

**INFORME SOBRE LA SITUACION DE LA ZONA  
VULNERABLE A LA CONTAMINACIÓN POR  
NITRATOS DE ORIGEN AGRÍCOLA-SUBMITAD  
NORTE DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA LLANO DE  
INCA-SA POBLA.**

**Convenio Específico de Colaboración entre  
La Direcció General de Recursos Hídrics del  
Govern Balear y el Instituto Geológico y Minero  
de España**



**CAMPAÑA DE MUESTREO MAYO 2008**

**Febrero 2009**



**GOVERN BALEAR**

Direcció General de Recursos Hídrics



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



Instituto Geológico  
y Minero de España

**Este trabajo forma parte de las actividades previstas en el convenio de Colaboración firmado entre la Consellería de Medi Ambient del Govern Balear y el Instituto Geológico y Minero de España, para los años 2005, 2006, 2007 y 2008.**

**Directora del proyecto: Rosa María Mateos Ruíz. IGME**  
**Autora y redacción del Informe: Inmaculada García Moreno. IGME**

**Colaboraciones: Alfredo Barón Períz y Concepción González Casanovas. DGRH-Govern Balear.**

## **ÍNDICE**

### **I.- INTRODUCCIÓN**

### **II.- LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO Y PUNTOS DE CONTROL**

### **III.- TRABAJOS REALIZADOS**

### **IV.- CONCLUSIONES**

### **V.- ANEXOS: FIGURAS Y ANÁLISIS QUÍMICOS, MAYO 2008**

## I.- INTRODUCCIÓN

Debido al incremento de la concentración en nitratos de las aguas, asociado al desarrollo de prácticas agrarias, se elaboró por parte de la Unión Europea la “Directiva del Consejo de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura” (91/676/CEE). Esta Directiva compromete a los Estados miembros a realizar una serie de acciones preventivas y correctoras en las zonas designadas como vulnerables a la contaminación por nitratos, definidas como superficies conocidas del territorio cuya escorrentía fluya hacia las aguas afectadas por este tipo de contaminación (más de 50 mg/L  $\text{NO}_3^-$ ) o las susceptibles a serlo.

Dicha Directiva se incorporó al Ordenamiento Jurídico español mediante el Real Decreto 261/1996 de 16 de Febrero, teniendo como objetivo fundamental prevenir y corregir la contaminación de las aguas continentales y litorales, causada por nitratos de origen agrario.

En cumplimiento con la legislación existente, el Govern de les Illes Balears, declaró, en el año 2000, BOCAIB 11 de marzo de 2000, la submitad norte de la UH del Llano de Inca – Sa Pobla como zona vulnerable a la contaminación por nitratos.

Para llevar a cabo los objetivos recogidos en el Real Decreto se ha suscrito un Convenio de Colaboración entre la Consellería de Medi Ambient del Govern Balear y el Instituto Geológico y Minero de España, fruto del cual se ha realizado el documento que se presenta.

El objetivo de este trabajo es el seguimiento de la red específica de control de nitratos en la zona designada como vulnerable, de la Unidad Hidrogeológica correspondiente a la submitad septentrional del Llano de Inca – Sa Pobla, que corresponde a la cubeta de Sa Pobla. Este seguimiento se realiza con el fin de reducir la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos procedentes de fuentes agrarias.

Los objetivos del convenio firmado por ambos organismos se centran en cuatro puntos principales:

- Optimización de la red específica de pozos de control
- Análisis periódico del contenido en ión nitrato de las aguas subterráneas bombeadas en los pozos de control, para cuantificar la contaminación.
- Control de la distribución de la contaminación.
- Control de los parámetros que intervienen directa e indirectamente en la contaminación, abono, clima (precipitación y temperatura), espesor de la zona no saturada.

Una vez realizados los muestreos en los pozos de la red específica de control, se ha llevado a cabo la realización de mapas de isonitratos para ver su distribución espacial, así como diversos diagramas de evolución de nitratos para ver su distribución temporal. También se ha incorporado un mapa de piezometría de los acuíferos de la zona vulnerable, con la finalidad de establecer una relación entre el espesor de la zona no saturada del acuífero y el contenido en ión nitrato.

## **II.- LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO Y PUNTOS DE CONTROL**

La zona de estudio se encuentra ubicada en el sector nororiental de la Isla de Mallorca en la cual se encuentran ubicados parcialmente los municipios de Llubí, Búger, Sa Pobla, Santa Margarita y Muro, concentrándose en esta zona la actividad agrícola más importante de la isla, con fuerte predominio de los cultivos de regadío sobre los de secano.

