



**INVESTIGACIÓN HIDROGEOLÓGICA PARA ESTABLECER LAS
POSIBILIDADES DE REALIZAR OPERACIONES DE RECARGA
ARTIFICIAL EN EL ACUÍFERO CARBONATADO DE LA LOMA DE
ÚBEDA. (Nº Expediente 145/01)**

INFORME FINAL

TOMO 1.- AVANCE DE RESULTADOS

Diciembre 2001

Consultor: Crisanto Martín Montañes/Javier Gollonet Fernández de Trespalacios

**INVESTIGACIÓN HIDROGEOLÓGICA PARA
ESTABLECER LAS POSIBILIDADES DE
REALIZAR OPERACIONES DE RECARGA
ARTIFICIAL EN EL ACUÍFERO CARBONATADO
DE LA LOMA DE ÚBEDA.**

TOMO 1.- AVANCE DE RESULTADOS

Diciembre 2001

ÍNDICE

MEMORIA

	<u>Pág</u>
1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	2
1.2.- SITUACIÓN DEL ACUIFERO Y PLANTEAMIENTO DE LA RECARGA	3
1.3.- TRABAJOS REALIZADOS Y CONTENIDO DEL INFORME	6
2.- APORTACION AL CONOCIMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO.....	9
2.1.- EVALUACIÓN DE DESCARGAS NATURALES.....	10
2.2.- PIEZOMETRÍA Y SU EVOLUCIÓN.....	15
2.3.- PARÁMETROS HIDRÁULICOS	20
2.4. RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN.....	20
2.5.- HIDROQUÍMICA	25
2.6.- MODELO PRELIMINAR DE FLUJO	38

ANEJOS

- 1.- FICHAS DE AFORO DE DRENAJES NATURALES
- 2.- FLASH PIEZOMÉTRICO Y SITUACIÓN DE PUNTOS
- 3.- FOTOGRAFÍAS DE PUNTOS FLASH
- 4.- ANALISIS QUÍMICOS DEL AGUA
- 5.- MODELO PRELIMINAR DE FLUJO

1.- INTRODUCCIÓN

1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a un avance de resultados del Proyecto **"INVESTIGACIÓN HIDROGEOLÓGICA PARA ESTABLECER LAS POSIBILIDADES DE REALIZAR OPERACIONES DE RECARGA ARTIFICIAL EN EL ACUÍFERO CARBONATADO DE LA LOMA DE ÚBEDA "** (Nº Expte. 145/01), realizado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) con la colaboración de Crisanto Martín Montañés, adjudicatario del contrato menor correspondiente. El proyecto se ha realizado bajo la supervisión de D. Juan Carlos Rubio Campos con la colaboración de D. Antonio González Ramón, por parte del IGME. Por parte del Consultor ha intervenido además Javier Gollonet Fernández de Trespacios, hidrogeólogo con dilatada experiencia y conocimiento de las técnicas de recarga artificial.

1.1.- ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El estudio llevado a cabo supone la lógica continuación de las actividades que desde 1996 ha venido realizando el IGME en este acuífero en el marco

de diferentes proyectos, y que finalizaron con la definición preliminar del mismo en el año 2000.

Los estudios previos más directamente relacionados con el presente proyecto son el de "*Tratamiento de diferente información relativa a la hidrogeología de los acuíferos del Alto Guadalquivir (IGME, 2000)*" y el de "*Asistencia técnica para la evaluación de la situación actual de diversos acuíferos en el margen derecho del Guadalquivir y en la orla carbonatada meridional de Jaén (IGME, 2001)*". El primero de ellos contiene la definición preliminar y síntesis hidrogeológica del acuífero, que ha servido de base para la redacción de las Normas de Explotación previstas en el segundo de ellos y es el punto de partida del presente estudio. Otro trabajo posterior es el realizado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y finalizado muy recientemente sobre "*Toma de datos, inventario de puntos de agua para la caracterización y evaluación de recursos de la Unidad Hidrogeológica de la Loma de Úbeda*" (CHG, 2001).

El objetivo final de este proyecto es estudiar la viabilidad técnica de la recarga artificial del acuífero Carbonatado de la Loma de Úbeda, previa mejora de su conocimiento hidrogeológico para complementar las lagunas de información existentes.

1.2.- SITUACIÓN ACTUAL DEL ACUÍFERO Y PLANTEAMIENTO DE LA RECARGA

Hasta hace unos pocos años el único acuífero explotado en la comarca de la Loma de Úbeda era el correspondiente al Mioceno, de escasa extensión y baja productividad, del que apenas se aprovechaban unos 3 hm³/año entre descargas naturales y explotaciones por bombeo, siendo el principal cultivo de la zona el olivar tradicional de secano. La profusión de sondeos profundos realizados por la iniciativa privada desde 1995, en su mayoría sobre el acuífero carbonatado jurásico, escasamente conocido hasta entonces y cuya primera definición hidrogeológica vio la luz en el año 2000, ha permitido que en 1999 existan unas 12.000 has de olivar en regadío, con un consumo de agua de unos 23 hm³/año y cuya producción se estima que puede superar 5000 millones de pesetas/año. El balance hídrico global de los acuíferos implicados aún sería excedentario actualmente (los recursos teóricos medios han sido evaluados de forma preliminar en unos 57 hm³/año entre ambos acuíferos, de los que unos 50 hm³/año corresponderían al jurásico), si bien el importante incremento de explotaciones hace necesario un estudio más profundo del acuífero y de su respuesta a la explotación en previsión de posibles problemas en el futuro. Cabe destacar que las solicitudes de

inscripción en registro o catálogo o de nuevas concesiones superarían ya en la zona las 25.000 has, con un volumen algo mayor de 46 hm³/año (IGME-CHG, 2001).

En el informe del P.A.I.H. de Cazorla (DGOH-IGME, 2001) se llevó a cabo un análisis de la documentación existente relativa al acuífero, que sirvió de base para caracterizar los aspectos más significativos del mismo y realizar su definición preliminar. Dicho informe contiene esencialmente la siguiente información sobre el acuífero carbonatado jurásico, de interés para el presente estudio:

- **Definición geométrica**, reflejada en sendos mapas de isobatas, isohipsas e isopacas del acuífero confinado, basados en datos de 33 sondeos mecánicos (solo 16 para el de isopacas) y 47 sondeos eléctricos verticales, además del apoyo de datos de varias líneas sísmicas. Todos los mapas están generados a escala 1/200.000, a partir de datos escala 1/50.000.

- **Caracterización piezométrica**: se basó en datos obtenidos entre Marzo y Junio de 1996 en 25 sondeos del acuífero libre y otros 41 del sector confinado, aunque con validez muy dudosa en algunos casos y con lagunas espaciales de información en algunos sectores del acuífero, por lo que se construyeron unas isopiezas meramente orientativas. También se elaboraron esquemas de carga hidráulica sobre el techo del acuífero confinado y de profundidad del agua, con similares limitaciones.

- **Caracterización hidroquímica**: Basada en 24 análisis químicos de 18 puntos de agua, correspondientes a fechas comprendidas entre Febrero de 1996 y Abril de 1999, y con las dificultades propias de una zona que presenta varios acuíferos superpuestos, con sondeos que interconectan diferentes niveles productivos y en la que apenas se disponía de columnas litológicas fiables en los puntos de muestreo, sirvió igualmente para una evaluación preliminar de la calidad del agua del acuífero y su distribución espacial, y puso de manifiesto la imperiosa necesidad de un muestreo sistemático y simultáneo en el tiempo, en puntos previamente seleccionados por sus características adecuadas. No obstante, contiene igualmente mapas 1/200.000 de facies y conductividad del agua e isolíneas de cloruros y sulfatos, entre otros.

- **Usos y demandas de agua. Explotaciones por bombeo:** La explotación del acuífero para abastecimiento urbano se comprobó que era mínima, ya que sólo utilizan aguas del acuífero Jurásico libre los núcleos de Castellar, Navas de San Juan y Sorihuela del Guadalimar y ello exclusivamente en épocas de sequía o en casos de emergencia. Para riego se calculó para la Subunidad Jurásica una explotación total de 19'7 hm³/año, de los que 1'5 hm³/año correspondería a descarga de manantiales y 18'2 hm³/año a explotaciones por bombeo. Según esos datos, deducidos por medios indirectos del Inventario de regadíos de la Junta de Andalucía y contrastados con la base de datos de inventario del IGME, pero correspondientes a riegos ya implantados antes de 1999, el agua subterránea procedente del jurásico atendería aproximadamente el riego del 87 % de unas 11925 ha de olivar en regadío, con una dotación media de 1905 m³/ha/año, y casi en su totalidad mediante riego localizado.

Cabe destacar que, a la fecha actual, la superficie en regadío debe ser muy superior, y podría estar comprendida, según las diversas fuentes consultadas, entre 20.000 y más de 26.000 has (Gollonet et alters, 2001), con un incremento evidente de las transformaciones a riego y la permanente ejecución de nuevos sondeos en la zona.

Por otra parte, a finales de 2001 no se ha dispuesto de un inventario completo de las captaciones existentes, habiéndose realizado un inventario de cerca de un centenar de puntos nuevos dentro de otro proyecto realizado para la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG, 2001), si bien algunos de ellos (unos 24 al parecer) corresponden a acuíferos limítrofes (Sierra de Las Villas esencialmente).

Tampoco existen hasta la fecha datos de bombeos de ensayo documentados de los que puedan deducirse los parámetros hidráulicos del acuífero, ni redes de control piezométrico ni de calidad del agua.

Con estas premisas, el presente estudio se ha centrado en mejorar el conocimiento hidrogeológico del acuífero, para subsanar en lo posible las principales lagunas de información existentes, y, tras la construcción y calibración de un modelo preliminar del flujo sobre el acuífero, mediante Visual Modflow, se pretende determinar los efectos que las posibles operaciones de recarga artificial tendrían sobre el mismo.

La recarga artificial tendría por objeto evitar una posible evolución descendente del acuífero, en caso de que los bombeos existentes o previstos lleguen a

superar los recursos reales del sistema, y también mejorar la calidad general del agua en la zona meridional, donde la existencia de un ambiente reductor causado por el fuerte confinamiento y la escasa renovación del agua genera problemas de calidad (existencia de gas sulfhídrico y elevadas concentraciones de algunos iones).

Por otra parte hay que indicar que el acuífero confinado del Jurásico ofrece a priori unas excelentes perspectivas para su utilización en el esquema de regulación general, mediante su bombeo controlado y su recarga artificial natural o inducida (IGME 2001), hecho que llevaría probablemente aparejada una mejora general de la calidad del agua, al aumentar significativamente la renovación de la misma en la zona confinada. Inclusive podría plantearse la posible satisfacción parcial de las demandas previstas para el embalse de Úbeda la Vieja a partir de bombeos en esta Unidad.

Aunque parte de los recursos de esta unidad son regulados por el embalse de Giribaile, ubicado aguas abajo, éste sólo regula un 35-40 % de su aportación media (IGME 2001), por lo que la regulación adicional realizada sobre el acuífero sería totalmente compatible con el mismo e incidiría positivamente en la regulación general de la cuenca, evitando descargas inútiles en períodos de aguas altas.

1.3.- TRABAJOS REALIZADOS Y CONTENIDO DEL INFORME

Las actividades que se han llevado a cabo para alcanzar los objetivos que se persiguen han sido, en esencia, las siguientes:

- Recopilación y análisis de la información existente. De especial interés han sido los datos analizados en el informe realizado por el ITGE (ITGE, 2000) y los datos del nuevo inventario del acuífero (CHG, 2001), si bien éstos últimos no han estado disponibles hasta Diciembre de 2001, lo que ha atrasado algunas de las tareas previstas y ha dificultado en gran medida otras de las realizadas (campañas flash de piezometría y calidad).
- Realización de una campaña piezométrica, con 49 puntos, realizada entre el 25 de Mayo y el 24 de Junio de 2001 previa al inicio de los principales bombeos. Con dichas medidas se ha elaborado un mapa piezométrico orientativo.

- Realización de aforos con micromolinete o estimaciones de caudal en 39 secciones de aforo, para valorar las descargas naturales procedentes del acuífero Jurásico. Las once más significativas se muestrearon para su análisis químico y en todas las que fue posible se midió conductividad y temperatura del agua. La campaña se realizó entre el 28 y el 31 de Mayo de 2001.
- Campaña flash de muestreo hidroquímico de sondeos, con 16 puntos, realizada entre el 28 de Mayo y el 16 de Junio de 2001. Con los resultados analíticos se han elaborado sendos mapas de conductividad y facies, isotermas del agua, e isolíneas de cloruros y sulfatos, entre otros.
- Control mensual de la evolución piezométrica en 10 sondeos que fue posible localizar para tal fin, desde Mayo hasta Diciembre de 2001. Está previsto continuar las medidas hasta Abril de 2002, en el marco del proyecto complementario.
- Programación de dos ensayos de bombeo con piezómetros, cuya realización está prevista para finales de Febrero o primeros de Marzo de 2002, antes siempre del comienzo de los bombeos para riego en este acuífero.
- Análisis de los bombeos y régimen de explotación del acuífero jurásico, aún en elaboración al haberse dispuesto de los datos del nuevo inventario de CHG en Diciembre de 2001.
- Análisis de aportaciones de los ríos Guadalquivir y Guadalimar y su distribución estacional e interanual, a partir de los datos existentes, y muestreo y análisis de 4 puntos de control en dichos ríos (2 en cada uno, convenientemente ubicados en las posibles zonas de interés para tomas del agua de recarga y para ver posibles efectos de las descargas del Jurásico sobre el río Guadalimar). Está pendiente al análisis de las zonas adecuadas para tomas de agua y para recarga, tras la elaboración final del modelo de flujo y el análisis de la documentación aún en elaboración (bombeos, etc...)
- Construcción y calibración de un Modelo preliminar de Flujo del acuífero, en "Visual Modflow", que permitirá analizar los posibles efectos de una recarga tras su calibración en régimen permanente y transitorio, con los nuevos datos obtenidos. Esta actividad se ha realizado **como mejora al proyecto**, y debe constituir una importante herramienta

de cara a futuros trabajos, por lo que deberá mejorarse en fases sucesivas incorporando los nuevos datos ya obtenidos o previstos a corto plazo.

