

**INFORME SOBRE LA SITUACION DE LA ZONA  
VULNERABLE A LA CONTAMINACIÓN POR  
NITRATOS DE ORIGEN AGRÍCOLA-SUBMITAD  
NORTE DE LA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 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 MARZO 2008**

**Noviembre 2008**



**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, MARZO 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 marzo de 2008.

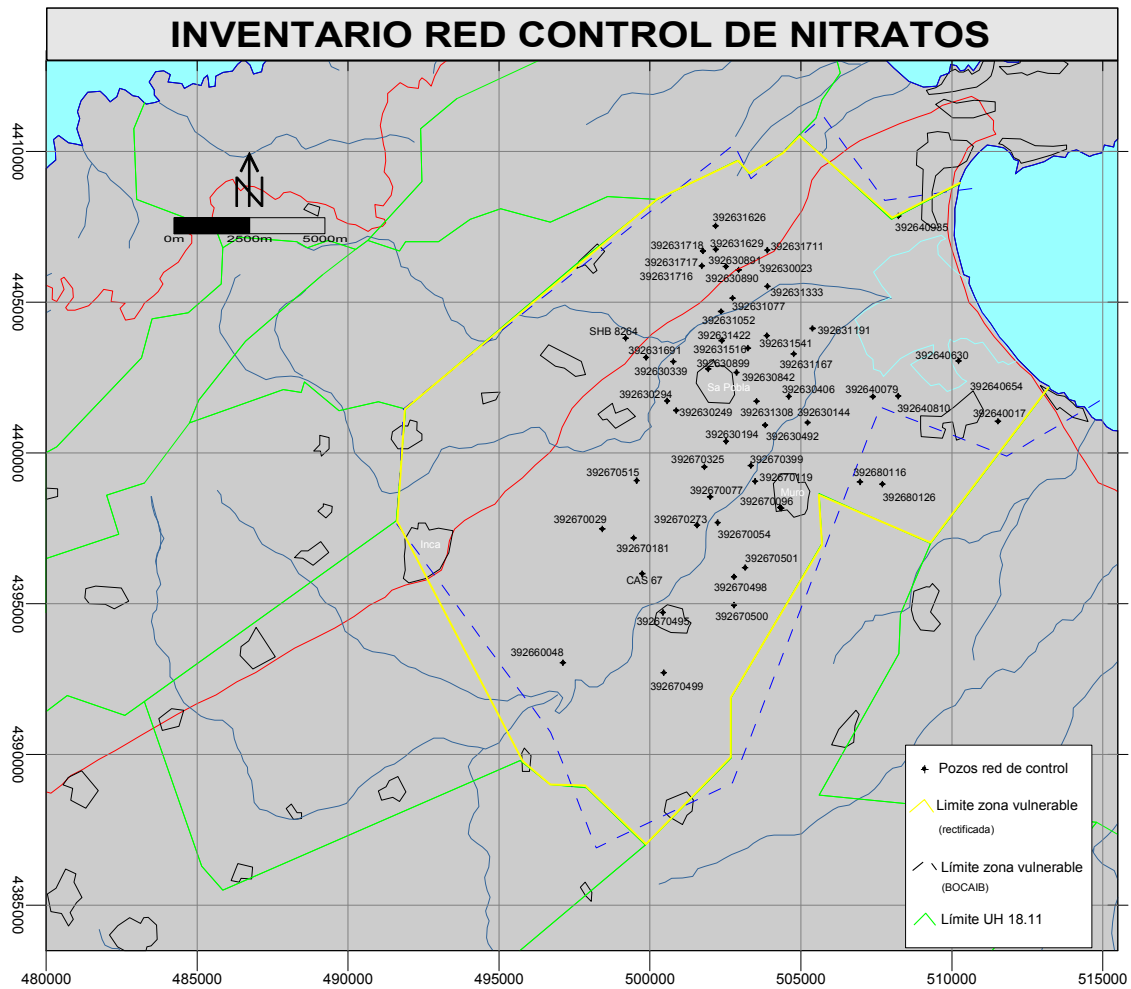


Figura 1.- Distribución de la red de control de nitratos. Campaña Marzo 2008

### **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 marzo de 2008 de 52 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 marzo de 2008 se representan en el mapa de la figura 5. En dicho mapa se puede observar dos focos de mayor concentración que se sitúan entre las localidades de Muro y Sa Pobla y al este de Sa Pobla, detectándose pozos en torno a la localidad de Muro con contenidos en ión nitrato de 270 mg/L y pozos con concentraciones de hasta 600 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 enero y marzo del presente año se puede observar que en este último mes la concentración de ión nitrato parece haber disminuido. Esta disminución se observa claramente entre las localidades de Muro y Sa Pobla, no siendo así al este de Sa Pobla, ya que el valor máximo detectado en esta campaña ha sido de 600 mg/L frente a los 800 mg/L del mes de enero de 2008 en el mismo pozo. No obstante, el foco de contaminación parece haberse extendido hacia el este.

