670		4,0	0,00	0,00	0,00	0,5
S	Don Andrés	302280002	03/03/2005	765840	4471060	212	11,0	0,00	0,00	0,00	1,4
S	Cuevas de Vinromá-2	302280008	03/03/2005	765930	4471054	212	8,0	0,00	0,00	0,00	0,3
S	Cuevas de Vinromá-2	302280008	12/07/2005	765930	4471054		10,0	0,00	0,00	0,00	0,9
S	Cuevas de Vinromá-2	302280008	08/02/2006	765930	4471054		7,0	0,00	0,00	0,00	0,6

**Cuadro 4.- Resultados de los análisis químicos indicadores de calidad**

Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	X	Y	Cota	NO3	NO2	NH4	P2O5	DQO
						(m)	(mg/l)				
S	Cuevas de Vinromá-3	302280099	03/03/2005	765820	4471010	212	8,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	Cuevas de Vinromá-3	302280099	12/07/2005	765820	4471010		11,0	0,00	0,00	0,00	0,9
S	Mas del Retoret	302310006	15/11/2004	744450	4460075	433	4,0	0,00	0,00	0,00	0,5
S	Mas del Retoret	302310006	09/02/2006	744450	4460075		3,0	0,00	0,00	0,00	0,5
S	Culla	302310007	15/11/2004	756865	4459731	405	12,0	0,00	0,00	0,00	0,4
S	Culla	302310007	13/07/2005	756865	4459731		17,0	0,00	0,00	0,00	1,2
S	Ibarsos II	302360013	15/07/2004	749391	4457428	349	9,0	0,00	0,00	0,00	1,6
S	Ibarsos II	302360013	15/11/2004	749391	4457428		8,0	0,00	0,00	0,00	0,4
S	Ibarsos II	302360013	01/03/2005	749391	4457428		7,0	0,00	0,00	0,00	1,0
S	Ibarsos II	302360013	13/07/2005	749391	4457428		8,0	0,00	0,00	0,00	1,0
S	Barrisques	302370018	15/11/2004	758013	4459020	405	19,0	0,00	0,00	0,00	0,5
S	Barrisques	302370018	01/03/2005	758013	4459020		17,0	0,00	0,00	0,00	0,7
S	Barrisques	302370018	13/07/2005	758013	4459020		19,0	0,00	0,00	0,00	1,8
S	Planchadells	302370020	15/11/2004	757101	4459833	414	34,0	0,00	0,00	0,00	0,5
S	Planchadells	302370020	01/03/2005	757101	4459833		11,0	0,00	0,00	0,00	1,2
S	Planchadells	302370020	13/07/2005	757101	4459833		14,0	0,00	0,00	0,00	0,7
S	San Juan	302370022	13/10/2005	759250	4451260	302					
S	San Juan	302371022	13/10/2005	759250	4451260	335	8,0	0,00	0,00	0,00	1,0
S	San Juan	302372022	13/10/2005	759250	4451260	505	8,0	0,00	0,00	0,00	0,7
S	San Juan	302373022	13/10/2005	759250	4451260	715	10,0	0,00	0,00	0,00	0,7
S	San Juan	302374022	13/10/2005	759250	4451260	940	3,0	2,30	0,14	0,00	2,4
S	Calor	302370099	01/03/2005	756860	4459720	404	12,0	0,00	0,00	0,00	1,0
S	Calor	302370099	10/02/2006	756860	4459720		12,0	0,00	0,00	0,00	0,4
S	Vilanova-I	302380006	15/07/2004	761625	4458595	349	80,0	0,06	0,00	0,00	0,5
S	Vilanova-I	302380006	10/03/2005	761625	4458595		74,0	0,00	0,00	0,00	1,0
S	Vilanova-I	302380006	21/07/2005	761625	4458595		19,0	0,00	0,00	0,00	0,7
S	Vilanova-I	302380006	18/10/2005	761625	4458595		19,0	0,00	0,00	0,00	0,7
S	Vilanova-I	302380006	11/02/2006	761625	4458595		68,0	0,00	0,00	0,00	0,5
S	Agrícola Pantaló	302380008	21/07/2005	765200	4452040	283	27,0	0,00	0,00	0,00	0,7
S	Agrícola Pantaló	302380008	14/10/2005	765200	4452040						
S	Agrícola Pantaló	302380008	16/02/2006	765200	4452040		7,0	0,00	0,00	0,00	1,0
S	San Jorge II	312170026	15/07/2004	783895	4490522	137	12,0	0,00	0,00	0,00	2,5
S	San Jorge II	312170026	15/11/2004	783895	4490522		12,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	La Jana	312170027	15/07/2004	785350	4496200	182	15,0	0,00	0,00	0,00	1,0
S	Ayto San Mateo	312210037	15/11/2004	768959	4486880	388	11,0	0,00	0,00	0,00	0,7
S	Ayto San Mateo	312210037	12/07/2005	768959	4486880		11,0	0,00	0,00	0,00	1,2
S	San Mateo	312210050	15/07/2004	770662	4479965	387	3,0	0,00	0,00	0,00	0,7
S	San Mateo	312210050	15/11/2004	770662	4479965		6,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	San Mateo	312210050	03/03/2005	770662	4479965		6,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	San Mateo	312210050	07/07/2005	770662	4479965		6,0	0,00	0,00	0,00	0,9

**Cuadro 4.- Resultados de los análisis químicos indicadores de calidad**

Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	X	Y	Cota	NO3	NO2	NH4	P2O5	DQO
						(m)	(mg/l)				
M	Font de la Roca	312220002	11/06/2004	776659	4485709	397	0,0	0,00	0,00	0,00	0,6
M	Font de la Roca	312220002	24/06/2005	776659	4485709		0,0	0,00	0,00	0,00	1,0
S	Crevetes	312230027	15/07/2004	784420	4482930	110	44,0	0,00	0,00	0,00	0,5
S	Crevetes	312230027	09/03/2005	784420	4482930		33,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	Crevetes	312230027	14/07/2005	784420	4482930		27,0	0,00	0,00	0,00	0,7
S	Crevetes	312230027	08/02/2006	784420	4482930		60,0	0,00	0,00	0,00	0,5
S	Salsadella	312250010	15/07/2004	770274	4478714	343	6,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	Salsadella	312250010	15/11/2004	770274	4478714		7,0	0,00	0,00	0,00	0,5
S	Salsadella	312250010	03/03/2005	770274	4478714		7,0	0,00	0,00	0,00	0,7
S	Salsadella	312250010	12/07/2005	770274	4478714		9,0	0,00	0,00	0,00	1,0
S	Pedreira	312260004	15/07/2004	780957	4471977	182	16,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	Pedreira	312260004	15/11/2004	780957	4471977		12,0	0,00	0,00	0,00	0,5
S	Campamento	312270065	12/04/2006	787425	4475380	45	10,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	Campamento	312270065	10/10/2006	787425	4475380	45	9,0	0,00	0,00	0,00	0,5
M	Peñíscola	312280042	02/03/2005	788815	4473284	1	10,0	0,00	0,00	0,00	4,4
M	Peñíscola	312280042	15/02/2006	788815	4473284		6,0	0,00	0,00	0,13	6,8
M	Peñíscola	312280042B	02/03/2005	788798	4473283	1	8,0	0,00	0,00	0,00	2,8
M	Peñíscola	312280042B	15/02/2006	788798	4473283		11,0	0,00	0,00	0,00	5,3
M	Las fuentes	312320001	21/05/2004	779580	4462107	0	9,0	0,00	0,00	0,00	0,7
M	Las fuentes	312320001	02/03/2005	779580	4462107		14,0	0,00	0,00	0,00	2,7
M	Las fuentes	312320001	10/05/2005	779580	4462107		14,0	0,00	0,00	0,00	2,1
M	Las fuentes	312320001	09/02/2006	779580	4462107		12,0	0,00	0,00	0,00	3,6
M	Las Fuentes Norte	312320001	24/05/2006	779686	4461067		17,0	0,00	0,00	0,0	4,0
M	Las Fuentes Centro	312320001	24/05/2006	779550	4460962		15,0	0,00	0,00	0,0	3,4
M	Las Fuentes Sur	312320001	24/05/2006	779591	4460855		17,0	0,00	0,00	0,0	2,9
M	PZ1-50 cm	312320001	24/05/2006	779577	4460858		18,0	0,00	0,00	0,0	2,1
S	La Palaba - Apeadero	312320017	15/07/2004	776620	4461920	77	37,0	0,00	0,00	0,00	0,9
S	La Palaba - Apeadero	312320017	09/03/2005	776620	4461920		40,0	0,00	0,00	0,00	1,4
S	La Palaba - Apeadero	312320017	20/07/2005	776620	4461920		48,0	0,00	0,00	0,00	1,4
S	La Palaba - Apeadero	312320017	16/02/2006	776620	4461920		72,0	0,00	0,00	0,00	1,7
S	Vivers de la Bassa	312320099	15/11/2004	777088	4464100	118	30,0	0,00	0,00	0,00	0,6
S	Vivers de la Bassa	312320099	22/07/2005	777088	4464100		29,0	0,00	0,00	0,00	1,3
S	Vivers de la Bassa	312320099	18/02/2006	777088	4464100		29,0	0,00	0,00	0,00	1,0
M	Font Dyns		12/04/2006	789523	4473360		9,0	0,00	0,00	0,00	0,6
M	Font Dyns		10/10/2006	789523	4473360		7,0	0,00	0,00	0,00	0,5
M	Badum	312330002	25/08/2006	784993	4467698	0	7,0	0,00	0,00	0,00	6,5
<b>Valores paramétricos de los indicadores de calidad para el agua de consumo humano (Real Decreto140/2003)</b>							<b>Nitrato</b>	<b>Nitrito</b>	<b>Amonio</b>		<b>DQO</b>
								<b>mg/l</b>			<b>mg/l</b>
							<b>50</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>		<b>5,0</b>

**Cuadro 5.- Resultados de los análisis isotópicos**

Tipo	Nombre	Nº de Inventario	Fecha de toma	X	Y	Cota	Oxígeno-18	Deuterio	Exceso de deuterio (d)	Tritio	T inc
						(m)	(‰)			(UT)	
S	Villores	292080004	15/07/2004	736833	4506599	719	-8,34	-56,80	9,9	3,8	0,5
S	Villores	292080004	19/07/2005	736833	4506599		-7,67	-51,07	10,3	4,84	0,51
S	Villores	292080004	18/10/2005	736833	4506599						
S	La Cuba	292130004	15/11/2004	718967	4496522	852	-8,81	-58,87	11,6		
S	Olocau II	292130010	15/11/2004	728250	4499620	834	4,97	1,42	-38,3		
S	Olocau II	292130010	08/03/2005	728250	4499620		4,20	2,00	-31,6		
S	Olocau II	292130010	20/07/2005	728250	4499620		-0,20	-21,28	-19,7	3,32	0,46
S	Olocau II	292130010	18/10/2005	728250	4499620		-9,02	-60,91	11,3	0,74	0,34
S	La Mata	292130011	15/07/2004	730690	4499942	782	-7,00	-40,43	15,5	0,1	0,5
S	La Mata	292130011	20/07/2005	730690	4499942		-7,54	-51,62	8,7		
S	Celumbres-2	292180019	15/07/2004	737203	4493027	807	-7,05	-41,15	15,3	1,3	0,6
S	Celumbres-2	292180019	15/11/2004	737203	4493027		-8,52	-55,82	12,3		
S	Celumbres-2	292180019	08/03/2005	737203	4493027		-8,29	-54,40	12,0		
S	Celumbres-2	292180019	19/07/2005	737203	4493027		-8,22	-54,29	11,5		
S	Les Llengueres	292280005	01/03/2005	737990	4475720	725	-8,07	-51,60	12,9	3,88	0,42
S	Zorita	302010010	15/11/2004	741238	4514389	632	-8,12	-52,50	12,5		
S	Zorita	302010010	01/03/2005	741238	4514389		-7,93	-53,00	10,5		
S	Zorita	302010010	19/07/2005	741238	4514389		-8,34	-51,72	15,0		
S	Zorita	302010010	07/02/2006	741238	4514389		-7,50	-51,16	8,8	4,68	0,52
S	Mufró - Ortells	302050003	15/07/2004	738462	4508500	644	-6,62	-38,24	14,7	5,8	0,7
S	Mufró - Ortells	302050003	15/11/2004	738462	4508500		-6,40	-37,90	13,3		
S	Mufró - Ortells	302050003	08/03/2005	738462	4508500		-6,71	-45,70	8,0		
M	Morella	302120014	11/06/2004	746949	4503278	1085	-8,32	-54,50	12,1		
M	Morella	302120014	24/06/2005	746949	4503278		-8,01	-52,52	11,6		
M	Las Rocas	302130003	11/06/2004	754590	4497482	1080	-7,48	-43,60	16,2		
M	Las Rocas	302130003	24/06/2005	754590	4497482		-7,41	-45,45	13,8		
S	Catí	302170099	15/07/2004	759105	4491486	643	-6,32	-37,30	13,3	3,5	0,7
S	Catí	302170099	15/11/2004	759105	4491486		-7,56	-47,21	13,3		
S	Catí	302170099	09/03/2005	759105	4491486		-7,30	-46,20	12,2		
S	Catí	302170099	20/07/2005	759105	4491486		-7,91	-47,51	15,8		
M	Chert,Fte, Albí	302180002	21/05/2004	764740	4492752	740	-6,50	-39,80	12,2		
M	Chert,Fte, Albí	302180002	24/06/2005	764740	4492752		-6,27	-39,12	11,0		
M	Ermita Castellfort	302210001	21/05/2004	739750	4484670	1060	-7,79	-53,10	9,2		
M	Ermita Castellfort	302210001	10/05/2005	739750	4484670		-8,12	-51,42	13,5	6,3	0,52
S	Don Andrés	302280002	03/03/2005	765840	4471060	212	-7,14	-44,40	12,80		
S	Cuevas de Vinromá-2	302280008	03/03/2005	765930	4471054	212	-7,44	-46,00	13,50		
S	Cuevas de Vinromá-2	302280008	12/07/2005	765930	4471054		-7,38	-45,98	13,06		
S	Cuevas de Vinromá-2	302280008	08/02/2006	765930	4471054		-7,23	-46,44	11,40		

**Cuadro 5.- Resultados de los análisis isotópicos**

Tipo	Nombre	Nº de Inventario	Fecha de toma	X	Y	Cota	Oxígeno-18	Deuterio	Exceso de deuterio (d)	Tritio	T inc
						(m)	(‰)		(UT)		
S	Cuevas de Vinromá-3	302280099	03/03/2005	765820	4471010	212	-7,22	-44,70	13,10	3,35	0,4
S	Cuevas de Vinromá-3	302280099	12/07/2005	765820	4471010		-7,20	-44,54	13,06	2,77	0,44
S	Mas del Retoret	302310006	15/11/2004	744450	4460075	433	-7,53	-46,90	13,4		
S	Mas del Retoret	302310006	09/02/2006	744450	4460075		-6,97	-43,70	12,1		
S	Culla	302310007	15/11/2004	756865	4459731	405	-6,83	-42,12	12,5		
S	Culla	302310007	13/07/2005	756865	4459731		-6,24	-30,04	19,9		
S	Ibarsos II	302360013	15/07/2004	749391	4457428	349	-6,66	-39,01	14,3	5,3	0,7
S	Ibarsos II	302360013	15/11/2004	749391	4457428		-7,28	-44,18	14,1		
S	Ibarsos II	302360013	01/03/2005	749391	4457428		-7,04	-43,90	12,5		
S	Ibarsos II	302360013	13/07/2005	749391	4457428		-6,96	-42,96	12,7		
S	Barrisques	302370018	15/11/2004	758013	4459020	405	-6,76	-42,00	12,1		
S	Barrisques	302370018	01/03/2005	758013	4459020		-6,42	-39,80	11,5		
S	Barrisques	302370018	13/07/2005	758013	4459020		-6,46	-39,46	12,2		
S	Planchadells	302370020	15/11/2004	757101	4459833	414	-6,17	-36,43	12,9		
S	Planchadells	302370020	01/03/2005	757101	4459833		-6,55	-39,90	12,5		
S	Planchadells	302370020	13/07/2005	757101	4459833		-6,49	-40,45	11,5		
S	San Juan	302370022	13/10/2005	759250	4451260	302					
S	San Juan	302371022	13/10/2005	759250	4451260	335	-5,86	-32,98	13,9	2,67	0,39
S	San Juan	302372022	13/10/2005	759250	4451260	505	-5,86	-34,58	12,3	1,59	0,37
S	San Juan	302373022	13/10/2005	759250	4451260	715	-5,78	-49,29	-3,1	1,15	0,36
S	San Juan	302374022	13/10/2005	759250	4451260	940	-6,32	-37,19	13,4	0,32	0,33
S	Calor	302370099	01/03/2005	756860	4459720	404	-6,44	-38,20	13,30	4,51	0,44
S	Calor	302370099	10/02/2006	756860	4459720		-6,30	-10,20	40,20	3,67	0,49
S	Vilanova-I	302380006	15/07/2004	761625	4458595	349	-5,55	-33,89	10,47	1,6	0,6
S	Vilanova-I	302380006	10/03/2005	761625	4458595		-5,93	-35,00	12,50		
S	Vilanova-I	302380006	21/07/2005	761625	4458595		-6,82	-39,95	14,61		
S	Vilanova-I	302380006	18/10/2005	761625	4458595						
S	Vilanova-I	302380006	11/02/2006	761625	4458595		-5,68	-33,00	12,44		
S	Agrícola Pantaló	302380008	21/07/2005	765200	4452040	283	-5,91	-33,40	13,88		
S	Agrícola Pantaló	302380008	14/10/2005	765200	4452040					0,32	0,38
S	Agrícola Pantaló	302380008	16/02/2006	765200	4452040		-5,77	-33,28	12,88		
S	San Jorge II	312170026	15/07/2004	783895	4490522	137	-6,66	-39,64	13,67	1,8	0,6
S	San Jorge II	312170026	15/11/2004	783895	4490522		-5,63	-33,15	11,89		
S	La Jana	312170027	15/07/2004	785350	4496200	182	-6,03	-36,77	11,49	4,9	0,5
S	Ayto San Mateo	312210037	15/11/2004	768959	4486880	388	-5,92	-33,58	13,78		
S	Ayto San Mateo	312210037	12/07/2005	768959	4486880		-5,59	-33,31	11,41		
S	San Mateo	312210050	15/07/2004	770662	4479965	387	-7,71	-49,09	12,59	4,1	0,5
S	San Mateo	312210050	15/11/2004	770662	4479965		-7,88	-48,90	14,14		
S	San Mateo	312210050	03/03/2005	770662	4479965		-7,61	-48,10	12,80		
S	San Mateo	312210050	07/07/2005	770662	4479965		-7,54	-47,85	12,47		

**Cuadro 5.- Resultados de los análisis isotópicos**

Tipo	Nombre	Nº de Inventario	Fecha de toma	X	Y	Cota	Oxígeno-18	Deuterio	Exceso de deuterio (d)	Tritio	T inc
						(m)	(‰)			(UT)	
M	Font de la Roca	312220002	11/06/2004	776659	4485709	397	-5,88	-32,30	14,74		
M	Font de la Roca	312220002	24/06/2005	776659	4485709		-5,66	-29,62	15,66		
S	Crevetes	312230027	15/07/2004	784420	4482930	110	-6,23	-38,39	11,46	4,5	0,5
S	Crevetes	312230027	09/03/2005	784420	4482930		-6,21	-37,80	11,90		
S	Crevetes	312230027	14/07/2005	784420	4482930		-7,11	-42,44	14,44		
S	Crevetes	312230027	08/02/2006	784420	4482930		-5,56	-33,43	11,05	3,34	0,48
S	Salsadella	312250010	15/07/2004	770274	4478714	343	-7,61	-48,54	12,38	3,3	0,4
S	Salsadella	312250010	15/11/2004	770274	4478714		-7,78	-49,93	12,33		
S	Salsadella	312250010	03/03/2005	770274	4478714		-7,53	-47,40	12,80		
S	Salsadella	312250010	12/07/2005	770274	4478714		-7,42	-45,85	13,51		
S	Pedreira	312260004	15/07/2004	780957	4471977	182	-6,96	-44,65	11,03	3,9	0,5
S	Pedreira	312260004	15/11/2004	780957	4471977		-7,26	-44,46	13,62		
S	Campamento	312270065	12/04/2006	787425	4475380	45	-6,71	-40,92	12,76	3,31	0,45
S	Campamento	312270065	10/10/2006	787425	4475380						
M	Peñíscola	312280042	02/03/2005	788815	4473284	1	-5,76	-34,00	12,1		
M	Peñíscola	312280042	15/02/2006	788815	4473284		-4,55	-27,40	9,0		
M	Peñíscola	312280042B	02/03/2005	788798	4473283	1	-6,48	-38,40	13,4		
M	Peñíscola	312280042B	15/02/2006	788798	4473283		-5,71	-35,34	10,3		
M	Las fuentes	312320001	21/05/2004	779580	4462107	0	-6,69	-40,20	13,3		
M	Las fuentes	312320001	02/03/2005	779580	4462107		-6,18	-36,30	13,2		
M	Las fuentes	312320001	10/05/2005	779580	4462107		-6,22	-37,02	12,7	4,43	0,46
M	Las fuentes	312320001	09/02/2006	779580	4462107		-5,47	-33,33	10,4	3,05	0,48
M	Las Fuentes Norte	312320001	24/05/2006	779686	4461067	0	-5,99	-37,95	10,0		
M	Las Fuentes Centro	312320001	24/05/2006	779550	4460962		-5,75	-35,21	10,8		
M	Las Fuentes Sur	312320001	24/05/2006	779591	4460855		-6,01	-36,75	11,3		
S	Piezómetro PZ1-50	312320001	24/05/2006	779577	4460858		-6,27	-38,89	11,3		
S	La Palaba - Apeadero	312320017	15/07/2004	776620	4461920	77	-6,15	-38,73	10,48	4,2	0,5
S	La Palaba - Apeadero	312320017	09/03/2005	776620	4461920		-5,92	-36,40	11,00	3,71	0,41
S	La Palaba - Apeadero	312320017	20/07/2005	776620	4461920		-5,92	-36,00	11,36	3,2	0,43
S	La Palaba - Apeadero	312320017	16/02/2006	776620	4461920		-5,08	-30,47	10,17		
S	Vivers de la Bassa	312320099	15/11/2004	777088	4464100	118	-6,33	-38,93	11,72		
S	Vivers de la Bassa	312320099	22/07/2005	777088	4464100		-6,23	-36,58	13,26		
S	Vivers de la Bassa	312320099	18/02/2006	777088	4464100		-5,73	-34,95	10,89		
M	Font Dyns		12/04/2006	789523	4473360		-7,39	-47,06	12,1	3,61	0,46
M	Font Dyns		10/10/2006	789523	4473360						
M	Badum	312330002	25/08/2006	784993	4467698	0					

MAESTRAZGO. PRIMER MUESTREO (MAYO-JULIO 2004)

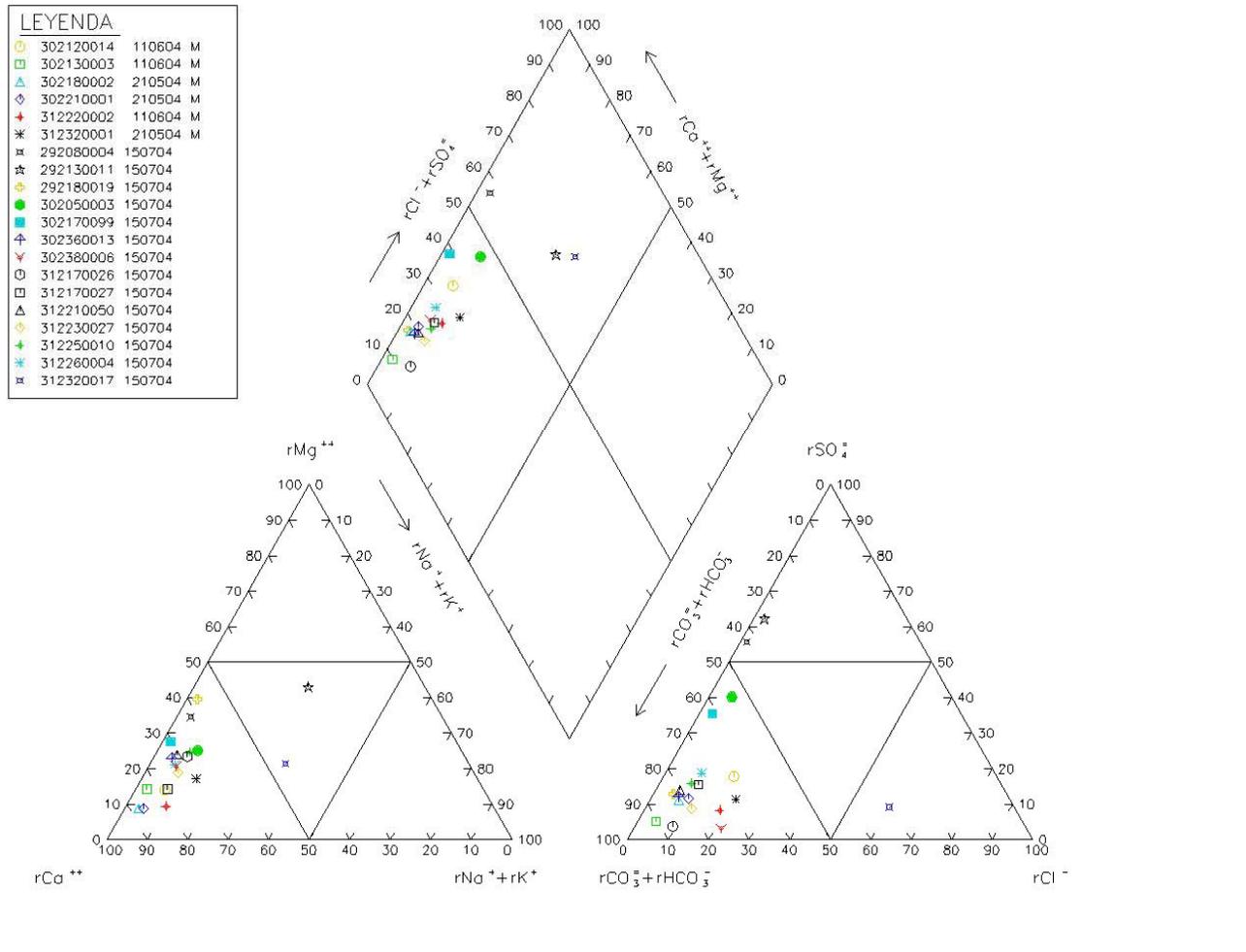


Figura 3.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la primera campaña

MAESTRAZGO. SEGUNDO MUESTREO (NOVIEMBRE 2004)