- Prediseño y análisis de las infraestructuras necesarias o complementarias para la recarga, y propuesta de un plan de recarga.

- Elaboración general de información y síntesis de datos, para la redacción del presente informe.

El presente informe final se estructura en una Memoria que resume la información recopilada y los resultados y conclusiones de todo tipo obtenidas, e incluye 6 anejos con la información utilizada o elaborada en el proyecto

2.-APORTACIÓN AL CONOCIMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO

2.- APORTACIÓN AL CONOCIMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO

2.1.- EVALUACIÓN DE DESCARGAS NATURALES.

En el cuadro y figuras adjuntas se muestran los resultados obtenidos en la campaña de aforos de 28 a 31 de Mayo de 2001, cuyos originales se adjuntan como anejo 1, que incluye los resultados de los aforos y los esquemas de las secciones de aforo.

Como se observa, el total aforado correspondiente a drenajes del Jurásico se eleva a unos 232 l/s en la margen derecha del Guadalimar (que reúne el 74 % de los afloramientos y supone el 61 % del drenaje total) y a 149 ls en la margen izquierda (26 % de los afloramientos y 39 % del drenaje total). La descarga total evaluada en esa fecha sería por consiguiente de 381 l/s, que equivaldrían de ser constantes a unos 12 hm³/año, aunque lógicamente tales descargas deben ser variables estacional e interanualmente, sin que se tengan otras referencias. Cabe destacar, en cualquier caso, que hasta la fecha las descargas por manantiales se valoraban en una media de 1'5 hm³/año para el acuífero, evidentemente muy inferiores y que debían estar infravaloradas.

Se propone realizar nuevas campañas en un mínimo de 10 secciones de las realizadas, con observaciones complementarias de otras aguas arriba o abajo.

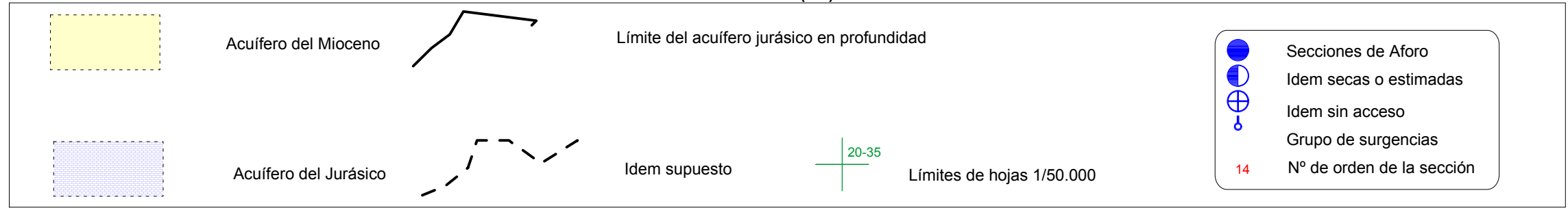
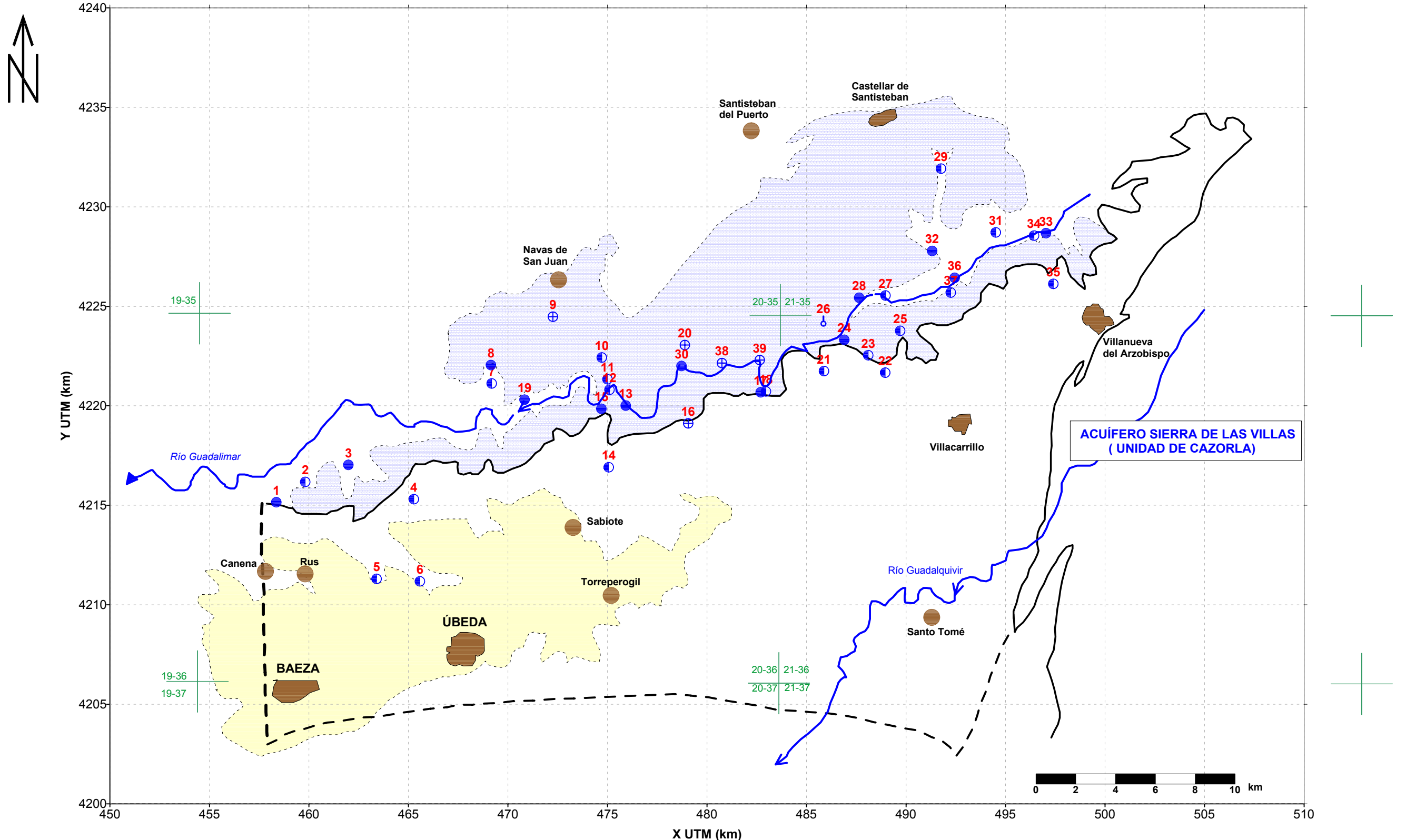
Cuadro nº 1.- Resumen de aforos de las descargas del carbonatado de la Loma de Úbeda (página1/2)

Nº SECCION	NOMBRE	X UTM (Km)	Y UTM (Km)	TIPO AFORO	CAUDAL (l/s)	Conduct. (µS/cm)	Tª (°C)	Nº MUESTRA	OBSERVACIONES
1	Arroyo del Valdío	458.360	4215.156	Molinete	3.5	1150	26.8	1	Del Mioceno 0'5 l/s
2	Arroyo de los Yesos	459.814	4216.174	Estimado	0				Seco
3	Arroyos de Valdecanales y Guadalupe	461.981	4217.029	Molinete	17.6	1650	26.4	2	Del Mioceno 1 l/s
4	Arroyo de Guadalupe (Mioceno)	465.267	4215.308	Estimado	1				Procede de Mioceno. Descontar de 3
5	Arroyo de Solillo (Mioceno)	463.398	4211.305	Estimado	1				Procede de Mioceno. Descontar de 3
6	Arroyo de Valdecanales (Mioceno)	465.573	4211.182	Estimado	0				Procede de Mioceno. Descontar de 3
7	Arroyo de Torrihuela (carr. A Navas)	469.179	4221.123	Estimado	10.9				Igual caudal que en sección de aforo 8
8	Arroyo de Torrihuela	469.145	4222.049	Molinete	10.9	781	18.3	3	
9	Arroyo de Los Morales (en Navas)	472.260	4224.477	Estimado	25-30				Interesante aguas abajo, pero sin acceso
10	Arroyo de los Pozos	474.710	4222.429	Estimado	1				
11	Arroyo de los Pozos	474.997	4221.335	Estimado	3			4	Gana caudal
12	Arroyo de los Pozos (desembocadura)	475.099	4220.808	Estimado	3				Igual caudal que en sección de aforo 11
13	Cañada de Úbeda (tb. GPS 210)	475.914	4220.010	Molinete	33.6			8	Posible vert. A.R.
14	Arroyo de la Corregidora (Mioceno)	475.062	4216.912	Estimado	10-12				Mioceno y posible vert. A.R.
15	Arroyo de la Corregidora	474.693	4219.846	Molinete	17.3	2850	18.2	5	Posible vert. A.R.
16	Arroyo Rollobón	479.054	4219.114	Estimado	>2				Sin acceso. Visto aguas arriba y gana algo
17	Arroyo del Mostazar (8-1)	482.697	4220.681	Molinete	1.4	2320	24.6	6	
18	Arroyo del Mostazar (8-2)	482.964	4220.719	Estimado	0				Seco
19	Arroyo de la Estrella (aguas abajo 193)	470.833	4220.307	Molinete	56.1	768	24.1	7	
20	Nacimiento Arroyo de Huertafranca	478.888	4223.053	Sin acces	??				Zona de surgencia. Sin acceso
21	Arroyo del Herrero	485.878	4221.745	Estimado	0				Seco
22	Arroyo de la Pasada del Zarco (carr. Herrera)	488.957	4221.665	Estimado	0				Seco

Cuadro nº 1.- Resumen de aforos de las descargas del carbonatado de la Loma de Úbeda (página2/2)

Nº SECCION	NOMBRE	X UTM (Km)	Y UTM (Km)	TIPO AFORO	CAUDAL (l/s)	Conduct. (µS/cm)	Tª (°C)	Nº MUESTRA	OBSERVACIONES
23	Arroyo de la Pasada del Zarco (Cjo. del Santísimo)	488.100	4222.538	Estimado	0				Seco
24	Arroyo de la Pasada del Zarco	486.900	4223.318	Molinete	3.8	923	23.8	9	Posible vert. A.R.
25	Arroyo del Arbolón (puente camino Cjo. Stª. Marina)	489.704	4223.767	Estimado	>60				Interesante. Sin acceso (hay que ir 2 para aforo)
26	Arroyo sin nombre. Grupo de 4 manantiales próximos	485.852	4224.127	Estimado	10				Q conjunto de 4 manant. El arroyo esta seco
27	Arroyo del Tobazo	488.964	4225.540	Estimado	5				
28	Arroyo de la Cabañada	487.647	4225.433	Molinete	21.0	767	25	10	
29	Arroyo del Quintero	491.754	4231.917	Estimado	0				Seco
30	Arroyo de los Yeros/Huerta Fresca (o Franca)	478.722	4222.002	Molinete	23.0	713	24.5	10	Aforo
31	Arroyo de la Torre	494.510	4228.711	Estimado	10-15				No hay sección de aforo
32	Arroyo de la Cañada	491.313	4227.784	Molinete	30.0	1187	19.2	11	
33	Arroyo de los Olmillos	497.034	4228.677	Flotador	60.0				A. residuales (muy sucia, es una cloaca) drenaje máximo Carbonatado 30 %
34	Arroyo Silvestre	496.429	4228.557	Estimado	<1				
35	Arroyo Silvestre aguas arriba	497.400	4226.127	Estimado	0				Seco
36	Arroyo del Carrizal	492.439	4226.433	Molinete	35.3	1151	27.9		
37	Arroyo de Zorreras	492.247	4225.692	Estimado	<2				Agua sucia
38	Arroyo del Robledo	480.750	4222.150	Sin acces	??				Sin acceso. Lleva agua. Interesante buscar sección de aforo
39	Arroyo Cañada de los Lobos	482.650	4222.300	Sin acces	??				Sin acceso.
TOTAL MARGEN DERECHA					232.5				
TOTAL MARGEN IZQUIERDA					148.4				
TOTAL GENERAL					381.0				

FIGURA 1.- SITUACION DE AFOROS EN EL JURÁSICO DE LA UNIDAD DE ÚBEDA
(campaña del 28 al 31 de Mayo de 2001)



2.2.- PIEZOMETRÍA Y SU EVOLUCIÓN

Con los datos obtenidos en la campaña, realizada entre el 29 de Mayo y el 25 de Junio de 2001, se han realizado varios intentos de ajustes de isopiezas mediante Krigeage, decidiendo finalmente separar los datos en dos zonas, por su evidente desconexión hidráulica o, al menos, las dificultades de flujo entre ambas provocadas probablemente por algún accidente tectónico de posición desconocida pero que se tratará de situar, aproximadamente, tras una reinterpretación geométrica del acuífero con las nuevas columnas litológicas disponibles (inventario CHG 2001 y otras obtenidas en este proyecto).

También se han hecho intentos de ajuste con los datos de CHG 2001, si bien los datos que contiene son en su mayoría verbales y de escaso interés para tal fin. Las cotas del agua que se deducen del mismo para el acuífero Jurásico oscilan entre 300 y 480 m s.n.m. y entre 525 y 620 m s.n.m. para el sector de Villanueva del Arzobispo.