Los acuíferos que se explotan en la zona vulnerable son:

- Dolomías y calizas dolomíticas del Lías. Este acuífero se explota localmente en el borde septentrional de la zona vulnerable, corresponde al dominio de la Serra de Tramuntana y es explotado para abastecimiento urbano de la Bahía de Alcúdia. Los pozos que se explotan están localizados en el área de Crestatx y de Son Barba-S'Hort des Moro.
- Calizas de plataforma y complejo arrecifal del Mioceno en la franja de Llubí – Muro. Se explota principalmente a través de los pozos de “Sa Marineta” que abastecen a la ciudad de Palma.
- Calcarenitas bioclásticas, gravas limos y arenas del pliocuaternario. Se extiende por el Llano de Sa Pobla (la mayor parte de la zona de estudio) y es el más afectado por la contaminación de nitratos de origen agrícola

Los pozos que actualmente forman parte de la red de nitratos (61 puntos), están distribuidos en la zona vulnerable del Llano de Inca Sa-Pobla. Cada dos meses se realiza una campaña de campo donde se miden los niveles piezométricos del acuífero en los pozos y se muestrea el agua para su posterior análisis químico. En la figura 1 se muestra delimitada la zona vulnerable así como los pozos muestreados en la campaña de mayo de 2008.

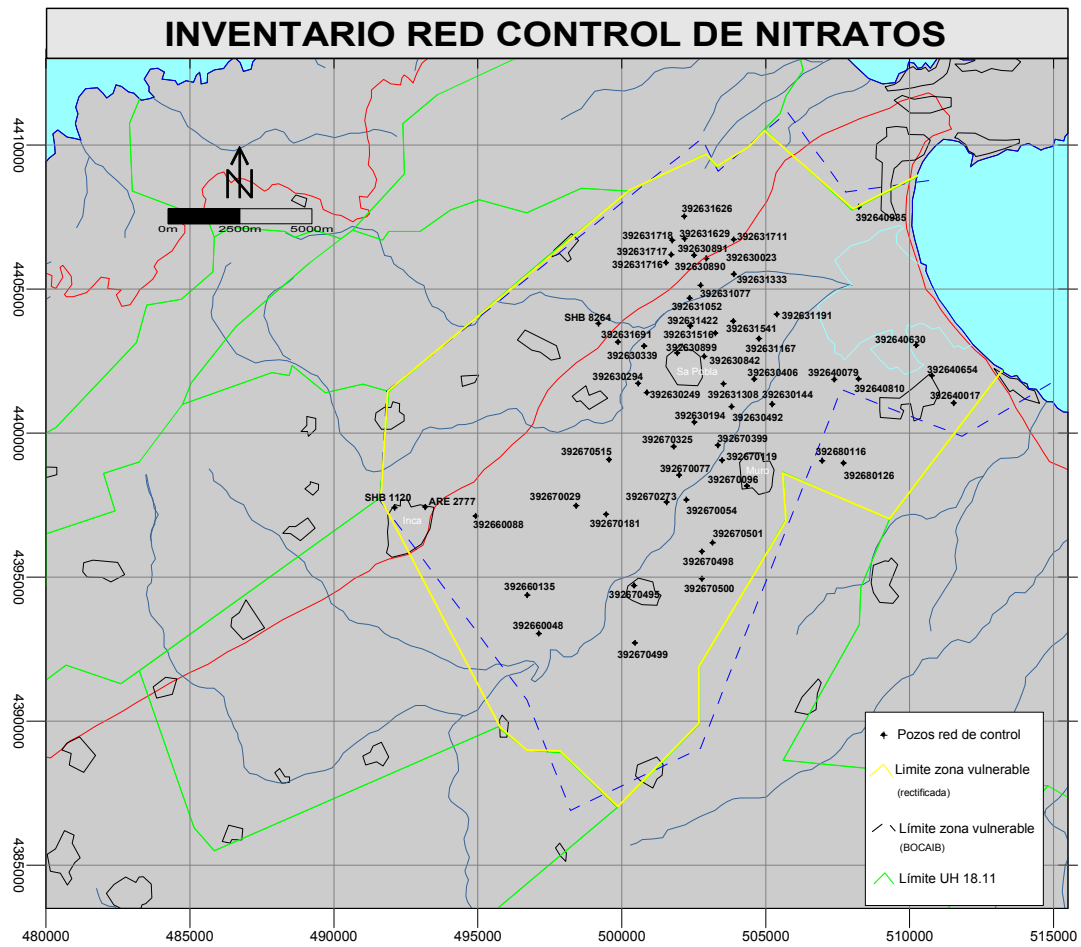


Figura 1.- Distribución de la red de control de nitratos. Campaña Mayo 2008

### **III.- TRABAJOS REALIZADOS**

Los trabajos realizados para llevar a cabo el estudio de contaminación de nitratos de la zona vulnerable en el Llano de Inca-Sa Pobla, se basan en los siguientes puntos: trabajo de campo, trabajo de laboratorio y trabajo de gabinete.

Se ha realizado una campaña de muestreo llevada a cabo el mes de mayo de 2008 de 56 pozos. En esta campaña se realizó una recogida de muestras de agua, y se tomó medida del nivel piezométrico en la red de piezometría existente del IGME.