Los pozos muestreados ubicados en el acuífero liásico de Crestatx, al norte de la zona de estudio, sigue 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 140-130 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 el mes de enero de 2008 se encontraron valores de hasta 110 mg/L frente a la concentración máxima en ión nitrato de 140 mg/L detectada en esta última campaña, debido probablemente a que en el mes de marzo aumentan las extracciones de agua en estos pozos, provocando una mayor influencia del acuífero pliocuaternario.

En relación al contenido en ión nitrato de los 52 pozos muestreados, en la campaña del mes de marzo del 2008, el 39 % de los pozos presentan contenidos inferiores a 50 mg/L, (límite de potabilidad) frente al 33% de la campaña de enero con 58 pozos muestreados. Ver figura 2.

Porcentaje de pozos con valores en ión nitrato superiores a 50 mg/L. Marzo 2008

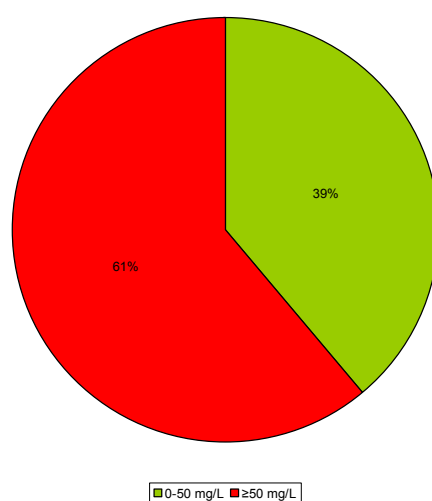


Figura 2.- Porcentaje de pozos de la red de control con valores en ión nitrato superiores e inferiores al límite de potabilidad (50 mg/L), para el mes de marzo de 2008.

La distribución de los contenidos en ión nitrato para el mes de marzo se puede ver en la figura 3. Si comparamos con la distribución obtenida en el mes de enero se observa que el porcentaje de pozos con concentraciones superiores a 300 mg/L ha disminuido desde 14% al 11%. Este porcentaje de pozos que han disminuido su concentración han pasado ha tener concentraciones en ión nitrato comprendidas entre 100 y 300 mg/L.