En el cuadro 2 y la figura 3 adjuntas se muestran los resultados obtenidos en el presente proyecto. La situación de puntos se incluye en el anejo 2 y en el anejo 3 se incluyen fotografías de los puntos disponibles (se comenzaron a tomar tras unos días de trabajo, al comprobar la dificultad de localizar los puntos de inventarios preexistentes y que la mayor parte de los puntos medidos no estaban incluidos en ninguno de ellos, por lo que solo 48 de los 64 puntos visitados disponen de ella).

Por otra parte, entre Mayo y Diciembre de 2001 se han medido con periodicidad aproximadamente mensual todos los puntos que ha sido posible de 10 inicialmente seleccionados y repartidos por el acuífero confinado, esencialmente, si bien alguno de ellos ha sufrido problemas de obstrucción del tubo piezométrico, frecuentes en la zona por el escaso diámetro de los sondeos. En cualquier caso, los datos obtenidos tienen un elevado interés por ser los primeros existentes hasta la fecha, por lo que se proseguirán las medidas hasta Abril de 2002, como mínimo, con cargo a un proyecto complementario, para disponer de un año completo a efectos de la calibración del modelo en régimen transitorio. La situación de los piezómetros medidos se muestra en la figura 4.

CUADRO N° 2.- PUNTOS DEL FLASH PIEZOMETRICO DE MAYO-JUNIO DE 2001 (pag1/3)

N° Orden	Nombre	Hoja 1/10000	X (UTM)	Y (UTM)	Z (msnm) 1/10000	Prof (m)	Nivel (m)	Sistema de medida	Cond	Tª	N° Muestra	Fecha revisión	Acuífero
1	Pozo de Vicente	907-3-1	498.939	4224.37	712	195	124.68	Sonda				29/05/2001	Sector V. Arzobispo
2	Pozo del Arroyo	907-3-1	498.923	4224.236	701	140	113.98	Compresor				29/05/2001	Sector V. Arzobispo
3	Las Eras	886-3-4	498.811	4224.551	710	212	172.85	Compresor	0	0		29/05/2001	Sector V. Arzobispo
4	Carrascosa	907-3-1	498.932	4223.502	765	300		Compresor	437	27.2	33	29/05/2001	Sector V. Arzobispo
5	El Horcajo I	907-2-2	497.532	4218.893	541	195	50.99	Sonda	0	0		29/05/2001	Sierra Las Villas
6	El Horcajo II	907-2-2	497.519	4218.662	539	185	47.07	Sonda	0	0		29/05/2001	Sierra Las Villas
7	La Veguilla	886-3-1	499.425	4221.809	731	245	76.54	Sonda	0	0		29/05/2001	Sierra Las Villas
8	Villanueva	907-3-1	498.623	4223.721	782	340	219.04	Sonda	0	0		29/05/2001	Sector V. Arzobispo
9	Las Eruelas de Abajo	886-3-4	502.262	4225.832	840		197.7	Compresor	445	26.4	13	29/05/2001	Sierra Las Villas
10	Las Eruelas de Arriba	886-3-4	503.004	4226.874	941	280	206.1	Compresor	0	0		29/05/2001	Sierra Las Villas
11	Huerto Viejo	907-3-2	498.949	4217.543	559	151	106.4	Compresor	826	28.1		29/05/2001	Sierra Las Villas
12	Batanejo Rufino	907-2-2	497.808	4216.108	452			Compresor	0	0		29/05/2001	Sierra Las Villas
13	Camino Graná	906-3-4	474.406	4207.876	644	830	302	Compresor	0	0		30/05/2001	Jurásico
14	Camino del Cerro	906-3-4	475.689	4207.649	557	700		Compresor	1739	43.2	14	30/05/2001	Jurásico
15	La Mina	906-3-4	476.077	4207.844	551			Compresor	0	0		30/05/2001	Jurásico
16	Pozo Horcajo	906-4-4	479.978	4208.28	549	630		Compresor	923	38.9	32	25/06/2001	Jurásico
17	Cruz de Marina	906-4-4	480.921	4208.02	628			Compresor	1808	40.2	15	30/05/2001	Jurásico
18	El Conde	906-4-4	478.668	4208.05	549				0	0		30/05/2001	Jurásico
19	El Fontarrón	906-4-4	479.216	4208.829	631				0	0		30/05/2001	Jurásico
20	Pilillas-A. de Sabiote	906-3-3	475.597	4211.944	685			Sonda	1643	40.7	16	30/05/2001	Jurásico
21	El Porvenir I	906-3-3	471.094	4212.206	789			Compresor	0	0		30/05/2001	Jurásico
22	El Porvenir II	906-3-3	471.049	4212.18	789		402	Compresor	0	0		23/06/2001	Jurásico
23	Hermana Miguel Pastor	906-4-1	483.457	4224.199	500		70.44	Sonda	984	27.3	21	31/05/2001	Jurásico
24	José Mª Pastor	906-4-1	483.134	4222.321	457	200	97.01	Sonda	813	26.3	30	14/06/2001	Jurásico
25	Piezómetro Camino	885-4-4	483.394	4224.912	561		119.43	Sonda	0	0		31/05/2001	Jurásico

CUADRO N° 2.- PUNTOS DEL FLASH PIEZOMETRICO DE MAYO-JUNIO DE 2001 (pag2/3)

N° Orden	Nombre	Hoja 1/10000	X (UTM)	Y (UTM)	Z (msnm) 1/10000	Prof (m)	Nivel (m)	Sistema de medida	Cond	Tª	N° Muestra	Fecha revisión	Acuífero
26	Cabeza Alba	906-4-2	482.18	4216.585	544	220	180.71	Sonda	0	0		31/05/2001	Jurásico
27	Sondeo Manuel Perales	886-3-4	502.156	4225.521	799	82	20	estimado	676	20.8	22	08/06/2001	Sierra Las Villas
28	Santa Eulalia	906-2-3	465.822	4213.514	738		355.5	Compresor	0	0		25/06/2001	Jurásico
29	Los Carrizales	906-1-3	461.118	4212.323	660	400	279.04	Sonda	1194	30.7	23	09/06/2001	Jurásico
30	La Crespa	906-1-3	459.16	4212.957	611	320		Compresor	633	26.6	24	09/06/2001	Jurásico
31	El Batanejo	907-2-2	497.612	4215.955	457	153	24.74	Sonda	0	0		09/06/2001	Sierra Las Villas
32	Pichilín I viejo	906-4-3	482.637	4212.843	645	480	288.55	Sonda	1925	34.4	25	12/06/2001	Jurásico
33	Pichilín II nuevo	907-1-3	483.784	4213.157	560	382		No se puede	1703	33.6	26	12/06/2001	Jurásico
34	La Imagen II	906-4-4	478.081	4207.157	628	700	264.2	Pondrán tubo pie	0	0		12/06/2001	Jurásico
35	La Imagen I	906-4-4	478.192	4207.293	621	680		Sonda	0	0		12/06/2001	Jurásico
36	El Patronato	906-3-3	476.135	4213.975	615		247.18	Sonda	0	0		13/06/2001	Jurásico
37	Ermita Sta. Rita	907-1-1	484.617	4222.658	461	150	25.5	Compresor	1184	23.7	28	14/06/2001	Jurásico
38	La Peñuela I	906-4-2	482.417	4219.906	438	150	89.2	Sonda	830	27.5		14/06/2001	Jurásico
39	La Peñuela II	906-4-2	482.493	4219.829	441	150	75	Compresor	864	25	29	14/06/2001	Jurásico
40	La Caleruela	907-2-3	491.709	4211.45	480		87	Sonda	0	0		15/06/2001	Jurásico
41	Niña Isabel	907-2-1	491.573	4222.621	569	70	44.9	Sonda	0	0		15/06/2001	Trías ?
42	Pichilín Bajo	906-4-4	482.851	4209.046	532		168.01	Sonda	0	0		15/06/2001	Jurásico
43	El Relámpago	907-1-3	488.97	4213.226	490	190?	132	Compresor	1210	30.4		25/06/2001	Jurásico
44	Cortijo Alto	907-1-2	487.51	4215.593	701	415	353	Compresor	0	0		25/06/2001	Jurásico
45	El Regajo	906-2-4	464.48	4207.845	711	700	315	Compresor	844	28.9	31	25/06/2001	Jurásico
46	Ogalla	927-1-1	460.583	4206.06	740	268	124	Compresor				23/06/2001	Mioceno ?
47	El Puntal	906-2-3	466.864	4212.135	740	460	369	Compresor				25/06/2001	Jurásico
48	Zorreras II	907-2-3	491.844	4215.177	670		318	Compresor	1405	28.8	27	25/06/2001	Jurásico
49	Cjo Herrera (gps 207)	907-1-1	483.9	4221.048	417		58.7	Sonda				20/04/2001	Jurásico
50	Pichilín 2 Viejo	907-1-3	483.808	4213.126	559	406	197.46					06/03/2002	Jurásico

CUADRO N° 2.- PUNTOS DEL FLASH PIEZOMETRICO DE MAYO-JUNIO DE 2001 (pag3/3)

N° Orden	Nombre	Hoja 1/10000	X (UTM)	Y (UTM)	Z (msnm) 1/10000	Prof (m)	Nivel (m)	Sistema de medida	Cond	Tª	N° Muestra	Fecha revisión	Acuífero
51	C.R. Venta Las Chulapas	906-4-3	481.681	4214.025	678	450	311					06/03/2002	Jurásico
52	Venta del Cerro	907-1-3	484.414	4214.742	608	¿250?						06/03/2002	Jurásico
53	Nuevo de Minerva	907-3-1	498.917	4222.194	735							08/10/2002	Sierra Las Villas ?
54	C.R. El Trueno	907-1-3	488.464	4212.953	561							30/04/2001	Jurásico
55	Zorreras I	907-2-2	492.148	4215.558	677							30/04/2001	Jurásico
56	C.R. La Navarra	907-1-3	489.595	4213.116	558							30/04/2001	Jurásico
57	Junto a camino Herrera	906-4-1	482.964	4220.719	420	Hundido o atascado a 14 m						30/04/2001	Jurásico
59	El Caracol	906-4-4	477.223	4208.425	579	610	205					25/03/2003	Jurásico
60	El Lentiscar	906-4-4	476.98	4209.552	674							25/03/2003	Jurásico
61	Desconocido	907-1-2	483.846	4215.794	636							26/03/2003	Jurásico
62	Pichilín I nuevo	906-4-3	482.641	4212.808	646							26/03/2003	Jurásico
63	Torre del Obispo I	906-1-3	461.258	4212.858	634							09/06/2001	Jurásico ?
64	Torre del Obispo II	906-1-3	458.833	4213.26	676							09/06/2001	Jurásico ?
Nota: El punto 58 estaba duplicado con el 43 por error, por lo que se ha suprimido													

FIGURA 3.- ISOPIEZAS DEL ACUÍFERO CONFINADO EN MAYO-JUNIO 2001
 (ajuste, sin zona de Villanueva del Arzobispo)