Las muestras recogidas se han enviado al laboratorio homologado que el IGME tiene en Tres Cantos (Madrid), donde se ha realizado un análisis químico completo a cada muestra, que consta de los siguientes parámetros:

DQO,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_3H^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ , pH, Conduc.,  $NO_2^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $SiO_2$ .

Los resultados analíticos obtenidos por el laboratorio se muestran en el anexo de este informe.

El análisis de los datos obtenidos, tratamiento gráfico e interpretación se exponen en los siguientes apartados

#### **Distribución y cuantificación de la contaminación**

La distribución espacial de los contenidos en ión nitrato para las muestras recogidas en el mes de mayo de 2008 se representan en el mapa de la figura 5. En dicho mapa se puede observar, como en campañas anteriores, dos focos de mayor concentración que se sitúan entre las localidades de Muro y Sa Pobla y al este de Sa Pobla, detectándose pozos entre las localidades de Muro y Sa Pobla con contenidos en ión nitrato de 420 mg/L y pozos con concentraciones de hasta 690 mg/L al este de la localidad de Sa Pobla. Esta distribución parece coincidir con zonas donde se produce una intensa actividad agrícola y donde el nivel freático del acuífero se encuentra más cerca de la superficie. Comparando los mapas de isocontenidos en ión nitrato para los meses de marzo y mayo del presente año se puede observar que en este último mes el foco de contaminación de ión nitrato que se extendía hacia el este de Sa Pobla parece haber disminuido, no obstante el valor máximo detectado en esta campaña ha sido de 690 mg/L frente a los 600 mg/L del mes de marzo. Por otro lado el foco de contaminación situado entre las localidades de Muro y Sa Pobla ha aumentado, así como el valor máximo detectado en esta campaña que ha sido de 420 mg/L frente a los 320 mg/L del mes de marzo.

Los pozos muestreados ubicados en el acuífero liásico de Crestatx, al norte de la zona de estudio, siguen presentando contenidos muy bajos del ión nitrato, menores de 50 mg/L, esto es debido a la existencia de una barrera natural impermeable que independiza el acuífero. Sin embargo, los pozos situados en el acuífero de Son Barba - S'Hort des Moro, situado al este del acuífero de Crestatx, presentan concentraciones en ión nitrato de 180-130 mg/L, que evidencia que existe conexión hidráulica entre este acuífero y el pliocuaternario del Llano de Sa Pobla. En esta zona la contaminación

parece haber ascendido, ya que en los meses de enero y marzo de 2008 se determinaron valores de hasta 110 mg/L y de 130 mg/L respectivamente, frente a la concentración máxima en ión nitrato de 180 mg/L detectada en esta última campaña.

En relación al contenido en ión nitrato de los 56 pozos muestreados, en la campaña del mes de mayo del 2008, el 46 % de los pozos presentan contenidos inferiores a 50 mg/L, (límite de potabilidad) frente al 33% y el 39% de la campañas de enero y marzo. Ver figura 2.



Figura 2.- Porcentaje de pozos de la red de control con valores en ión nitrato superiores e inferiores al límite de potabilidad (50 mg/L), para el mes de marzo de 2008.

La distribución de los contenidos en ión nitrato para el mes de mayo se puede ver en la figura 3. Si comparamos con la distribución obtenida en el mes de marzo se observa que el porcentaje de pozos con concentraciones superiores a 300 mg/L ha disminuido, lo que denota una cierta mejora de la calidad del acuífero.

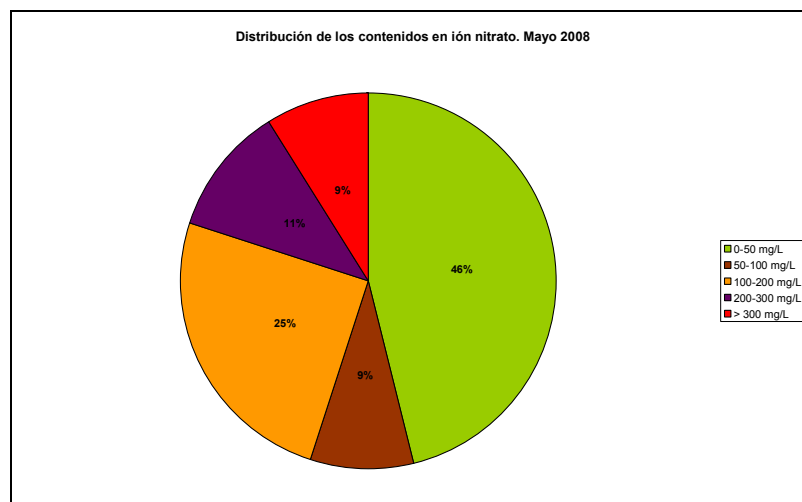


Figura 3.- Distribución de los contenidos en ión nitrato, según diferentes intervalos definidos, para el mes de mayo del 2008



En la grafica de la figura 7 se comparan los pozos muestreados en los meses de julio, septiembre y noviembre de 2007 y enero, marzo y mayo de 2008. Si comparamos los valores de ión nitrato de este mes con respecto a la campaña anterior se aprecia un aumento en la contaminación en el 51 % de los pozos, mientras que el 49 % han disminuido la concentración en ión nitrato o se ha mantenido constante. Por otro lado, si observamos los contenidos en ión nitrato en cada pozo muestreado, no se observa una tendencia clara en la evolución de las concentraciones, ya que, en la mayoría de los pozos, éstas fluctúan.