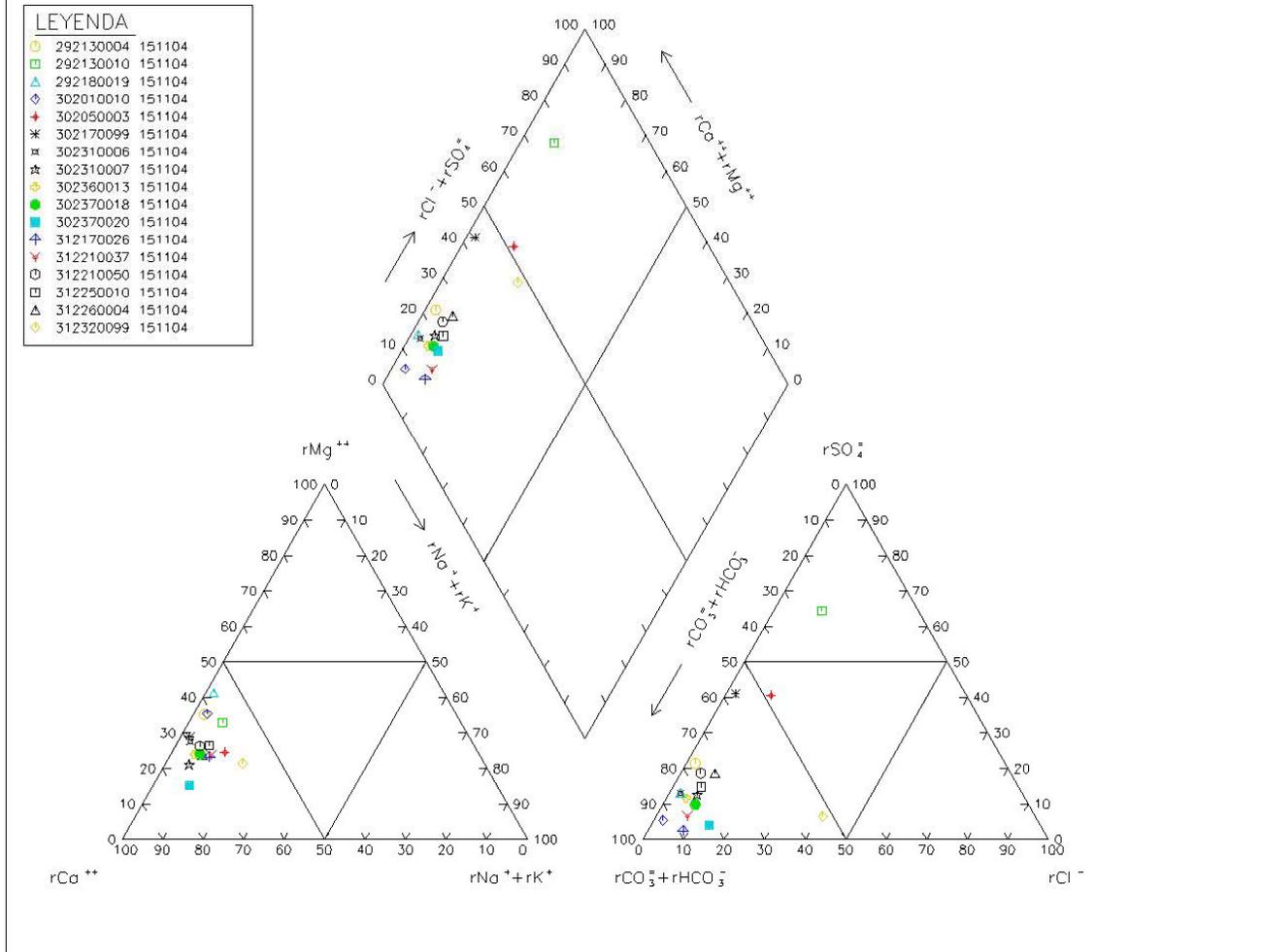


Figura 4.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la segunda campaña

MAESTRAZGO. TERCER MUESTREO (MARZO 2005)

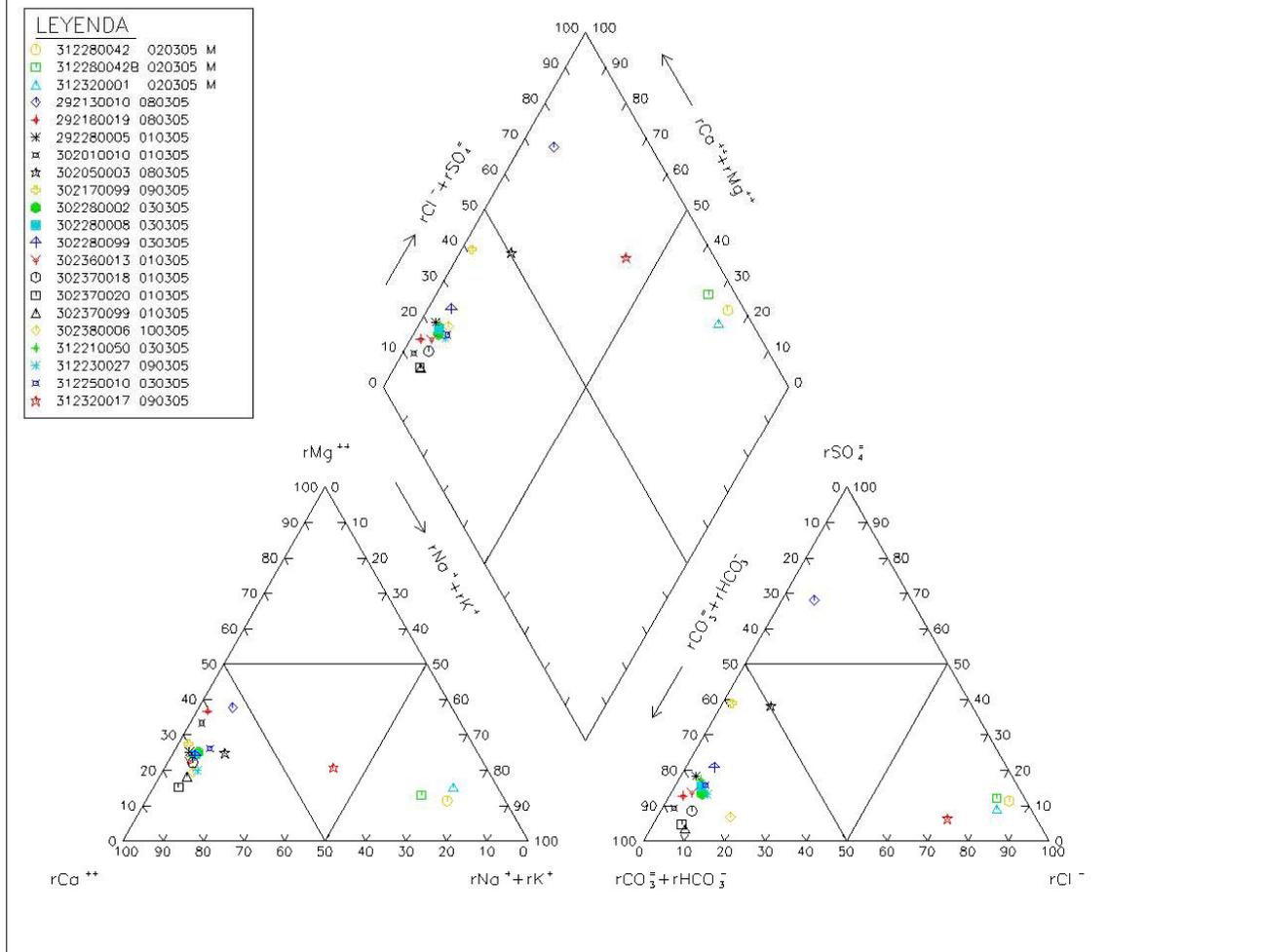


Figura 5.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la tercera campaña

MAESTRAZGO. CUARTO MUESTREO (MAYO-JULIO 2005)

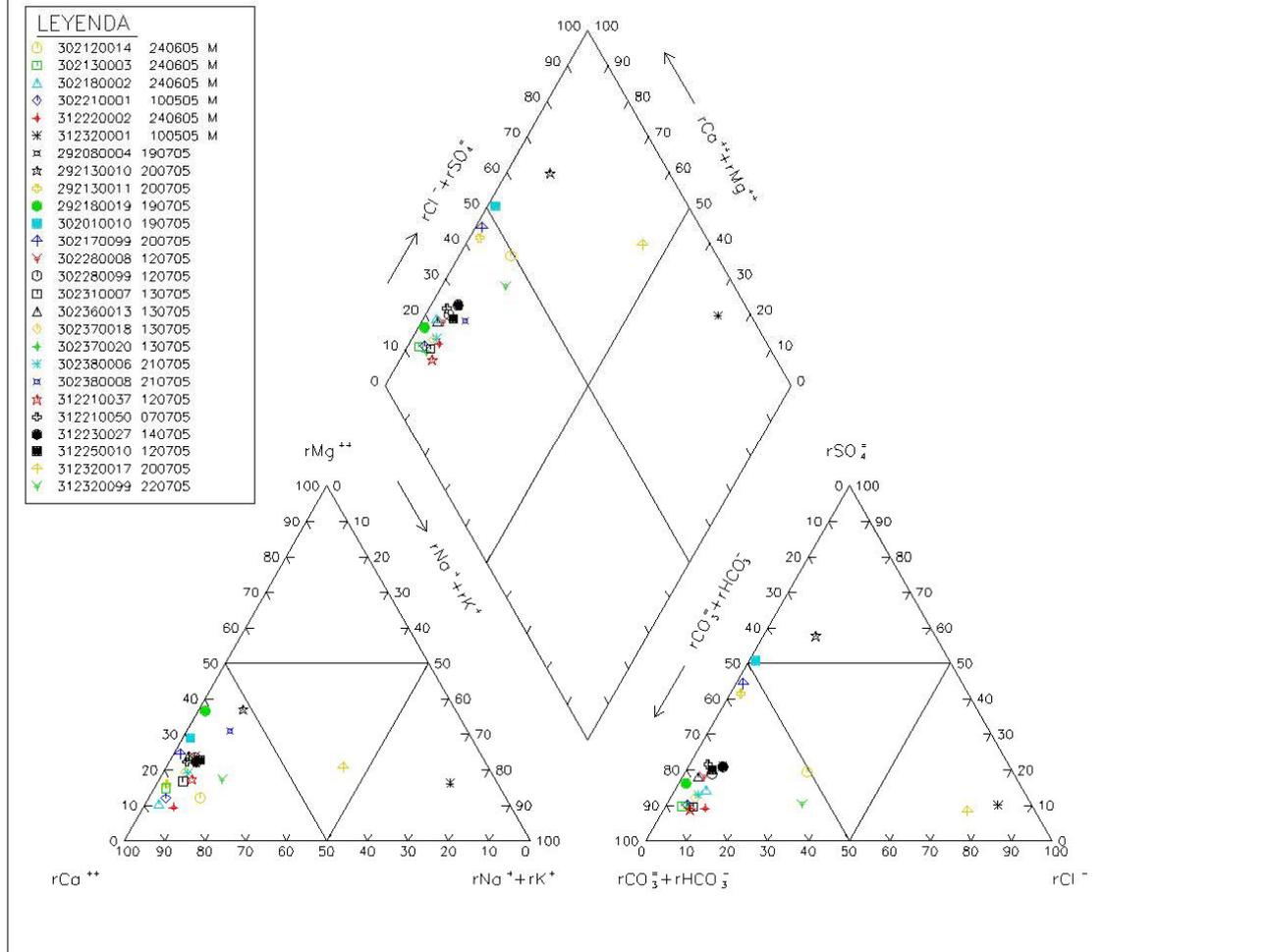


Figura 6.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la cuarta campaña

MAESTRAZGO, QUINTO MUESTREO (OCTUBRE 2005)

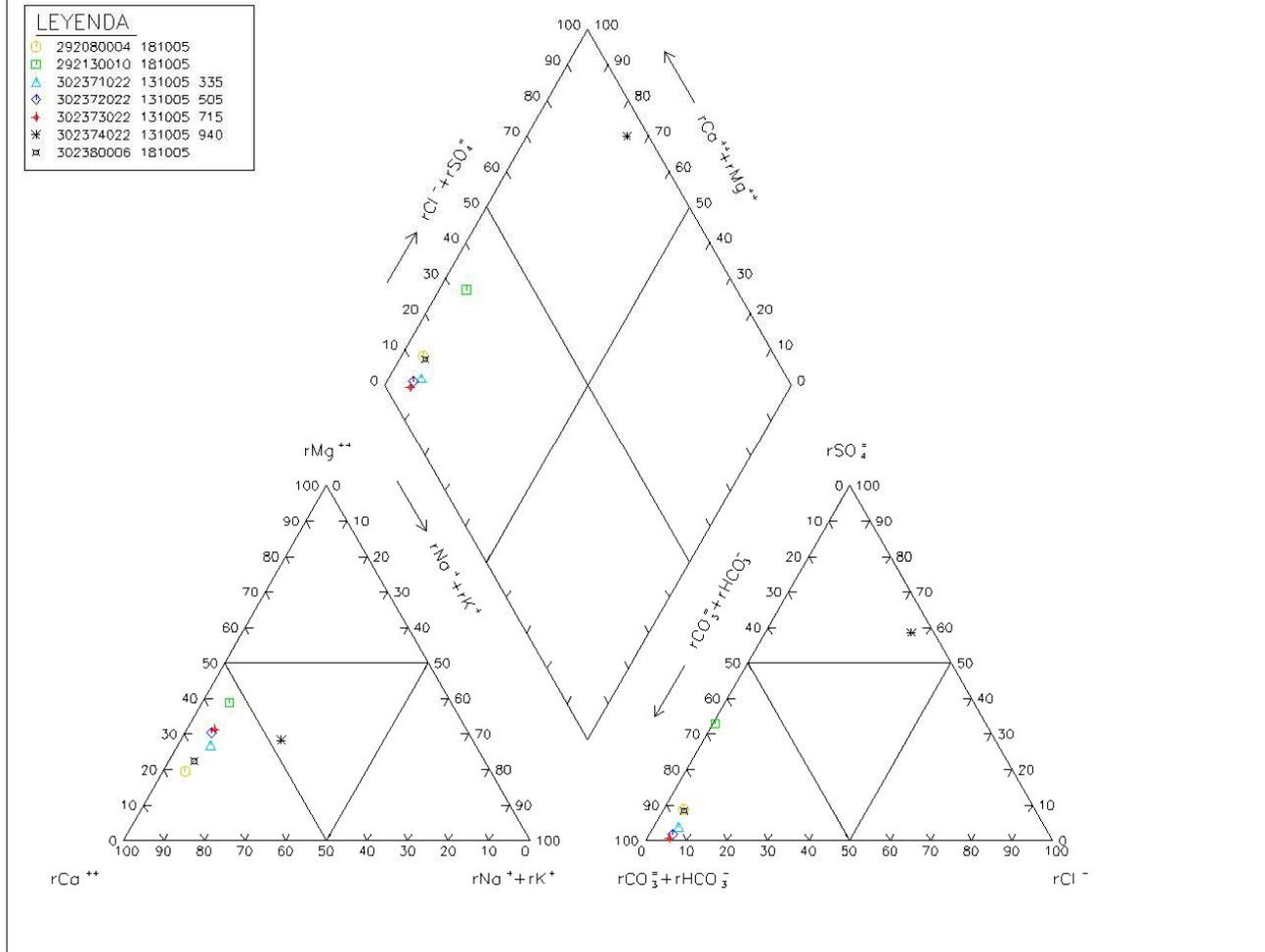


Figura 7.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la quinta campaña

MAESTRAZGO. SEXTO MUESTREO (FEBRERO 2006)

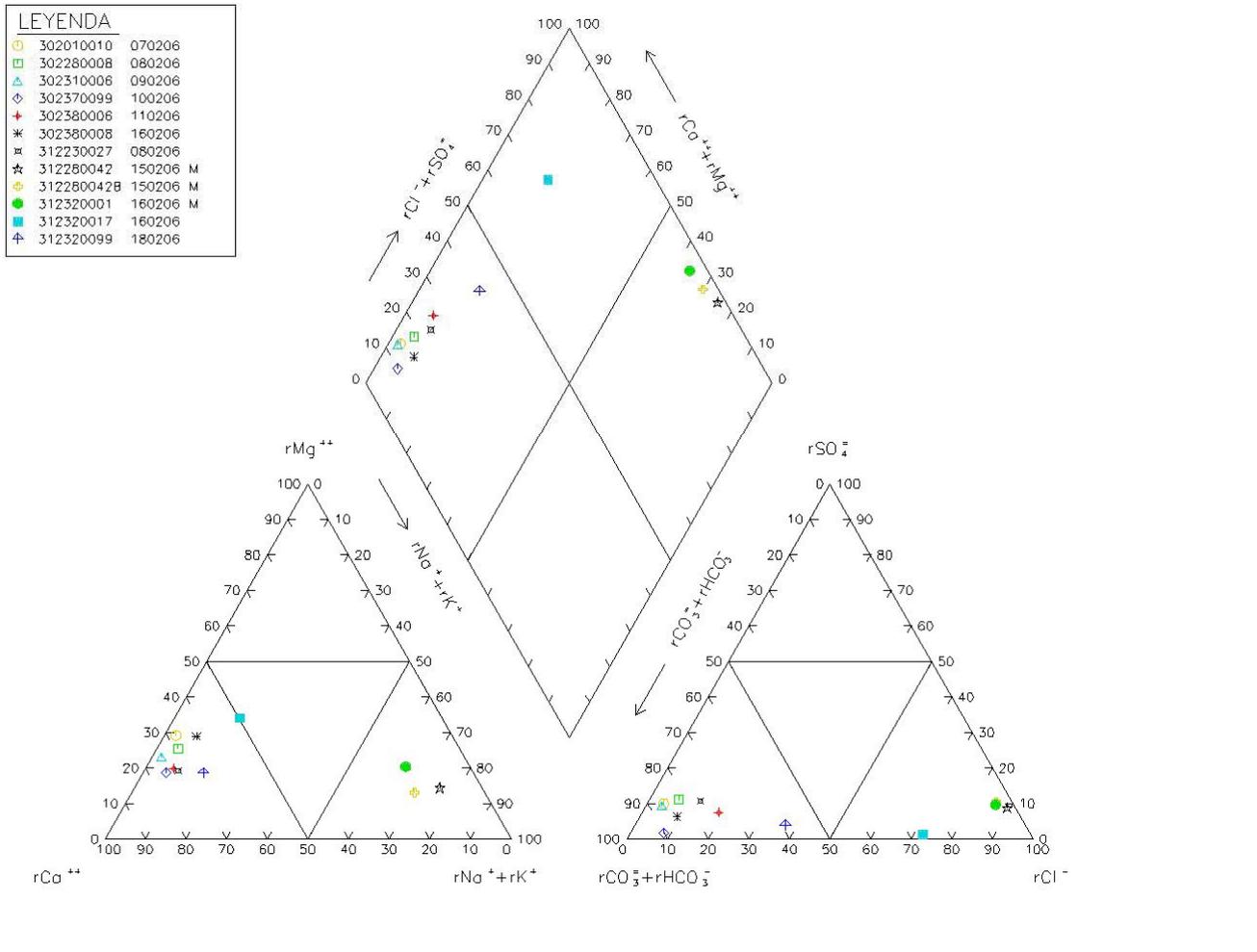


Figura 8.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la sexta campaña

MAESTRAZGO. SEPTIMO MUESTREO (ABRIL Y MAYO 2006)

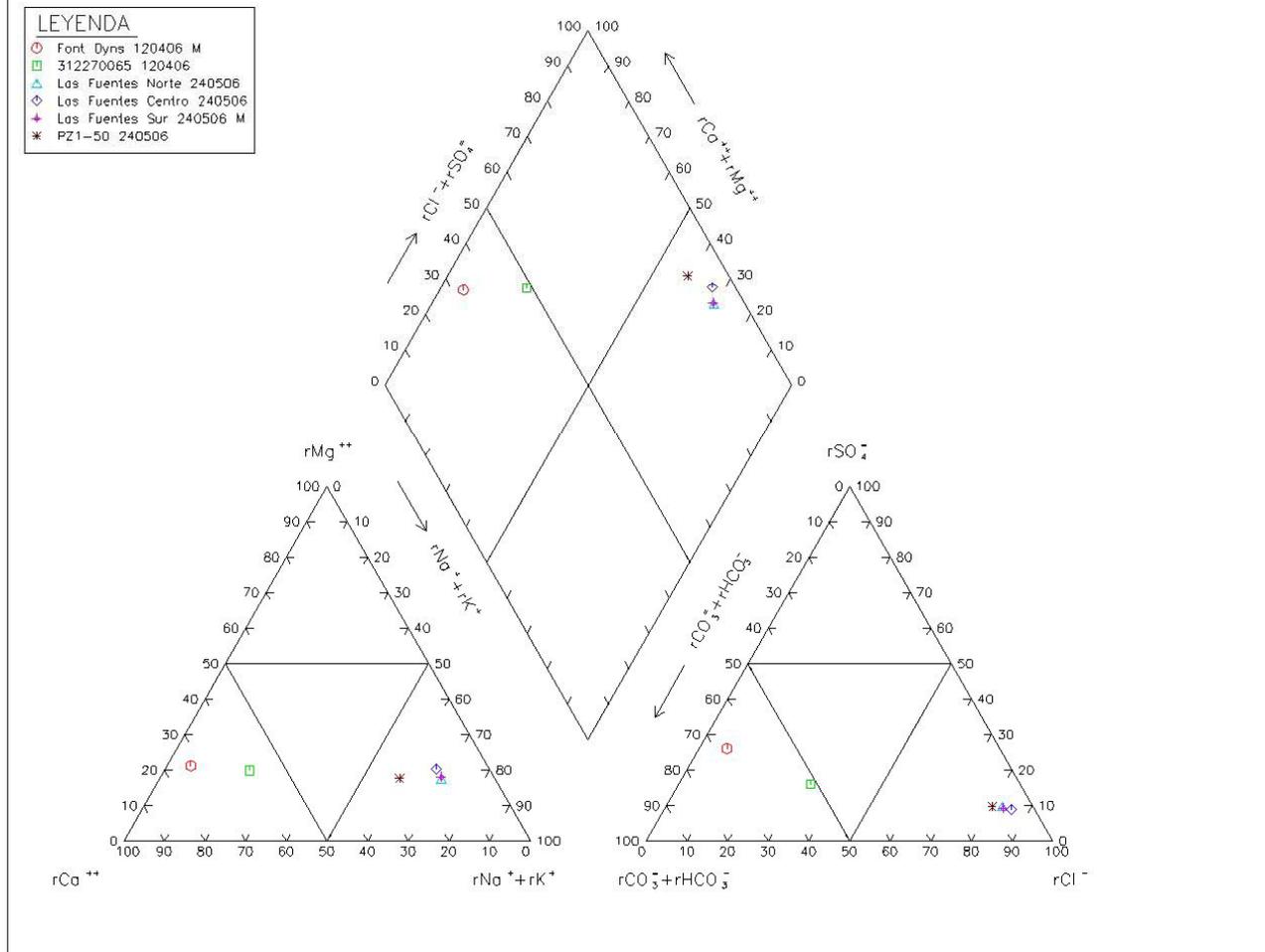


Figura 9.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la séptima campaña

MAESTRAZGO.OCTAVO MUESTREO (AGOSTO Y OCTUBRE 2006)

LEYENDA  
 ○ 312270065 101006  
 □ Fent Dyns 101006 M  
 △ 312330002 250806 M

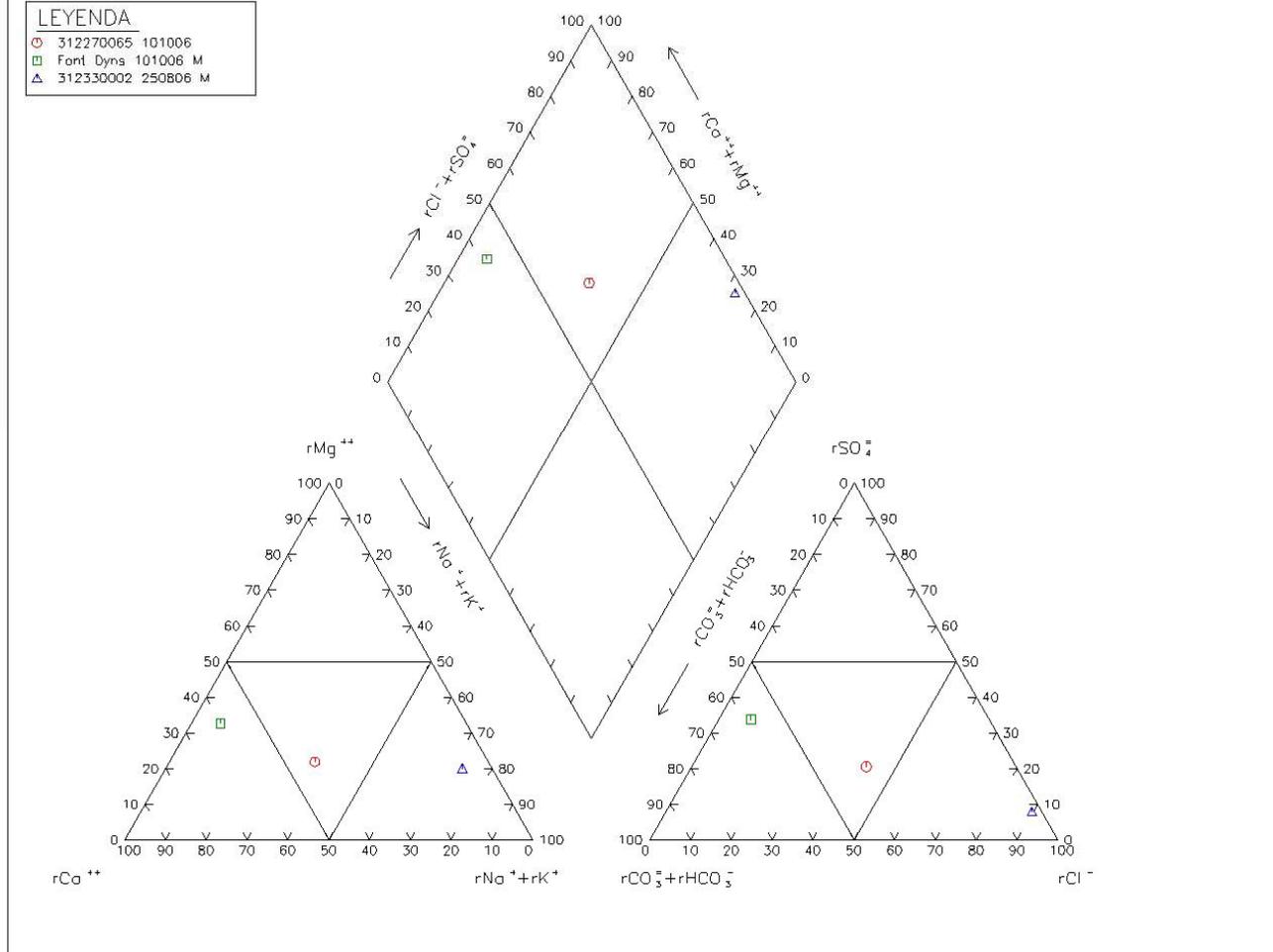


Figura 10.- Diagrama de Piper para los puntos muestreados en la octava campaña

Cuadro 6.- Facies hidroquímicas de los puntos muestreados					
Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	Conduct (µS/cm)	Facies hidroquímica
S	Villores	292080004	15-07-04	631	Sulfatada cálcica
			19-07-05	655	Bicarbonatada cálcica
			18-10-05	696	Bicarbonatada cálcica
S	La Cuba	292130004	15-11-04	488	Bicarbonatada cálcica
S	Olocau II	292130010	15-11-04	670	Sulfatada cálcica
			08-03-05	693	Sulfatada cálcica
			20-07-05	728	Sulfatada cálcica
			18-10-05	620	Bicarbonatada cálcica
S	La Mata	292130011	15-07-04	1248	Sulfatada magnésico-cálcica
			20-07-05	613	Bicarbonatada cálcica
S	Celumbres-2	292180019	15-07-04	429	Bicarbonatada cálcica
			15-11-04	440	Bicarbonatada cálcica
			08-03-05	445	Bicarbonatada cálcica
			19-07-05	446	Bicarbonatada cálcica
S	Les Llengueres	292280005	01-03-05	477	Bicarbonatada cálcica
S	Zorita	302010010	15-11-04	489	Bicarbonatada cálcica
			01-03-05	510	Bicarbonatada cálcica
			19-07-05	627	Sulfatada cálcica
			07-02-06	492	Bicarbonatada cálcica
S	Mufró - Ortells	302050003	15-07-04	663	Bicarbonatada cálcica
			15-11-04	606	Bicarbonatado-sulfatada cálcica
			08-03-05	613	Bicarbonatado-sulfatada cálcica
M	Morella	302120014	11-06-04	546	Bicarbonatada cálcica
			24-06-05	715	Bicarbonatado-clorurada cálcica
M	Las Rocas	302130003	11-06-04	385	Bicarbonatada cálcica
			24-06-05	380	Bicarbonatada cálcica
S	Catí	302170099	15-07-04	542	Bicarbonatada cálcica
			15-11-04	587	Bicarbonatada cálcica
			09-03-05	592	Bicarbonatada cálcica
			20-07-05	624	Bicarbonatada cálcica
M	Chert,Fte, Albí	302180002	21-05-04	320	Bicarbonatada cálcica
			24-06-05	329	Bicarbonatada cálcica
M	Ermita Castellfort	302210001	21-05-04	330	Bicarbonatada cálcica
			10-05-05	346	Bicarbonatada cálcica
S	Don Andrés	302280002	03-03-05	481	Bicarbonatada cálcica