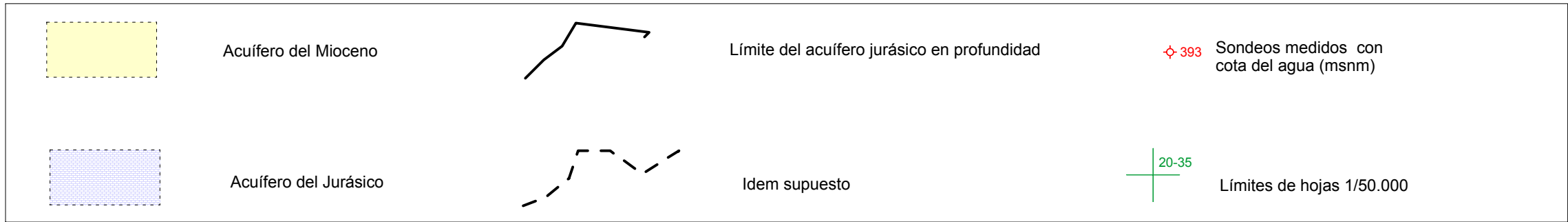
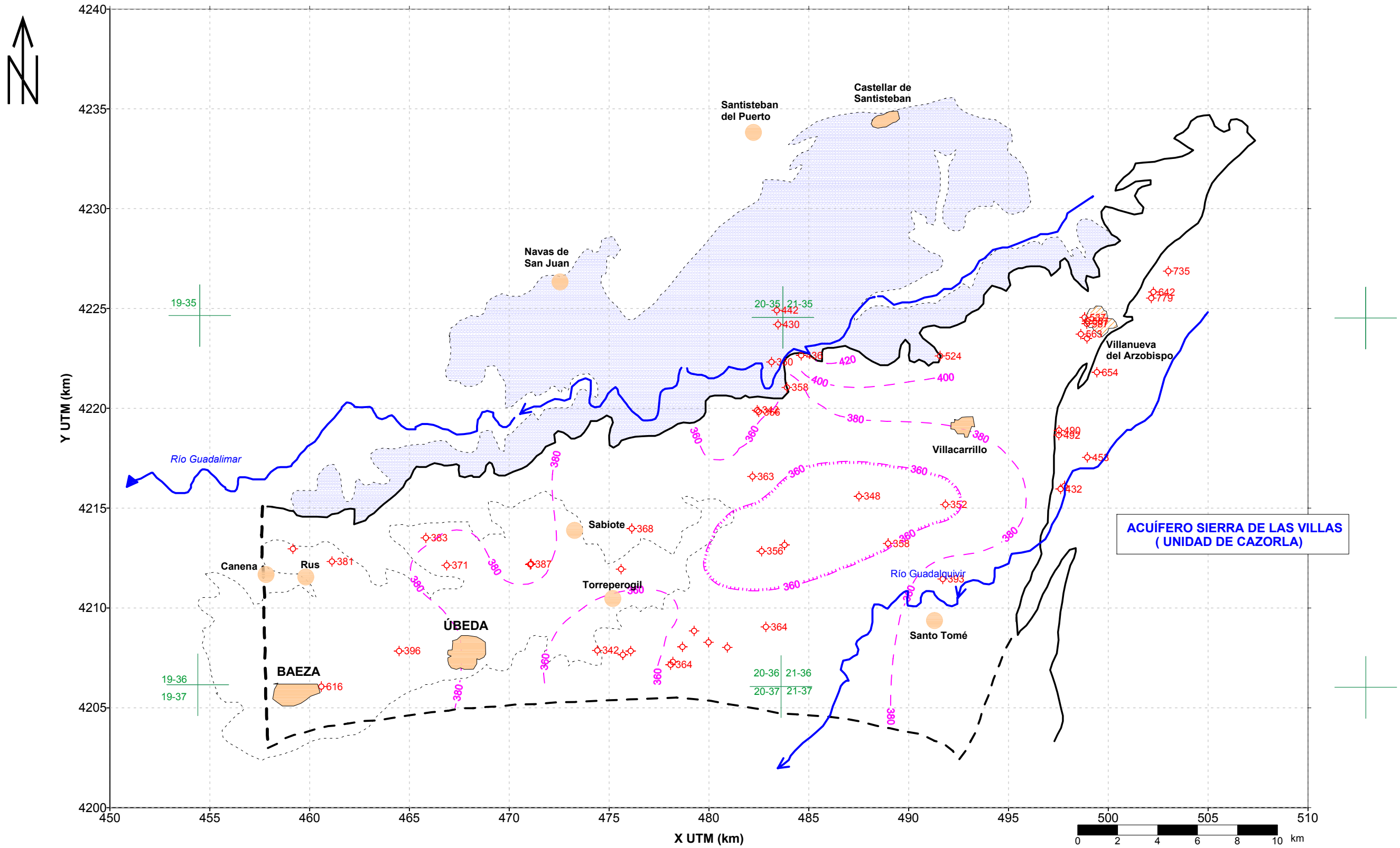
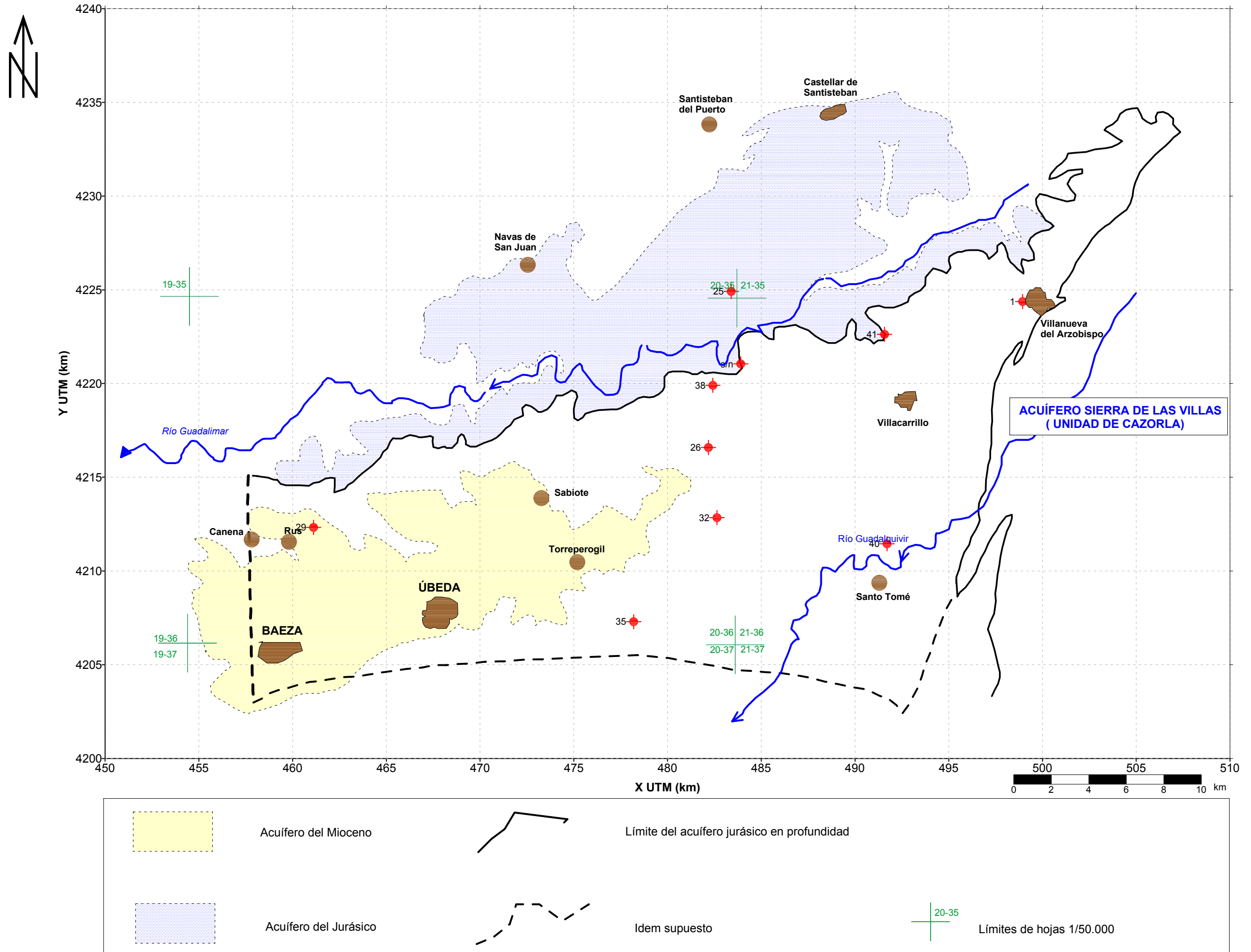


FIGURA 4.- PIEZOMETROS MEDIDOS EN LA UNIDAD DE ÚBEDA (CARBONATADO)



2.3.- PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Está prevista la realización de 2 ensayos de bombeo con piezómetros en puntos que captan el acuífero confinado (Pichilín y La Imagen) cuando las condiciones de bombeo del acuífero lo permitan. Para ello es necesario esperar al final del período de recuperación (Febrero-Marzo) pero antes de que empiecen los bombeos para riego, por la afección de los sondeos próximos. Aunque se ha llevado a cabo la reinterpretación de 8 bombeos realizados por particulares o comunidades de regantes y cuyos datos se han obtenido en este estudio, que dan valores de transmisividad muy variables, de 35 a más de 2000 m²/día, estos se consideran poco fiables por estar realizados en distintas épocas de riego, sin control de piezómetros (lo que impide sacar el coeficiente de almacenamiento) y afectados con casi total seguridad por otros bombeos próximos, además de tratarse de bombeos a caudales variables y con muy escasa medida de la recuperación (1-2 horas).

2.4. RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN

Se han obtenido datos teóricos de distribución detallada de los bombeos a lo largo del año, válidos en general para los riegos de olivar por goteo, pero que se contrastarán con la realidad en los casos de las Comunidades de Regantes más significativas que tengan datos al respecto.

Del análisis provisional de los datos de inventario de la CHG recibidos en Diciembre de 2001 se deduce una extracción global por bombeo algo superior a 28 hm³/año en unos 138 puntos de los que en 118 consta explotación y cuya distribución espacial se muestra en la figura adjunta (figura 5), aunque tales datos han de ser aún reelaborados y revisados pues como se observa algunos de los sondeos deben pertenecer a acuíferos limítrofes y además gran parte de los inventariados anteriormente por el IGME no han sido revisados en ese estudio, pudiendo soportar extracciones significativas. Los datos disponibles han de ser objeto de contraste y confrontación con otras fuentes de información en curso (se espera nueva información de la "Asociación de Regantes del Acuífero Carbonatado de la Loma", que pretende aglutinar a todos los usuarios de estos acuíferos y está colaborando de forma desinteresada en este estudio). En cualquier caso la explotación mínima en sondeos que con seguridad capten el acuífero carbonatado jurásico sería de unos 23,1 hm³/año, de los que 2,25 hm³/año

corresponderían al sector de Villanueva del Arzobispo y el resto al acuífero confinado jurásico.

La dificultad principal de esta actividad radica en la diversidad de inventarios disponibles y la no asignación de un número único a cada punto en una sola base de datos, pudiendo existir puntos duplicados e incluso con diferente ubicación física aunque se trate del mismo punto, hechos que habrá que aclarar y subsanar en la medida de lo posible, con las dificultades previsibles que se pueden deducir del gráfico resumen de inventarios que se adjunta (figura 6).

En el cuadro nº 3 se incluye, por último, un resumen de las posibles extracciones existentes en este acuífero según las distintas fuentes disponibles, que confirma la dificultad de la evaluación con tales datos y en tanto no se disponga de un inventario completo y unificado de las captaciones y aprovechamientos existentes. En cualquier caso se observa que la extracción global ha pasado de 18 a 28 hm³/año con un máximo de 138 sondeos contemplados, cuando es casi seguro que el número de sondeos en explotación debe estar comprendido entre 200 y 300 a juzgar por los puntos que constan en las distintas fuentes de información consultadas.

La superficie de riego habría pasado de 9500 a unas 18500 has, si bien en la Asociación de Usuarios se manejan cifras muy superiores, de unas 25000 a 30000 has, aunque en parte podrían corresponder a acuíferos limítrofes. Es de vital importancia, por consiguiente, acometer cuanto antes la evaluación de extracciones más precisa en base a un inventario completo y actualizado, si se quiere conocer el estado real del acuífero.

CUADRO Nº 3.- RESUMEN DE DATOS DE EXTRACCIONES PARA RIEGO DEL JURÁSICO DE ÚBEDA

CHG (Solicitudes de aprovechamientos) (1*)					IGME 2000 (2)*			CHG 2001 (3*)		
Volumen (hm3/año)		Superficie riego (has)			Volumen (hm3/año)	Superficie riego (has)	Nº sondeos	Volumen (hm3/año)	Superficie riego (has)	Nº sondeos
Aprobadas	Totales	Aprobadas	Denegadas o en trámite	Total						
11.3	23	7083	6944	15603	18.2	9560	>117	28.046	18497	138
0.24	28.046	200	18297	18497						
<p>(1*).- En la primera fila se indican los datos elaborados por IGME (2001), cuya asignación por acuíferos es dudosa al no estar definida la subunidad carbonatada y no existir una base de datos con coordenadas utm de las captaciones para cada solicitud. La segunda fila se deduce del nuevo inventario de CHG (2001), e incluye en las concesiones denegadas o en trámite los datos correspondientes a captaciones sin expediente administrativo de solicitud alguna</p>										
<p>(2*).- La evaluación procede de un análisis del inventario de regadíos de la Junta de Andalucía, para toda la Unidad (incluidas captaciones en subunidad Miocena), y el reparto entre las subunidades es aproximado. Los datos corresponden a riegos ya implantados en 1999</p>										
<p>(3*).- Parte de estos sondeos pueden captar otros acuíferos colindantes (esencialmente el de Sierra de las Villas), extremo que se aclarará tras incorporar el nuevo inventario a la base de datos del IGME</p>										