### **Piezometría. Relación entre la contaminación y el espesor de la zona no saturada del acuífero.**

Los pozos que forman parte de la red de control explotan principalmente el acuífero superior pliocuaternario del Llano de Sa Pobla, localmente el acuífero liásico en el borde septentrional de la zona vulnerable y el acuífero Mioceno en la franja de Llubí-Muro.

En el mapa de la figura 6 se muestra el mapa de isopiezas de la Zona Vulnerable del mes de mayo que presenta una distribución de isopiezas muy similar a la de los meses de julio, septiembre y noviembre, siendo el valor de las cotas de agua del mes de mayo ligeramente superiores a las de marzo. Se puede observar que existe un flujo de agua subterránea de dirección O-E, con sentido hacia el E, tanto en el acuífero pliocuaternario como en el Mioceno. Las cotas de agua decrecen progresivamente desde la zona de Campanet hasta la Albufera de Mallorca, donde los niveles piezométricos del acuífero se encuentran a cotas cercanas al nivel de mar (0,32 m). En el acuífero liásico, situado en el borde septentrional de la zona vulnerable, en las últimas estribaciones de la Serra de Tramuntana, los niveles dinámicos de agua se sitúan por debajo de la cota cero, midiendo cotas de hasta - 30 m por debajo del nivel del mar. Los pozos de “Sa Marineta”, que abastecen a Palma, durante los meses de noviembre y enero presentan un cono de bombeo con niveles dinámicos de agua por debajo de la cota cero, encontrando cotas de agua de hasta - 16 m, en el mes de marzo este cono había desaparecido prácticamente, debido a que durante este mes habían disminuido las extracciones de agua de ellos. No obstante en el mes de mayo volvemos a encontrar el cono de bombeo con cotas de agua por debajo de la cota cero que llegan hasta -18 m.

Al igual que en campañas anteriores los mayores contenidos de ión nitrato se localizan al este de la localidad de Sa Pobla, con concentraciones de hasta 690 mg/L, donde el nivel de agua se encuentra muy próximo a la superficie, lo que confirma que existe una relación entre las concentraciones de este parámetro y la profundidad del nivel piezométrico en el acuífero. (Ver figura 4).

#### IV.- CONCLUSIONES

- La distribución espacial de los contenidos en ión nitrato del mes de mayo de 2008 es bastante parecida a la de los meses de campañas anteriores.
- Si comparamos las isopiezas de los meses de julio, septiembre y noviembre de 2007 con las de enero, marzo y mayo de 2008, se observa que el valor de las cotas de agua sufren un ligero aumento desde el mes de septiembre hasta enero, una disminución en el mes de marzo y un ligero aumento en el mes de mayo.
- Durante el mes de mayo del año 2008, el 46 % de los pozos analizados presentan contenidos inferiores a 50 mg/L.
- En relación a la campaña anterior, se detecta un ligero aumento de la concentración en ión nitrato para el 51 % de los pozos analizados, mientras que el 49 % han disminuido la concentración o se ha mantenido constante.
- Al igual que en los meses anteriores se siguen observando dos focos principales de contaminación, uno situado entre los núcleos urbanos de Sa Pobla y Muro y el otro en el sector oriental de la localidad de Sa Pobla. Este último foco parece haber disminuido, mientras que el localizado entre los municipios de Sa Pobla y Muro parece haber aumentado.
- Las mayores concentraciones de ión nitrato se localizan en pozos que explotan el acuífero pliocuatnario, con concentraciones de ión nitrato de hasta 690 mg/L, y en menor medida el acuífero Mioceno, encontrando valores de ión nitrato de hasta 170 mg/L en este acuífero. Se sigue observando que existe una relación entre las concentraciones de ión nitrato y la profundidad del nivel piezométrico en el acuífero. Los mayores contenidos de este parámetro se localizan al Este de la localidad de Sa Pobla, donde el espesor de la zona no saturada del acuífero es menor.
- Los pozos con concentraciones en ión nitrato inferiores a 50 mg/L están relacionados principalmente con el acuífero liásico de Crestatx, que aflora al norte de la zona de estudio, ya que existe una barrera natural impermeable que independiza este acuífero, evitándose la contaminación. No corren la misma suerte los pozos ubicados en el acuífero de Son Barba-S'Hort des Moro, situado al Este de Crestatx, con concentraciones en ión nitrato de hasta 180 mg/L, que evidencian la conexión hidráulica entre este acuífero y el del acuífero septentrional del Llano de Sa Pobla.