Cuadro 6.- Facies hidroquímicas de los puntos muestreados					
Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	Conduct (µS/cm)	Facies hidroquímica
S	Cuevas de Vinromá-2	302280008	03-03-05	472	Bicarbonatada cálcica
			12-07-05	465	Bicarbonatada cálcica
			08-02-06	472	Bicarbonatada cálcica
S	Cuevas de Vinromá-3	302280099	03-03-05	468	Bicarbonatada cálcica
			12-07-05	456	Bicarbonatada cálcica
S	Mas del Retoret	302310006	15-11-04	440	Bicarbonatada cálcica
			09-02-06	443	Bicarbonatada cálcica
S	Culla	302310007	15-11-04	434	Bicarbonatada cálcica
			13-07-05	719	Bicarbonatada cálcica
S	Ibarsos II	302360013	15-07-04	408	Bicarbonatada cálcica
			15-11-04	442	Bicarbonatada cálcica
			01-03-05	450	Bicarbonatada cálcica
			13-07-05	454	Bicarbonatada cálcica
S	Barrisques	302370018	15-11-04	483	Bicarbonatada cálcica
			01-03-05	484	Bicarbonatada cálcica
			13-07-05	480	Bicarbonatada cálcica
S	Planchadells	302370020	15-11-04	483	Bicarbonatada cálcica
			01-03-05	440	Bicarbonatada cálcica
			13-07-05	450	Bicarbonatada cálcica
S	San Juan	302370022	13-10-05		
	a 335 m prof.		13-10-05	670	Bicarbonatada cálcica
	a 505 m prof.		13-10-05	662	Bicarbonatada cálcica
	a 715 m prof.		13-10-05	643	Bicarbonatada cálcica
	a 940 m prof.		13-10-05	8323	Sulfatada cálcico-magnésica
S	Calor	302370099	01-03-05	439	Bicarbonatada cálcica
			10-02-06	432	Bicarbonatada cálcica
S	Vilanova-I	302380006	15-07-04	725	Bicarbonatada cálcica
			10-03-05	798	Bicarbonatada cálcica
			21-07-05	479	Bicarbonatada cálcica
			18-10-05	541	Bicarbonatada cálcica
			11-02-06	765	Bicarbonatada cálcica
S	Agrícola Pantaló	302380008	21-07-05	578	Bicarbonatada cálcica
			16-02-06	586	Bicarbonatada cálcica
S	San Jorge II	312170026	15-07-04	520	Bicarbonatada cálcica
			15-11-04	560	Bicarbonatada cálcica

Cuadro 6.- Facies hidroquímicas de los puntos muestreados					
Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	Conduct (µS/cm)	Facies hidroquímica
S	La Jana	312170027	15-07-04	578	Bicarbonatada cálcica
S	Ayto San Mateo	312210037	15-11-04	493	Bicarbonatada cálcica
			12-07-05	476	Bicarbonatada cálcica
S	San Mateo	312210050	15-07-04	466	Bicarbonatada cálcica
			15-11-04	494	Bicarbonatada cálcica
			03-03-05	496	Bicarbonatada cálcica
			07-07-05	498	Bicarbonatada cálcica
M	Font de la Roca	312220002	11-06-04	442	Bicarbonatada cálcica
			24-06-05	565	Bicarbonatada cálcica
S	Crevetes	312230027	15-07-04	590	Bicarbonatada cálcica
			09-03-05	601	Bicarbonatada cálcica
			14-07-05	579	Bicarbonatada cálcica
			08-02-06	676	Bicarbonatada cálcica
S	Salsadella	312250010	15-07-04	467	Bicarbonatada cálcica
			15-11-04	504	Bicarbonatada cálcica
			03-03-05	506	Bicarbonatada cálcica
			12-07-05	492	Bicarbonatada cálcica
S	Pedreira	312260004	15-07-04	532	Bicarbonatada cálcica
			15-11-04	546	Bicarbonatada cálcica
S	Campamento	312270065	12-04-06	739	Bicarbonatada cálcica
			10-10-06	925	Clorurado-bicarbonatada cálcico-sódica
M	Peñíscola	312280042	02-03-05	11785	Clorurada sódica
			15-02-06	20725	Clorurada sódica
M	Peñíscola	312280042B	02-03-05	6345	Clorurada sódica
			15-02-06	10343	Clorurada sódica
M	Las Fuentes	312320001	21-05-04	536	Bicarbonatada cálcica
			02-03-05	5164	Clorurada sódica
			10-05-05	4924	Clorurada sódica
			09-02-06	9513	Clorurada sódica
M	Las Fuentes	312320001_Norte	24-05-06	5625	Clorurada sódica
		312320001_Centro	24-05-06	7845	Clorurada sódica
		312320001_Sur	24-05-06	5635	Clorurada sódica
		312320001_PZ1-50 cm	24-05-06	3785	Clorurada sódica
S	La Palaba - Apeadero	312320017	15-07-04	1097	Clorurada cálcico-sódica
			09-03-05	1882	Clorurada sódico-cálcica
			20-07-05	2474	Clorurada sódico-cálcica
			16-02-06	1754	Clorurada cálcico-magnésica

Cuadro 6.- Facies hidroquímicas de los puntos muestreados					
Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	Conduct (µS/cm)	Facies hidroquímica
S	Vivers de la Bassa	312320099	15-11-04	739	Bicarbonatado-clorurada cálcica
			22-07-05	719	Bicarbonatada cálcica
			18-02-06	755	Bicarbonatada cálcica
M	Font Dyns		12-04-06	547	Bicarbonatada cálcica
			10-10-06	550	Bicarbonatada cálcica
M	Badum	312330002	25-08-06	15414	Clorurada sódica

La *distribución espacial de la composición química* de las aguas subterráneas se ha estudiado mediante la representación de los diagramas de Stiff, para cada una de las campañas realizadas, en los planos 1 a 8 (Anexo 2). Estos mapas ponen de manifiesto la homogeneidad química de las aguas del acuífero profundo, siendo predominantemente bicarbonatadas cálcicas y de similar mineralización en la mayor parte del mismo.

No obstante, se evidencia la existencia, muy localizada en la zona noroccidental del área de estudio, de aguas sulfatadas cálcicas y/o magnésicas (planos 1, 2, 3 y 4), ligeramente más mineralizadas, que indican cierta influencia del contacto con materiales arcillosos y margosos de las formaciones suprayacentes al acuífero carbonático.

Destaca también la naturaleza sulfatada magnésica (plano 5) y la elevada salinidad del agua tomada a 940 m de profundidad del sondeo de San Juan, que, como ya se indicó anteriormente, manifiesta la influencia de los materiales más profundos.

Por otro lado, en los mapas hidroquímicos de Stiff aparecen representadas las aguas cloruradas sódicas de los manantiales costeros y del sondeo próximo de la Palaba, afectados por la intrusión marina.

El valor de algunos índices hidrogeoquímicos (cuadro 7), que establecen las relaciones iónicas entre constituyentes mayoritarios, también manifiesta la relación de la composición del agua con los materiales por los que circulan y la existencia de fenómenos modificadores como la intrusión marina.

La relación  $rMg/rCa$  en muchos casos es un indicador de la naturaleza de los terrenos atravesados, aumentando cuando existe influencia de materiales dolomíticos y sales magnésicas, y en otros también indica la mezcla con agua de mar, aumentando a la vez que

se incrementa el contenido en cloruros. Esta relación varía en las aguas bicarbonatadas cálcicas de la zona entre 0,1 y 0,4, según la mayor o menor presencia de dolomías. En algún caso, como en el sondeo 292180019 (Celumbres-2) la relación aumenta ligeramente (entre 0,6 y 0,7) debido al predominio de las dolomías.

Este índice es más alto (0,7 a 1,6) en los manantiales costeros por la influencia del agua del mar, que tiene un valor de esta relación alrededor de 5. Del mismo modo, esta relación es relativamente más alta en las aguas sulfatadas de los sondeos de la zona noroeste, lo que indica que junto a la disolución de sulfatos se produce la de magnesio a partir de los materiales margosos o arcillosos. Lo mismo puede decirse de la muestra de Cabanes a 940 m de profundidad, donde es importante la disolución de sulfatos magnésicos.

Las relaciones  $rSO_4/rCl$  y  $rSO_4/rHCO_3$ , que son indicadoras de los procesos diferenciadores en los que predomina la disolución de materiales salinos, son más elevadas en las facies sulfatadas de algunas muestras recogidas en los sondeos de Villores, Olocau II, La Mata de Morella, Abastecimiento Zorita, Mugaró-Ortells y Catí (ver la situación en figura 1). También en el sondeo San Juan de Cabanes, estos valores aumentan en la muestra tomada a 940 m de profundidad. El aumento de la relación  $rSO_4/rCl$ , en este caso, es menor debido a que al mismo tiempo que se incrementa el contenido en sulfatos lo hace el de cloruros.

El índice  $rSO_4/rCl$  es, sin embargo, más bajo en los manantiales costeros con influencia marina, por el aumento del contenido en cloruros.

La relación  $rCl/rHCO_3$  es interesante para seguir el proceso de concentración de sales en el sentido del flujo subterráneo y, especialmente útil en la caracterización de la intrusión marina. En la zona de estudio, dicha relación es muy baja en las aguas bicarbonatadas cálcicas sin otra influencia, y aumenta notablemente en las aguas afectadas por la intrusión marina, sobre todo en los manantiales costeros (entre 8 y 43). Los valores en el sondeo La Palaba, con menor influencia marina, son relativamente menores (entre 2 y 4,5). También aumenta en el agua sulfatada magnésica más profunda del sondeo de Cabanes, en la que la disolución de yesos va acompañada de la disolución de otras sales cloruradas.

Cuadro 4.- Índices hidrogeoquímicos más significativos

Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	rMg/rCa	rCl/rHCO <sub>3</sub>	rSO <sub>4</sub> /rCl	rNa/rCl	SO <sub>4</sub> /HCO <sub>3</sub>
S	Villores	292080004	15-07-04	0,56	0,03	37,43	1,93	1,30
			19-07-05	0,31	0,12	2,62	0,85	0,30
			18-10-05	0,26	0,06	1,81	1,12	0,10
S	La Cuba	292130004	15-11-04	0,57	0,03	10,14	1,16	0,28
S	Olocau II	292130010	15-11-04	0,56	0,50	5,38	0,59	2,71
			08-03-05	0,70	0,34	8,44	0,86	2,83
			20-07-05	0,71	0,44	4,48	0,75	1,96
			18-10-05	0,71	0,01	75,23	15,43	0,50
S	La Mata	292130011	15-07-04	1,50	0,07	23,88	9,64	1,77
			20-07-05	0,20	0,05	16,12	0,88	0,74
S	Celumbres-2	292180019	15-07-04	0,68	0,06	2,67	0,58	0,16
			15-11-04	0,73	0,03	4,98	0,77	0,16
			08-03-05	0,61	0,04	3,81	0,77	0,15
			19-07-05	0,59	0,02	9,34	1,03	0,20
S	Les Llengueres	292280005	01-03-05	0,36	0,05	5,06	1,10	0,24
S	Zorita	302010010	15-11-04	0,58	0,02	2,40	1,54	0,06
			01-03-05	0,52	0,03	3,32	1,03	0,11
			19-07-05	0,42	0,03	32,31	1,23	1,06
			07-02-06	0,43	0,05	2,49	0,77	0,12
S	Mufró - Ortells	302050003	15-07-04	0,39	0,11	7,01	1,54	0,74
			15-11-04	0,39	0,23	3,60	1,05	0,84
			08-03-05	0,40	0,25	3,10	0,98	0,77
M	Morella	302120014	11-06-04	0,18	0,27	1,02	0,46	0,27
			24-06-05	0,16	0,59	0,65	0,46	0,38
M	Las Rocas	302130003	11-06-04	0,17	0,05	1,16	0,66	0,06
			24-06-05	0,18	0,05	2,46	0,77	0,11
S	Cati	302170099	15-07-04	0,39	0,05	11,17	0,66	0,58
			15-11-04	0,42	0,04	17,41	0,93	0,72
			09-03-05	0,39	0,04	16,47	1,03	0,66
			20-07-05	0,33	0,03	24,05	0,93	0,82
M	Chert,Fte, Albí	302180002	21-05-04	0,10	0,09	1,56	0,51	0,14
			24-06-05	0,12	0,10	1,92	0,46	0,19
M	Ermita Castellfort	302210001	21-05-04	0,10	0,12	1,23	0,51	0,14
			10-05-05	0,14	0,06	2,00	0,88	0,12

**Cuadro 4.- Índices hidrogeoquímicos más significativos**

Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	rMg/rCa	rCl/rHCO3	rSO4/rCl	rNa/rCl	SO4/HCO3
S	Don Andrés	302280002	03-03-05	0,36	0,10	1,72	0,82	0,17
S	Cuevas de Vinromá-2	302280008	03-03-05	0,35	0,08	2,34	0,90	0,20
			12-07-05	0,33	0,07	3,32	1,08	0,23
			08-02-06	0,37	0,09	1,53	0,77	0,14
S	Cuevas de Vinromá-3	302280099	03-03-05	0,34	0,10	2,95	0,83	0,29
			12-07-05	0,33	0,09	2,77	0,90	0,25
S	Mas del Retoret	302310006	15-11-04	0,40	0,03	4,79	1,16	0,15
			09-02-06	0,31	0,04	2,42	0,66	0,11
S	Culla	302310007	15-11-04	0,29	0,09	1,77	0,93	0,16
			13-07-05	0,22	0,08	1,41	0,98	0,11
S	Ibarsos II	302360013	15-07-04	0,32	0,08	1,84	0,77	0,15
			15-11-04	0,34	0,06	2,42	1,32	0,14
			01-03-05	0,31	0,06	2,62	1,03	0,17
			13-07-05	0,33	0,05	4,74	1,10	0,23
S	Barrisques	302370018	15-11-04	0,35	0,10	1,23	1,03	0,12
			01-03-05	0,31	0,09	1,11	0,88	0,10
			13-07-05	0,26	0,07	2,01	0,98	0,15
S	Planchadells	302370020	15-11-04	0,20	0,17	0,29	0,77	0,05
			01-03-05	0,19	0,08	0,68	0,90	0,05
			13-07-05	0,32	0,07	1,62	1,08	0,11
S	San Juan	302370022	13-10-05					
	a 335 m prof.		13-10-05	0,41	0,07	0,64	1,34	0,04
	a 505 m prof.		13-10-05	0,48	0,06	0,32	1,21	0,02
	a 715 m prof.		13-10-05	0,51	0,06	0,11	1,31	0,01
	a 940 m prof.		13-10-05	0,60	6,64	1,62	0,61	10,78
S	Calor	302370099	01-03-05	0,24	0,10	0,40	0,83	0,04
			10-02-06	0,25	0,09	0,21	0,77	0,02
S	Vilanova-I	302380006	15-07-04	0,28	0,29	0,14	0,39	0,04
			10-03-05	0,27	0,24	0,38	0,47	0,09
			21-07-05	0,26	0,08	2,03	1,03	0,16
			18-10-05	0,31	0,06	1,64	1,37	0,10
			11-02-06	0,27	0,26	0,39	0,41	0,10
S	Agrícola Pantaló	302380008	21-07-05	0,53	0,12	2,47	1,31	0,29
			16-02-06	0,46	0,11	0,67	0,98	0,07
S	San Jorge II	312170026	15-07-04	0,34	0,11	0,41	0,93	0,04
			15-11-04	0,35	0,10	0,28	1,25	0,03

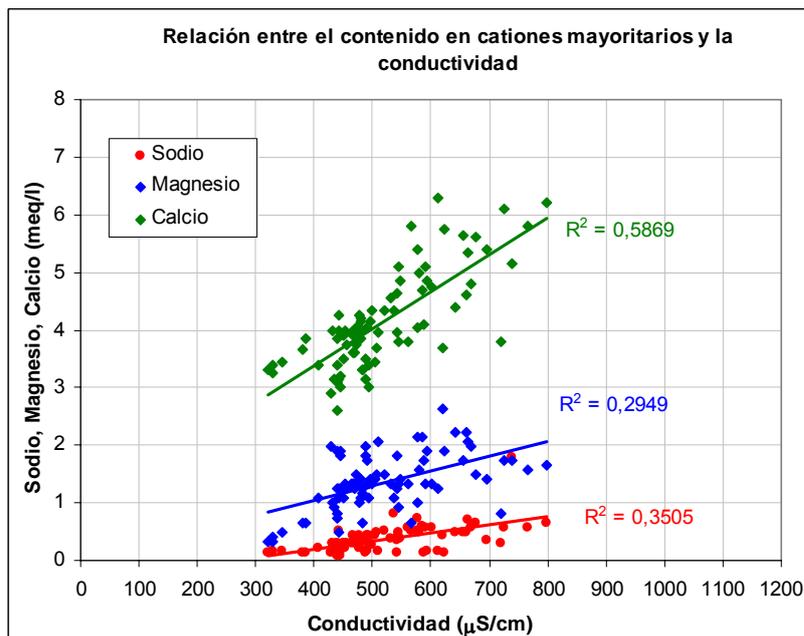
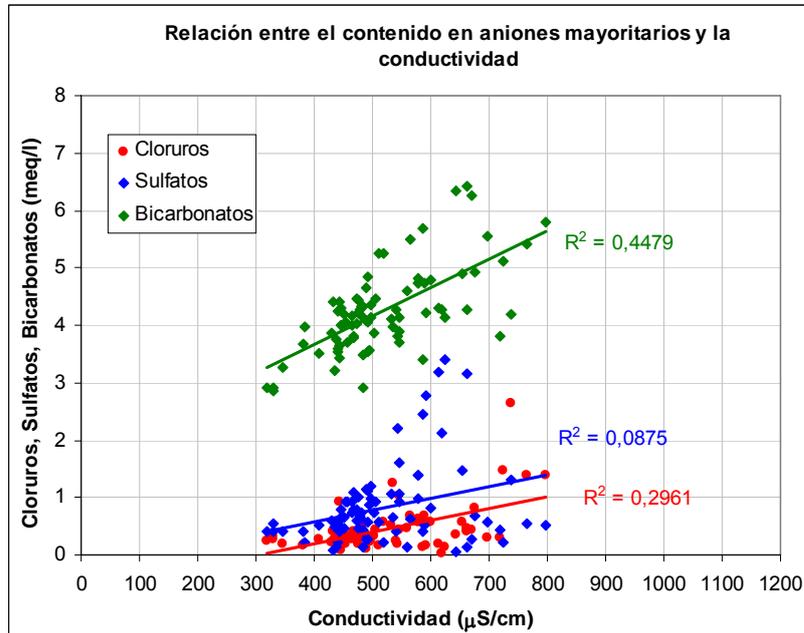
**Cuadro 4.- Índices hidrogeoquímicos más significativos**

Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	rMg/rCa	rCl/rHCO3	rSO4/rCl	rNa/rCl	SO4/HCO3
S	La Jana	312170027	15-07-04	0,18	0,13	1,58	0,84	0,21
S	Ayto San Mateo	312210037	15-11-04	0,36	0,09	0,87	1,40	0,08
			12-07-05	0,23	0,08	1,35	1,29	0,10
S	San Mateo	312210050	15-07-04	0,34	0,07	2,35	0,98	0,17
			15-11-04	0,39	0,06	3,87	1,35	0,24
			03-03-05	0,34	0,07	3,15	0,98	0,22
			07-07-05	0,30	0,06	4,75	1,03	0,29
M	Font de la Roca	312220002	11-06-04	0,12	0,25	0,45	0,56	0,11
			24-06-05	0,11	0,12	0,92	0,77	0,11
S	Crevetes	312230027	15-07-04	0,26	0,14	0,77	0,84	0,11
			09-03-05	0,28	0,12	1,44	1,00	0,17
			14-07-05	0,31	0,12	2,47	0,85	0,30
			08-02-06	0,27	0,17	0,84	0,80	0,14
S	Salsadella	312250010	15-07-04	0,37	0,10	2,00	1,10	0,21
			15-11-04	0,41	0,09	2,15	1,29	0,19
			03-03-05	0,40	0,09	2,16	1,13	0,21
			12-07-05	0,33	0,08	3,26	1,29	0,27
S	Pedreira	312260004	15-07-04	0,29	0,12	2,09	0,77	0,26
			15-11-04	0,35	0,11	2,21	1,03	0,25
S	Campamento	312270065	12-04-06	0,34	0,63	0,49	0,67	0,31
			10-10-06	0,51	1,17	0,48	0,87	0,56
M	Peñíscola	312280042	02-03-05	0,80	20,12	0,13	0,86	2,70
			15-02-06	1,40	43,63	0,10	0,79	4,26
M	Peñíscola	312280042B	02-03-05	0,66	12,03	0,15	0,79	1,80
			15-02-06	0,76	22,14	0,12	0,77	2,70
M	Las fuentes	312320001	21-05-04	0,25	0,31	0,54	0,67	0,17
			02-03-05	1,40	10,02	0,11	0,86	1,11
			10-05-05	1,41	9,89	0,12	0,89	1,22
			09-02-06	1,28	19,24	0,11	0,69	2,15
M	Las Fuentes	312320001_Norte	24-05-06	1,32	10,94	0,12	0,83	1,28
		312320001_Centro	24-05-06	1,57	15,32	0,10	0,74	1,60
		312320001_Sur	24-05-06	1,41	10,94	0,11	0,82	1,20
		312320001_PZ1-50 cm	24-05-06	0,76	7,95	0,12	0,69	0,95
S	La Palaba - Apeadero	312320017	15-07-04	0,47	1,95	0,15	0,58	0,30
			09-03-05	0,55	3,28	0,09	0,58	0,29

**Cuadro 4.- Índices hidrogeoquímicos más significativos**

Tipo	Toponimia	Nº de Inventario	Fecha de toma	rMg/rCa	rCl/rHCO3	rSO4/rCl	rNa/rCl	SO4/HCO3
S	La Palaba - Apeadero	312320017	20-07-05	0,58	4,47	0,11	0,57	0,49
			16-02-06	0,69	2,73	0,02	0,24	0,05
S	Vivers de la Bassa	312320099	15-11-04	0,36	0,78	0,16	0,49	0,12
			22-07-05	0,26	0,59	0,31	0,50	0,18
			18-02-06	0,28	0,63	0,11	0,44	0,07
M	Font Dyns		12-04-06	0,29	0,10	3,79	0,93	0,39
			10-10-06	0,54	0,14	4,24	0,96	0,58
M	Badum	312330002	25-08-06	2,77	38,04	0,09	0,77	3,39

Se ha establecido la correlación entre determinados constituyentes para explicar su contribución a la composición del agua y el origen de los mismos. En la figura 11 se ha representado la relación entre el contenido en los aniones y cationes mayoritarios y la mineralización (a través de la conductividad) de las aguas que caracterizan este acuífero profundo, es decir las bicarbonatadas cálcicas de mineralización media. No se han considerado en este análisis las muestras que están afectadas por la disolución de sales o por la intrusión marina.



**Figura 11.- Relación entre los constituyentes mayoritarios y la mineralización del agua**

Como cabe esperar en un acuífero carbonatado, la correlación es mayor entre el contenido en bicarbonatos y la conductividad, mientras que la relación del contenido en sulfatos con la mineralización es muy baja. Respecto a los cationes, la correlación de la concentración de calcio y la mineralización del agua es más alta que la del magnesio y el sodio, lo que indica que en los procesos de disolución de carbonatos el calcio es el que

se aporta mayoritariamente, aunque también se produzcan aportes de magnesio a partir de los materiales dolomíticos.

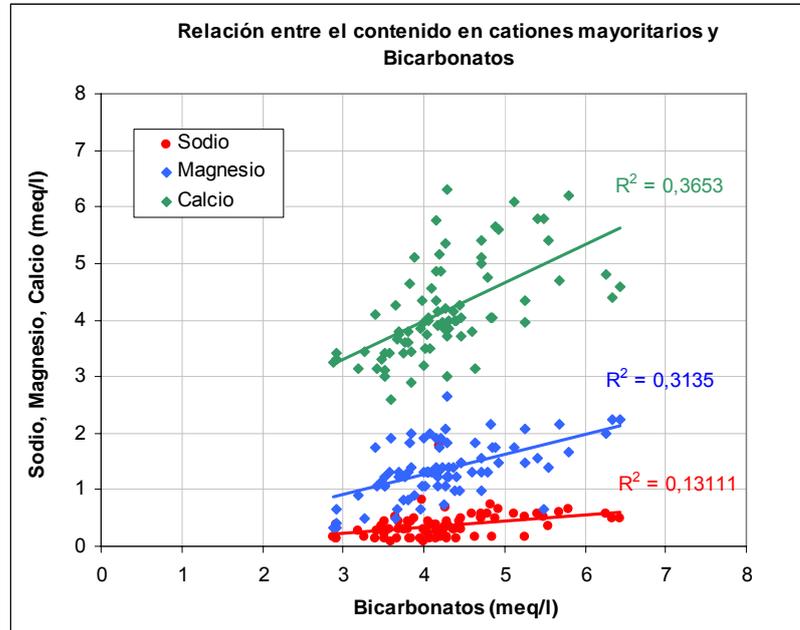


Figura 12.- Relación entre el contenido en los cationes mayoritarios y bicarbonatos

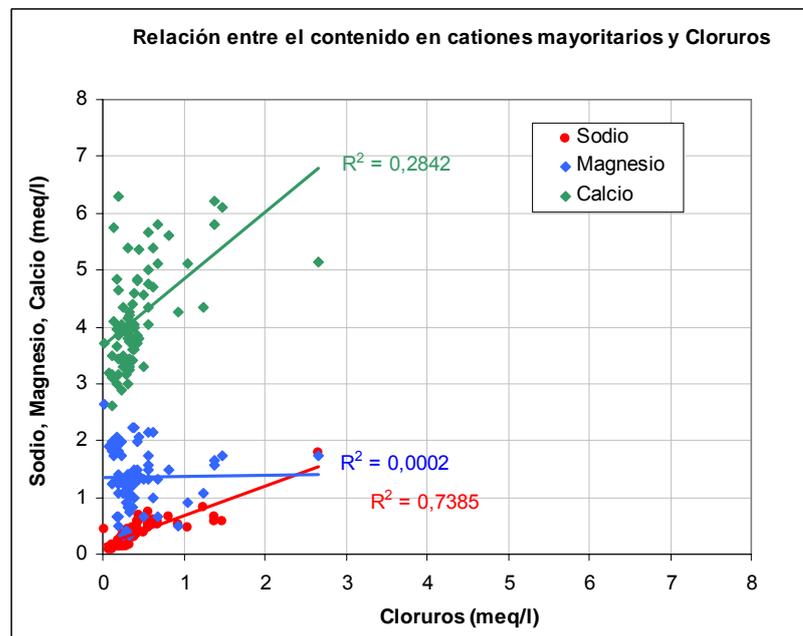


Figura 13.- Relación entre el contenido en los cationes mayoritarios y cloruros

Tanto el contenido en calcio como en magnesio está más correlacionado con el contenido en bicarbonatos (figura 12) que con el de cloruros (figura 13) y sulfatos (figura 14), lo que indica que en las aguas más representativas del acuífero carbonatado, ambos cationes tienen un origen común (la disolución de las calizas y dolomías). Sin embargo, en las aguas

afectadas por la disolución de materiales margosos y arcillosos, que dan lugar a las aguas sulfatadas cálcicas y/o magnésicas que aparecen en la zona noroeste (ver planos 1, 2, 3, y 4), el magnesio es aportado principalmente por estos materiales que contienen sales solubles, concretamente sulfatos (figura 14).

Por último, el sodio presente en estas aguas, incorporado fundamentalmente durante la recarga (cuando no se produce la influencia del agua del mar, ni la disolución de sales), está notablemente más relacionado con el contenido en cloruros (figura 13), mientras que no existe relación con el contenido en sulfatos (figura 14) y es baja con los bicarbonatos (figura 12).