**FIGURA 5.- EXPLOTACIONES DEL JURÁSICO DE LA UNIDAD DE ÚBEDA
(según datos del inventario de CHG 2001)**

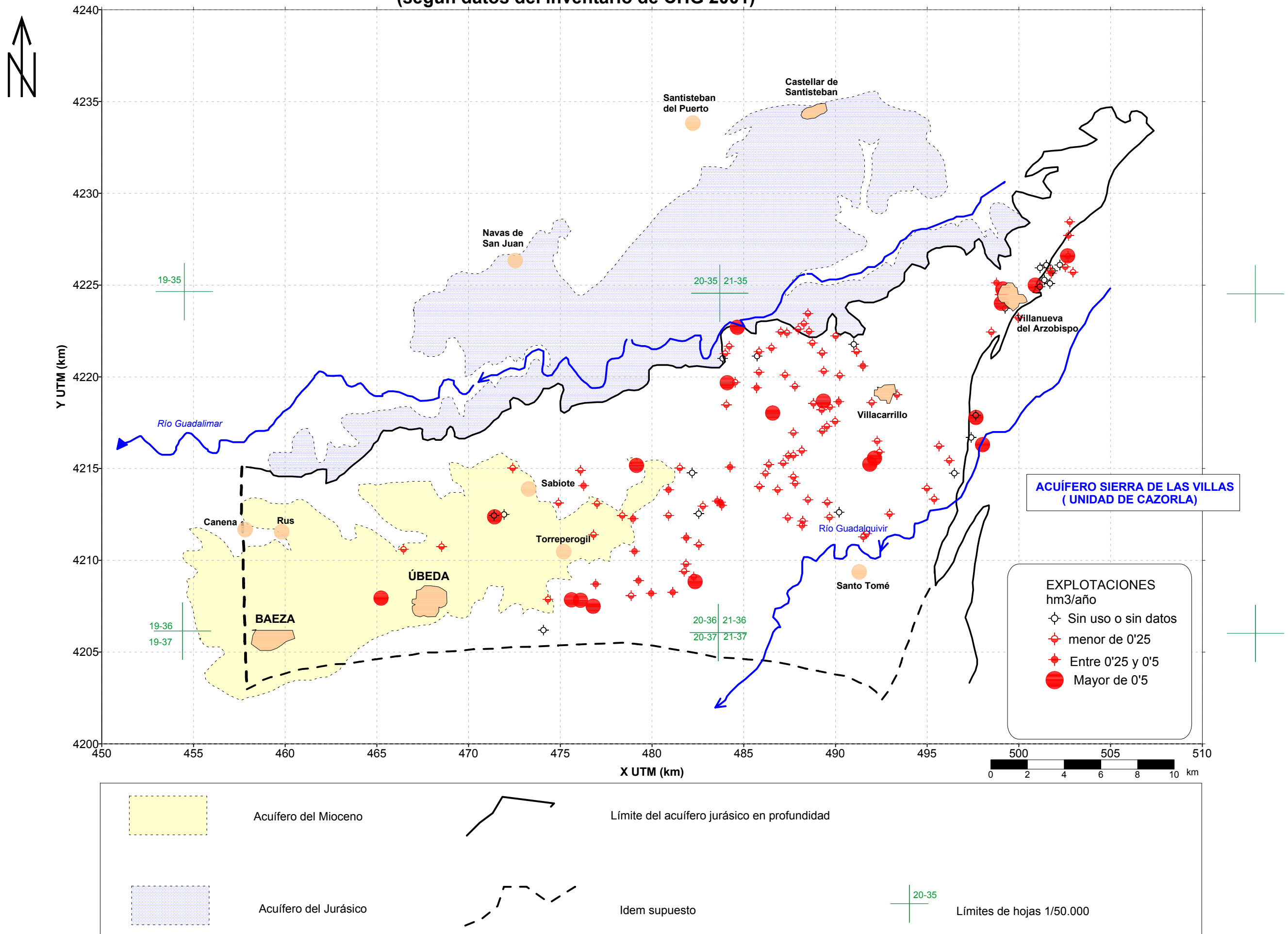
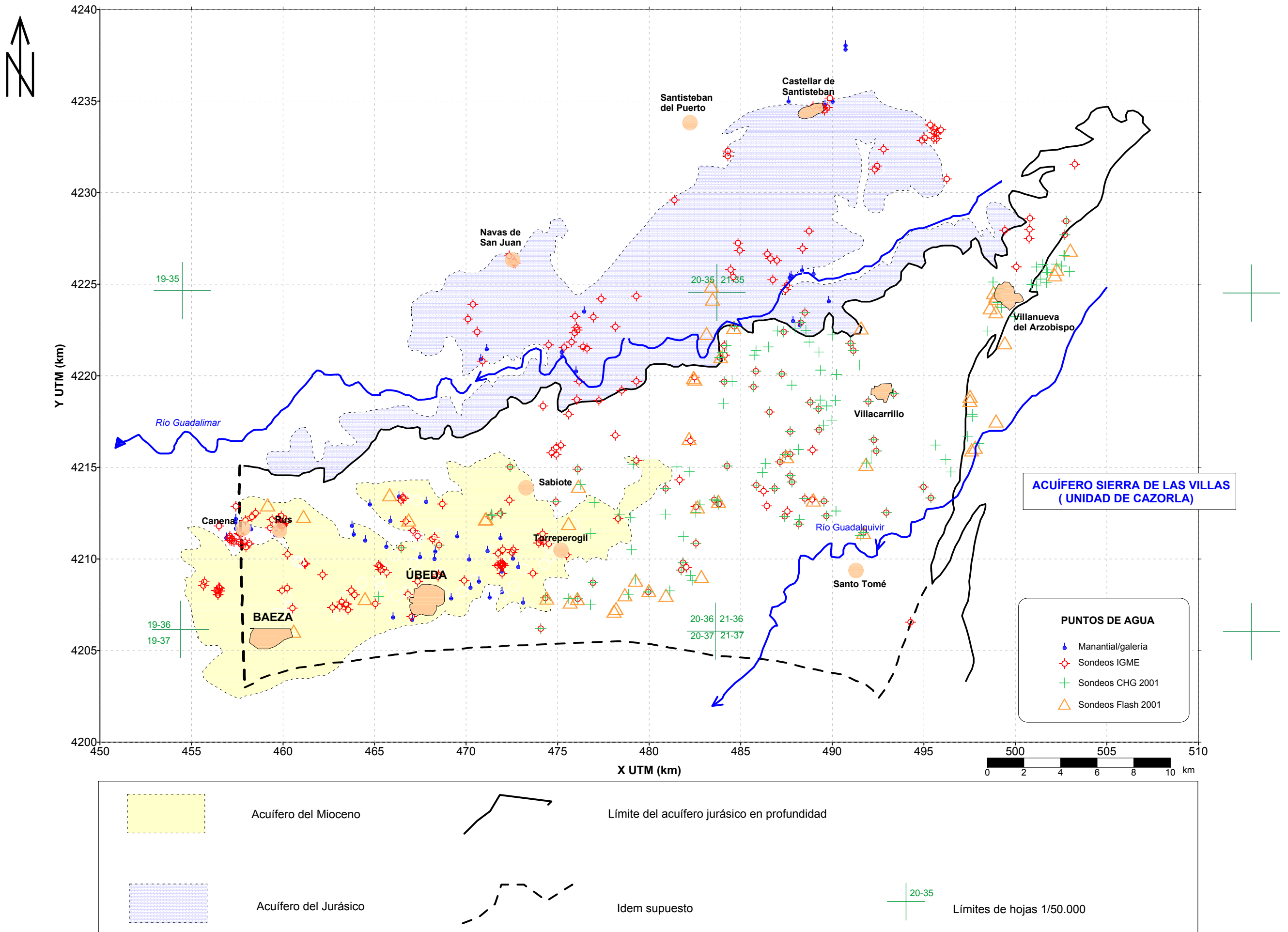


FIGURA 6.- ESQUEMA HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD DE ÚBEDA Y RESUMEN DE INVENTARIOS DE PUNTOS DE AGUA A ENERO 2002



2.5.- HIDROQUÍMICA

Se han elaborado los datos de análisis químicos, que se adjuntan en el anejo 4 y se resumen en los cuadros y gráficos adjuntos.

En el cuadro nº 4 se muestran los resultados de la campaña flash de Mayo de 2001, con 15 muestras de sondeos (13 del confinado y 2 del vecino de Sierra de las Villas), 11 de secciones de aforo correspondientes a descargas del acuífero carbonatado libre y 4 de muestras de los ríos Guadalquivir y Guadalimar y Aguascebas. El cuadro nº 5 muestra los resultados de los muestreos periódicos en los ríos Guadalquivir y Guadalimar, realizados para conocer la calidad del agua en las posibles fuentes de recarga, con 6 campañas si bien en la última solo pudieron tomarse 2 muestras y una se rompió en su envío a laboratorio. La figura 7 muestra la distribución de los sondeos objeto de análisis.

Las muestras correspondientes a descargas del carbonatado presentan facies variables de bicarbonatadas a sulfatadas cálcico-magnésicas, con conductividades comprendidas entre 700 y más de 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, si bien éstas últimas presentan aguas residuales (Arroyo de la Corregidora), siendo la mayoría inferiores a 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cabe destacar los elevados contenidos en nitratos (desde 26 hasta 120 mg/l y la mayoría superiores a 50) debido a las intensas labores de abonado en el olivar.

El agua del acuífero Jurásico confinado presenta conductividades comprendidas entre 400 y 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en las muestras analizadas, con facies muy variables desde bicarbonatadas o sulfatadas cálcico-magnésicas hasta cloruradas sódicas, con una clara evolución hacia la parte meridional de dicho acuífero hacia las facies cloruradas sódicas (figura 8). La temperatura del agua se incrementa progresivamente de norte a sur desde unos 25 °C hasta más de 40 °C (figura 9). Los contenidos en sulfatos son por el contrario decrecientes de Norte a Sur (figura 10), como consecuencia de la existencia de un ambiente reductor en la parte meridional del acuífero, lo que implica a su vez la desaparición progresiva de los nitratos y la aparición de indicios de nitritos y amoníaco en determinados puntos de dicha zona meridional. Los contenidos en cloruros son generalmente inferiores a 50 mg/l en la parte septentrional y el acuífero libre, mientras que alcanzan valores superiores a 300 mg/l hacia el sector central y meridional del acuífero confinado (figura 11).

La figura 12 muestra por último un diagrama de Piper de las aguas del acuífero, en el que se observa la clara diversidad de facies en el acuífero libre, con facies sulfatadas o bicarbonatadas cálcico-magnésicas y la evolución progresiva que se produce en el confinado hacia cloruradas sódicas.

Las campañas de muestreo de ríos realizadas para conocer la calidad de las posibles aguas de recarga (dos en el Guadalimar, una en el Guadalquivir y otra en el Aguascebas) ponen de manifiesto una excelente calidad en todos los casos, con conductividades comprendidas entre 330 y 525 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el Guadalquivir y Aguascebas y entre 560 y 790 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el Guadalimar, con escasa variabilidad estacional, si bien en el Guadalimar hay en general unos contenidos en sulfatos muy superiores (110 a 175 mg/l frente a valores de 15 a 45 mg/l en el Guadalquivir y Aguascebas). Los contenidos en nitratos son siempre inferiores a 25 mg/l. Las facies hidroquímicas son fuertemente bicarbonatadas en el Guadalquivir y Aguascebas y algo más sulfatadas en el Guadalimar, cálcico-magnésicas en ambos casos, como muestra la figura 13. Respecto a la variación estacional cabe indicar que es muy escasa, salvo por un leve incremento relativo de sulfatos, observable en el río Guadalimar en estiaje (figura 14). En cualquier caso, los cuatro puntos muestreados presentan todo el año una calidad del agua apta para una posible recarga artificial del acuífero jurásico confinado, sin que sean previsibles problemas de ningún tipo desde ese punto de vista, ya que supondrían en todos los casos una mejora de sus características físico-químicas y un descenso relativo de la temperatura del agua.

CUADRO Nº 4.- RESUMEN DE ANÁLISIS QUÍMICOS DE LA CAMPAÑA FLASH (MAYO 2001) EN SONDEOS, RIOS Y DESCARGAS DEL JURÁSICO

nº orden ó sección aforo	Nombre	acuifero	Nº MUESTRA	Nº IGME	FECHA	FECHA ANÁLISIS	DQO	CL	SO4	HCO3	CO3	NO3	NA	MG	CA	K
af1	ARR.VALDÍO	desc. jurasico	1		28-05-01	03-12-01	1.0	36	346	192	0	120	18	80	132	4
af3	ARR.VALDECANALES	desc. jurasico	2		28-05-01	03-12-01	1.9	80	656	270	0	26	53	133	168	14
af8	ARR.TORRIHUELA	desc. jurasico	3		28-05-01	03-12-01	0.6	17	45	277	0	48	6	31	86	0
af11	ARR.POZOS	desc. jurasico	4		28-05-01	03-12-01	0.7	27	226	238	0	104	10	75	102	0
af13	CAÑADA DE UBEDA	desc. jurasico	8		30-05-01	03-12-01	0.8	25	404	200	0	84	11	80	150	1
af15	ARR.CORREGIDORA	desc. jurasico	5		29-05-01	03-12-01	2.1	177	1340	292	0	34	239	185	288	20
af19	ARR.ESTRELLA	desc. jurasico	7		29-05-01	03-12-01	0.6	20	62	210	0	108	8	33	87	1
af24	ARR. PASADA ZARCO	desc. jurasico	9		30-05-01	03-12-01	1.0	16	183	348	0	120	10	91	93	2
af28	ARR.CABAÑADA	desc. jurasico	10		30-05-01	03-12-01	0.7	14	105	207	0	88	8	44	76	2
af30	ARR.YEROS	desc. jurasico	11		31-05-01	03-12-01	1.1	17	25	372	0	70	6	57	74	2
af32	ARR.CAÑADA S. BLAS	desc. jurasico	12		31-05-01	03-12-01	1.0	30	390	165	0	110	12	73	153	2
Rio 1	GUADALIMAR P. VENTA	Rio	17		07-06-01	03-12-01	1.1	23	138	368	0	23	14	58	101	3
Rio 2	GUADALIMAR C.MOLINO	Rio	18		07-06-01	03-12-01	0.9	23	112	342	0	19	15	50	90	3
Rio 3	AGUASCEBAS	Rio	19		07-06-01	03-12-01	0.8	10	18	285	0	10	5	31	61	0
Rio 4	GUADALQUIVIR	Rio	20		07-06-01	03-12-01	0.8	12	23	195	0	3	7	15	55	0
S4	CARRASCOSA	Confinado	33		25-06-01	03-12-01	0.5	22	115	250	0	9	37	42	50	5
S9	LAS ERUELAS	S. Villas	13		06-06-01	03-12-01	0.4	10	25	440	0	10	51	39	50	8
S14	CAMINO DEL CERRO	Confinado	14		07-06-01	03-12-01	0.8	276	179	372	0	14	273	28	62	10
S16	EL HORCAJO	Confinado	32	2036/8/11	25-06-01	03-12-01	1.0	320	179	390	0	0	359	5	70	11
S17	CRUZ MARINA	Confinado	15		07-06-01	03-12-01	1.0	312	153	290	11	2	292	24	31	10
S20	PILILLAS-A. SABIOTE	Confinado	16		07-06-01	03-12-01	0.8	244	179	434	3	2	278	30	45	10
S23	HNA. MIGUEL PASTOR	Libre	21		08-06-01	03-12-01	0.5	26	230	172	0	16	16	49	85	5
S27	M. PERALES	S. Villas	22		08-06-01	03-12-01	0.5	10	26	276	0	50	6	25	84	0
S29	LOS CARRIZALES	Confinado	23		07-06-01	03-12-01	0.6	52	266	366	0	7	54	70	111	7
S30	LA CRESPA	Confinado	24		07-06-01	03-12-01	0.5	46	188	360	0	18	43	56	108	7
S32	PICHILIN I Viejo	Confinado	25	2036/8/15	12-06-01	03-12-01	6.9	372	123	318	6	13	372	20	11	9
S37	ERMITA STA RITA	Confinado	28	2136/1/26	14-06-01	03-12-01	0.4	28	380	278	0	36	18	77	148	6
S39	LA PEÑUELA II	Confinado	29		14-06-01	03-12-01	0.4	34	106	215	0	41	21	46	57	2
S45	EL REGAJO	Confinado	31		25-06-01	03-12-01	0.5	58	139	370	0	14	129	35	55	8
S48	ZORRERAS II	Confinado	27		13-06-01	03-12-01	0.8	131	216	504	0	22	136	74	105	10

Los parámetros en que no se indica unidad se expresan en mg/l, excepto el pH (unidades de pH).