## V.- FIGURAS Y ANÁLISIS QUÍMICOS

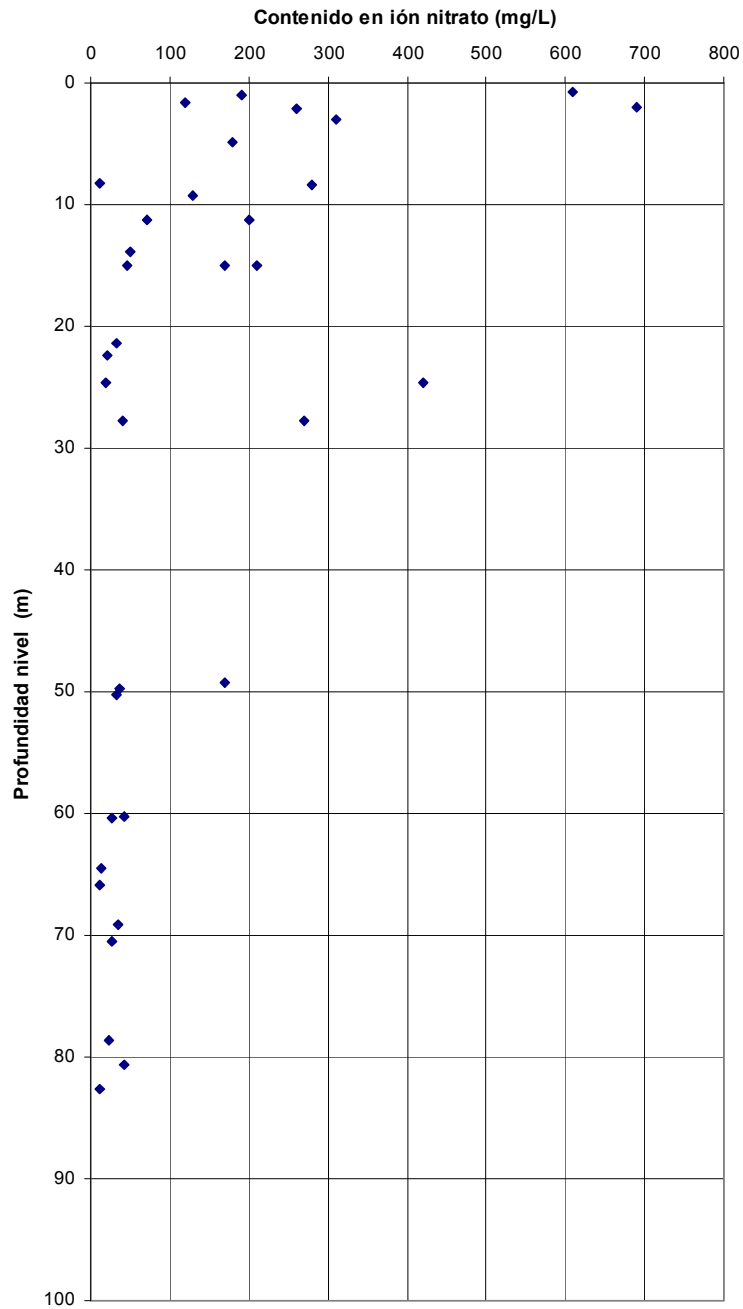


Figura 4.- Relación entre el contenido en ión nitrato (mg/L) y la profundidad del nivel freático (m) para el mes de mayo. Los mayores contenidos se detectan en aquellos pozos donde el nivel freático está más superficial y, por lo tanto, existe menor espesor de zona no saturada.