Distribución de los contenidos en ión nitrato. Marzo 2008

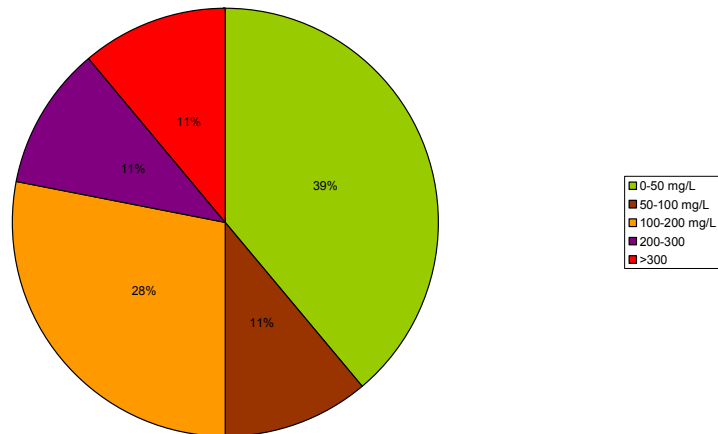


Figura 3.- Distribución de los contenidos en ión nitrato, según diferentes intervalos definidos, para el mes de marzo del 2008

En la grafica de la figura 7 se comparan los pozos muestreados en los meses de julio, septiembre y noviembre de 2007 y enero y marzo 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 43 % de los pozos, mientras que el 57 % 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 estas fluctúan.

Si comparamos los pozos muestreados en el mes de marzo de 2007 y 2008 el 65% de los pozos han aumentado la contaminación en marzo de 2008.

### **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 marzo 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 marzo ligeramente menores a las de enero. 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 (0,23 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 presentaban 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 ha desaparecido debido a que durante este mes no se han realizado extracciones de agua de ellos para abastecer a Palma.

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 600 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 marzo de 2008 es bastante parecida a la de los meses de campañas anteriores, no obstante la concentración parece haber disminuido en este último mes.
- Si comparamos las isopiezas de los meses de julio, septiembre y noviembre de 2007 y enero de 2008, se observa que el valor de las cotas de agua sufren un ligero aumento desde el mes de septiembre hasta enero, y una disminución en el mes de marzo.
- Durante el mes de marzo del año 2008, el 39 % 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 43 % de los pozos analizados, mientras que el 57 % han disminuido la concentración o se ha mantenido constante. Sin embargo si comparamos los pozos muestreados en el mes de marzo de 2007 y 2008, el 65% de los pozos han aumentado la contaminación
- 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 haberse extendido hacia al este.
- Las mayores concentraciones de ión nitrato se localizan en pozos que explotan el acuífero pliocuaternario, con concentraciones de ión nitrato de hasta 600 mg/L, y en menor medida el acuífero Mioceno, encontrando valores de ión nitrato de hasta 270 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 140 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