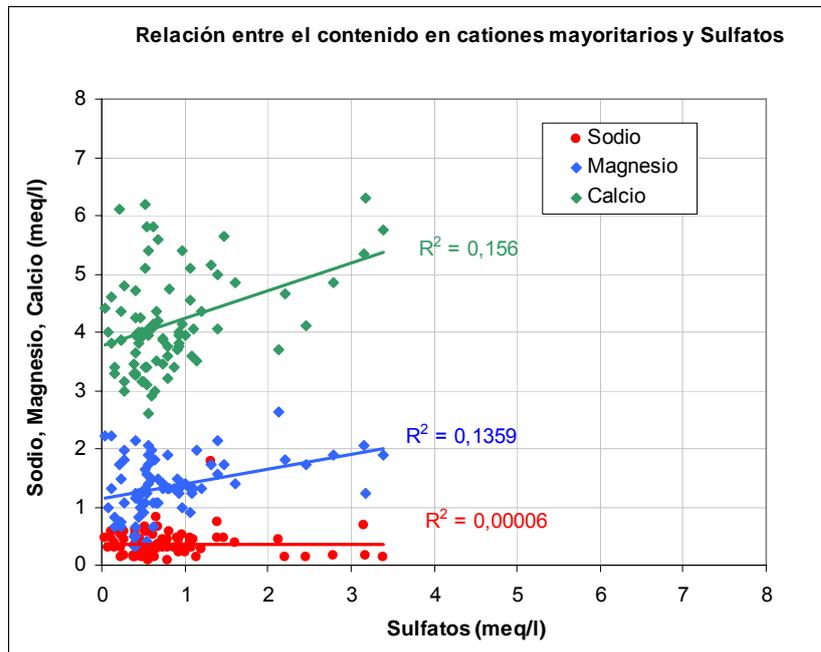
## 2.2.- INFLUENCIA DE ACTIVIDADES CONTAMINANTES EN LA CALIDAD DE LAS AGUAS

Se han analizado algunos constituyentes indicadores de la influencia de actividades contaminantes en la calidad de las aguas subterráneas. En particular, se dispone de datos del contenido en especies nitrogenadas (nitratos, nitritos y amonio), fosfatos y DQO.

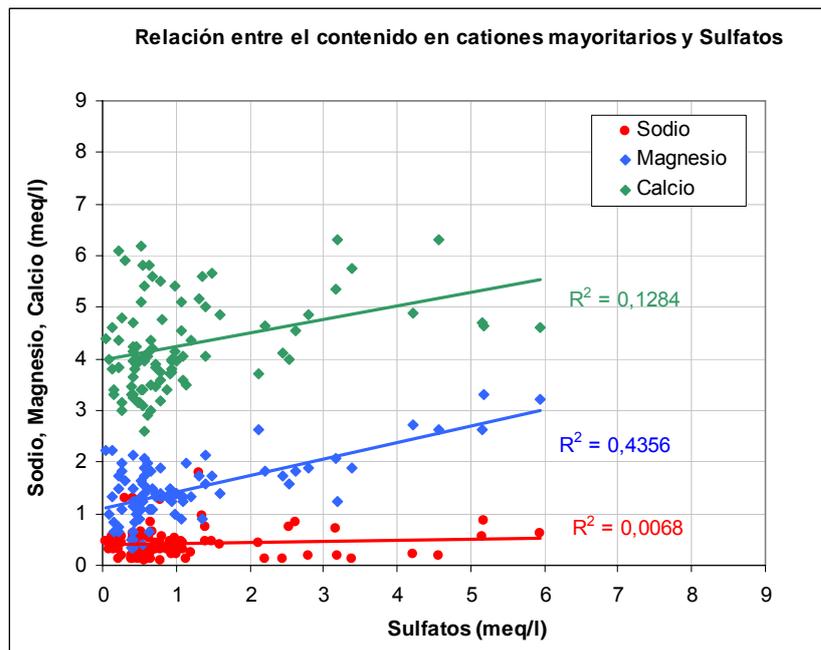
Los valores analizados del contenido en nitratos están comprendidos entre 0 y 80 mg/l. En general, son bajos (en el 50% de las muestras es menor de 10 mg/l, figura 15), aunque su presencia ya indica la influencia de aguas de circulación más superficial o una rápida renovación del agua en el acuífero.

Los valores más bajos, próximos a cero, coinciden con algunos manantiales como el de Las Rocas, Ermita de Castellfort y Font de La Roca. Y los puntos más afectados son los sondeos de Villores 292080004, Vilanova I 302380006, Agrícola Pantaló 302380008, Crevetes 312230027, La Palaba 312320017 y Vivers de la Bassa 312320099.

Se han analizado contenidos superiores a 50 mg/l, que es límite máximo permitido para aguas de consumo humano (según el Real Decreto 140/2003), sólo en el 5% de las muestras, concretamente en los sondeos de Vilanova I (al que corresponden los valores más altos, hasta 80 mg/l, y se usa para abastecimiento), Crevetes y la Palaba (este último también se usa para abastecimiento, además de regadío), que en febrero de 2006 han llegado a 60 y 72 mg/l respectivamente.

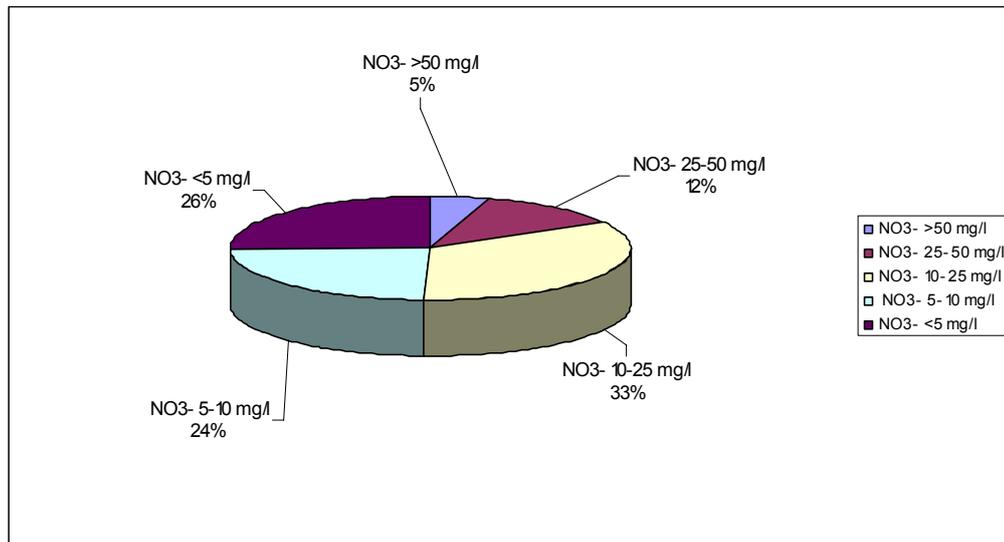


(a)



(b)

Figura 14.- Relación entre el contenido en los cationes mayoritarios y sulfatos: (a) considerando sólo las facies bicarbonatadas cálcicas y (b) considerando también las facies sulfatadas



**Figura 15.- Distribución porcentual del contenido en nitratos de las aguas subterráneas de El Maestrazgo**

Tanto el contenido en fosfatos como la DQO son bajos, excepto en el sondeo Olocau II (292130010), en el que en noviembre de 2004 aparecen, además de nitritos y fosfatos, valores de DQO altos (14 mg/l O<sub>2</sub>, que aumenta a 23 mg/l en la campaña de marzo de 2005).

La presencia de estas especies indicadoras de contaminación antrópica a profundidades elevadas (el nivel piezométrico se llega a encontrar a casi 300 m en el sondeo de Vilanova-I), es un reflejo de la rápida circulación del agua y la importancia de una recarga reciente en estos acuíferos, que tienen un importante desarrollo kárstico y escasa vegetación en muchos sectores. Todo ello condiciona que el acuífero profundo sea vulnerable a la contaminación procedente de la superficie, ocasionada tanto por actividades agrícolas como urbanas.

En el sondeo de San Juan, en el que se han tomado muestras selectivas de agua a profundidades comprendidas entre 335 y 940 m, también aparecen nitratos, aunque en contenidos relativamente bajos ( $\leq 10$  mg/l). El contenido en nitratos se mantiene constante en profundidad hasta 715 m, pero disminuye a 940 m, al mismo tiempo que se observa un aumento del contenido en nitritos y amonio, favorecido, probablemente, por las condiciones más reductoras que son más frecuentes en zonas más profundas.

## 2.3.- COMPOSICIÓN ISOTÓPICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

El estudio de la composición isotópica de las aguas subterráneas del acuífero profundo de El Maestrazgo se ha realizado a partir del análisis de los isótopos estables del agua (oxígeno 18 y deuterio) y de tritio. Los resultados de los análisis disponibles corresponden a 107 muestras analizadas para isótopos estables y a 36 muestras analizadas para tritio, en el periodo comprendido entre mayo de 2004 y mayo de 2006.

El análisis de isótopos de carbono (C-14 y C-13) es interesante para datar las aguas más profundas. A partir del contenido en C-14 se estima la edad del agua y las variaciones isotópicas del C-13 se utiliza para corregir las anomalías que se producen en el contenido en C-14. En el acuífero de El Maestrazgo sería aconsejable el estudio de estos isótopos sólo si se consigue tomar muestras a más de 700 m de profundidad, donde el contenido en tritio es muy bajo, aislando los tramos superiores para evitar la mezcla con aguas que se han renovado más recientemente. Antes de tomar muestra para analizar los isótopos de carbono sería conveniente analizar de nuevo el contenido en tritio a estas profundidades, puesto que sólo se dispone de un análisis.

### **2.3.1.- Isótopos estables (Oxígeno 18 y Deuterio)**

Se han analizado los isótopos estables del agua (oxígeno 18  $^{18}\text{O}$ - y deuterio  $^2\text{H}$ -), que proporcionan información, entre otras cosas, sobre el origen del agua y sobre las relaciones de distintos tipos de aguas. El estudio de estos isótopos pesados está basado en que las moléculas de agua que los llevan incorporados tienen un comportamiento algo diferente al que tienen las moléculas ligeras más abundantes formadas por  $^{16}\text{O}$  e  $^1\text{H}$  en los procesos que tienen lugar en el ciclo hidrológico. Estas diferencias dan lugar al fraccionamiento isotópico del agua, según el cual la composición isotópica del agua que interviene en un determinado proceso físico o químico es diferente de la del agua resultante.

La altitud afecta de manera importante al fraccionamiento isotópico, en el sentido de que las precipitaciones que tienen lugar a cotas más altas tienen menor concentración de moléculas pesadas. Este hecho, llamado efecto de altitud, se utiliza para estimar la cota de recarga de las aguas subterráneas.

La composición isotópica del agua se expresa en forma de desviaciones isotópicas con respecto a un patrón internacional representativo del agua del mar, que se toma como la referencia o valor cero y es conocido como V-SMOW (*Viena Standard Mean Ocean Water*). Así, los resultados obtenidos vienen expresados en desviaciones según la siguiente fórmula:

$$\delta_m = \frac{R_m - R_{VSMOW}}{R_{VSMOW}} \cdot 10^3$$

*R es la relación entre el número de moléculas pesadas (DHO o  $^1\text{H}_2^{18}\text{O}$ ) y ligeras ( $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$ ) existentes en la muestra.*

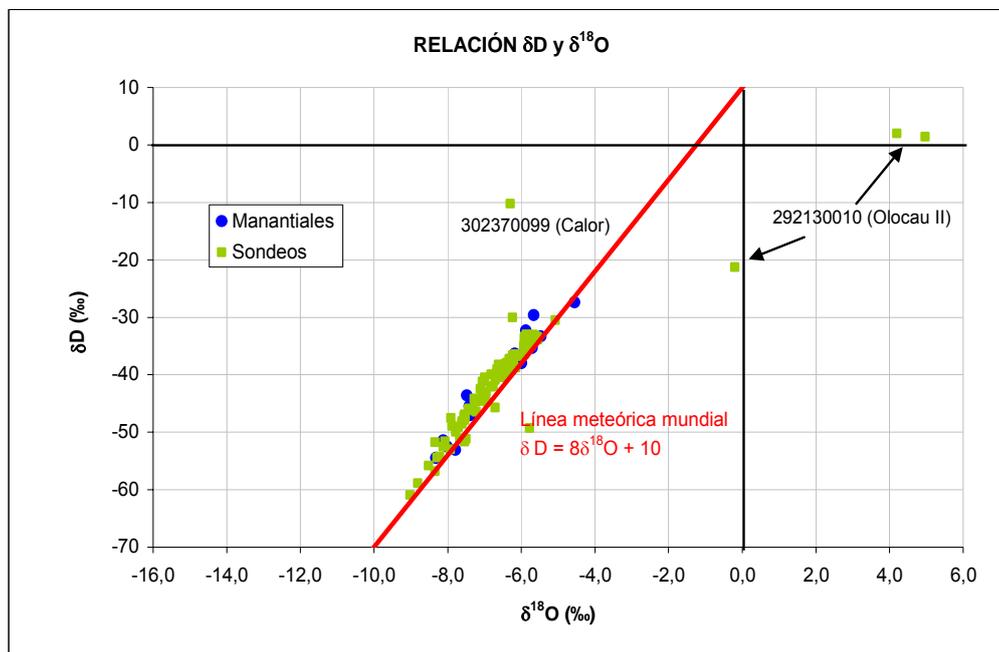
En el cuadro 5 aparecen los resultados obtenidos, en los que junto a los valores de oxígeno 18 y deuterio aparecen los valores del exceso de deuterio (d), calculados según la expresión  $d = \delta\text{D} - 8\delta^{18}\text{O}$ .

En primer lugar, se han representado todos los valores obtenidos de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta\text{D}$  en relación con las líneas meteóricas mundial y local (figuras 16A y B). Las muestras analizadas se distribuyen a lo largo de una recta que representa a las precipitaciones locales, definida por la ecuación  $\delta\text{D} = 8\delta^{18}\text{O} + 12,7$  (figura 16B), que es paralela a la línea meteórica mundial, lo que indica su origen meteórico.

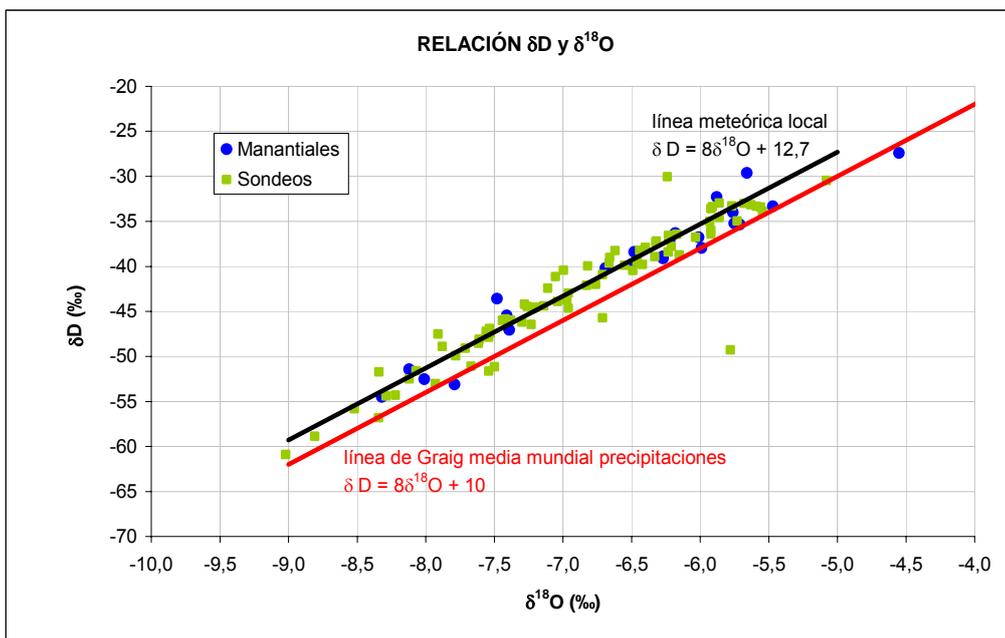
El amplio rango de valores encontrado, tanto en los manantiales como en los sondeos ( $\delta^{18}\text{O}$  entre -4,55 y -9,02 ‰ y  $\delta\text{D}$  entre -30 y -60 ‰) es propio de una área de infiltración extensa, con importantes diferencias de cota (desde el nivel del mar a más de 1200 m s.n.m).

En la figura 16A aparecen cuatro muestras que se separan claramente del resto, tres de ellos con valores de  $\delta^{18}\text{O}$  positivos y próximos a cero (entre -0,20 y 4,97‰) y de deuterio también positivos y/o menos negativos (entre -21,28 y 2‰): corresponden a las muestras recogidas en las tres primeras campañas en el sondeo Olocau-II (cuadro 5), que presenta indicios de contaminación antrópica. El cuarto punto es la muestra tomada en febrero de 2006 en el sondeo 302370099 (Calor), con un valor de deuterio muy alto. Se ha considerado que estos resultados son anómalos, dada su heterogeneidad y dado que en otros muestreos se encuentran valores en el rango más frecuente de la zona. En la figura 16B no se han incluido estas muestras.

En general, son aguas que no han sufrido evaporación porque se han recargado con rapidez, como lo indican los valores de exceso de deuterio, que en la mayoría de los casos son mayores de +10 ‰. Sin embargo, la muestra tomada a 715 m de profundidad en el sondeo San Juan de Cabanes (302370022), presenta un valor de exceso de deuterio muy bajo (incluso negativo, -3,1‰) y su composición isotópica se separa significativamente de la línea meteórica hacia valores menos negativos de  $\delta^{18}\text{O}$ . Puede tratarse de un error de análisis, ya que en el resto de las muestras tomadas con el mismo sistema a otras profundidades no se observa esta anomalía.



(A)



(B)

**Figura 16.- Distribución de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta\text{D}$  en las aguas subterráneas del acuífero profundo de El Maestrazgo**

También se ha representado la relación  $\delta\text{D}-\delta^{18}\text{O}$  para cada una de las campañas realizadas (figuras 17 a 23):

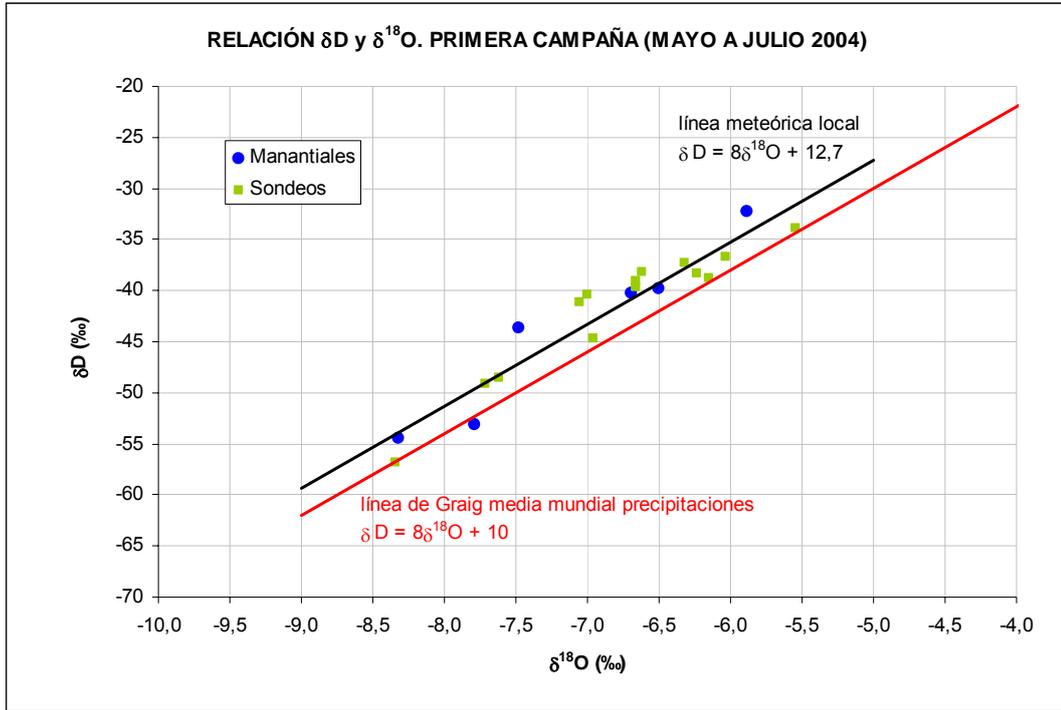


Figura 17.- Relación  $\delta D$ - $\delta^{18}O$  en las aguas muestreadas en la primera campaña (mayo-julio de 2004)

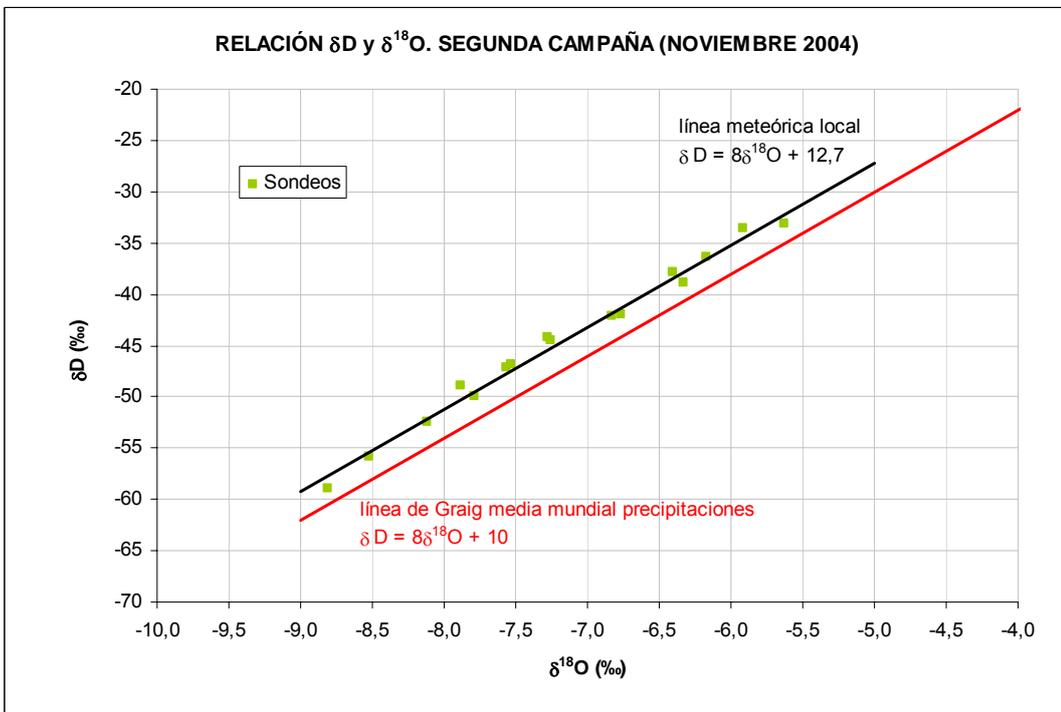


Figura 18.- Relación  $\delta D$ - $\delta^{18}O$  en las aguas muestreadas en la segunda campaña (noviembre de 2004)

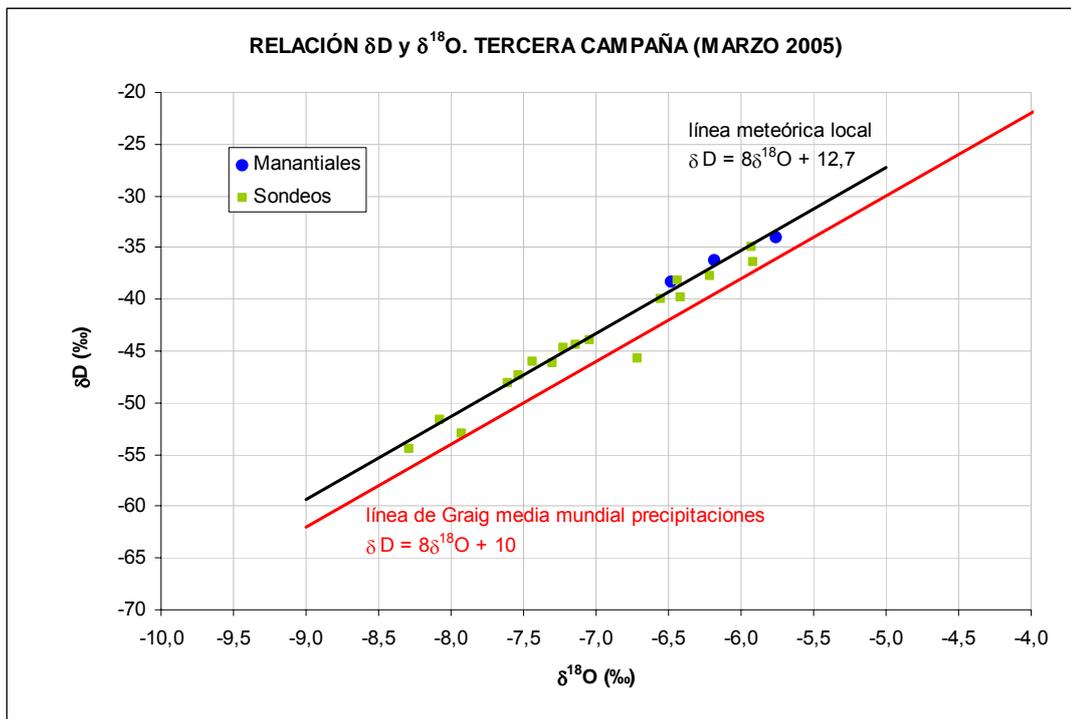


Figura 19.- Relación  $\delta D$ - $\delta^{18}O$  en las aguas muestreadas en la tercera campaña (marzo de 2005)

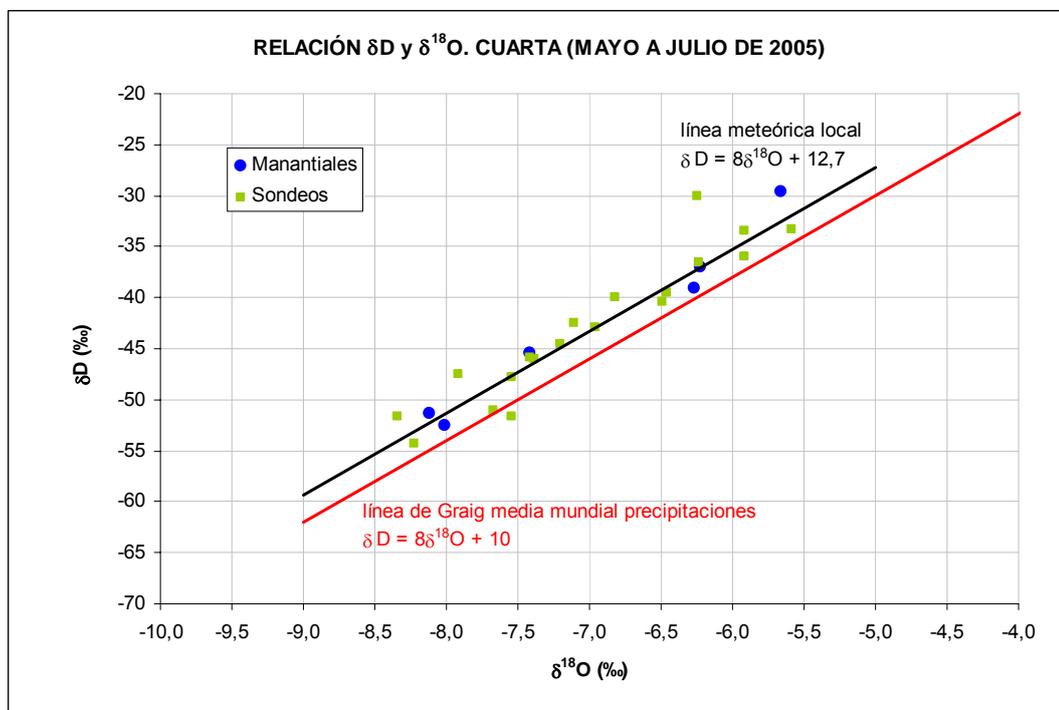
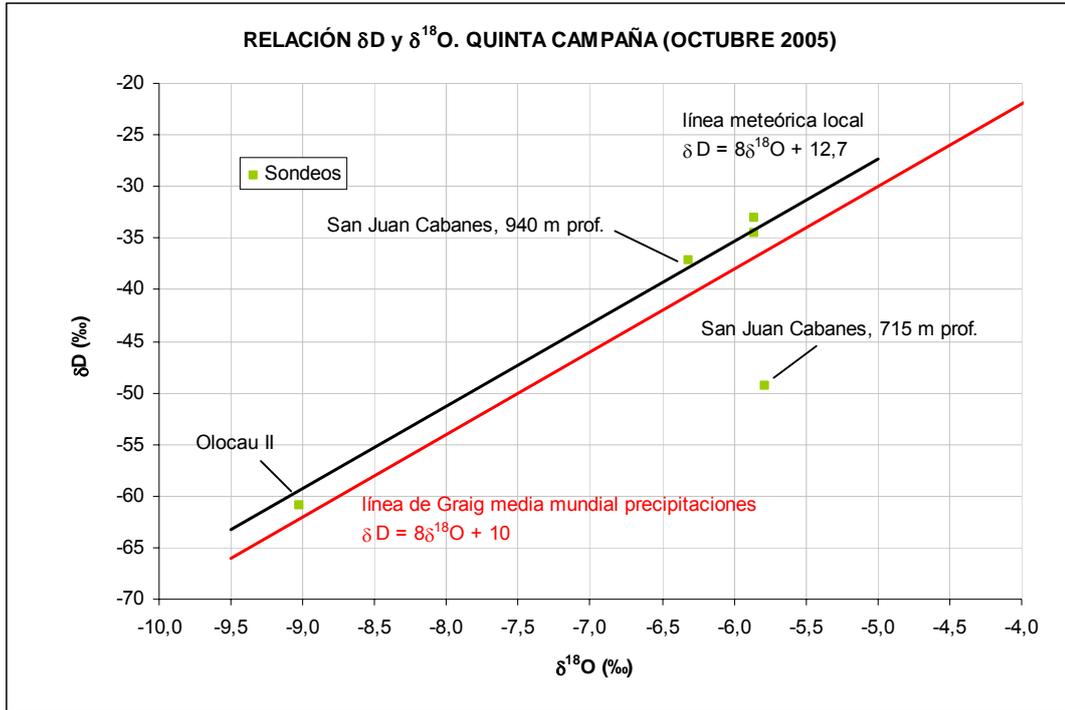
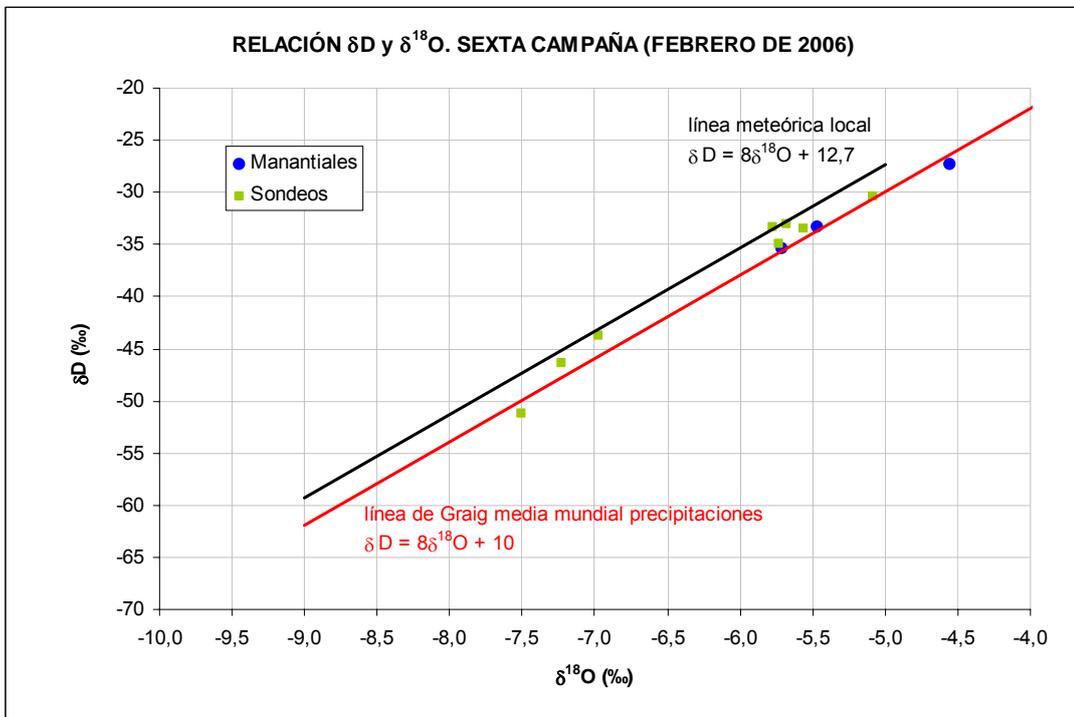