### MAPA DE ISOCONTENIDOS EN IÓN NITRATO (MAYO 2008)

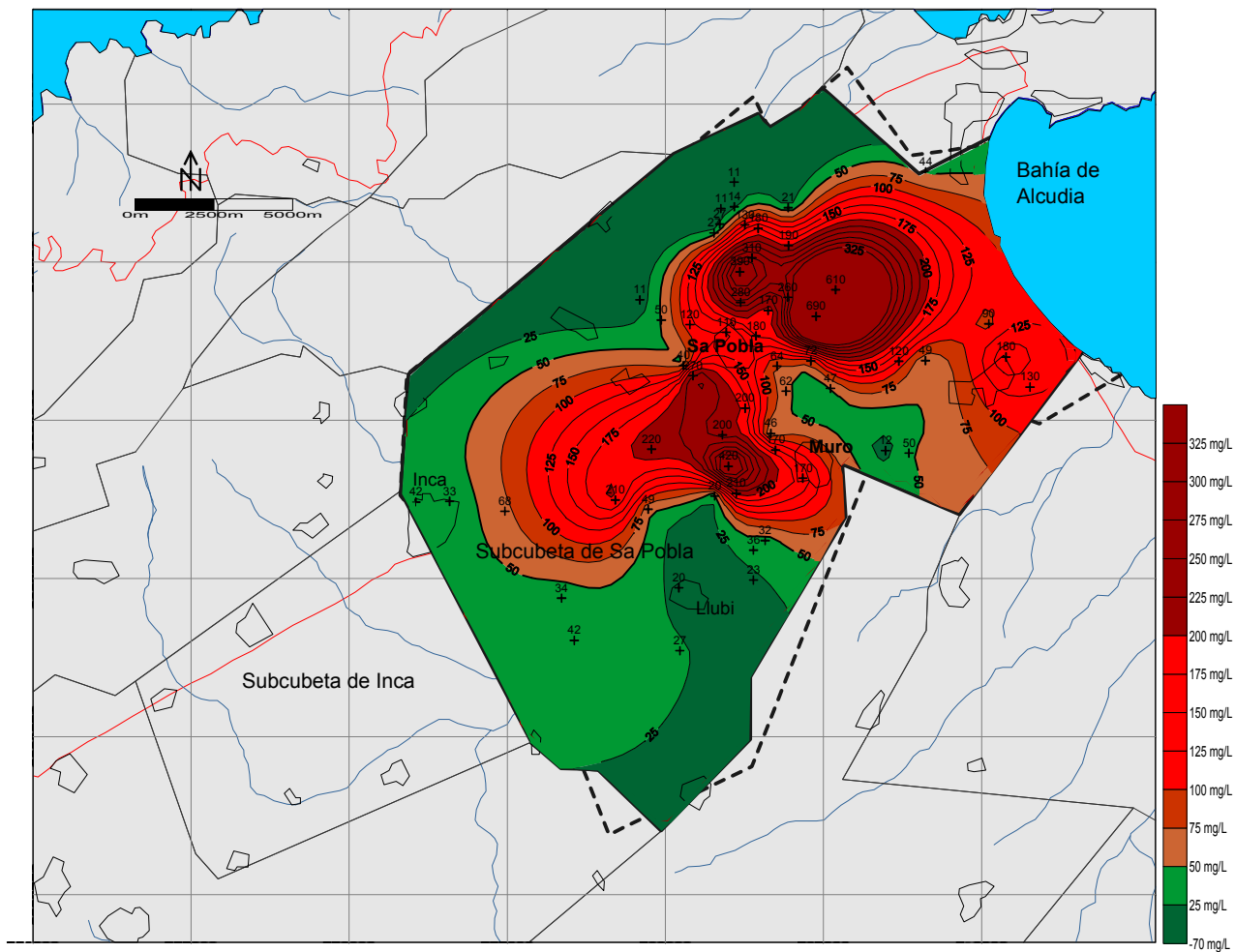


Figura 5.- Mapa de isocontenidos en ión nitrato (mg/L) en la zona vulnerable. Mayo 20008

Mapa de isopiezas (mayo 2008)