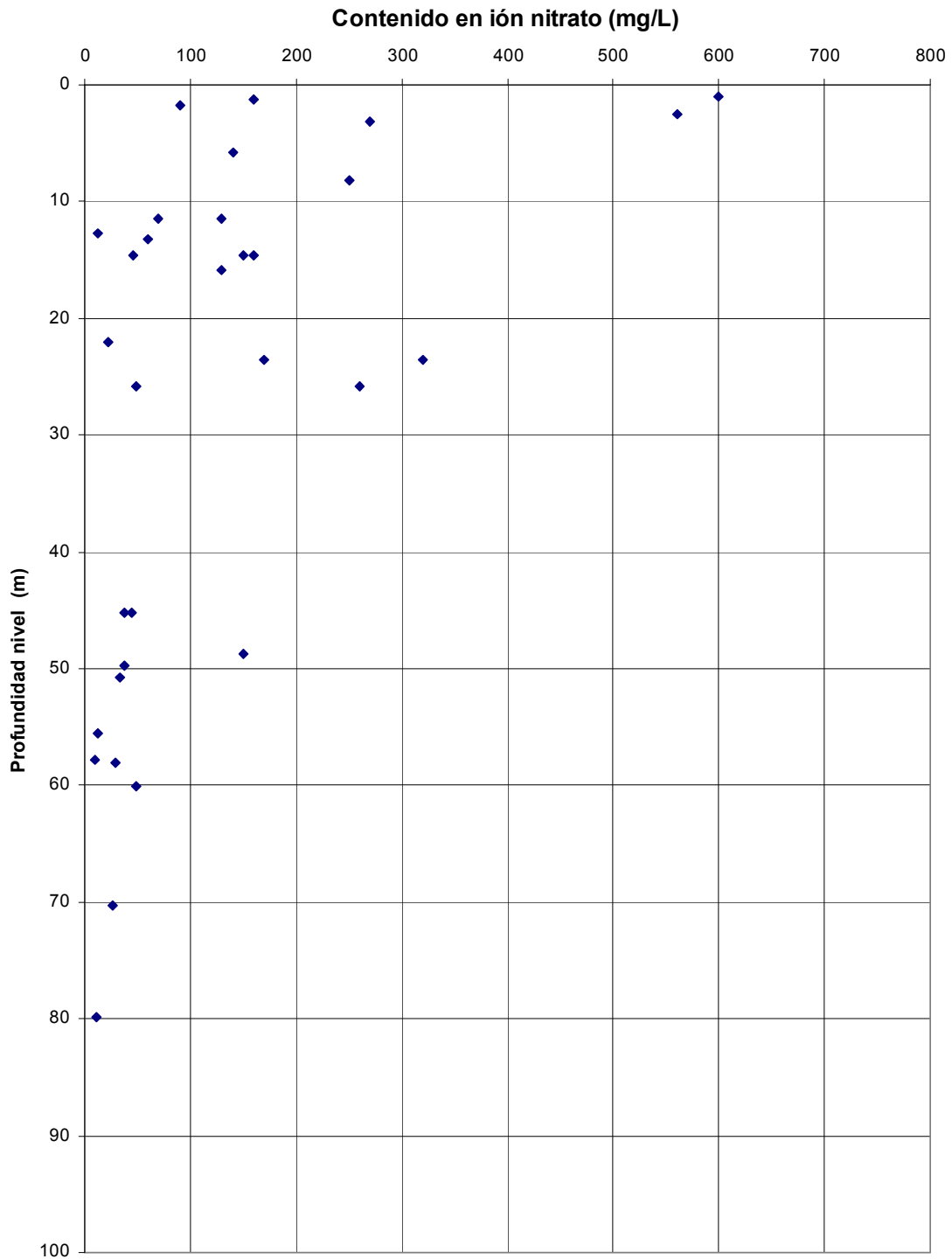


Figura 4.- Relación entre el contenido en ión nitrato (mg/L) y la profundidad del nivel freático (m) para el mes de marzo. Los mayores contenidos se detectan en aquellos pozos donde el nivel freático está más superficial y, por lo tanto, existe menor espesor de zona no saturada.