CUADRO N° 4.- RESUMEN DE ANÁLISIS QUÍMICOS DE LA CAMPAÑA FLASH (MAYO 2001) EN SONDEOS, RIOS Y DESCARGAS DEL JURÁSICO

n° orden ó sección aforo	Nombre	acuifero	N° MUESTRA	N° IGME	PH	CONDUC (µs/cm)	COND. CAMPO (µs/cm)	NO2	NH4	P2O5	SIO2	T CAMPO (° C)	CAUDAL (l/s)
af1	ARR.VALDÍO	desc. jurasico	1		7.6	1057	1150	0.00	0.00	0.00	16.4	26.8	3.5
af3	ARR.VALDECANALES	desc. jurasico	2		7.9	1508	1650	0.00	0.00	0.00	17.8	26.4	17.6
af8	ARR.TORRIHUELA	desc. jurasico	3		7.7	596	781	0.00	0.00	0.00	11.2	18.3	10.9
af11	ARR.POZOS	desc. jurasico	4		7.9	837	949	0.08	0.00	0.00	13.1	24.2	3.0
af13	CAÑADA DE UBEDA	desc. jurasico	8		7.8	1089	1203	0.07	0.00	0.00	16.5	26.2	33.6
af15	ARR.CORREGIDORA	desc. jurasico	5		7.9	3431	2850	0.00	0.00	0.00	25.3	18.2	17.3
af19	ARR.ESTRELLA	desc. jurasico	7		7.8	624	768	0.07	0.00	0.00	12.2	24.1	56.1
af24	ARR. PASADA ZARCO	desc. jurasico	9		8.0	848	923	0.08	0.00	0.00	16.6	23.8	3.8
af28	ARR.CABAÑADA	desc. jurasico	10		8.0	624	767	0.08	0.00	0.00	20.3	25.0	21.0
af30	ARR.YEROS	desc. jurasico	11		8.1	648	713	0.08	0.00	0.00	9.5	24.5	23.0
af32	ARR.CAÑADA S. BLAS	desc. jurasico	12		7.9	1083	1187	0.07	0.00	0.00	11.8	19.2	30.0
Rio 1	GUADALIMAR P. VENTA	Rio	17		8.0	745	791	0.09	0.00	0.16	8.2	28.4	
Rio 2	GUADALIMAR C.MOLINO	Rio	18		8.1	695	695	0.08	0.00	0.19	7.0	24.1	
Rio 3	AGUASCEBAS	Rio	19		8.1	436	473	0.00	0.00	0.00	3.9	21.8	
Rio 4	GUADALQUIVIR	Rio	20		8.1	342	411	0.00	0.07	0.00	3.5	18.4	
S4	CARRASCOSA	Confinado	33		8.1	602	437	0.06	0.00	0.00	18.4	27.2	
S9	LAS ERUELAS	S. Villas	13		8.0	612	445	0.07	0.00	0.00	15.3	26.4	
S14	CAMINO DEL CERRO	Confinado	14		8.0	1504	1739	0.00	0.00	0.00	28.1	43.2	
S16	EL HORCAJO	Confinado	32	2036/8/11	8.1	1615	923	0.16	6.90	0.00	27.1	38.9	
S17	CRUZ MARINA	Confinado	15		8.6	1557	1808	0.00	6.00	0.00	28.7	40.2	
S20	PILILLAS-A. SABIOTE	Confinado	16		8.3	1471	1643	0.00	6.50	0.00	25.0	40.7	
S23	HNA. MIGUEL PASTOR	Libre	21		8.0	672	984	0.08	0.00	0.00	15.9	27.3	
S27	M. PERALES	S. Villas	22		7.7	560	676	0.00	0.00	0.00	36.4	20.8	
S29	LOS CARRIZALES	Confinado	23		7.9	962	1194	0.25	0.99	0.00	18.2	30.7	
S30	LA CRESPA	Confinado	24		8.0	832	633	0.08	0.00	0.00	19.1	26.6	
S32	PICHILIN I Viejc	Confinado	25	2036/8/15	8.4	1676	1925	13.40	0.00	0.00	17.8	34.4	
S37	ERMITA STA RITA	Confinado	28	2136/1/26	7.6	1081	1184	0.06	0.00	0.00	19.4	23.7	
S39	LA PEÑUELA II	Confinado	29		8.1	640	864	0.08	0.00	0.00	20.4	25	
S45	EL REGAJO	Confinado	31		8.1	836	844	0.08	0.00	0.00	27.3	28.9	
S48	ZORRERAS II	Confinado	27		7.8	1204	1405	0.07	0.06	0.00	19.2	28.8	

Los parámetros en que no se indica unidad se expresan en mg/l, excepto el pH (unidades de pH).

FIGURA 7.-ANÁLISIS QUÍMICOS DE LA UNIDAD DE ÚBEDA (MAYO-JUNIO 2001)
(CON INDICACIÓN DEL N° DE ORDEN O SONDEO)

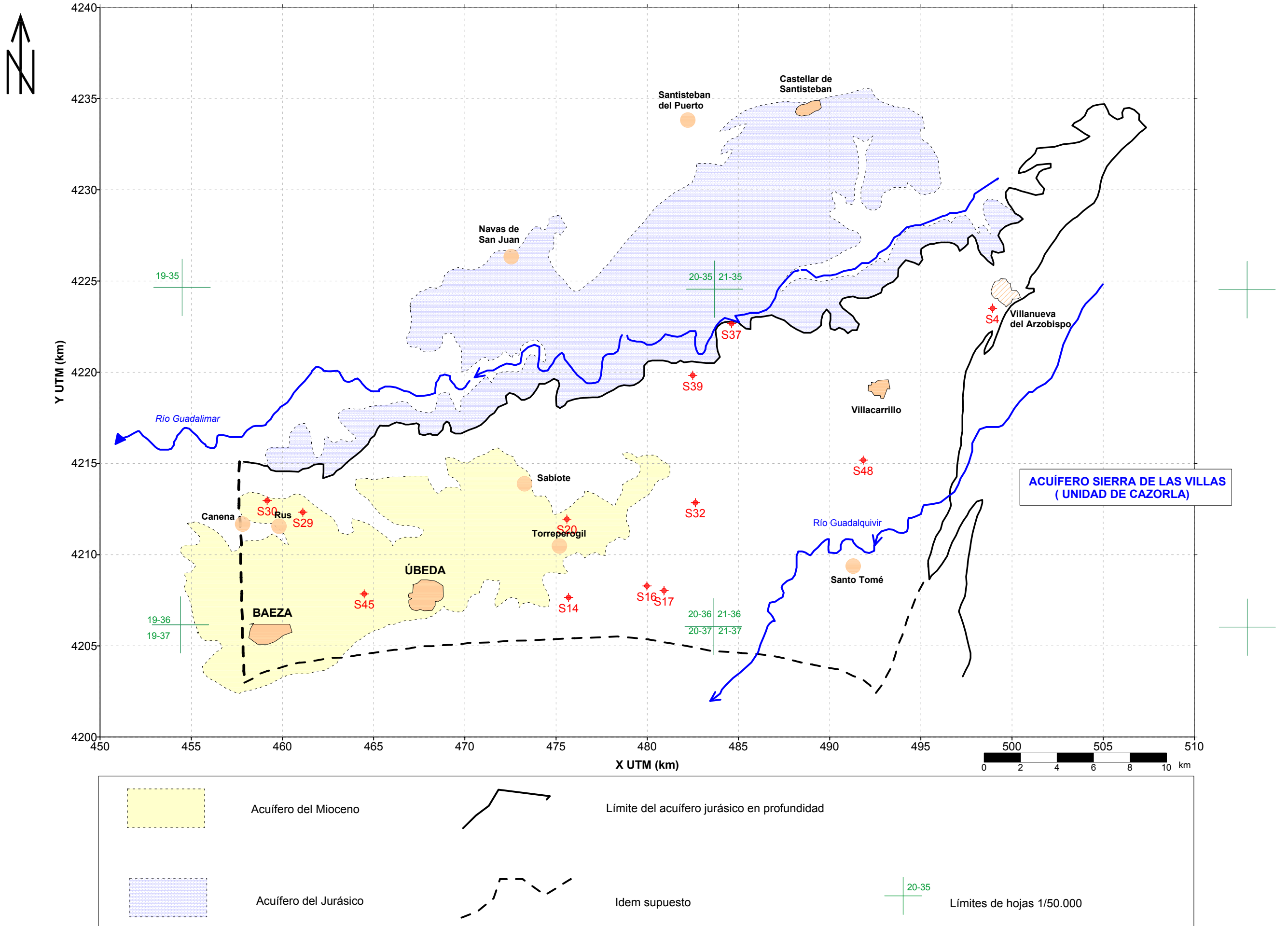


FIGURA 8 .- FACIES HIDROQUÍMICAS Y CONDUCTIVIDAD DEL AGUA EN EL ACUÍFERO CARBONATADO DE LA UNIDAD DE ÚBEDA (MAYO-JUNIO 2001)