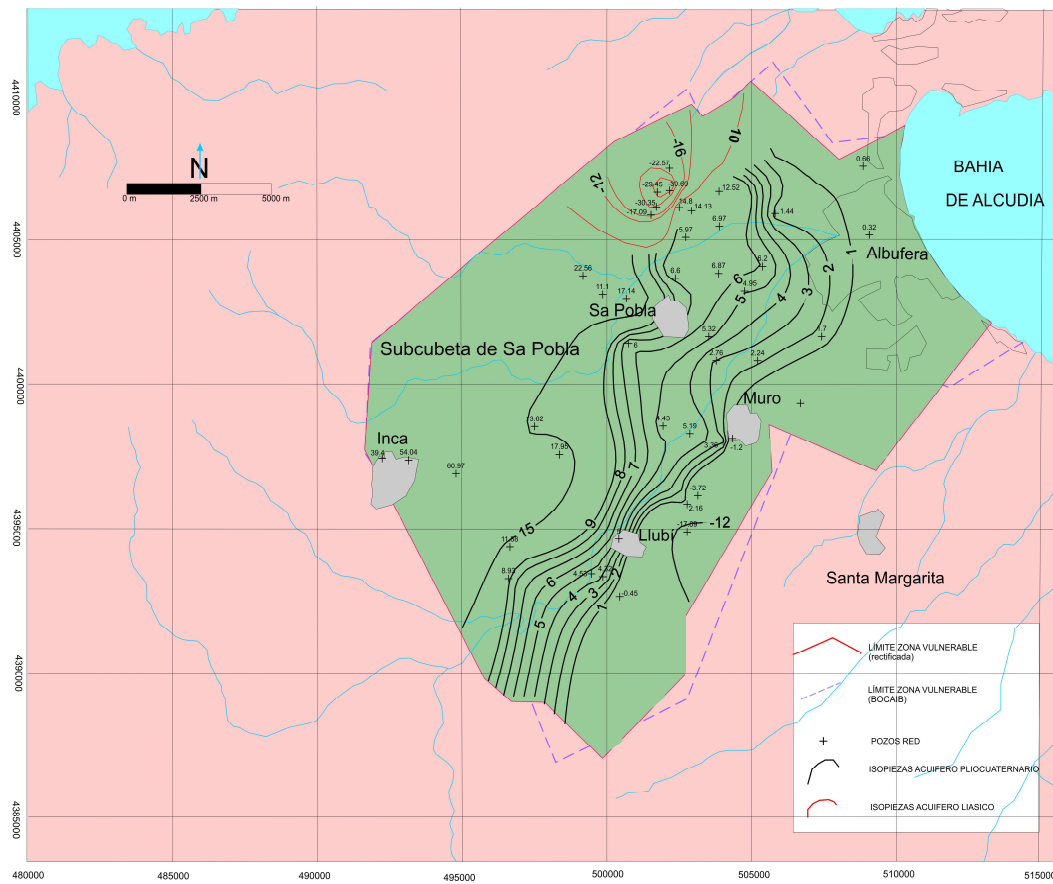


Figura 6.- Mapa de isopiezas (m.s.n.m.) del acuífero pliocuaternario y liásico de la Zona Vulnerable. Mayo 2008

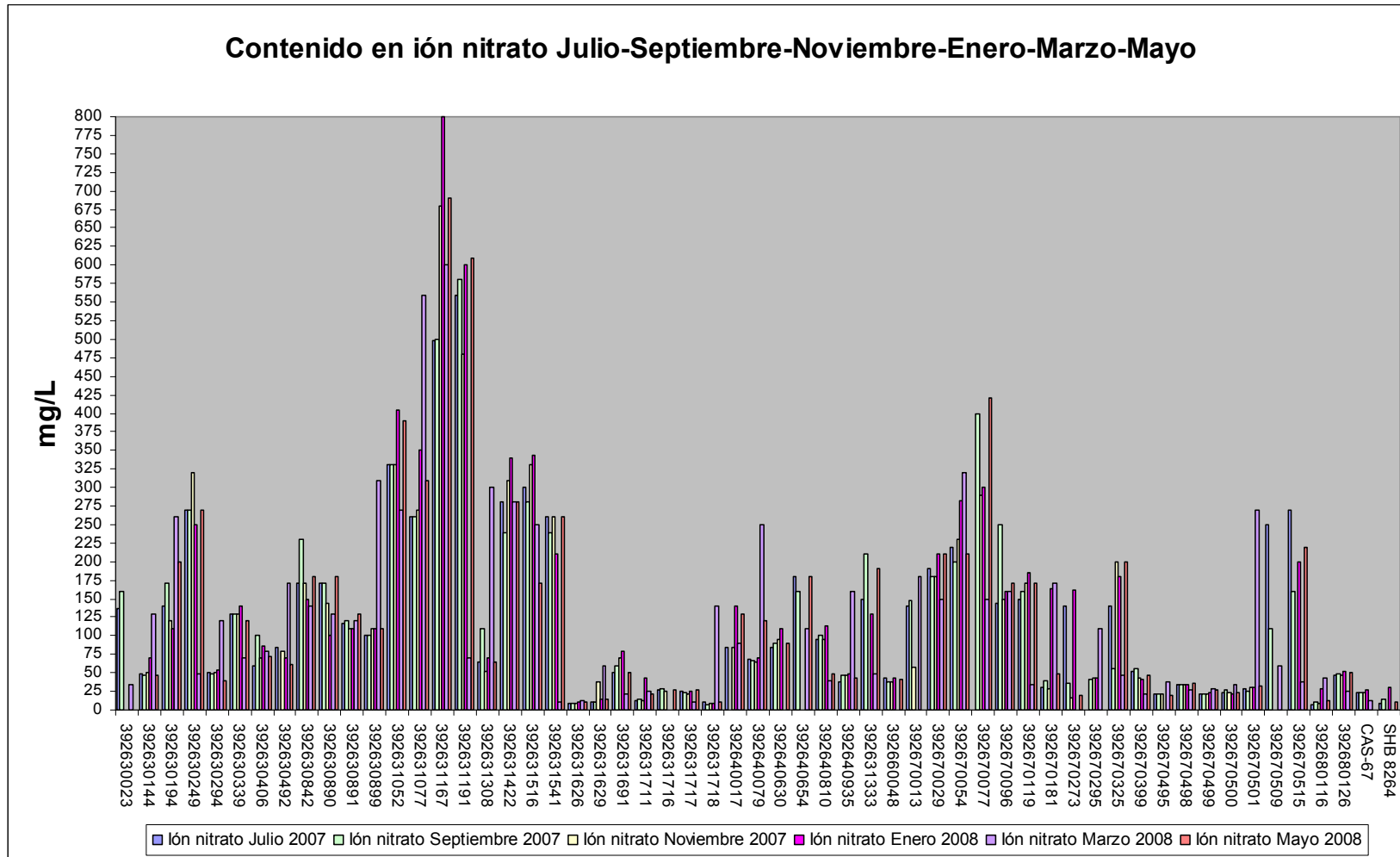


Figura 7.- Contenido en ión nitrato en los meses de Marzo, Julio, Septiembre y Noviembre de 2007 y Enero, Marzo y Mayo de 2008