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

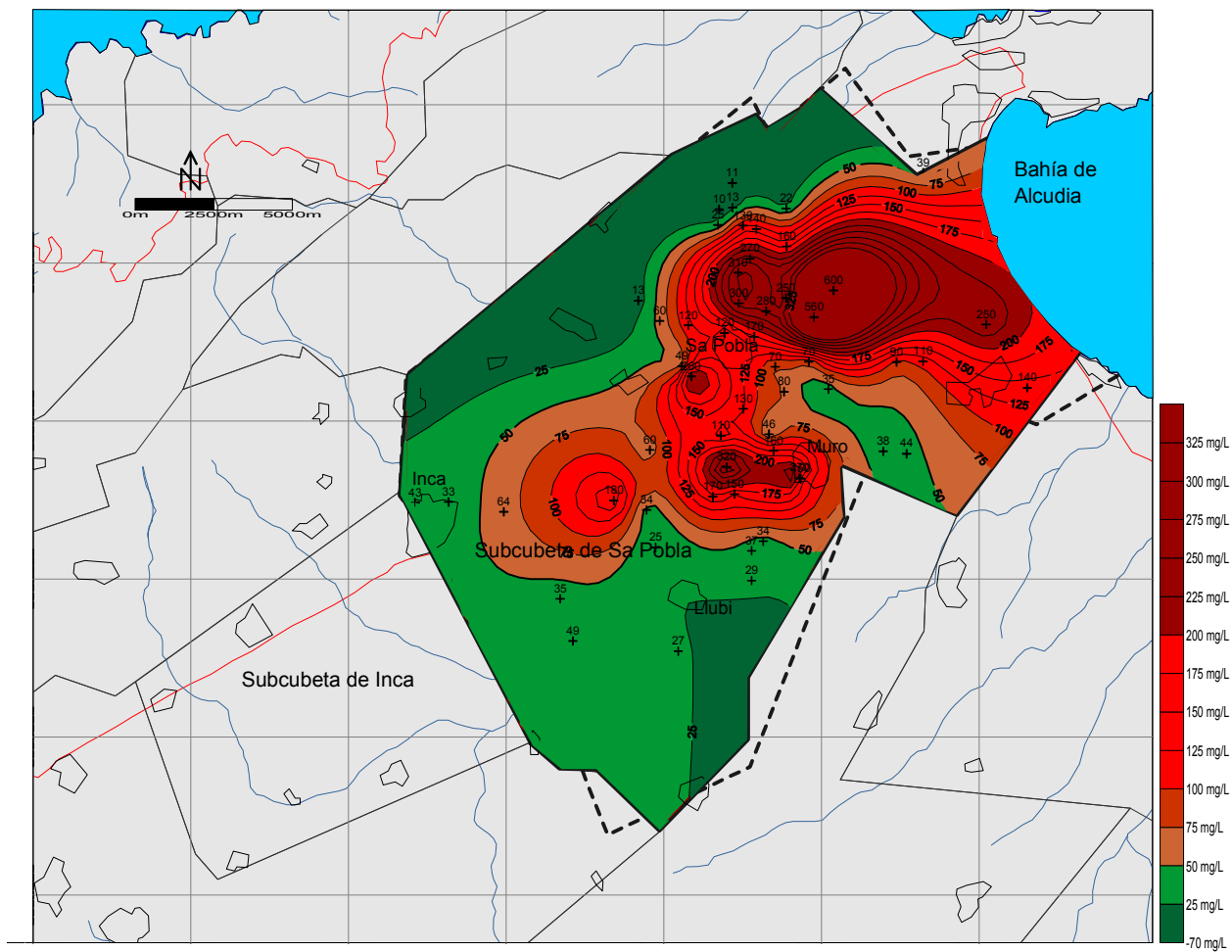


Figura 5.- Mapa de isocontenidos en ión nitrato (mg/L) en la zona vulnerable. Marzo 2008

Mapa de isopiezas (marzo 2008)