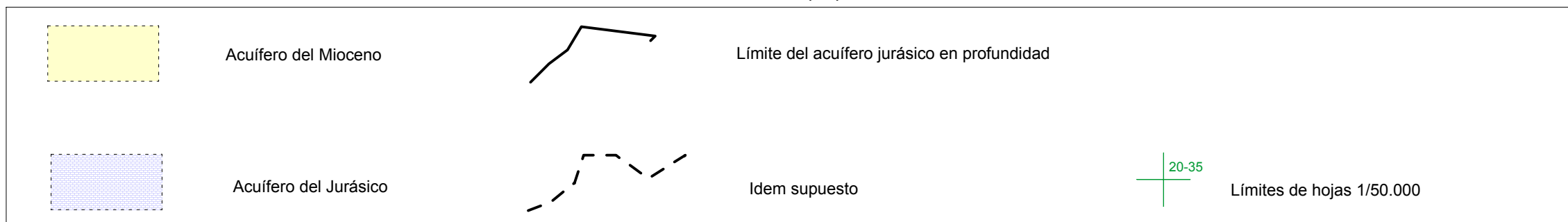
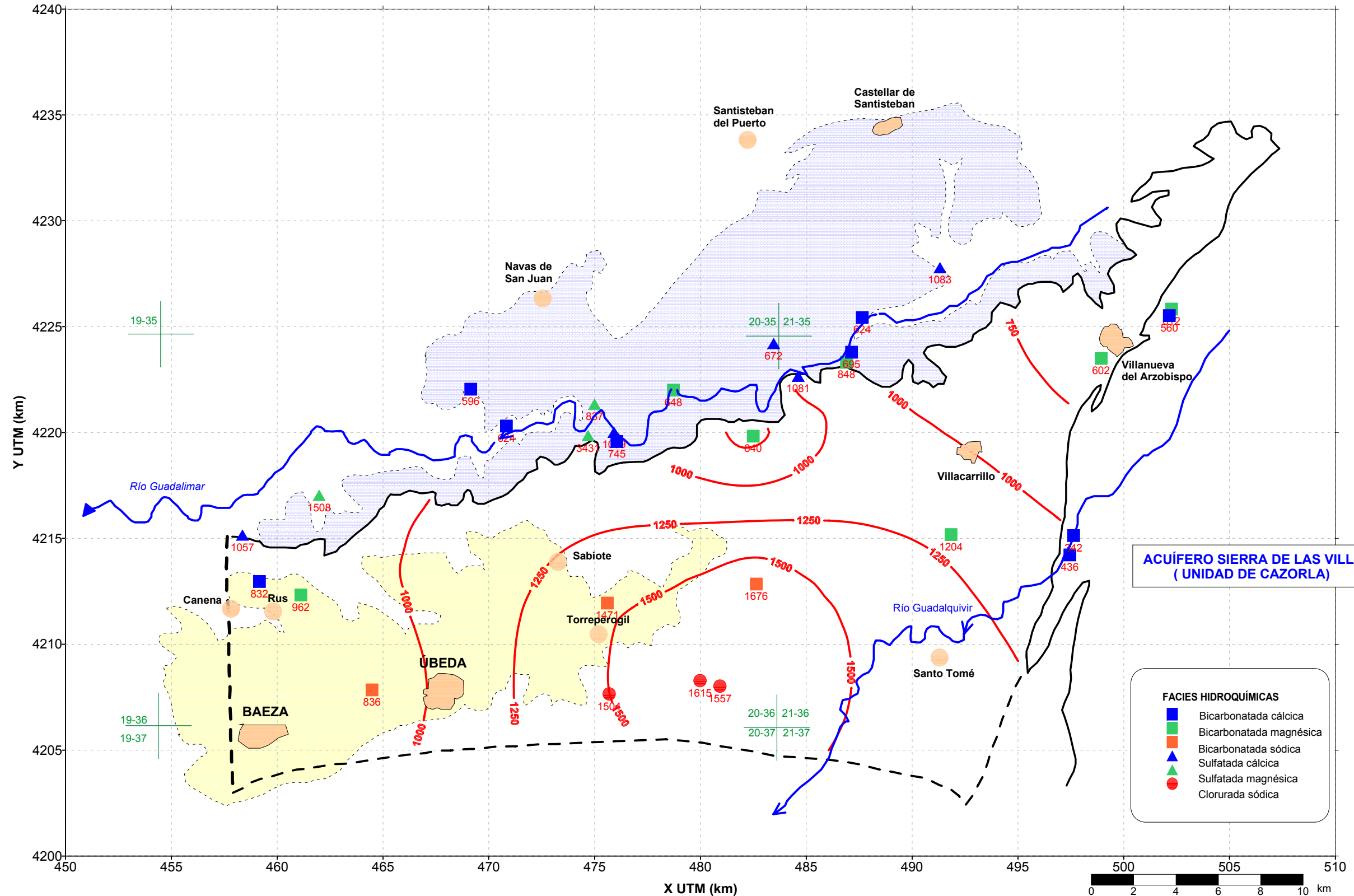
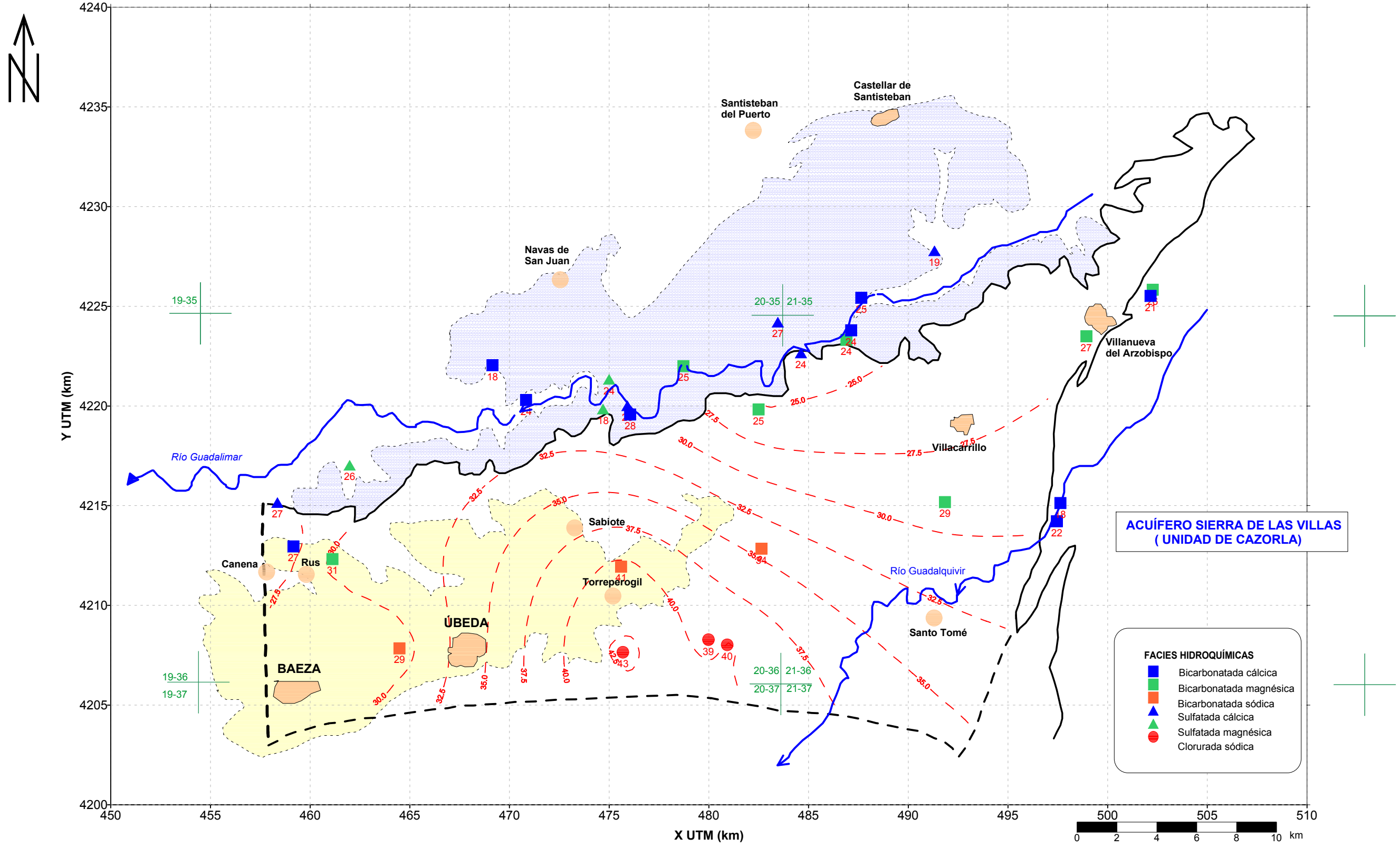


FIGURA 9.- FACIES HIDROQUÍMICAS E ISOTERMAS DEL AGUA EN EL ACUÍFERO CARBONATADO DE LA UNIDAD DE ÚBEDA (MAYO-JUNIO 2001)



	Acuífero del Mioceno		Límite del acuífero jurásico en profundidad
	Acuífero del Jurásico		Idem supuesto
			Límites de hojas 1/50.000

FIGURA 10.- ISOLINEAS DE SULFATOS EN EL ACUÍFERO CARBONATADO DE LA UNIDAD DE ÚBEDA (MAYO-JUNIO 2001)

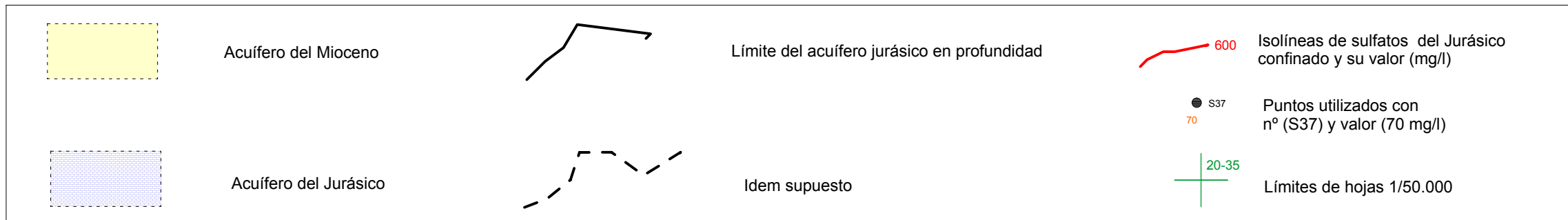
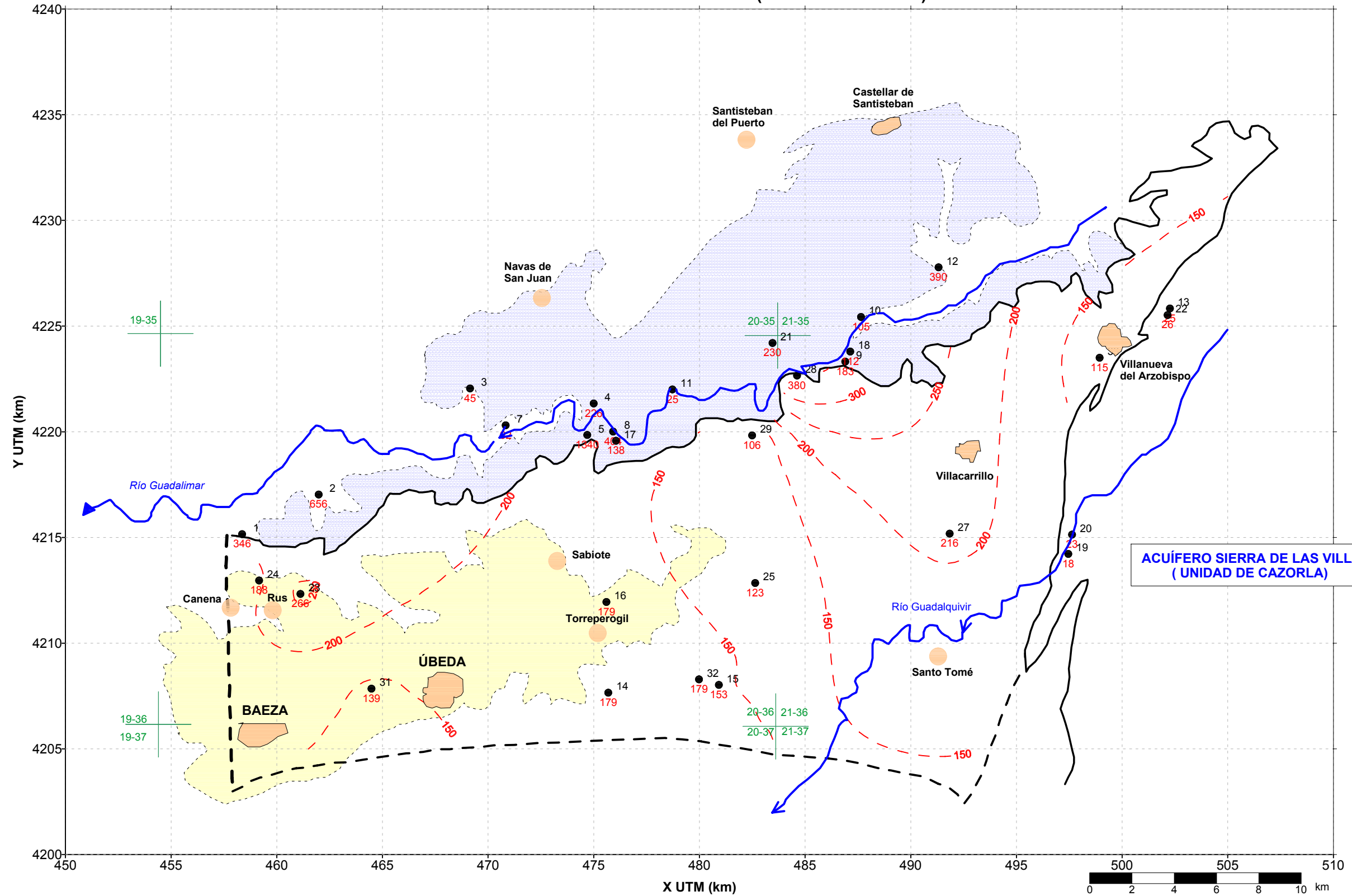


FIGURA 11.- ISOLINEAS DE CLORUROS EN EL ACUÍFERO CARBONATADO DE LA UNIDAD DE ÚBEDA (MAYO-JUNIO 2001)

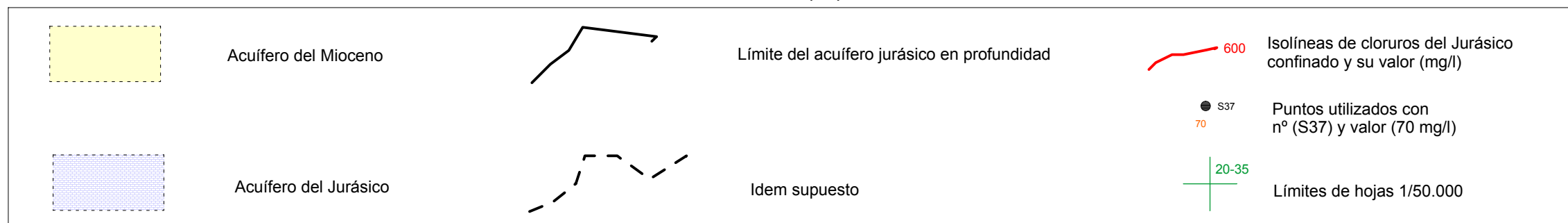
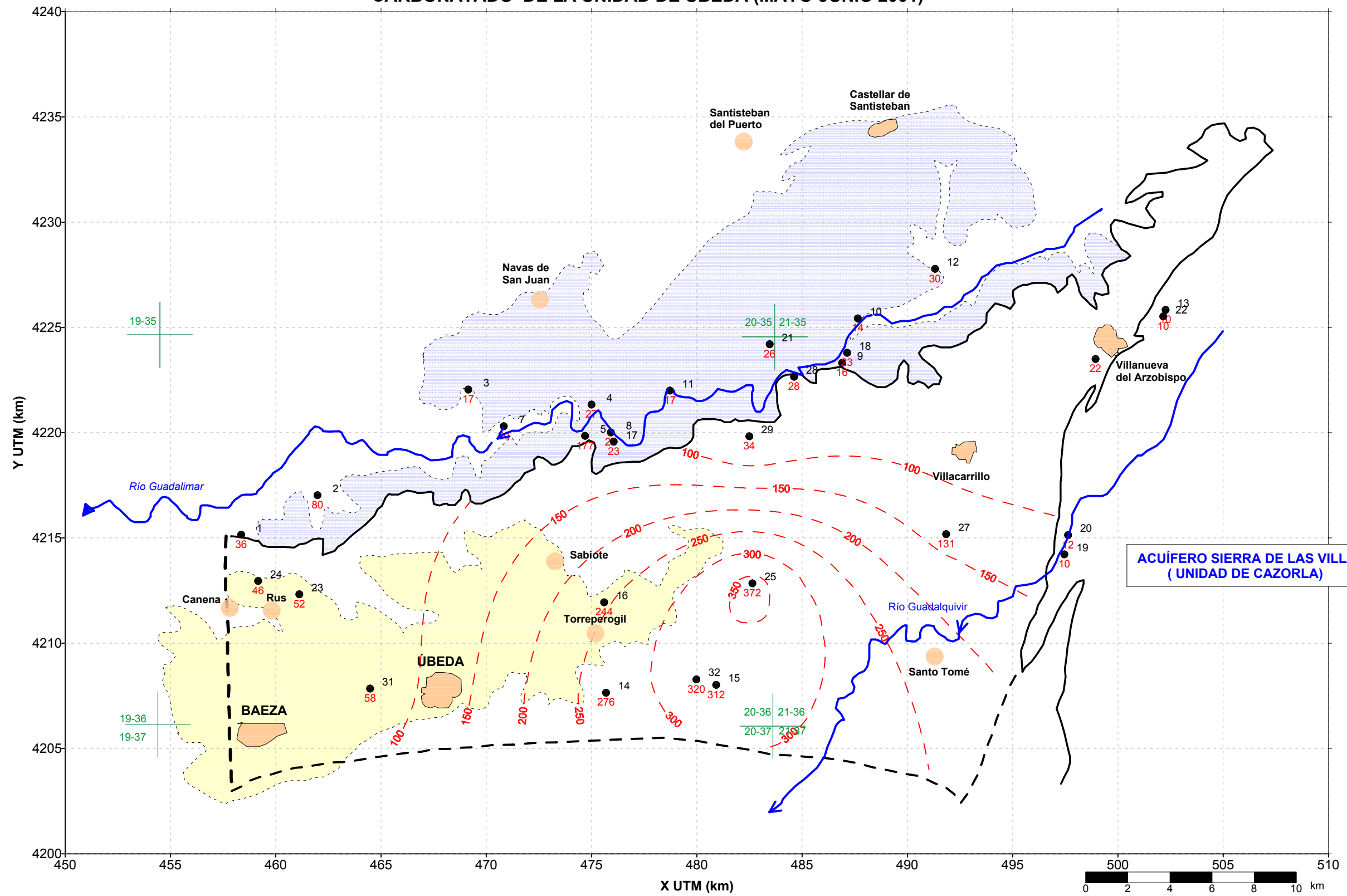