### Análisis químicos Mayo 2008

HojaOCtPunto	x	y	Fecha toma	Condut	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
392630023	503430	4406163									
392630144	505221	4401007	12/05/2008	900	138	86	29	56	115	100	47
392630194	502520	4400383	12/05/2008	1214	139	95	23	130	67	202	200
392630249	500871	4401409	13/05/2008	1359	189	94	37	134	63	161	270
392630294	500569	4401727	12/05/2008	744	104	49	24	59	97	77	40
392630339	500776	4403026	13/05/2008	825	77	44	29	70	96	86	120
392630406	504598	4401875	12/05/2008	776	104	51	22	68	92	73	72
392630492	503814	4400922	13/05/2008	764	102	50	22	66	91	78	62
392630842	502867	4402666	13/05/2008	1294	179	15	40	160	82	156	180
392630890	502936	4406068	16/05/2008	2443	570	258	55	144	103	156	180
392630891	502513	4406179	16/05/2008	2643	710	314	63	146	109	154	130
392630899	501927	4402783	15/05/2008	1338	231	120	37	82	93	102	110
392631052	502356	4404690	13/05/2008	1465	141	81	47	174	59	213	390
392631077	502736	4405134	13/05/2008	1542	221	118	43	148	77	178	310
392631167	504764	4403283	16/05/2008	3383	430	268	64	340	69	480	690
392631191	505384	4404127	16/05/2008	3463	510	282	73	340	77	512	610
392631308	503533	4401715	13/05/2008	836	150	77	21	75	92	81	64
392631333	503894	4405523	12/05/2008	1551	261	171	38	120	91	190	190
392631422	502379	4403725	13/05/2008	1617	228	122	44	142	76	182	280
392631516	503248	4403472	13/05/2008	2223	600	300	49	132	86	193	170
392631541	503871	4403889	15/05/2008	1779	348	178	43	148	74	212	260
392631626	502173	4407528	16/05/2008	774	89	44	50	25	231	24	11
392631629	0502180	04406750	16/05/2008	712	85	45	42	28	201	30	14
392631691	499871	4403165	13/05/2008	611	60	37	24	49	115	68	50
392631711	503886	4406722	16/05/2008	1913	610	223	64	97	116	67	21
392631716	501538	4405922	16/05/2008	710	81	40	37	29	164	28	27
392631717	0501720	04406200	16/05/2008	733	84	45	42	23	170	34	27
392631718	0501754	04406695	16/05/2008	691	82	43	41	24	190	28	11
392640017	511530	4401049	12/05/2008	3543	900	842	70	106	118	220	130
392640079	507382	4401866	12/05/2008	2323	590	322	50	114	232	126	120

392640630	510226	4403053	12/05/2008	4423	1390	779	87	93	142	212	90
392640654	510769	4401999	12/05/2008	3063	770	434	64	104	144	204	180
392640810	508222	4401886	12/05/2008	713	145	92	20	41	88	59	49
392640935	508229	4407857	12/05/2008	2833	908	167	38	324	49	42	44
392660048	497118	4393041	14/05/2008	761	120	11	35	56	116	23	42
392660088	494925	4397125	14/05/2008	1087	170	98	39	74	109	145	68
392660135	496717	4394375	14/05/2008	823	129	81	28	48	118	89	34
392670013	502802	4398391									
392670029	498416	4397482	14/05/2008	1039	127	53	37	83	69	80	210
392670054	502242	4397688	12/05/2008	1309	176	99	25	138	63	163	210
392670077	501995	4398544	14/05/2008	2363	360	147	33	288	62	342	420
392670096	504345	4398170	15/05/2008	1190	165	96	42	50	147	60	170
392670119	503484	4399059	12/05/2008	1161	162	95	28	104	78	124	170
392670181	499457	4397184	14/05/2008	1038	166	102	24	69	91	121	49
392670273	501559	4397606	14/05/2008	985	142	113	18	59	146	116	20
392670295	499556	4393423									
392670325	501804	4399536	15/05/2008	1195	170	87	48	112	81	164	200
392670399	503337	4399582	12/05/2008	719	98	47	19	71	106	78	46
392670495	500428	4394707	15/05/2008	718	83	46	33	32	154	43	20
392670498	502784	4395893	27/05/2008	702	99	52	30	42	95	80	36
392670499	500459	4392717	27/05/2008	1100	102	73	50	92	121	332	27
392970500	502784	4394950	27/05/2008	1169	132	87	52	79	141	246	23
392670501	503154	4396198	27/05/2008	831	116	73	32	46	146	79	32
392670509	504310	4398191									
392670515	499560	4399084	15/05/2008	1097	123	66	34	100	72	112	220
392680116	506960	4399041	16/05/208	1523	370	239	44	61	332	55	12
392680126	507701	4398963	16/05/2008	1332	201	127	51	62	147	164	50
SHB 8264	499192	4403807	13/05/2008	521	46	5	21	38	110	33	11
CAS 67	499741	4395996									
SHB 1120	492109	4397413	14/05/2008	868	118	56	20	76	120	78	42
ARE 2777	493175	4397436	14/05/2008	813	128	79	23	48	97	83	33