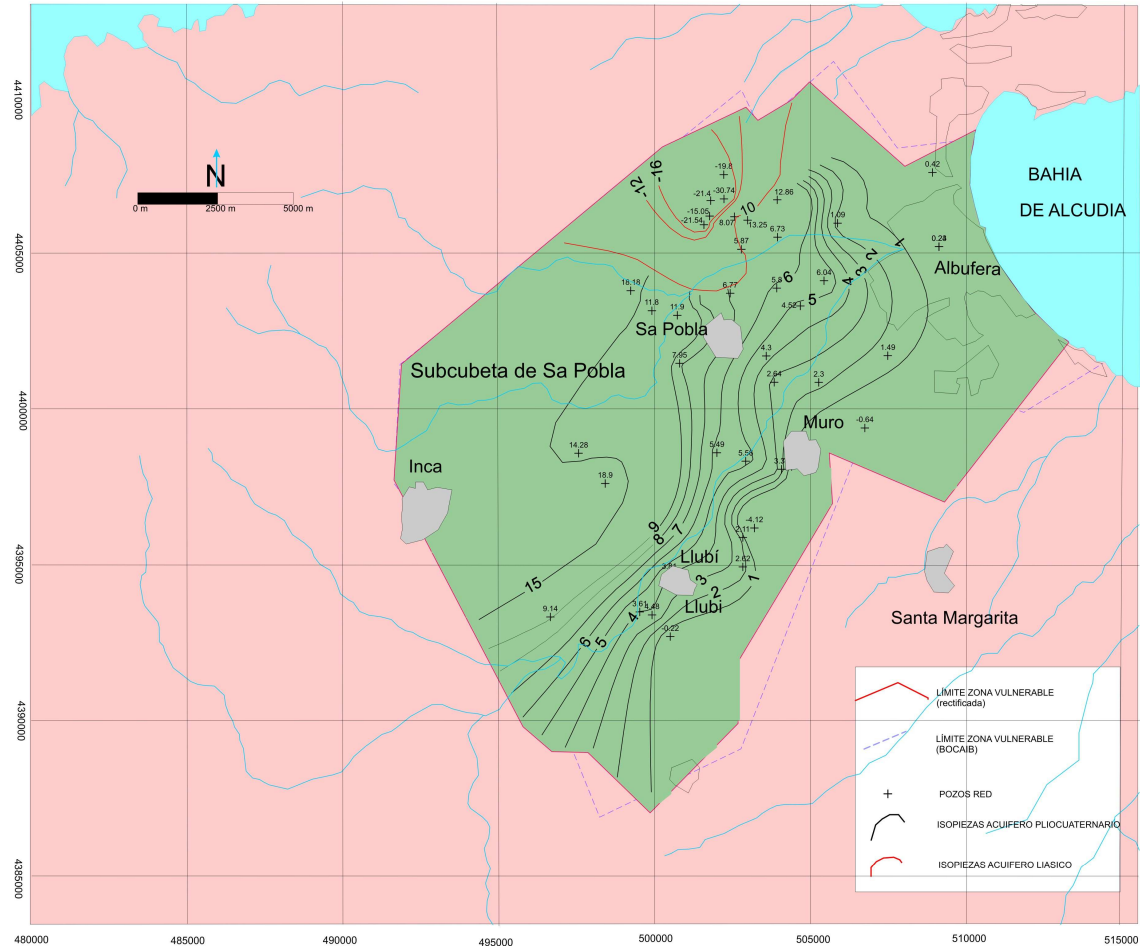


Figura 6.- Mapa de isopiezas (m.s.n.m.) del acuífero pliocuaternario y liásico de la Zona Vulnerable. Marzo 2008