Figura 20.- Relación  $\delta D$ - $\delta^{18}O$  en las aguas muestreadas en la cuarta campaña (mayo-julio de 2005)



**Figura 21.- Relación  $\delta D$ - $\delta^{18}O$  en las aguas muestreadas en la quinta campaña (octubre de 2005)**



**Figura 22.- Relación  $\delta D$ - $\delta^{18}O$  en las aguas muestreadas en la sexta campaña (febrero de 2006)**

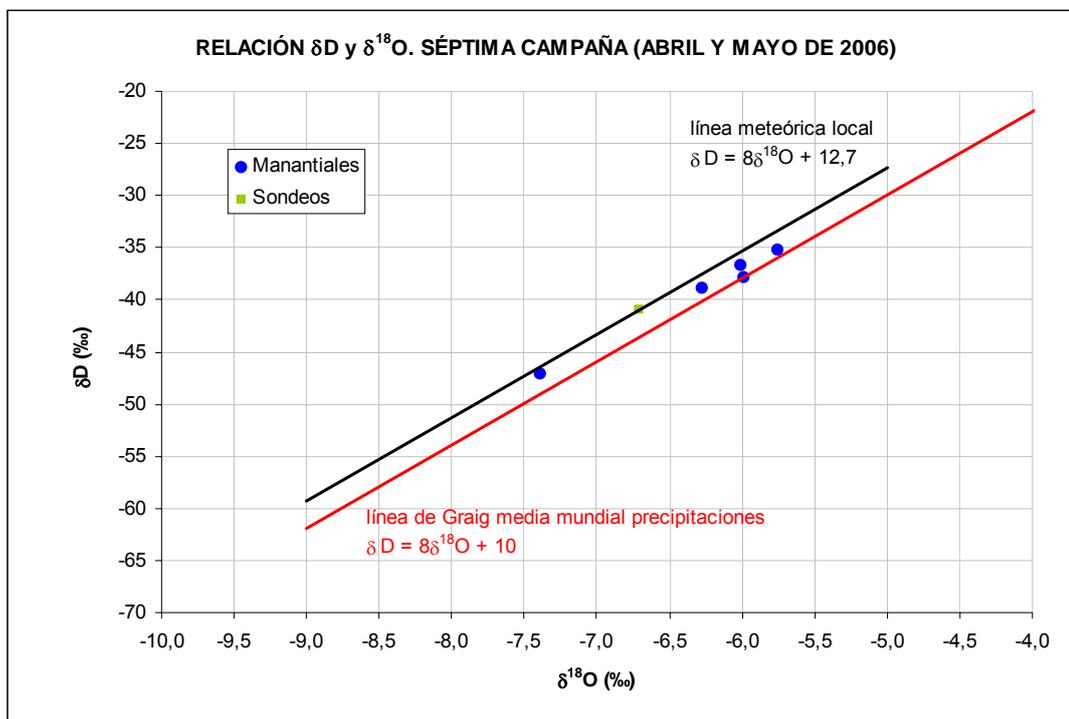


Figura 23.- Relación  $\delta D$ - $\delta^{18}O$  en las aguas muestreadas en la séptima campaña (abril y mayo de 2006)

Además del amplio rango de valores de  $\delta D$  y  $\delta^{18}O$  encontrado en las aguas subterráneas de la zona, existen variaciones temporales puestas de manifiesto en las diferencias encontradas en algunos puntos entre las campañas realizadas, que son más significativas en los siguientes sondeos:

<b>Toponimia</b>	<b>Nº Inventario</b>	<b>Diferencia en ‰ <math>\delta^{18}O</math></b>	<b>Campañas</b>
Villores	292080004	0,67	Julio 2004-Julio 2005
La Mata	292130011	0,54	Julio 2004-Julio 2005
Celumbres-2	292180019	1,47	Julio-Noviembre 2004
Zorita	302010010	0,84	Julio 2005-Febrero 2006
Catí	302170099	1,24 0,61	Julio-Noviembre 2004 Marzo-Julio 2005
Culla	302310007	0,59	Noviembre 2004-Julio 2005
Vilanova-I	302380006	1,27	Julio 2004-Julio 2005
San Jorge	312170026	1,03	Julio-Noviembre 2004
Crevetes	312230027	1,55	Julio 2005-Febrero 2006
La Palaba	312320017	0,84	Julio 2005-Febrero 2006

Las diferencias del orden o superiores al 1 ‰ de  $\delta^{18}\text{O}$  corresponden a los sondeos de Crevetes (con valores menos negativos en la última campaña de 2006), Celumbres-2 (que disminuyen en sucesivas campañas), Catí (también son más pequeñas en el año 2005), Vilanova-I y San Jorge II. Estas variaciones indican que la mezcla de las aguas subterráneas en el acuífero no es muy homogénea, dada la rápida circulación a través de las zonas más karstificadas, sugeridos también por la presencia de especies contaminantes como los nitratos.

En otros casos las diferencias isotópicas entre las campañas realizadas es muy pequeña, lo que indica que hay zonas en las que la circulación es más lenta y por tanto el tiempo de renovación es más largo. Esto sucede en algunos manantiales como Las Rocas (302130003) y Font de La Roca (312220002), y en algunos sondeos Cuevas de Vinromá-2 (302280008) y 3 (302280099), Ibarsos II (302360013), Barrisques (302370018), San Mateo (312210050), Salsadella (312250010), La Palaba (312320017) y Vivers de la Bassa (312320099).

### **2.3.2.- Relación de la altitud con los valores de $\delta^{18}\text{O}$**

Se ha considerado representativo para las precipitaciones de la zona el valor medio ponderado de  $\delta^{18}\text{O}$  (-5 ‰) de la precipitación en las estaciones de Tortosa y Valencia (que forman parte de una red de control conjunta del CEDEX y el INM), para el periodo 2000-2002. Con este valor de  $\delta^{18}\text{O}$  y con los valores de este parámetro obtenidos en los manantiales interiores, se ha calculado que el gradiente isotópico de la precipitación en la zona norte del Maestrazgo es del orden de -0,29 ‰ por 100 m, que es muy similar al que se ha encontrado bajo diferentes condiciones climáticas.

En la figura 24 se han representado los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  de los sondeos y manantiales muestreados en relación con la línea que define el gradiente isotópico de las precipitaciones. Se observa que la mayor parte de las muestras de los sondeos se disponen por debajo de la línea que define dicho gradiente, lo que significa que su composición isotópica corresponde a aguas que se recargaron a cotas superiores, pudiéndose estimar dicha cota de recarga llevando sobre la línea de gradiente el valor de  $\delta^{18}\text{O}$ .

En particular, se puede estimar la altitud de recarga de las aguas descargadas en algunos manantiales costeros, cuya composición isotópica es más ligera (más negativa) que la que les correspondería si se hubieran recargado a cotas bajas. Este hecho es más notorio en los manantiales de Font Dyns y Las Fuentes de Alcocebre (312320001). La cota de recarga

estimada para el manantial de Font Dyns sería superior a los 900 m s.n.m., según su contenido isotópico y el gradiente de altitud.

En el caso de Las Fuentes la zona de recarga se sitúa al menos a 700 m s.n.m. (es la cota mínima estimada, si se tiene en cuenta que puede existir alguna influencia marina en la composición isotópica, a pesar de que la muestra que se ha representado en la figura 24 es la de facies bicarbonatada cálcica, que químicamente presenta las menores evidencias de intrusión).

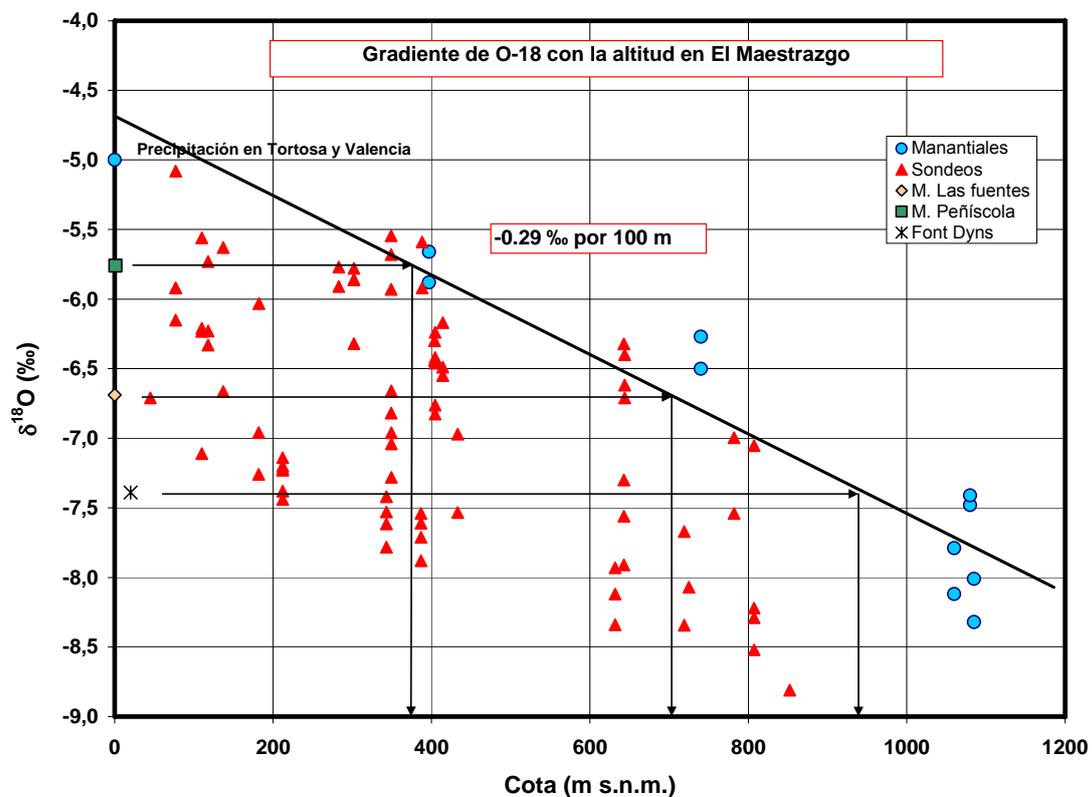
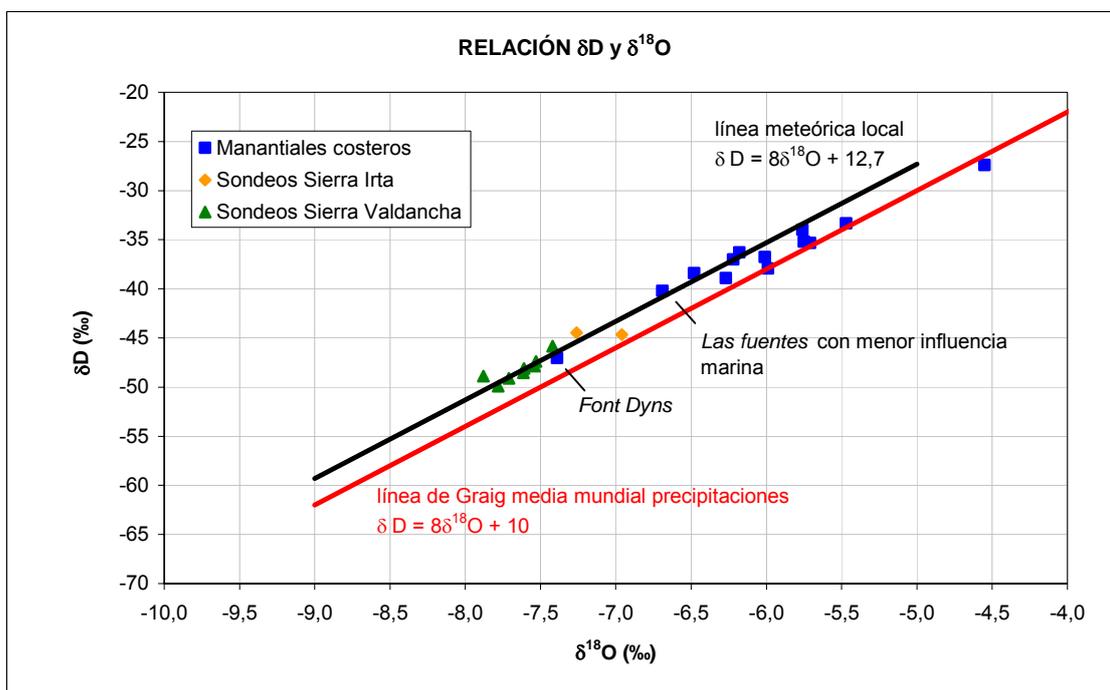


Figura 24.- Relación entre la altitud de los puntos de agua muestreados y la desviación isotópica  $\delta^{18}\text{O}$

Precisamente, uno de los problemas planteados en la caracterización hidrogeológica del acuífero profundo de El Maestrazgo ha sido determinar dónde se recargan las aguas que descargan en los manantiales costeros situados entre Alcocebre y Peñíscola (Las Fuentes de Alcocebre, Prat de Peñíscola, Font Dyns y Badum), en concreto, estimar si se trata de descargas locales de la Sierra de Irtá o constituyen una de las salidas al mar del acuífero regional.

En la figura 25 se ha representado la composición isotópica de estos manantiales junto con la de las aguas subterráneas de la Sierra de Irta (Sondeo 312260004 –La Pedrera) y de Valdancha (Sondeos 312210050-Diputación San Mateo y 312250010-Salsadella)). En esta figura se observan las diferencias existentes: las aguas de los sondeos son isotópicamente más ligeras (valores de  $\delta^{18}\text{O}$  y D más negativos), que la de los manantiales costeros, en los que la influencia del agua del mar da lugar a aguas isotópicamente más pesadas (con valores de  $\delta^{18}\text{O}$  y D menos negativos).



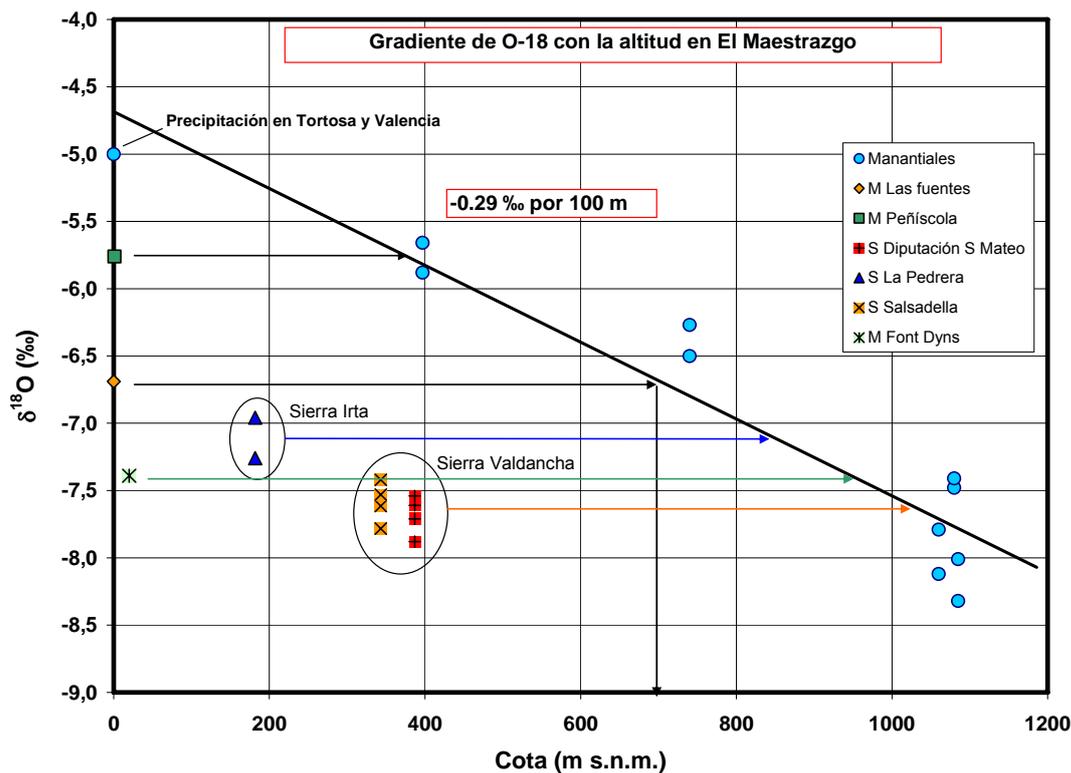
**Figura 25.- Composición isotópica del agua de los manantiales costeros y de los sondeos de Sierra Irta y Valdancha**

La composición isotópica del manantial costero Font Dyns, cuya composición química no está afectada por la mezcla con agua de mar, ya que la surgencia se sitúa a unos 20 metros sobre el nivel del mar, es similar a la de los sondeos que captan las aguas subterráneas de la Sierra de Valdancha.

Como ya se ha mencionando anteriormente, de las muestras tomadas en las surgencias costeras situadas al nivel del mar, la correspondiente a Las Fuentes de mayo de 2004 presenta una influencia marina mucho menor, y es la más representativa de las aguas subterráneas, pudiéndose estimar con mayor aproximación su cota de recarga (figura 26). Por otro lado, resulta difícil hacer esta estimación en las muestras más recientes de Las Fuentes y de las muestras tomadas en el manantial de Peñíscola.

Además, todavía no se dispone de los resultados de los análisis isotópicos de la muestra tomada en el manantial de Badum, en la que, al igual que en las muestras tomadas en los otros manantiales, la influencia del agua del mar es considerable, como indica su elevada salinidad y su composición clorurada sódica.

Teniendo en cuenta que la cota más alta de Sierra de Irta es de 573 m s.n.m. no parece que el agua que descarga en Las Fuentes (recargada a más de 700 m s.n.m.) se haya infiltrado exclusivamente en la Sierra de Irta. Es más probable que también proceda de zonas interiores topográficamente más elevadas, incluso más que la Sierra de Valdancha (en la que la cota más alta es 715 m s.n.m.). Lo mismo sucede con el agua que descarga en Font Dyns, a la que le corresponde una altitud de recarga superior a los 900 m, y serían la manifestación de flujos más largos.



**Figura 26.- Relación entre  $\delta^{18}\text{O}$  y la altitud en los manantiales costeros y los sondeos de Sierra Irta y Valdancha**

Por otro lado, el valor de  $\delta^{18}\text{O}$  del agua del sondeo 312260004 (La Pedrera), situado en la parte occidental Sierra de Irta (figura 1), indica que le corresponde una altitud de recarga de más de 800 m s.n.m. También las desviaciones isotópicas del agua de los sondeos

312210050 (Diputación de S. Mateo) y 312250010 (Salsadella), situados en la parte occidental de la Sierra de Valdancha, indican que la cota de recarga se situaría entre 900 y más de 1000 m s.n.m.). Es posible, por tanto, que en estos puntos se intercepten los flujos regionales.

Otro problema que se plantea en la caracterización hidrogeológica de este acuífero está relacionado con las diferencias de cota piezométrica encontradas en la zona nororiental, al norte de la localidad de Cervera del Maestre. Se ha tratado de comprobar si química e isotópicamente también existen diferencias que puedan explicar una recarga distinta al resto del acuífero del Maestrazgo.

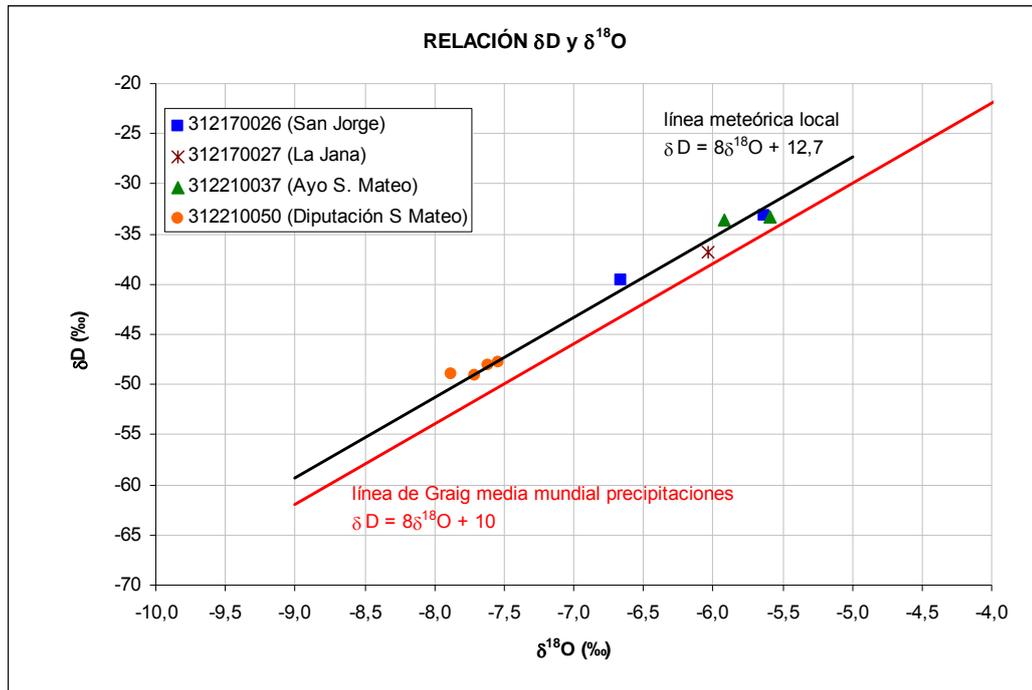
Como sondeos representativos de ese entorno se han considerado los sondeos 312170026 (San Jorge), 312170027 (La Jana), 312210037 (Ayto San Mateo) y 312210050 (Diputación de San Mateo) (Ver situación en figura 1).

Químicamente no hay diferencias que expliquen un origen distinto del agua. Tanto la mineralización (media-baja) como la composición (bicarbonatada cálcica) son muy similares en todos los casos.

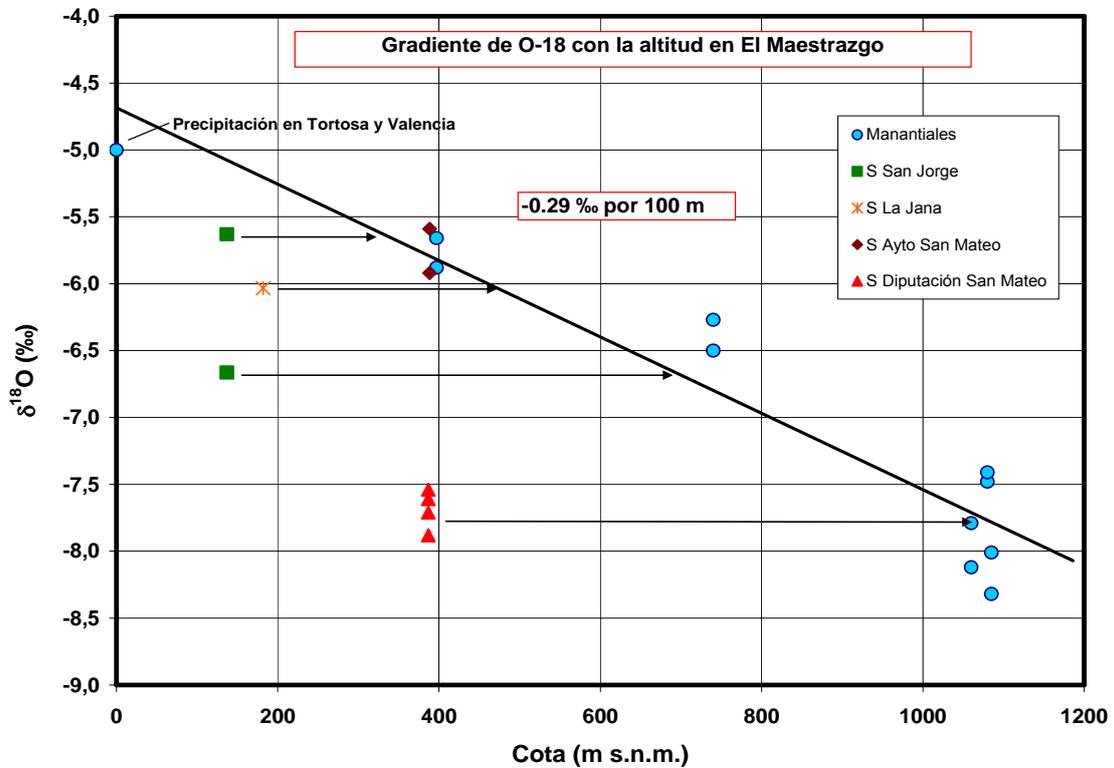
Isotópicamente (figuras 27 y 28) se han encontrado algunas diferencias en los valores de isótopos estables, fundamentalmente entre los sondeos de San Jorge, la Jana y Ayto de San Mateo, (que se encuentran más al norte y captan el acuífero Cretácico) y el sondeo Diputación de San Mateo (situado más al Sur captando el acuífero Jurásico en la Sierra de Valdancha).