FIGURA 12.- DIAGRAMA DE PIPER DEL JURÁSICO DE UBEDA

RESULTADOS DEL MUESTREO DE MAYO-JUNIO 2001 POR ACUÍFEROS

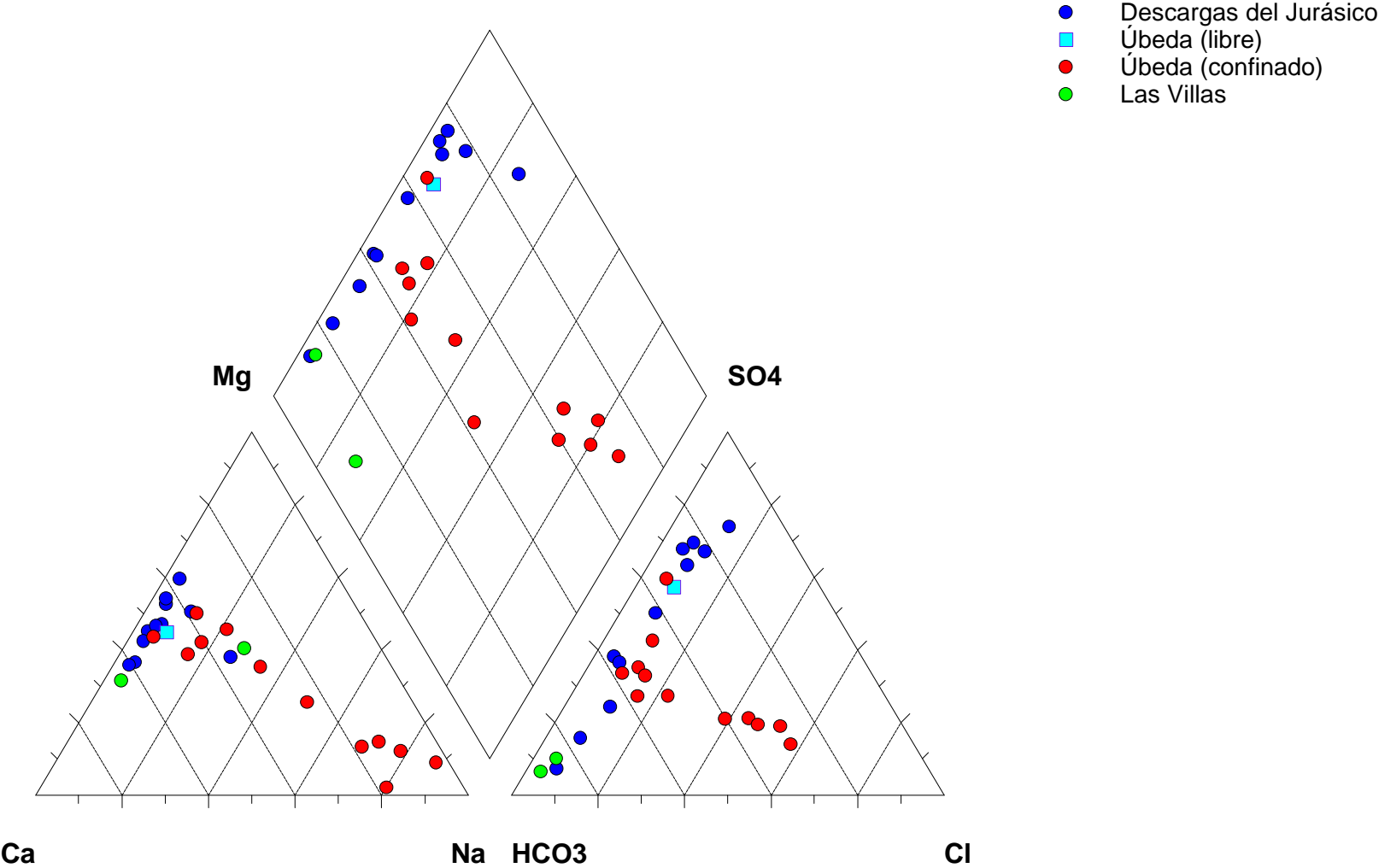


FIGURA 13.- DIAGRAMA DE PIPER

Muestras en ríos según puntos de toma

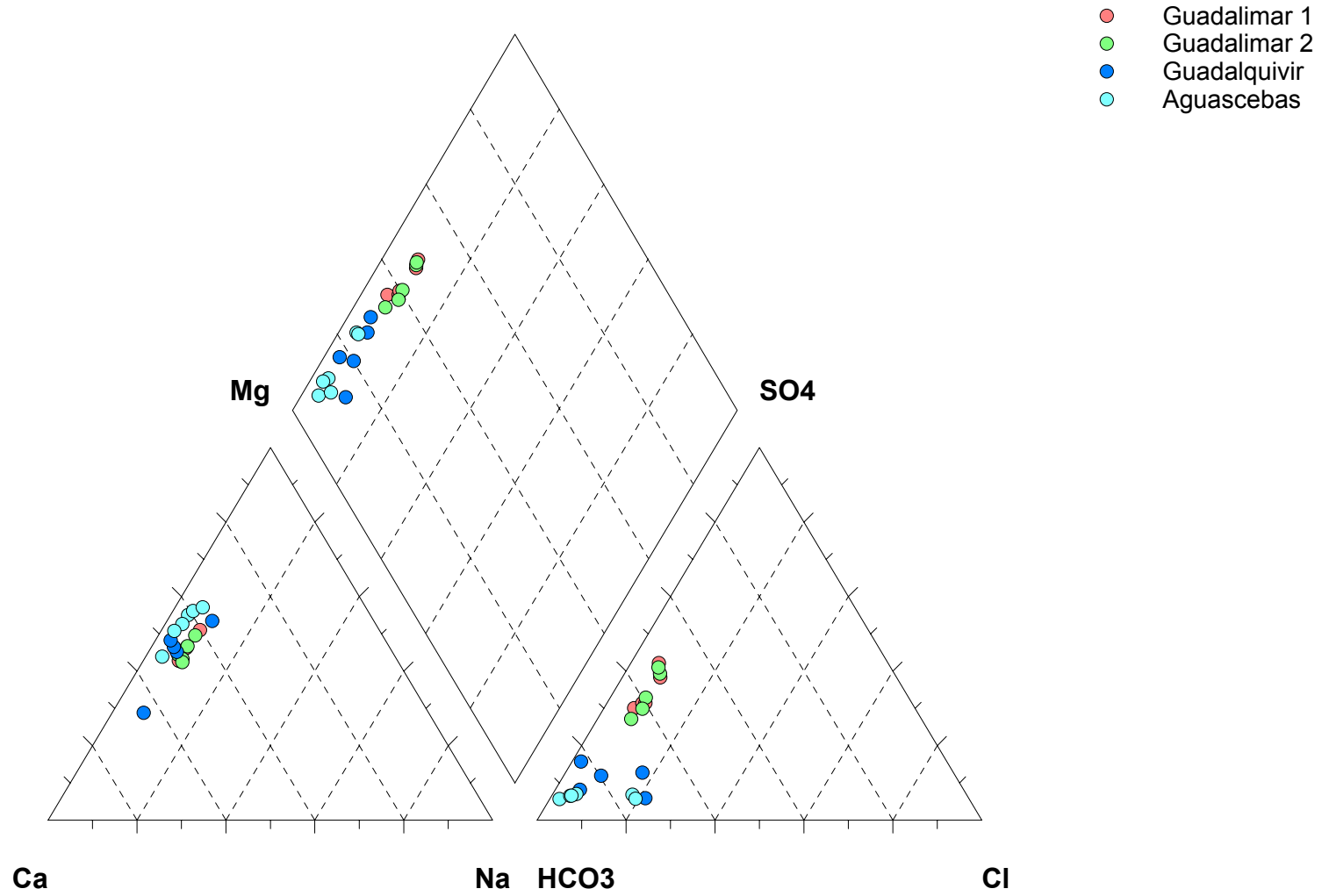
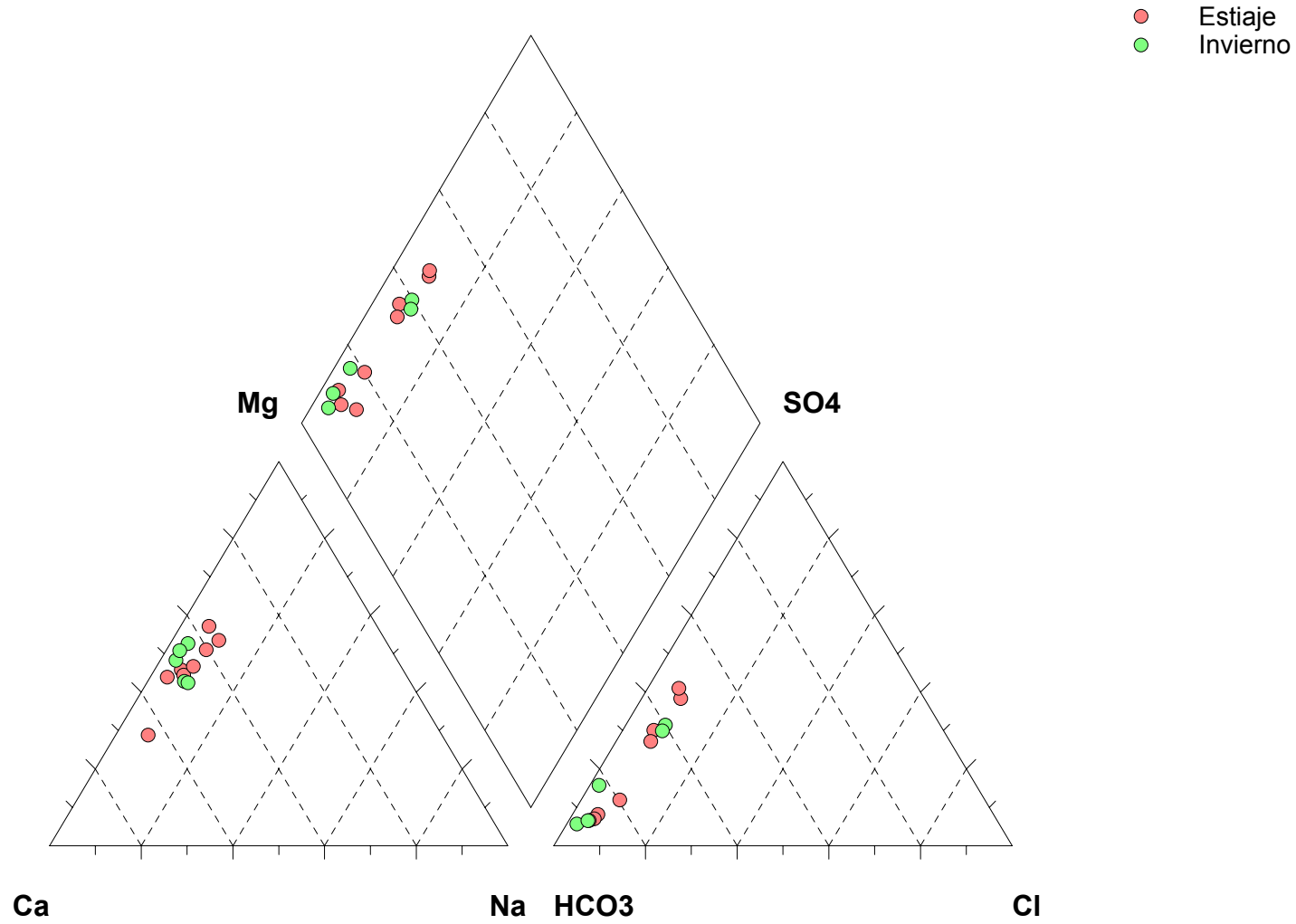


FIGURA 14.- DIAGRAMA DE PIPER

Muestras en ríos según épocas del año



2.6.- MODELO PRELIMINAR DE FLUJO

Aunque de forma muy provisional, el modelo está construido y en fase de calibración en régimen permanente, y sus características principales y estado actual se reflejan en el anejo nº 5. Los nuevos datos de todo tipo actualmente en elaboración o en curso se incorporarán al mismo conforme estén disponibles.

Para su finalización es imprescindible disponer de datos sobre los parámetros hidráulicos deducidos de los ensayos de bombeo previstos, de un período mínimo de un año con datos de evolución piezométrica y de información fiable sobre las extracciones por bombeo realizadas sobre el acuífero.

Granada, Diciembre de 2001.