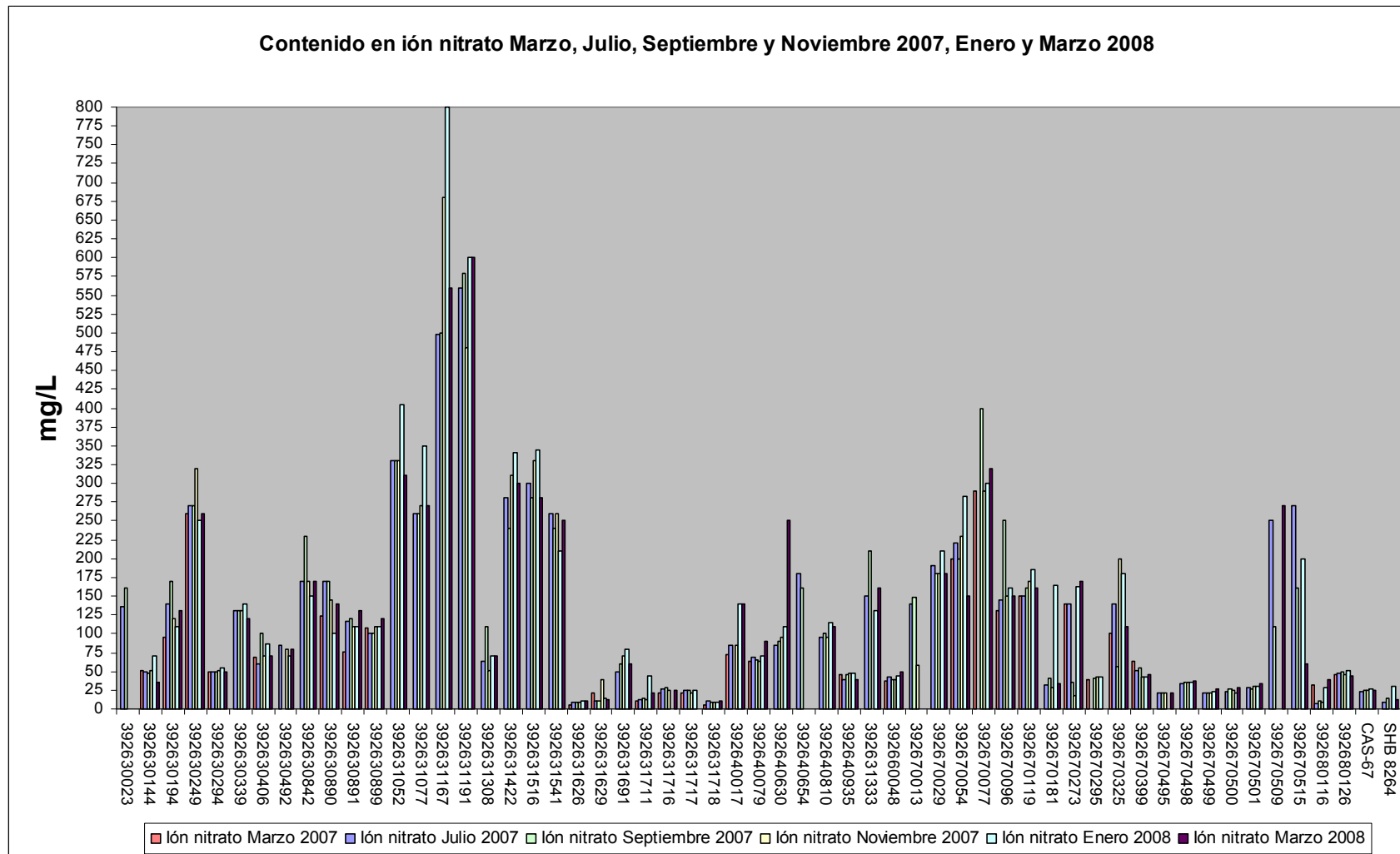


Figura 7.- Contenido en ión nitrato en los meses de Marzo, Julio, Septiembre y Noviembre de 2007 y Enero y Marzo de 2008

### Análisis químicos Marzo 2008

Hoja	Oc	Punto	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	12/03/2008	889	145	87	28	65	135	102	35
392630194			502520	4400383	11/03/2008	1093	131	79	24	119	137	144	130
392630249			500871	4401409	12/03/2008	1548	210	102	44	170	96	202	260
392630294			500569	4401727	11/03/2008	882	108	51	25	80	143	84	49
392630339			500776	4403026	11/03/2008	962	87	47	32	97	136	120	120
392630406			504598	4401875	12/03/2008	901	117	53	24	87	126	85	70
392630492			503814	4400922	13/03/2008	874	114	64	20	87	135	82	80
392630842			502867	4402666	12/03/2008	1296	162	112	32	114	117	173	170
392630890			502936	4406068	13/03/2008	2504	528	296	60	144	187	180	140
392630891			502513	4406179	13/03/2008	2584	610	286	69	156	132	163	130
392630899			501927	4402783	13/03/2008	1257	199	110	34	115	171	117	120
392631052			502356	4404690	12/03/2008	1493	144	81	52	174	100	245	310
392631077			502736	4405134	12/03/2008	1649	219	117	51	156	106	201	270
392631167			504764	4403283	12/03/2008	3024	396	198	60	344	163	404	560
392631191			505384	4404127	12/03/2008	3634	520	291	86	368	117	488	600
392631308			503533	4401715	11/03/2008	1007	154	79	27	91	141	96	70
392631333			503894	4405523	12/03/2008	1668	249	141	48	142	148	210	160
392631422			502379	4403725	12/03/2008	1825	256	135	48	194	134	211	300
392631516			503248	4403472	13/03/2008	1813	272	172	50	196	182	256	280
392631541			503871	4403889	13/03/2008	1846	360	188	47	196	142	212	250
392631626			502173	4407528	13/03/2008	950	89	47	53	42	286	37	11
392631629			0502180	04406750	13/03/2008	842	85	43	44	46	246	40	13
392631691			499871	4403165	12/03/2008	838	68	39	26	76	183	70	60
392631711			503886	4406722	13/03/2008	1460	312	120	66	75	223	48	22
392631716			501538	4405922	13/03/2008	824	79	43	41	45	228	40	25
392631717			0501720	04406200									
392631718			0501754	04406695	13/03/2008	808	80	43	41	42	240	34	10