En los primeros, las aguas son isotópicamente más pesadas, con valores de  $\delta^{18}\text{O}$  menos negativos, a los que corresponden cotas más bajas de recarga (entre 300 y 700 m aproximadamente), mientras que el agua del sondeo de la Diputación de San Mateo presenta valores más negativos de oxígeno 18, que indicarían una altitud de recarga más elevada, mayor de 1000 m s.n.m.

Hay que tener en cuenta que estas consideraciones se hacen con pocos puntos y que en un mismo sondeo, como el de San Jorge, existen diferencias significativas en oxígeno 18 de un muestreo a otro, aumentando el rango de cotas estimadas. Por tanto, son necesarios más datos isotópicos de los puntos ya muestreados y de otros puntos situados más al norte, en la zona de niveles más altos.



**Figura 27.- Composición química de los puntos próximos al cambio piezométrico del entorno de Cervera del Maestre**



**Figura 28.- Diferencias isotópicas y de altitud de recarga en el entorno del cambio piezométrico de Cervera del Maestre**

### **2.3.3.- Contenido en Tritio**

Los resultados de los análisis de tritio se han incluido también en el cuadro 5, que corresponden a los analizados en 36 muestras. Para comparar el contenido en tritio de las aguas subterráneas muestreadas con los del agua de las precipitaciones locales durante las últimas décadas, se han tomado como referencia los valores medios anuales de Madrid, que se consideran válidos para la zona de estudio.

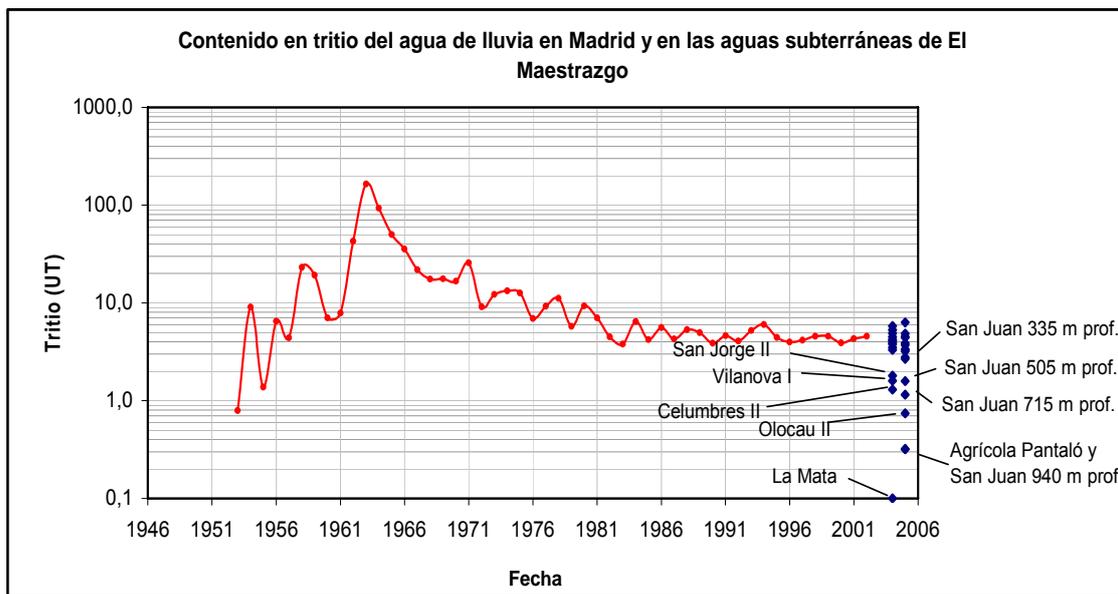
Las concentraciones de tritio de las precipitaciones en España durante los últimos 50 años, es decir, desde la fecha en que se iniciaron los ensayos termonucleares en la atmósfera son conocidas gracias a las medidas directas realizadas por el CEDEX desde el año 1970 en diferentes zonas de la Península Ibérica, sobre muestras medias mensuales. Las concentraciones de tritio sólo han experimentado variaciones relativamente pequeñas dentro de la Península. Las mayores variaciones se localizan en las zonas del litoral debido a la influencia del océano, donde las concentraciones son, en general, entre el 5 y el 20% más bajas. Sólo en los datos de los últimos años, donde ya se ha vuelto prácticamente a los valores de la época previa a los ensayos termonucleares, el contenido en tritio es mayor en las estaciones situadas próximas a la costa del Mediterráneo.

En el cuadro 8 se incluyen los valores de tritio corregidos para las precipitaciones de Madrid desde el año 1953 hasta el año 2002. Los últimos datos representan las concentraciones de tritio aproximadas que tendría en el momento presente el agua de lluvia, del orden de 4 a 5 UT.

En la figura 29 se ha representado la variación de estos valores en el tiempo, así como el contenido en tritio de las aguas subterráneas muestreadas en el Maestrazgo.

**Cuadro 8.- Contenidos de tritio en las precipitaciones sobre Madrid desde 1953 al año 2002**

<b>Año</b>	<b>Tritio en la precipitación media anual en Madrid (UT)</b>
1953	0,79
1954	9,08
1955	1,38
1956	6,51
1957	4,40
1958	23,15
1959	19,21
1960	7,03
1961	7,85
1962	42,84
1963	163,78
1964	93,19
1965	49,98
1966	35,44
1967	21,75
1968	17,54
1969	17,57
1970	16,61
1971	25,72
1972	9,12
1973	12,16
1974	13,32
1975	12,67
1976	6,92
1977	9,27
1978	11,09
1979	5,74
1980	9,29
1981	7,01
1982	4,50
1983	3,80
1984	6,45
1985	4,21
1986	5,58
1987	4,26
1988	5,33
1989	4,95
1990	3,87
1991	4,61
1992	4,06
1993	5,21
1994	5,99
1995	4,42
1996	3,99
1997	4,15
1998	4,54
1999	4,56
2000	3,89
2001	4,29
2002	4,54



**Figura 29.- Contenido en tritio de las aguas subterráneas del acuífero profundo de El Maestrazgo en relación con el del agua de lluvia**

Los valores de tritio analizados en el acuífero profundo de El Maestrazgo varían entre  $0,1 \pm 0,5$  UT en el sondeo de La Mata (292130011) y  $6,3 \pm 0,52$  UT en el manantial Ermita Castellfort (302210001), siendo la mayoría superiores a 3 UT. Considerando que el agua de lluvia en la actualidad contiene del orden de 4 a 5 UT, se deduce que, en gran parte de los puntos muestreados, las aguas subterráneas se han recargado recientemente o se han mezclado con aguas recargadas en los últimos 10 años.

Parece, pues, que las aguas subterráneas que se están explotando en el acuífero se renuevan de forma rápida, a pesar de la profundidad a la que se sitúa el nivel piezométrico en la mayoría de los casos. Estos resultados son coherentes con la presencia de nitratos y otras sustancias contaminantes relacionadas con la actividad antrópica, así como con la variación estacional de la composición de isótopos estables, observada en muchos casos (sondeos de Villores, La Mata, Celumbres-2, Catí, Culla, Vilanova-I, San Jorge y Crevetes).

Los contenidos comprendidos entre 1 y 2 UT corresponden a aguas recargadas con anterioridad a 1952 y, por tanto, han permanecido durante más tiempo en el acuífero, por el que la circulación es relativamente más lenta. Es el caso de los sondeos Celumbres II (292180019), San Juan de Cabanes (302370022, en las muestras tomadas entre 500 y 700 m de profundidad), Vilanova I (302380006) y San Jorge II (312170026).

Por último, se han analizado valores de tritio menores 1 UT en los sondeos de: La Mata (292130011), que tiene el valor más bajo de tritio ( $0,1 \pm 0,5$  UT), San Juan (302370022, en la muestra tomada a 900 m de profundidad,  $0,32 \pm 0,33$  UT) y Agrícola Pantaló (302380008,  $0,32 \pm 0,38$  UT). Según estos resultados, el agua captada en dichos sondeos se ha recargado también antes del año 1952, pero en épocas anteriores, hace más de 50 años, por lo que el tiempo de permanencia en el acuífero es aún más largo y la circulación más lenta o bien captan flujos más profundos de mayor recorrido, que en los casos anteriores (Figura 29).

El sondeo de la Mata, en el que puede considerarse que hay ausencia de tritio, tiene 481 m de profundidad y está situado en el extremo noroccidental de la zona de estudio, con el nivel del agua a prácticamente 200 m de profundidad. El agua es de composición sulfatada magnésica, más mineralizada que las que caracterizan a un acuífero carbonatado, posiblemente por la influencia de aguas que han circulado por materiales de otra naturaleza, pero que no proceden de una recarga reciente ni de aportes someros.

El bajo contenido en tritio de la muestra más profunda (940 m) tomada en el sondeo de San Juan indica que a esa profundidad la renovación del agua es más lenta que la observada para la mayor parte de los sondeos de la zona. La mayor salinidad del agua y la facies sulfatada se deben a la influencia del sustrato impermeable del Trías y no al aporte de aguas más superficiales de distinta composición.

El contenido en tritio en este sondeo es similar al analizado en el sondeo Agrícola Pantaló, de 545 m de profundidad y agua bicarbonatada cálcica.

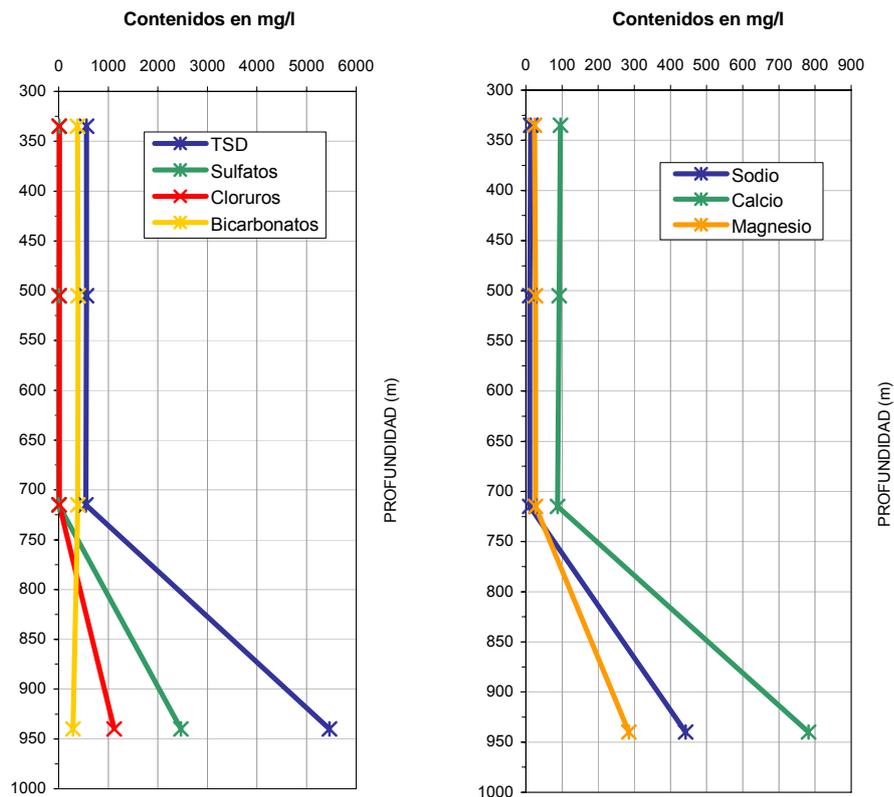
#### 2.4.- EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA E ISOTÓPICA CON LA PROFUNDIDAD

Para el estudio de la evolución de la composición química e isotópica de las aguas subterráneas con la profundidad, se han tomado muestras de agua a distintas profundidades en el sondeo de San Juan (302370022) mediante un sistema de muestreo selectivo, que ha permitido aislar muestras de agua a 335, 505, 715 y 940 m. Los muestreos se realizaron en octubre de 2005.

En la figura 30 se ilustra la variación que experimentan algunos constituyentes químicos a estas profundidades. Es significativo que hasta los 715 m la composición del agua es muy homogénea: son aguas de mineralización media, con un total de sólidos disueltos que varían poco, entre 548 y 560 mg/l, de facies bicarbonatada cálcica, con un contenido bajo en cloruros y sulfatos. Sin embargo, a los 940 m se produce un cambio brusco de estas

características, a un agua muy mineralizada (5460 mg/l de sólidos disueltos), sulfatada cálcico-magnésica y con un alto contenido en sulfatos, cloruros y sodio. Esto se debe a la influencia de las sales presentes en el sustrato impermeable, ya que el sondeo llega a cortar las arcillas plásticas del Trías a los 991 m.

**Variación de la composición química con la profundidad en el sondeo 302371022 - San Juan (octubre 2005)**



**Figura 30.- Evolución de la composición química de las aguas subterráneas del Maestrazgo en profundidad**

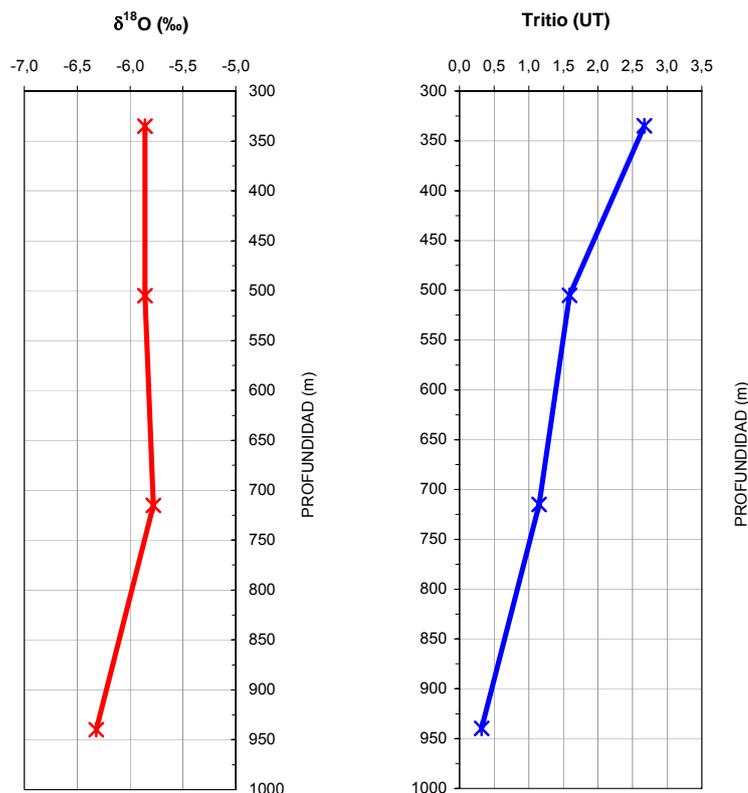
El aumento del contenido en sulfatos (de 13 a 2466 mg/l) y cloruros (de 15 a 1120 mg/l) va acompañado por una disminución del contenido en bicarbonatos y un aumento muy significativo de los cationes mayoritarios, siendo el calcio el que experimenta el mayor aumento (de 96 a 782 mg/l), seguido del sodio (de 13 a 442 mg/l) y magnesio (de 27 a 285 mg/l) (figura 30). La disolución mayoritaria de yeso y halita da lugar a esta nueva composición del agua a esta profundidad de 940 m.

En el sondeo de San Juan también aparecen nitratos en las distintas profundidades a las que se ha muestreado, aunque en contenidos relativamente bajos ( $\leq 10$  mg/l). El contenido

en nitratos se mantiene constante en profundidad hasta 715 m, pero disminuye a 940 m, al mismo tiempo que se observa un aumento del contenido en nitritos y amonio, favorecido, probablemente, por las condiciones reductoras que son más estables a medida que aumenta la profundidad.

Los resultados obtenidos del análisis de isótopos estables (Figura 31) indican que el valor de  $\delta^{18}\text{O}$  también se mantiene constante hasta una profundidad de 700 m (-5,86 y -5,78 ‰). Esta homogeneidad con la profundidad tiene lugar al mismo tiempo que se mantiene estable la composición química. Sin embargo, a más de 900 m el agua pasa a ser isotópicamente más ligera ( $\delta^{18}\text{O}$  es -6,32 ‰), a la vez que aumenta significativamente la mineralización y el contenido en sulfatos y cloruros, ya que a esta profundidad se intensifican los procesos de reacción con la roca, en particular la disolución de materiales salinos.

**Variación de la composición isotópica con la profundidad en el sondeo 302371022 - San Juan (octubre 2005)**



**Figura 31.- Evolución de la composición isotópica de las aguas subterráneas del Maestrazgo en profundidad**

Por otro lado, los valores de tritio disminuyen progresivamente con la profundidad, desde 2,67 hasta 0,32 UT, lo que indica una cierta estratificación del agua respecto al tiempo de residencia en el acuífero o en el porcentaje de mezcla con aguas de reciente infiltración, desde 300 m donde las aguas se renuevan con mayor rapidez y se han recargado en los últimos 10 años, hasta más de 900 m, con prácticamente ausencia de tritio, en aguas recargadas como mínimo hace más de 50 años.

### 3.- CONCLUSIONES

Los resultados de los análisis físico-químicos ponen de manifiesto la homogeneidad química de las aguas del acuífero profundo del Maestrazgo, siendo predominantemente *bicarbonatadas cálcicas* y de similar mineralización en la mayor parte del mismo, como corresponde a las aguas que circulan por los materiales carbonatados del Jurásico y del tránsito Jurásico-Cretácico.

Igualmente por condicionantes litológicos, pero de manera muy localizada en la zona noroccidental del área de estudio, existen aguas *sulfatadas cálcicas y/o magnésicas*, ligeramente más mineralizadas, que indican cierta influencia de materiales arcillosos y margosos de las formaciones suprayacentes al acuífero carbonatado. Destaca también la naturaleza sulfatada magnésica y la elevada salinidad del agua en profundidad (a 940 m de profundidad del sondeo de San Juan) como consecuencia de la influencia de la disolución de sales del sustrato triásico.

Además, existen aguas notablemente más mineralizadas, de composición *clorurada sódica*, que aparecen en zonas costeras y que están condicionadas por la influencia de la intrusión del agua del mar por el caudal de descarga de las aguas subterráneas.

La presencia de especies nitrogenadas (el contenido en *nitratos* está comprendido entre 0 y 80 mg/l, aunque en el 50% de las muestras es menor de 10 mg/l) a profundidades elevadas, es un reflejo de la rápida circulación del agua y de la importancia de una recarga reciente en estos acuíferos, que tienen escasa vegetación en muchos sectores. Todo ello condiciona que el acuífero profundo sea vulnerable a la contaminación procedente de la superficie, ocasionada tanto por actividades agrícolas como urbanas.

Los resultados de los análisis de *isótopos estables* indican el origen meteórico de estas aguas y que no han sufrido evaporación, ya que se han recargado con relativa rapidez. El amplio rango de valores encontrado, tanto en los manantiales como en los sondeos ( $\delta^{18}\text{O}$  entre -5,55 y -9,02 ‰ y  $\delta\text{D}$  entre -30 y -60 ‰) es propio de una área de infiltración extensa, con importantes diferencias de cota (desde el nivel del mar a más de 1200 m s.n.m). Las

variaciones temporales observadas sugieren que la mezcla de las aguas subterráneas en el acuífero no es muy homogénea, dada la rápida circulación a través de las zonas más alteradas y a la influencia de aportes superficiales, sugeridos también por la presencia de especies contaminantes como los nitratos.

La mayor parte de las muestras de los sondeos se disponen por debajo de la línea que define el gradiente isotópico de las precipitaciones en la zona norte del Maestrazgo (del orden de  $-0,29\text{ ‰}$  por 100 m), lo que significa que su composición isotópica corresponde a aguas que se recargaron a cotas superiores (figura 24).

En particular, se ha estimado para los manantiales costeros de Las Fuentes (312320001) y Font Dyns, que la zona de recarga se sitúa al menos a 700 m s.n.m. y más de 900 m s.n.m., respectivamente. Por tanto, no parece que el agua que se descarga en estas surgencias se haya infiltrado exclusivamente en la Sierra de Irla (con cotas de 573 m s.n.m.). Es más probable que también proceda de zonas interiores topográficamente más elevadas, incluso más que la Sierra de Valdanca (en la que la cota más alta es 715 m s.n.m.).

Los valores de *tritio* analizados varían entre  $0,1 \pm 0,5$  UT y  $6,3 \pm 0,52$  UT, siendo la mayoría superiores a 3 UT. Si se considera que el agua de lluvia en la actualidad contiene del orden de 4 a 5 UT, en gran parte de los puntos muestreados mediante bombeo, las aguas subterráneas se han recargado recientemente o se han mezclado con aguas recargadas en los últimos 10 años. Parece, pues, que las aguas subterráneas que se están explotando en el acuífero se renuevan de forma rápida, a pesar de la profundidad a la que se sitúa el nivel piezométrico en la mayoría de los casos. Estos resultados son coherentes con la presencia de nitratos y otras sustancias contaminantes relacionadas con la actividad antrópica, así como con la variación estacional de la composición de isótopos estables.

En algunos sondeos el contenido en tritio es bajo: por un lado se han encontrado valores comprendidos entre 1 y 2 UT, que corresponden a aguas recargadas con anterioridad a 1952 y, por tanto, han permanecido durante más tiempo en el acuífero, por el que la circulación es relativamente más lenta. Es el caso de los sondeos Celumbres II (292180019), San Juan (302370022, en las muestras tomadas entre 500 y 700 m de profundidad), Vilanova I (302380006) y San Jorge II (312170026) (figuras 1 y 27).

Por otro, se han analizado valores de tritio menores 1 UT en los sondeos de: La Mata (292130011), que tiene el valor más bajo de tritio ( $0,1 \pm 0,5$  UT), San Juan (302370022, en la muestra tomada a 900 m de profundidad,  $0,32 \pm 0,33$  UT) y Agrícola Pantaló (302380008,  $0,32 \pm 0,38$  UT). Según estos resultados, el agua captada en dichos sondeos se ha recargado también antes del año 1952, pero en épocas anteriores, hace más de 50 años,

por lo que el tiempo de permanencia en el acuífero es aún más largo y la circulación más lenta o bien captan flujos más profundos de mayor recorrido, que en los casos anteriores.

El estudio de la *evolución* de la *composición* química e isotópica de las aguas subterráneas con la *profundidad*, realizado a partir de las muestras tomadas a 335, 505, 715 y 940 m en el sondeo San Juan (302370022), pone de manifiesto que existe una gran homogeneidad en la mineralización y contenido en los constituyentes mayoritarios hasta más de 700 m de profundidad (el agua es bicarbonatada cálcica, con un contenido bajo en cloruros y sulfatos). Sin embargo, a los 940 m se produce un cambio brusco de estas características, a un agua muy mineralizada, sulfatada cálcico-magnésica y con un alto contenido en sulfatos, cloruros y sodio. Esto se debe a la influencia de las sales presentes en el sustrato impermeable.

En este sondeo también aparecen nitratos en las distintas profundidades a las que se ha muestreado, aunque en contenidos relativamente bajos ( $\leq 10$  mg/l). El contenido en nitratos se mantiene constante en profundidad hasta 715 m, pero disminuye a 940 m, al mismo tiempo que se observa un aumento del contenido en nitritos y amonio, favorecido, probablemente, por las condiciones reductoras que son más estables a medida que aumenta la profundidad.

También se observa una homogeneidad en la composición isotópica estable (el valor de  $\delta^{18}\text{O}$  se mantiene constante hasta una profundidad de 700 m (-5,86 y -5,78 ‰)). Sin embargo, a más de 900 m el agua pasa a ser isotópicamente más ligera ( $\delta^{18}\text{O}$  es -6,32 ‰), a la vez que aumenta significativamente la mineralización y el contenido en sulfatos y cloruros, ya que a esta profundidad se intensifican los procesos de reacción con la roca, en particular la disolución de materiales salinos.

Por otro lado, los valores de tritio disminuyen progresivamente con la profundidad, desde 2,67 hasta 0,32 UT, lo que indica una cierta estratificación del agua respecto al tiempo de residencia en el acuífero o en el porcentaje de mezcla con aguas de reciente infiltración, desde 300 m donde las aguas se renuevan con mayor rapidez y se han recargado en los últimos 10 años, hasta más de 900 m, con prácticamente ausencia de tritio, en aguas recargadas como mínimo hace más de 50 años.

#### 4.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araguas, L. (1991). *Adquisición de los contenidos isotópicos ( $^{18}O$  y  $D$ ) de las aguas subterráneas: Variaciones en la atmósfera y en la zona no saturada del suelo*. Tesis Doctoral. U. Autónoma de Madrid.

Custodio, E. y Llamas, M.R. (1983). *Hidrología Subterránea*. 2ª edición. Ed. Omega.

CEDEX y UAM (1995). *Curso sobre Hidrología Isotópica*. Madrid.

Drever, J.I. (1982). *The Geochemistry of Natural Waters*. Prentice-Hall, Inc.

Freeze, R.A. and Cherry, J.A. (1979). *Groundwater*. Prentice-Hall, Inc.

Fritz, P and Fontes, J. Ch. (1980). *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry*. The Terrestrial Environment, Elsevier.

Hem, J.D. (1989). *Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water*. Third Edition. Geological Survey Water Supply. Paper 2254.

Herráez, I. (1983). *Análisis de las variaciones de los isótopos ambientales estables en el sistema terciario acuífero detrítico de Madrid*. Tesis Doctoral. U. Autónoma de Madrid. ISBN84-7477-482-9.