392640017	511530	4401049	14/03/2008	3534	1190	733	84	128	171	234	140
392640079	507382	4401866	12/03/2008	2524	630	407	53	83	173	156	90
392640630	510226	4403053	13/03/2008	4544	1200	765	102	174	287	292	250
392640654	510769	4401999									
392640810	508222	4401886	12/03/2008	1849	390	249	48	96	173	158	110
392640935	508229	4407857	13/03/2008	3084	788	161	40	336	144	37	39
392660048	497118	4393041	10/03/2008	835	129	72	29	55	162	42	49
392660088	494925	4397125	19/02/2008 *	1319	175	100	48	137	318	157	64
392660135	496717	4394375	29/02/2008*	968	124	81	30	102	283	97	35
392670013	502802	4398391									
392670029	498416	4397482	10/03/2008	1145	136	69	40	104	130	104	180
392670054	502242	4397688	10/03/2008	1231	156	83	26	120	117	126	150
392670077	501995	4398544	11/03/2008	1779	233	131	32	218	92	270	320
392670096	504345	4398170	10/03/2008	1229	173	96	45	68	193	75	150
392670119	503484	4399059	10/03/2008	1287	170	87	32	124	116	144	160
392670181	499457	4397184	10/03/2008	1255	210	134	24	92	142	149	34
392670273	501559	4397606	10/03/2008	1478	188	105	28	148	88	235	170
392670295	499556	4393423									
392670325	501804	4399536	10/03/2008	1196	155	80	31	112	116	149	110
392670399	503337	4399582	10/03/2008	791	95	46	20	86	163	73	46
392670495	500428	4394707	11/03/2008	779	86	48	38	54	220	60	21
392670498	502784	4395893	11/03/2008	900	104	67	32	67	180	100	37
392670499	500459	4392717	11/03/2008	1212	112	73	56	120	187	316	27
392970500	502784	4394950	14/03/2008	1364	159	107	64	124	205	342	29
392670501	503154	4396198	11/03/2008	924	115	73	34	67	207	86	34
392670509	504310	4398191	10/03/2008	1728	233	133	55	85	177	141	270
392670515	499560	4399084	10/03/2008	972	119	72	31	80	152	120	60
392680116	506960	4399041	14/03/2008	1710	436	294	56	93	384	158	38
392680126	507701	4398963	14/03/2008	1415	295	203	52	92	279	167	44
SHB 8264	499192	4403807	14/03/2008	695	63	41	23	51	190	42	13
CAS 67	499741	4395996	11/03/2008	629	85	46	26	62	214	33	25
SHB 1120	492109	4397413	19/02/2008*	945	140	79	19	111	198	108	43
ARE 2777	493175	4397436	19/02/2008*	863	126	77	21	86	187	92	33

\*Los pozos muestreados en febrero no se han tenido en cuenta en el cálculo de los porcentajes ya que se incluyeron en la campaña de enero