Plata, A. (1994). *Composición isotópica de las precipitaciones y aguas subterráneas en la Península Ibérica*. CEDEX. MOPTMA.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1: CUADROS DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS E  
ISOTÓPICOS POR CAMPAÑAS**

**Resultados de los análisis químicos e isotópicos realizados en la primera campaña de muestreo (mayo-julio de 2004)**

Tipo	Nombre	ID MUESTRA	F TOMA	X	Y	Cota	Cond campo	Cond lab	pH campo	pH lab	Temp	TSD	DQO	CL	SO4	HCO3	CO3	NO3	NA	MG	CA	K	NO2	NH4	P2O5	SiO2	Oxigeno 18	Deuterio	Exceso deuterio	Tritio	T inc
						(m)	μS/cm				(°C)	(mg/l)														(‰)			(UT)		
S	Villores	292080004	15/07/2004	736833	4506599	719,0	1819	631	7,88	7,7	23,2	559,0	0,6	4,0	203,0	198,0	0,0	7,0	5,0	33,0	98,0	2,0	0,00	0,00	0,00	9,00	-8,34	-56,80	9,94	3,8	0,5
S	La Mata	292130011	15/07/2004	730690	4499942	782,0	1960	1248	7,58	7,9	20,0	1214,4	0,6	16,0	518,0	372,0	0,0	6,0	100,0	86,0	95,0	13,0	0,00	0,00	0,00	8,40	-7,00	-40,43	15,53	0,1	0,5
S	Celumbres-2	292180019	15/07/2004	737203	4493027	807,4	1094	429	7,52	7,8	16,4	367,3	0,6	8,0	29,0	235,0	0,0	4,0	3,0	24,0	58,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,30	-7,05	-41,15	15,28	1,3	0,6
S	Mufró - Ortells	302050003	15/07/2004	738462	4508500	644,0	1461	663	7,33	7,6	15,7	601,3	0,9	16,0	152,0	260,0	0,0	12,0	16,0	25,0	107,0	5,0	0,00	0,00	0,00	8,30	-6,62	-38,24	14,71	5,8	0,7
M	Morella	302120014	11/06/2004	746949	4503278	1085,0		546		7,5		465,3	0,9	37,0	51,0	237,0	0,0	10,0	11,0	11,0	102,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,30	-8,32	-54,50	12,06		
M	Las Rocas	302130003	11/06/2004	754590	4497482	1080,0		385		7,6		352,2	1,0	7,0	11,0	242,0	0,0	0,0	3,0	8,0	77,0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,20	-7,48	-43,60	16,24		
S	Catí	302170099	15/07/2004	759105	4491486	643,0	1433	542	7,28	7,5	19,0	474,0	1,6	7,0	106,0	233,0	0,0	4,0	3,0	22,0	93,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,00	-6,32	-37,30	13,27	3,5	0,7
M	Chert,Fte, Albí	302180002	21/05/2004	764740	4492752	740,0		320		7,7		286,2	0,5	9,0	19,0	178,0	0,0	2,0	3,0	4,0	66,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,20	-6,50	-39,80	12,20		
M	Ermida Castellfort	302210001	21/05/2004	739750	4484670	1060,0		330		7,7		286,8	0,8	12,0	20,0	175,0	0,0	0,0	4,0	4,0	65,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,80	-7,79	-53,10	9,22		
S	Ibarsos II	302360013	15/07/2004	749391	4457428	349,4	1067	408	7,59	7,6	19,3	350,1	1,6	10,0	25,0	214,0	0,0	9,0	5,0	13,0	68,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,10	-6,66	-39,01	14,27	5,3	0,7
S	Vilanova-I	302380006	15/07/2004	761625	4458595	349,0	1831	725	6,95	7,3	23,1	621,6	0,5	52,0	10,0	312,0	0,0	80,0	13,0	21,0	122,0	0,0	0,06	0,00	0,00	11,50	-5,55	-33,89	10,47	1,6	0,6
S	San Jorge II	312170026	15/07/2004	783895	4490522	137,0	1399	520	7,09	7,4	18,1	492,1	2,5	20,0	11,0	320,0	0,0	12,0	12,0	18,0	87,0	0,0	0,00	0,00	0,00	12,10	-6,66	-39,64	13,67	1,8	0,6
S	La Jana	312170027	15/07/2004	785350	4496200	182,0		578		7,7		513,8	1,0	22,0	47,0	288,0	0,0	15,0	12,0	12,0	108,0	1,0	0,00	0,00	0,00	8,80	-6,03	-36,77	11,49	4,9	0,5
S	San Mateo	312210050	15/07/2004	770662	4479965	386,9	1263	466	7,46	7,9	20,6	409,4	0,7	11,0	35,0	254,0	0,0	3,0	7,0	16,0	78,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,40	-7,71	-49,09	12,59	4,1	0,5
M	Font de la Roca	312220002	11/06/2004	776659	4485709	397,0		442		7,5		388,2	0,6	33,0	20,0	223,0	0,0	0,0	12,0	6,0	85,0	0,0	0,00	0,00	0,00	9,20	-5,88	-32,30	14,74		
S	Crevetes	312230027	15/07/2004	784420	4482930	110,0	1674	590	7,08	7,4	18,8	523,2	0,5	24,0	25,0	288,0	0,0	44,0	13,0	16,0	102,0	0,0	0,00	0,00	0,00	11,20	-6,23	-38,39	11,46	4,5	0,5
S	Salsadella	312250010	15/07/2004	770274	4478714	343,1	1202	467	7,36	7,6	21,2	394,9	0,6	14,0	38,0	232,0	0,0	6,0	10,0	16,0	72,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,90	-7,61	-48,54	12,38	3,3	0,4
S	Pedreira	312260004	15/07/2004	780957	4471977	181,8	1693	532	7,17	7,6	19,9	457,9	0,6	18,0	51,0	250,0	0,0	16,0	9,0	16,0	91,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,90	-6,96	-44,65	11,03	3,9	0,5
M	Las fuentes	312320001	21/05/2004	779580	4462107	0,0		536		7,5		454,2	0,7	44,0	32,0	243,0	0,0	9,0	19,0	13,0	87,0	1,0	0,00	0,00	0,00	6,20	-6,69	-40,20	13,32		
S	La Palaba-Apeadero	312320017	15/07/2004	776620	4461920	77,0	1570	1097	7,29	7,5	21,7	782,7	0,9	241,0	50,0	213,0	0,0	37,0	90,0	31,0	108,0	3,0	0,00	0,00	0,00	9,70	-6,15	-38,73	10,48	4,2	0,5

Resultados de los análisis químicos e isotópicos realizados en la segunda campaña de muestreo (noviembre de 2004)

Tipo	Nombre	ID MUESTRA	F TOMA	X	Y	Cota	Cond campo	Cond lab	pH campo	pH lab	Temp	TSD	DQO	CL	SO4	HCO3	CO3	NO3	NA	MG	CA	K	NO2	NH4	P2O5	SiO2	Oxígeno 18	Deuterio	Exceso deuterio	Tritio	T inc
						(m)	μS/cm				(°C)	(mg/l)															(‰)		(UT)		
S	La Cuba	292130004	15/11/2004	718967	4496522	852,4	1419	488	7,18	7,5	14,5	423,6	0,6	4,0	55,0	249,0	0,0	11,0	3,0	24,0	70,0	1,0	0,00	0,00	0,00	6,60	-8,81	-58,87	11,60		
S	Olocau II	292130010	15/11/2004	728250	4499620	834,0	1591	670	7,22	7,5	11,7	556,4	14,5	34,0	248,0	116,0	0,0	1,0	13,0	32,0	94,0	4,0	0,12	0,00	0,73	13,50	4,97	1,42	-38,34		
S	Celumbres-2	292180019	15/11/2004	737203	4493027	807,4	1146	440	7,51	7,6	12,7	337,1	0,5	4,0	27,0	219,0	0,0	4,0	2,0	23,0	52,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,10	-8,52	-55,82	12,34		
S	Zorita	302010010	15/11/2004	741238	4514389	631,7	1262	489	7,24	7,6	14,9	403,4	0,7	4,0	13,0	283,0	0,0	4,0	4,0	22,0	63,0	0,0	0,00	0,13	0,00	10,30	-8,12	-52,50	12,46		
S	Mufró - Ortells	302050003	15/11/2004	738462	4508500	644,0	1505	606	7,48	7,5	14,6	462,9	0,8	25,0	122,0	184,0	0,0	5,0	17,0	19,0	80,0	4,0	0,00	0,00	0,00	6,90	-6,40	-37,90	13,30		
S	Catí	302170099	15/11/2004	759105	4491486	643,0	1491	587	7,13	7,3	16,5	445,7	0,6	5,0	118,0	207,0	0,0	4,0	3,0	21,0	82,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,70	-7,56	-47,21	13,27		
S	Mas del Retoret	302310006	15/11/2004	744450	4460075	433,0	1084	440	7,41	7,6	19,5	334,8	0,5	4,0	26,0	215,0	0,0	4,0	3,0	15,0	62,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,80	-7,53	-46,90	13,37		
S	Culla	302310007	15/11/2004	756865	4459731	404,5	1224	434	7,40	7,5	16,9	327,7	0,4	10,0	24,0	195,0	0,0	12,0	6,0	11,0	63,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,70	-6,83	-42,12	12,49		
S	Ibarsos II	302360013	15/11/2004	749391	4457428	349,4	1078	442	7,29	7,1	20,4	334,9	0,4	7,0	23,0	209,0	0,0	8,0	6,0	13,0	63,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,90	-7,28	-44,18	14,06		
S	Barrisques	302370018	15/11/2004	758013	4459020	404,6	1104	483	7,21	6,8	18,8	358,5	0,5	12,0	20,0	212,0	0,0	19,0	8,0	14,0	66,0	0,0	0,00	0,00	0,00	7,50	-6,76	-42,00	12,09		
S	Planchadells	302370020	15/11/2004	757101	4459833	414,2	738	483	7,25	7,5	15,1	338,1	0,5	18,0	7,0	178,0	0,0	34,0	9,0	8,0	66,0	0,0	0,00	0,00	0,00	18,10	-6,17	-36,43	12,93		
S	San Jorge II	312170026	15/11/2004	783895	4490522	137,0	1373	560	6,61	7,2	17,4	431,1	0,6	16,0	6,0	281,0	0,0	12,0	13,0	16,0	76,0	0,0	0,00	0,00	0,00	11,10	-5,63	-33,15	11,89		
S	Ayto San Mateo	312210037	15/11/2004	768959	4486880	388,4	1284	493	7,36	7,4	16,0	343,1	0,7	11,0	13,0	215,0	0,0	11,0	10,0	13,0	60,0	1,0	0,00	0,00	0,00	9,10	-5,92	-33,58	13,78		
S	San Mateo	312210050	15/11/2004	770662	4479965	386,9	1178	494	7,38	7,4	14,2	370,3	0,6	8,0	42,0	218,0	0,0	6,0	7,0	16,0	68,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,30	-7,88	-48,90	14,14		
S	Salsadella	312250010	15/11/2004	770274	4478714	343,1	1187	504	6,96	7,6	19,1	391,5	0,5	12,0	35,0	235,0	0,0	7,0	10,0	17,0	69,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,50	-7,78	-49,93	12,33		
S	Pedreira	312260004	15/11/2004	780957	4471977	181,8	1328	546	7,18	7,3	14,9	405,3	0,5	15,0	45,0	225,0	0,0	12,0	10,0	16,0	76,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,30	-7,26	-44,46	13,62		
S	Vivers de la Bassa	312320099	15/11/2004	777088	4464100	118,0	1769	739	7,49	7,5	15,3	491,3	0,6	94,0	20,0	206,0	0,0	30,0	30,0	18,0	83,0	1,0	0,00	0,00	0,00	9,30	-6,33	-38,93	11,72		

Resultados de los análisis químicos e isotópicos realizados en la tercera campaña de muestreo (marzo de 2005)

Tipo	Nombre	ID MUESTRA	F TOMA	X	Y	Cota	Cond campo	Cond lab	pH campo	pH lab	Temp	TSD	DQO	CL	SO4	HCO3	CO3	NO3	NA	MG	CA	K	NO2	NH4	P2O5	SiO2	Oxígeno 18	Deuterio	Exceso deuterio	Tritio	T inc
						(m)	μS/cm				(°C)	(mg/l)														(‰)			(UT)		
S	Olocau II	292130010	08/03/2005	728250	4499620	834,0	603	693	7,33	7,8	8,2	603,5	23,2	25,0	286,0	128,0	0,0	1,0	14,0	39,0	92,0	4,0	0,00	0,00	0,00	14,50	4,20	2,00	-31,60		
S	Celumbres-2	292180019	08/03/2005	737203	4493027	807,0	389	445	7,04	8,0	14,0	394,4	0,4	6,0	31,0	262,0	0,0	4,0	3,0	22,0	60,0	0,0	0,00	0,00	0,09	6,30	-8,29	-54,40	12,00		
S	Les Llengueres	292280005	01/03/2005	737990	4475720	725,0	540	477	7,65	8,1	13,1	423,6	0,9	7,0	48,0	258,0	0,0	4,0	5,0	17,0	79,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,60	-8,07	-51,60	12,90	3,88	0,42
S	Zorita	302010010	01/03/2005	741238	4514389	631,7	440	510	6,83	7,9	14,2	475,6	0,7	6,0	27,0	320,0	0,0	4,0	4,0	25,0	79,0	0,0	0,00	0,00	0,00	10,60	-7,93	-53,00	10,50		
S	Mufró-Ortells	302050003	08/03/2005	738462	4508500	644,0	548	613	6,48	7,8	9,2	521,8	1,2	30,0	126,0	208,0	0,0	17,0	19,0	22,0	91,0	4,0	0,00	0,00	0,00	4,80	-6,71	-45,70	8,00		
S	Catí	302170099	09/03/2005	759105	4491486	643,0	545	592	7,08	7,8	15,9	529,9	0,5	6,0	134,0	257,0	0,0	3,0	4,0	23,0	97,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,90	-7,30	-46,20	12,20		
S	Don Andrés	302280002	03/03/2005	765840	4471060	212,0	484	481	7,06	8,0	12,0	432,2	1,4	15,0	35,0	263,0	0,0	11,0	8,0	17,0	77,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,20	-7,14	-44,40	12,80		
S	Cuevas de Vinromá-2	302280008	03/03/2005	765930	4471054	212,0	469	472	7,02	8,0	18,5	408,1	0,3	12,0	38,0	246,0	0,0	8,0	7,0	16,0	75,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,10	-7,44	-46,00	13,50		
S	Cuevas de Vinromá-3	302280099	03/03/2005	765820	4471010	212,0	476	468	7,05	8,1	17,6	402,9	0,6	13,0	52,0	230,0	0,0	8,0	7,0	15,0	72,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,90	-7,22	-44,70	13,10	3,35	0,4
S	Ibarsos II	302360013	01/03/2005	749391	4457428	349,4	508	450	7,57	7,9	17,0	388,1	1,0	9,0	32,0	245,0	0,0	7,0	6,0	13,0	70,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,10	-7,04	-43,90	12,50		
S	Barrisques	302370018	01/03/2005	758013	4459020	404,6	545	484	7,69	7,8	17,5	425,8	0,7	14,0	21,0	263,0	0,0	17,0	8,0	15,0	80,0	0,0	0,00	0,00	0,00	7,80	-6,42	-39,80	11,50		
S	Planchadells	302370020	01/03/2005	757101	4459833	414,2	495	440	7,42	7,7	17,7	393,0	1,2	12,0	11,0	259,0	0,0	11,0	7,0	9,0	77,0	0,0	0,00	0,00	0,00	7,00	-6,55	-39,90	12,50		
S	Calor	302370099	01/03/2005	756860	4459720	404,0	494	439	7,43	7,9	15,3	353,1	1,0	13,0	7,0	229,0	0,0	12,0	7,0	10,0	68,0	0,0	0,00	0,00	0,00	7,10	-6,44	-38,20	13,30	4,51	0,44
S	Vilanova I	302380006	10/03/2005	761625	4458595	349,0	351	798	6,84	7,3	19,3	672,1	1,0	49,0	25,0	354,0	0,0	74,0	15,0	20,0	124,0	0,0	0,00	0,00	0,00	11,10	-5,93	-35,00	12,50		
S	San Mateo	312210050	03/03/2005	770662	4479965	386,9	503	496	6,96	8,0	4,3	442,5	0,6	11,0	47,0	266,0	0,0	6,0	7,0	17,0	83,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,50	-7,61	-48,10	12,80		
S	Crevetes	312230027	09/03/2005	784420	4482930	110,0	524	601	7,07	7,6	17,4	518,4	0,6	20,0	39,0	292,0	0,0	33,0	13,0	16,0	95,0	0,0	0,00	0,00	0,00	10,40	-6,21	-37,80	11,90		
S	Salsadella	312250010	03/03/2005	770274	4478714	343,1	518	506	6,32	7,8	14,6	447,8	0,7	15,0	44,0	272,0	0,0	7,0	11,0	18,0	74,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,80	-7,53	-47,40	12,80		
M	Peñíscola	312280042	02/03/2005	788815	4473284	1,0	11940	11785	7,03	7,6	18,2	7116,6	4,4	3580,0	652,0	306,0	0,0	10,0	1996,0	164,0	338,0	59,0	0,00	0,00	0,00	11,60	-5,76	-34,00	12,08		
M	Peñíscola	312280042B	02/03/2005	788798	4473283	1,0	7110	6345	7,19	7,5	17,0	3809,4	2,8	1840,0	374,0	263,0	0,0	8,0	947,0	98,0	246,0	25,0	0,00	0,00	0,00	8,40	-6,48	-38,40	13,44		
M	Las Fuentes	312320001	02/03/2005	779580	4462107	0,0	5930	5164	7,27	7,8	17,9	3172,7	2,7	1550,0	232,0	266,0	0,0	14,0	863,0	96,0	113,0	32,0	0,00	0,00	0,00	6,70	-6,18	-36,30	13,20		
S	La Palaba	312320017	09/03/2005	776620	4461920	77,0	1551	1882	6,95	7,5	18,9	1313,5	1,4	520,0	62,0	273,0	0,0	40,0	196,0	52,0	156,0	5,0	0,00	0,00	0,00	9,50	-5,92	-36,40	11,00	3,71	0,41

Resultados de los análisis químicos e isotópicos realizados en la cuarta campaña de muestreo (mayo-julio de 2005)

Tipo	Nombre	ID MUESTRA	F TOMA	X	Y	Cota	Cond campo	Cond lab	pH campo	pH lab	Temp	TSD	DQO	CL	SO4	HCO3	CO3	NO3	NA	MG	CA	K	NO2	NH4	P2O5	SiO2	Oxígeno 18	Deuterio	Exceso deuterio	Tritio	T inc
						(m)	μS/cm				(°C)	(mg/l)														(‰)			(UT)		
S	Villores	292080004	19/07/2005	736833	4506599	719,0	697	655	6,57	7,1	22,5	587,9	4,6	20,0	71,0	298,0	0,0	40,0	11,0	21,0	113,0	3,0	0,00	0,00	0,00	10,90	-7,67	-51,07	10,29	4,84	0,51
S	Olocou II	292130010	20/07/2005	728250	4499620	834,0	895	728	7,13	7,40	30,2	622,9	10,6	41,0	249,0	161,0	0,0	1,0	20,0	40,0	93,0	4,0	0,00	0,00	0,00	13,90	-0,20	-21,28	-19,68	3,32	0,46
S	La Mata	292130011	20/07/2005	730690	4499942	782,0	696	613	7,45	7,70	45,6	582,0	1,0	7,0	153,0	262,0	0,0	5,0	4,0	15,0	126,0	1,0	0,12	0,00	0,00	8,90	-7,54	-51,62	8,70		
S	Celumbres-2	292180019	19/07/2005	737203	4493027	807,4	513	446	7,12	7,70	15,3	384,1	1,7	3,0	38,0	244,0	0,0	4,0	2,0	23,0	64,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,10	-8,22	-54,29	11,47		
S	Zorita	302010010	19/07/2005	741238	4514389	631,7	800	627	6,85	7,60	18,5	658,8	3,7	5,0	219,0	261,0	0,0	4,0	4,0	32,0	126,0	0,0	0,00	0,00	0,00	7,80	-8,34	-51,72	15,00		
M	Morella	302120014	24/06/2005	746949	4503278	1085,0		715		7,70		518,1	0,8	74,0	65,0	216,0	0,0	12,0	22,0	11,0	112,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,10	-8,01	-52,52	11,56		
M	Las Rocas	302130003	24/06/2005	754590	4497482	1080,0		380		7,90		339,0	1,1	6,0	20,0	224,0	0,0	1,0	3,0	8,0	73,0	0,0	0,00	0,00	0,00	4,00	-7,41	-45,45	13,83		
S	Catí	302170099	20/07/2005	759105	4491486	643,0	624	624	6,83	7,60	18,1	570,9	0,7	5,0	163,0	253,0	0,0	3,0	3,0	23,0	115,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,90	-7,91	-47,51	15,77		
M	Chert, Fte Albí	302180002	24/06/2005	764740	4492752	740,0		329		7,90		300,0	0,6	10,0	26,0	178,0	0,0	5,0	3,0	5,0	68,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,00	-6,27	-39,12	11,04		
M	Ermida Castellfort	302210001	10/05/2005	739750	4484670	1060,0		346		8,10		314,7	0,5	7,0	19,0	199,0	0,0	4,0	4,0	6,0	69,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,70	-8,12	-51,42	13,54	6,3	0,52
S	Cuevas de Vinromá-2	302280008	12/07/2005	765930	4471054	212,0	486	465	7,45	7,70	28,6	417,0	0,9	10,0	45,0	244,0	0,0	10,0	7,0	16,0	79,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,00	-7,38	-45,98	13,06		
S	Cuevas de Vinromá-3	302280099	12/07/2005	765820	4471010	212,0	490	456	7,27	7,70	21,0	395,9	0,9	12,0	45,0	225,0	0,0	11,0	7,0	15,0	75,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,90	-7,20	-44,54	13,06	2,77	0,44
S	Culla	302310007	13/07/2005	756865	4459731	404,5	434	719	7,82	7,60	18,5	381,2	1,2	11,0	21,0	232,0	0,0	17,0	7,0	10,0	76,0	0,0	0,00	0,00	0,00	7,20	-6,24	-30,04	19,88		
S	Ibarsos II	302360013	13/07/2005	749391	4457428	349,4	452	454	7,78	7,60	19,0	415,1	1,0	7,0	45,0	248,0	0,0	8,0	5,0	16,0	80,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,10	-6,96	-42,96	12,72		
S	Barrisques	302370018	13/07/2005	758013	4459020	404,6	513	480	7,48	7,60	22,2	424,6	1,8	11,0	30,0	254,0	0,0	19,0	7,0	13,0	83,0	0,0	0,00	0,00	0,00	7,60	-6,46	-39,46	12,22		
S	Planchadells	302370020	13/07/2005	757101	4459833	414,2	457	450	7,74	7,60	19,2	408,1	0,7	10,0	22,0	255,0	0,0	14,0	7,0	15,0	78,0	0,0	0,00	0,00	0,00	7,10	-6,49	-40,45	11,47		
S	Vilanova I	302380006	21/07/2005	761625	4458595	349,0	555	479	7,04	7,60	24,7	436,7	0,7	12,0	33,0	260,0	0,0	19,0	8,0	13,0	84,0	0,0	0,00	0,00	0,00	7,70	-6,82	-39,95	14,61		
S	Agrícola Pantaló	302380008	21/07/2005	765200	4452040	283,0	669	578	6,91	7,40	27,1	540,7	0,7	20,0	67,0	294,0	0,0	27,0	17,0	26,0	81,0	0,0	0,00	0,00	0,00	8,70	-5,91	-33,40	13,88		
S	Ayto. San Mateo	312210037	12/07/2005	768959	4486880	388,4	492	476	7,30	7,50	17,5	433,4	1,2	12,0	22,0	271,0	0,0	11,0	10,0	12,0	85,0	1,0	0,00	0,00	0,00	9,40	-5,59	-33,31	11,41		
S	San Mateo	312210050	07/07/2005	770662	4479965	386,9	574	498	7,65	7,70	26,1	440,4	0,9	9,0	58,0	253,0	0,0	6,0	6,0	16,0	87,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,40	-7,54	-47,85	12,47		
M	Font de la Roca	312220002	24/06/2005	776659	4485709	397,0		565		7,70	NO	536,3	1,0	24,0	30,0	335,0	0,0	0,0	12,0	8,0	116,0	0,0	0,00	0,00	0,00	11,30	-5,66	-29,62	15,66		
S	Crevetes	312230027	14/07/2005	784420	4482930	110,0	577	579	7,30	7,60	18,5	540,7	0,7	20,0	67,0	288,0	0,0	27,0	11,0	19,0	100,0	0,0	0,00	0,00	0,00	8,70	-7,11	-42,44	14,44		
S	Salsadella	312250010	12/07/2005	770274	4478714	343,1	483	492	7,38	7,70	17,9	434,4	1,0	12,0	53,0	247,0	0,0	9,0	10,0	16,0	81,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,40	-7,42	-45,85	13,51		
M	Las Fuentes	312320001	10/05/2005	779580	4462107	0,0		4924	7,10	7,50	20,1	3123,5	2,1	1490,0	249,0	259,0	0,0	14,0	856,0	103,0	121,0	25,0	0,00	0,00	0,00	6,50	-6,22	-37,02	12,74	4,43	0,46
S	La Palaba	312320017	20/07/2005	776620	4461920	77,0	2251	2474	6,78	7,40	28,3	1554,0	1,4	660,0	99,0	254,0	0,0	48,0	242,0	61,0	174,0	6,0	0,00	0,00	0,00	10,00	-5,92	-36,00	11,36	3,2	0,43
S	Vivers de la Bassa	312320099	22/07/2005	777088	4464100	118,0	802	719	7,21	7,60	29,8	586,7	1,3	90,0	38,0	263,0	0,0	29,0	29,0	17,0	110,0	1,0	0,00	0,00	0,00	9,70	-6,23	-36,58	13,26		

Resultados de los análisis químicos e isotópicos realizados en la quinta campaña de muestreo (octubre de 2005)

Tipo	Nombre	ID MUESTRA	F TOMA	X	Y	Prof. agua	Cota	Cond campo	Cond lab	pH campo	pH lab	Temp	TSD	DQO	CL	SO4	HCO3	CO3	NO3	NA	MG	CA	K	NO2	NH4	P2O5	SIO2	Oxígeno 18	Deuterio	Exceso deuterio	Tritio	T inc	
						(m)	(m)	μS/cm				(°C)	(mg/l)														(‰)			(UT)			
S	Villores	292080004	18/10/2005	736833	4506599		719,0	696	696	7,40	7,40	17,3	550,1	0,7	11,0	27,0	338,0	0,0	28,0	8,0	17,0	108,0	2,0	0,00	0,00	0,00	11,10						
S	Olocau II	292130010	18/10/2005	728250	4499620		834,0	637	620	7,54	7,70	17,9	491,2	0,6	1,0	102,0	261,0	0,0	2,0	10,0	32,0	74,0	1,0	0,00	0,00	0,00	8,20	<b>-9,02</b>	<b>-60,91</b>	<b>11,25</b>	<b>0,74</b>	<b>0,34</b>	
S	San Juan 1	302371022	13/10/2005	759250	4451260	335	302,0	627	670	NO	8,30	28,3	565,5	1,0	15,0	13,0	382,0	2,4	8,0	13,0	24,0	96,0	1,0	0,00	0,00	0,00	11,10	<b>-5,86</b>	<b>-32,98</b>	<b>13,90</b>	<b>2,67</b>	<b>0,39</b>	
S	San Juan 2	302372022	13/10/2005	759250	4451260	505	302,0	640	662	NO	8,10	21,8	560,9	0,7	14,0	6,0	392,0	0,0	8,0	11,0	27,0	92,0	0,0	0,00	0,00	0,00	10,90	<b>-5,86</b>	<b>-34,58</b>	<b>12,30</b>	<b>1,59</b>	<b>0,37</b>	
S	San Juan 3	302373022	13/10/2005	759250	4451260	715	302,0	648	643	NO	8,10	28,7	548,0	0,7	13,0	2,0	386,0	0,0	10,0	11,0	27,0	88,0	0,0	0,00	0,00	0,00	11,00	<b>-5,78</b>	<b>-49,29</b>	<b>-3,05</b>	<b>1,15</b>	<b>0,36</b>	
S	San Juan 4	302374022	13/10/2005	759250	4451260	940	302,0	610	8323	NO	7,60	17,3	5460,1	2,4	1120,0	2466,0	290,0	0,0	3,0	442,0	285,0	782,0	54,0	2,30	0,14	0,00	15,70	<b>-6,32</b>	<b>-37,19</b>	<b>13,37</b>	<b>0,32</b>	<b>0,33</b>	
S	Vilanova I	302380006	18/10/2005	761625	4458595		349,0	553	541	7,55	7,70	20,2	418,8	0,7	9,0	20,0	261,0	0,0	19,0	8,0	15,0	79,0	0,0	0,00	0,00	0,00	7,80						
S	Agrícola Pantaló	302380008	14/10/2005	765200	4452040		283,0																									<b>0,32</b>	<b>0,38</b>

Resultados de los análisis químicos e isotópicos realizados en la sexta campaña de muestreo (febrero de 2006)

Tipo	Nombre	ID MUESTRA	F TOMA	X	Y	Cota	Cond campo	Cond lab	pH campo	pH lab	Temp	TSD	DQO	CL	SO4	HCO3	CO3	NO3	NA	MG	CA	K	NO2	NH4	P2O5	SIO2	Oxígeno 18	Deuterio	Exceso deuterio	Tritio	T inc
						(m)	μS/cm				(°C)				(mg/l)												(‰)			(UT)	
S	Zorita	302010010	07/02/2006	741238	4514389	631.7	747	492	7,03	7,40	11,4	448,7	0,8	8,0	27,0	296,0	0,0	2,0	4,0	21,0	81,0	0,0	0,00	0,00	0,00	9,70	-7,50	-51,16	8,84	4,68	0,52
S	Cuevas de Vinromá 2	302280008	08/02/2006	765930	4471054	212,0	525	472	7,40	7,60	18,3	433,7	0,6	14,0	29,0	272,0	0,0	7,0	7,0	18,0	81,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,70	-7,23	-46,44	11,40		
S	Más del Retoret	302310006	09/02/2006	744450	4460075	433,0	517	443	7,96	7,60	15,0	405,8	0,5	7,0	23,0	269,0	0,0	3,0	3,0	15,0	80,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,80	-6,97	-43,70	12,06		
S	Calor	302370099	10/02/2006	756860	4459720	404,0	495	432	7,81	7,70	15,5	403,9	0,4	14,0	4,0	268,0	0,0	12,0	7,0	12,0	80,0	0,0	0,00	0,00	0,00	6,90	-6,30	-10,20	40,20	3,67	0,49
S	Vilanova I	302380006	11/02/2006	761625	4458595	349,0	646	765	7,55	7,40	18,2	631,7	0,5	49,0	26,0	330,0	0,0	68,0	13,0	19,0	116,0	0,0	0,00	0,00	0,00	10,70	-5,68	-33,00	12,44		
S	Agrícola Pantaló	302380008	16/02/2006	765200	4452040	283,0	647	586	7,75	7,30	23,6	540,4	1,0	22,0	20,0	346,0	0,0	7,0	14,0	26,0	94,0	0,0	0,00	0,00	0,00	11,40	-5,77	-33,28	12,88		
S	Crevetes	312230027	08/02/2006	784420	4482930	110,0	744	676	7,52	7,20	17,5	579,4	0,5	29,0	33,0	300,0	0,0	60,0	15,0	18,0	112,0	0,0	0,00	0,00	0,00	12,40	-5,56	-33,43	11,05	3,34	0,48
M	Peñíscola	312280042	15/02/2006	788815	4473284	1,0	16650	20725	7,11	7,30	18,5	12368,5	6,8	6800,0	900,0	268,0	0,0	6,0	3484,0	359,0	425,0	119,0	0,00	0,00	0,13	7,40	-4,55	-27,40	9,00		
M	Peñíscola B	312280042B	15/02/2006	788798	4473283	1,0	9050	10343	7,28	7,40	20,5	6472,1	5,3	3360,0	556,0	261,0	0,0	11,0	1682,0	169,0	369,0	54,0	0,00	0,00	0,00	10,10	-5,71	-35,34	10,34		
M	Las Fuentes	312320001	09/02/2006	779580	4462107	0,0	8290	9513	7,61	7,30	18,1	5323,3	3,6	2820,0	428,0	252,0	0,0	12,0	1262,0	216,0	278,0	49,0	0,00	0,00	0,00	6,30	-5,47	-33,33	10,43	3,05	0,48
S	La Palaba	312320017	16/02/2006	776620	4461920	77,0	1438	1754	7,97	7,20	14,1	1215,8	1,7	466,0	11,0	294,0	0,0	72,0	74,0	83,0	200,0	2,0	0,00	0,00	0,00	13,80	-5,08	-30,47	10,17		
S	Vivers de la Bassa	312320099	18/02/2006	777088	4464100	118,0	834	755	7,28	7,50	20,5	615,2	1,0	105,0	15,0	288,0	0,0	29,0	30,0	20,0	118,0	1,0	0,00	0,00	0,00	9,20	-5,73	-34,95	10,89		

**Resultados de los análisis químicos e isotópicos realizados en la séptima campaña de muestreo (abril y mayo de 2006)**

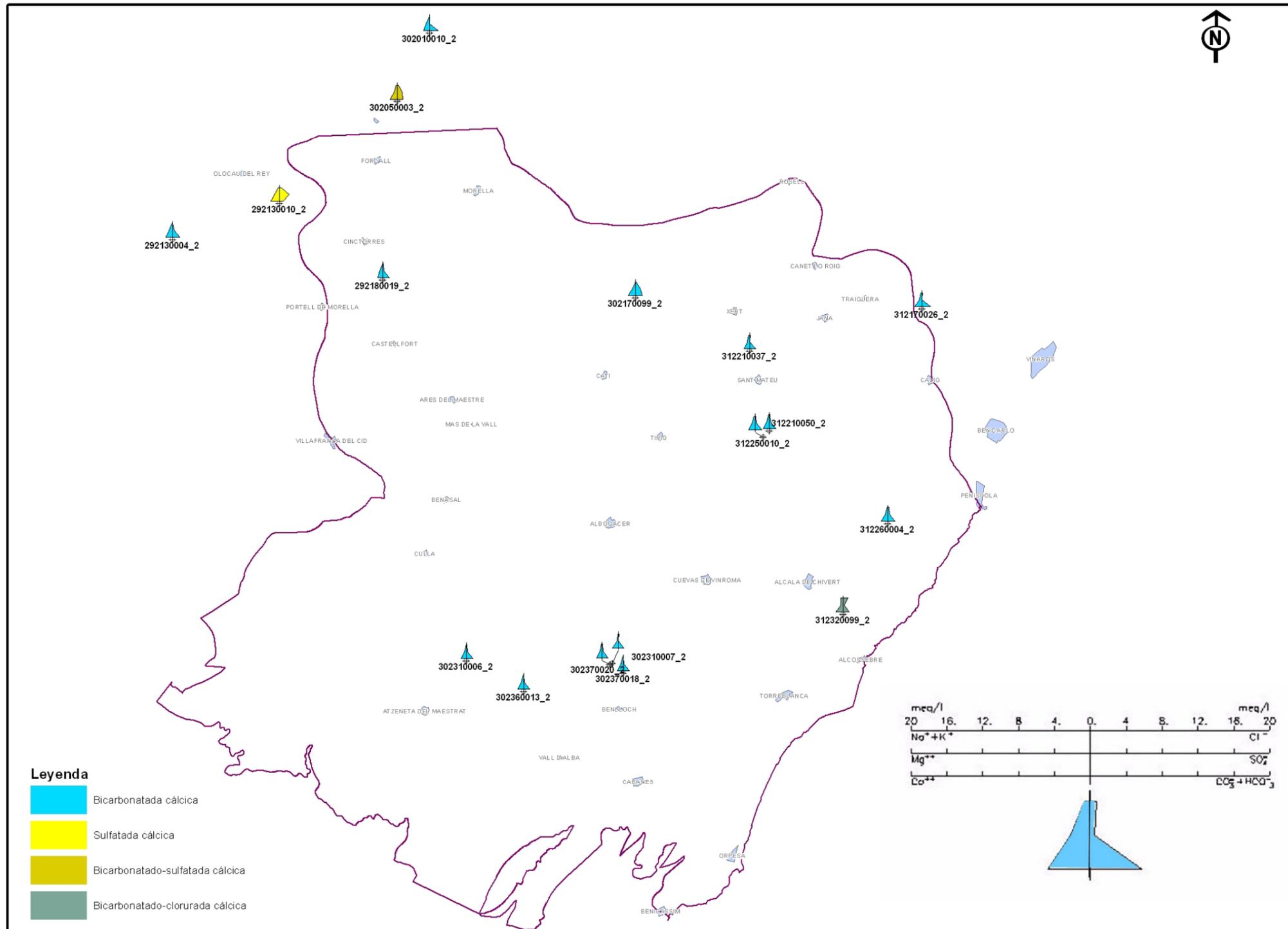
Tipo	Nombre	ID MUESTRA	F TOMA	X	Y	Cota	Cond camp	Cond lab	pH campo	pH lab	Temp	TSD	DQO	CL	SO4	HCO3	CO3	NO3	NA	MG	CA	K	NO2	NH4	P2O5	SiO2	Oxígeno 18	Deuterio	Exceso deuterio	Tritio	T inc
						(m)	μS/cm				(°C)	(mg/l)														(‰)			(UT)		
M	Font Dyns	Font Dyns	12/04/2006	789523	4473360	20,0	512	547		7,6	16,7	482,4	0,6	15,0	77,0	253,0	0,0	9,0	9,0	17,0	97,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,40	-7,39	-47,06	12,1	3,61	0,5
S	Campamento	312270065	12/04/2006	787425	4475380	45,0	839	739		7,6	17,3	595,9	0,6	94,0	63,0	256,0	0,0	10,0	41,0	21,0	103,0	2,0	0,00	0,00	0,00	5,90	-6,71	-40,92	12,76	3,31	0,5
M	Las Fuentes Norte	312320001 Norte	24/05/2006	779686	4461067	0,0		5625		7,2		3402,7	4,0	1660,0	264,0	261,0	0,0	17,0	891,0	120,0	150,0	33,0	0,00	0,00	0,00	6,70	-5,99	-37,95	10,0		
M	Las Fuentes Centro	312320001	24/05/2006	779550	4460962	0,0		7845		7,3		4558,2	3,4	2370,0	336,0	266,0	0,0	15,0	1136,0	186,0	196,0	47,0	0,00	0,00	0,00	6,20	-5,75	-35,21	10,8		
M	Las Fuentes Sur	312320001 Sur	24/05/2006	779591	4460855	0,0		5635		7,2		3410,7	2,9	1680,0	249,0	264,0	0,0	17,0	889,0	125,0	146,0	34,0	0,00	0,00	0,00	6,70	-6,01	-36,75	11,3		
M	Piezómetro PZ1-50 cm	312320001 PZ1-50 cm	24/05/2006	779577	4460858	0,0		3785		7,5		2182,8	2,1	1040,0	168,0	225,0	0,0	18,0	468,0	75,0	164,0	17,0	0,00	0,00	0,00	7,80	-6,27	-38,89	11,3		

**Resultados de los análisis químicos e isotópicos realizados en la octava campaña de muestreo (agosto y octubre de 2006)**

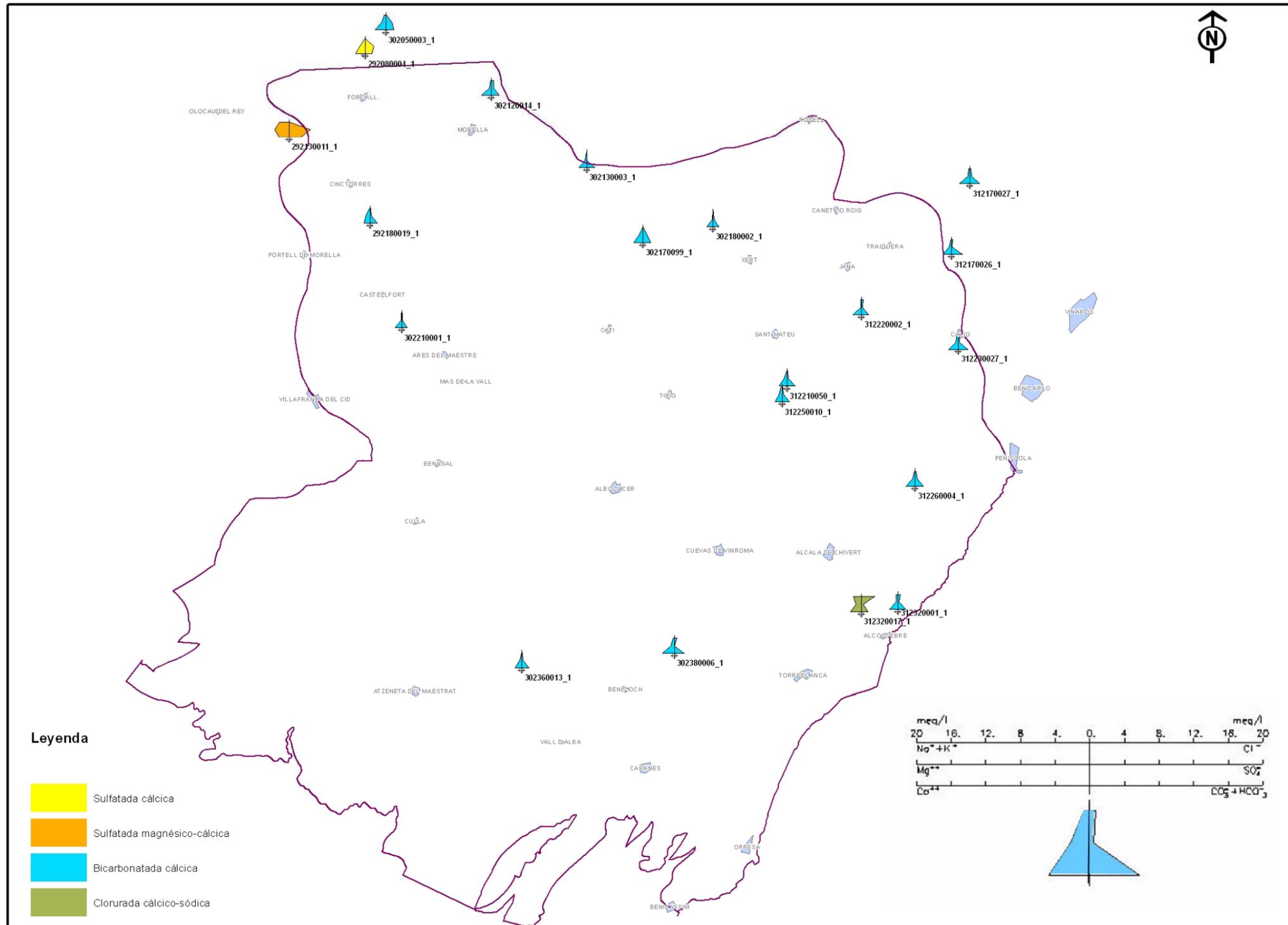
Tipo	Nombre	ID MUESTRA	F TOMA	X	Y	Cota	Cond camp	Cond lab	pH campo	pH lab	Temp	TSD	DQO	CL	SO4	HCO3	CO3	NO3	NA	MG	CA	K	NO2	NH4	P2O5	SIO2	Oxígeno 18	Deuterio	Exceso deuterio	Tritio	T inc
						(m)	μS/cm				(°C)	(mg/l)																(‰)		(UT)	
M	Font Dyns	Font Dyns	10/10/2006	789523	4473360	20,0		550		7,4		424,0	0,5	16,0	92,0	202,0	0,0	7,0	10,0	24,0	73,0	0,0	0,00	0,00	0,00	5,60					
S	Campamento	312270065	10/10/2006	787425	4475380	45,0		925		7,4		686,0	0,5	151,0	98,0	222,0	0,0	9,0	85,0	28,0	90,0	3,0	0,00	0,00	0,00	6,00					
M	Badum	312330002	25/08/2006	784993	4467698	0,0		15414		7,1		9033,2	6,5	5000,0	604,0	226,0	0,0	7,0	2497,0	372,0	222,0	104,0	0,00	0,00	0,00	1,20					

## **ANEXO 2: PLANOS 1 A 8 (DIAGRAMAS DE STIFF)**

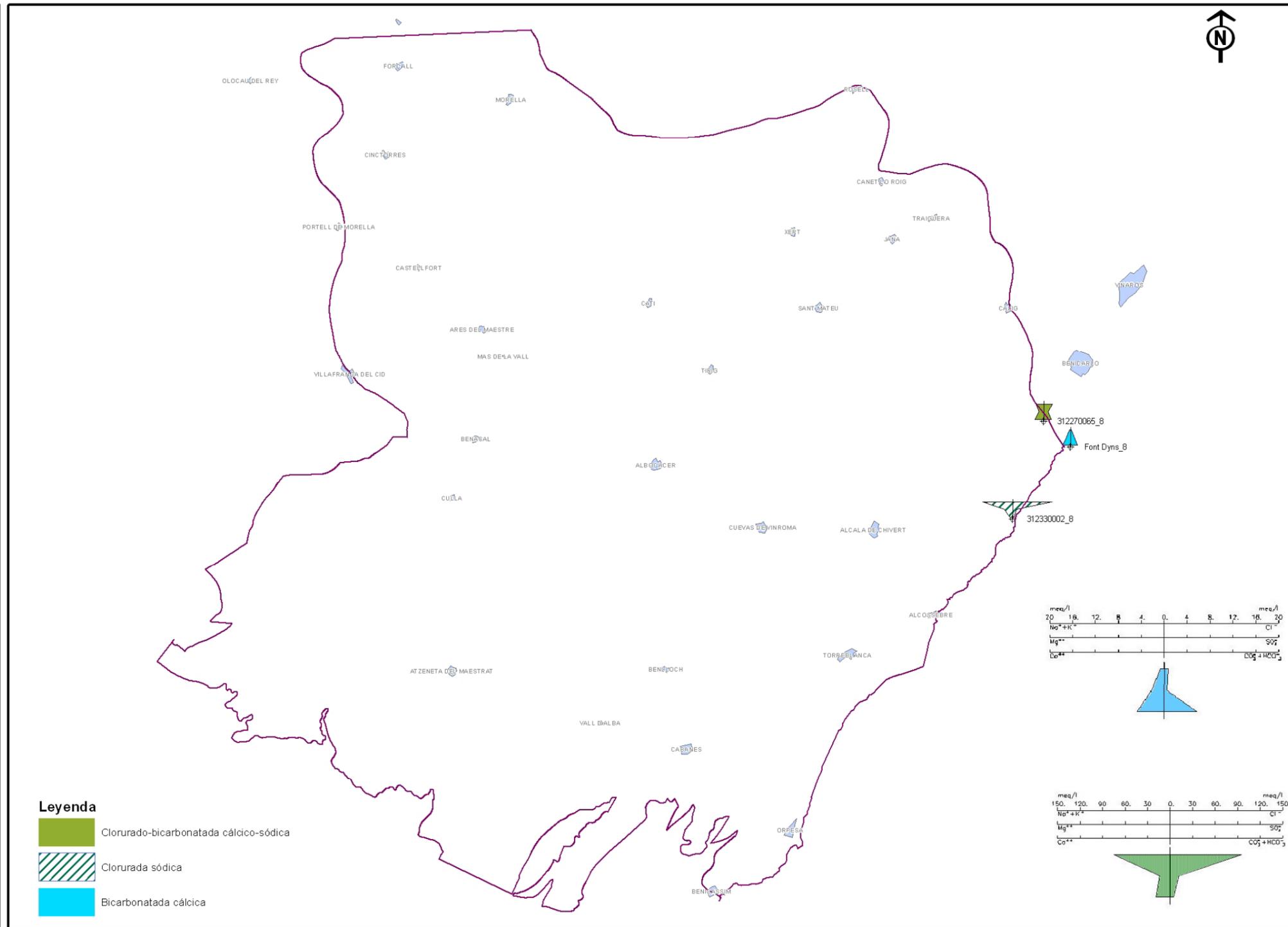
Diagramas de Stiff, 2ª Campaña  
(Noviembre 2004)



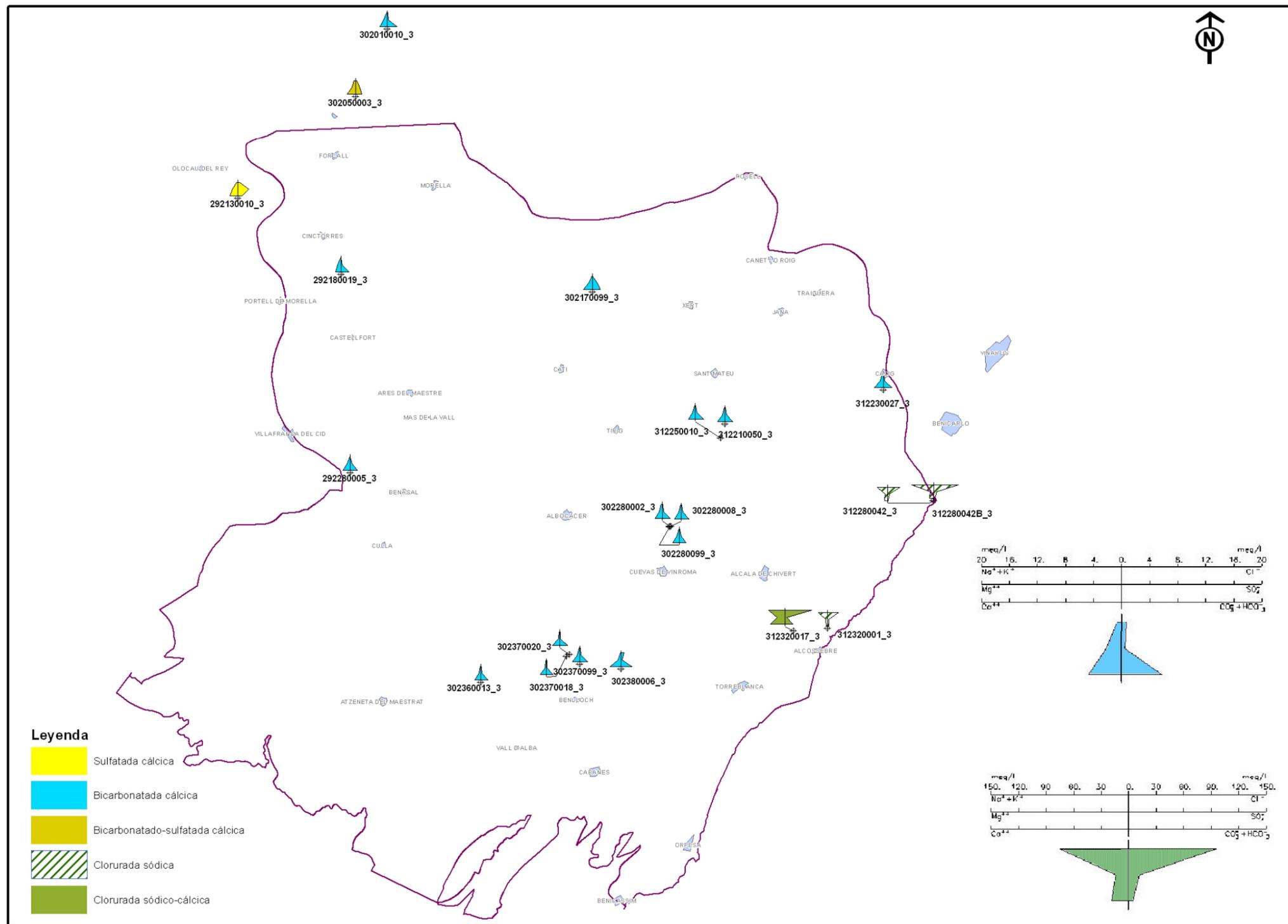
Diagramas de Stiff, 1ª Campaña  
(Mayo - Julio 2004)



Diagramas de Stiff, 8ª Campaña  
(Agosto y Octubre 2006)

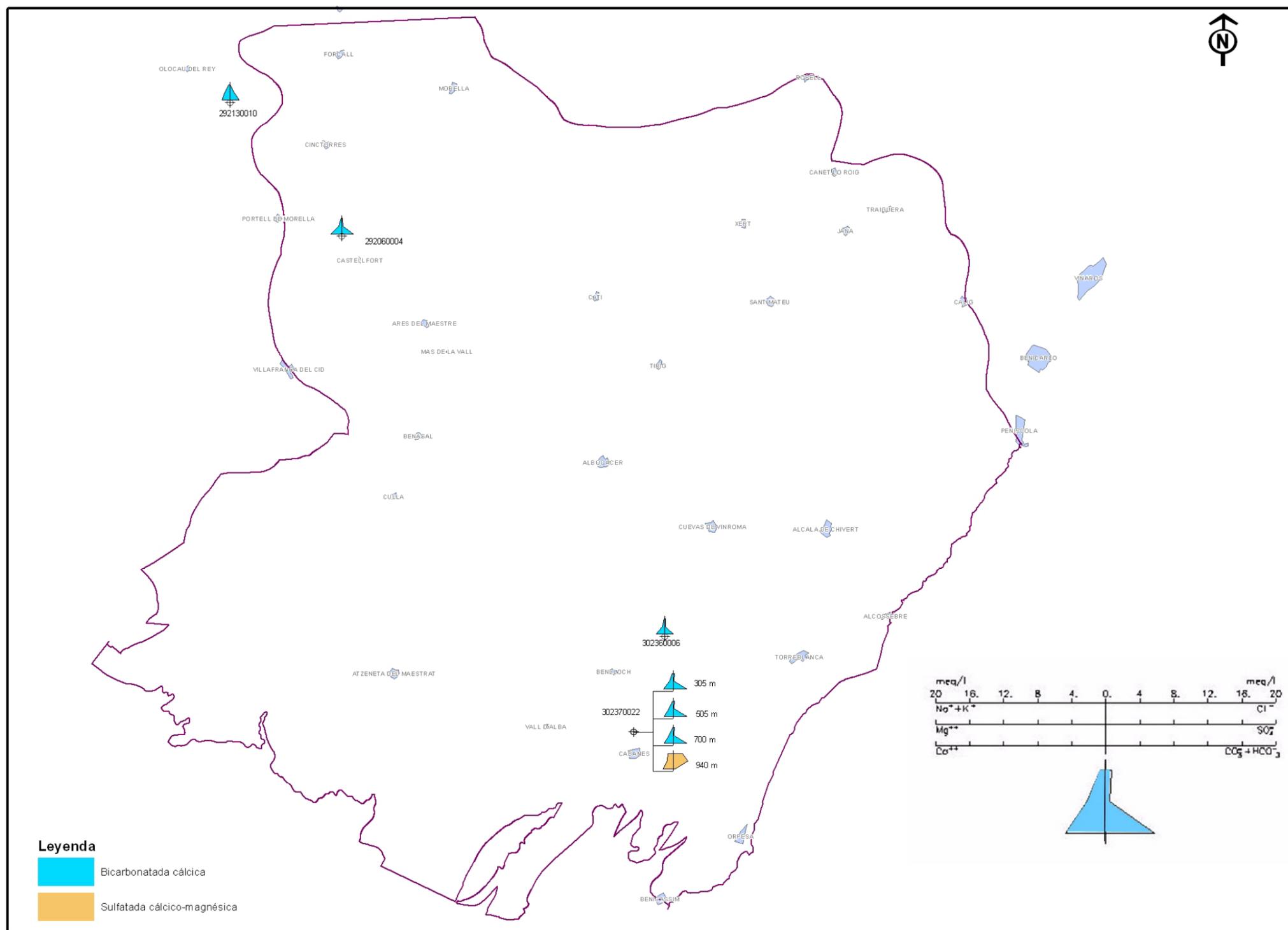


Diagramas de Stiff, 3ª Campaña  
(Marzo 2005)

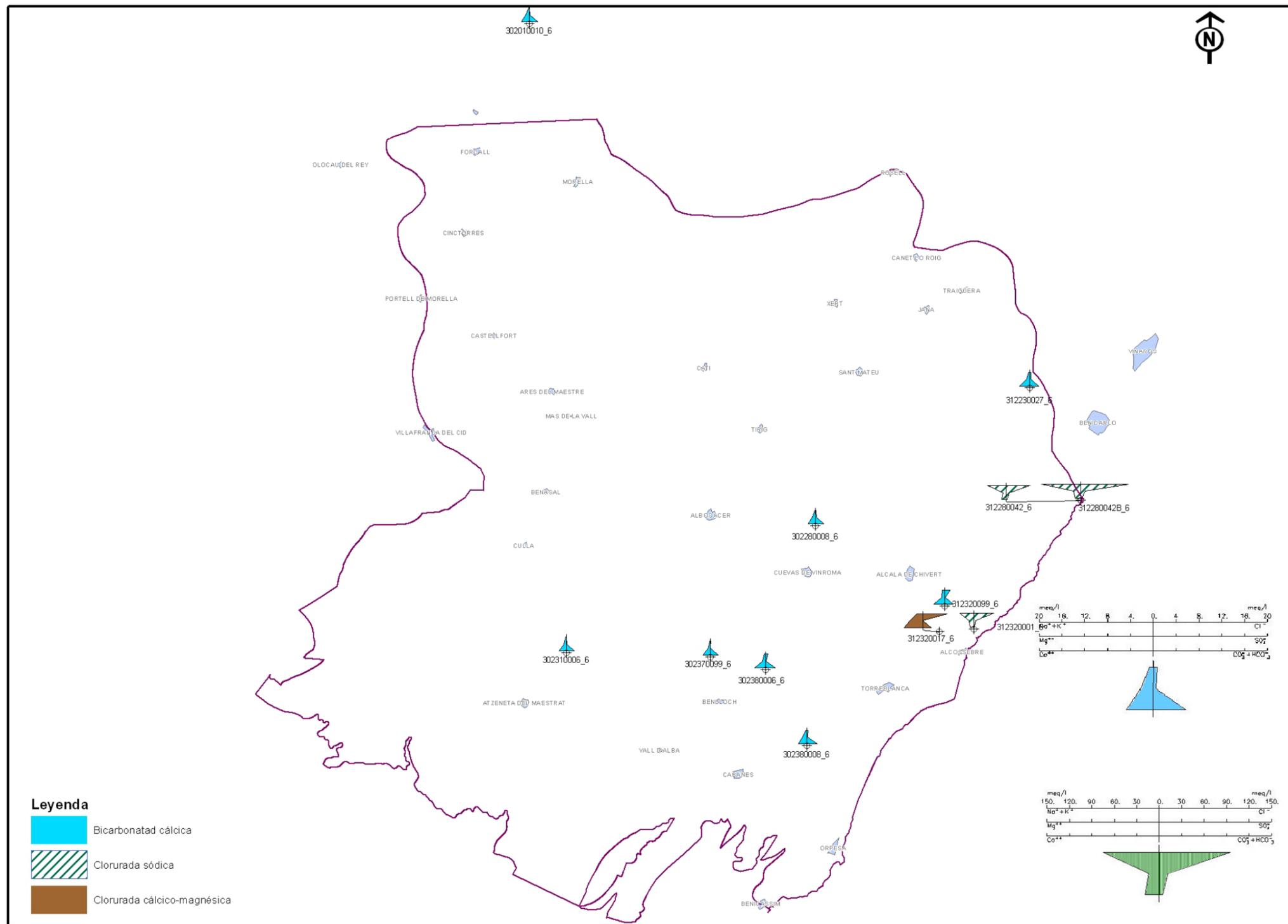




Diagramas de Stiff, 5ª Campaña  
(Octubre 2005)



Diagramas de Stiff, 6ª Campaña  
(Febrero 2006)



Diagramas de Stiff, 7ª Campaña  
(Abril y Mayo 2006)

