

# CONTRIBUCIONES AL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA RECARGA ARTIFICIAL DEL ACUÍFERO DE LA CUBETA DE SANTIUSTE. (SEGOVIA).

GALÁN LÓPEZ, Ramón. Dirección General de Desarrollo Rural. M.A.P.A.  
FERNÁNDEZ ESCALANTE, Enrique. TRAGSATEC  
MARTÍNEZ RUBIO, Juan. TRAGSATEC

Palabras clave: Recarga artificial de acuíferos, Recarga superficial, Cubeta de Santiuste, Acuífero de los Arenales.

## Resumen

La cubeta de Santiuste de San Juan Bautista es una zona con intensa utilización de aguas subterráneas para la agricultura de regadío que ha acusado en las últimas décadas una notable disminución de los niveles freáticos. Ante este impacto, la Dirección General de Desarrollo Rural del M.A.P.A. conjuntamente con la Consejería de Agricultura de la Comunidad Autónoma han planteado la recarga artificial superficial del acuífero de la cubeta como el método más aconsejable para minimizar las alteraciones medioambientales y salvaguardar la actividad socioeconómica de la zona. Para ello ha sido preciso realizar un estudio hidrogeológico complementario tendente a avanzar en el estado de conocimiento de la estructura del subsuelo en la cubeta y establecer el modelo de recarga. En este artículo se presenta la metodología empleada y las conclusiones alcanzadas.

## Introducción

La *cubeta de Santiuste de San Juan Bautista* es una zona con intensa utilización de aguas subterráneas para la agricultura de regadío, que representa un importante recurso socioeconómico para los habitantes de la zona. La progresiva explotación de los recursos hídricos subterráneos y la necesidad de atender una demanda suficiente para salvaguardar la producción de las cosechas ha provocado un descenso acusado de los niveles del agua en las últimas décadas (en torno al 50-60% de su espesor saturado inicial, IRYDA, 1990). Esta circunstancia ha propiciado la realización de una serie de estudios específicos promovidos por el M.A.P.A. para la recarga del acuífero con los excedentes hídricos derivados del río Voltoya durante la época invernal.

En el transcurso de los distintos estudios y proyectos de obra realizados por el MAPA en este ámbito, se ha desarrollado una metodología específica para prever la viabilidad hidrogeológica y las posibles afecciones medioambientales y socioeconómicas que pudieran derivarse de estas actuaciones, así como para optimizar las recargas en el acuífero.

El presente artículo recoge los distintos procedimientos seguidos y conclusiones alcanzadas durante la caracterización hidrogeológica de la *cubeta de Santiuste*.

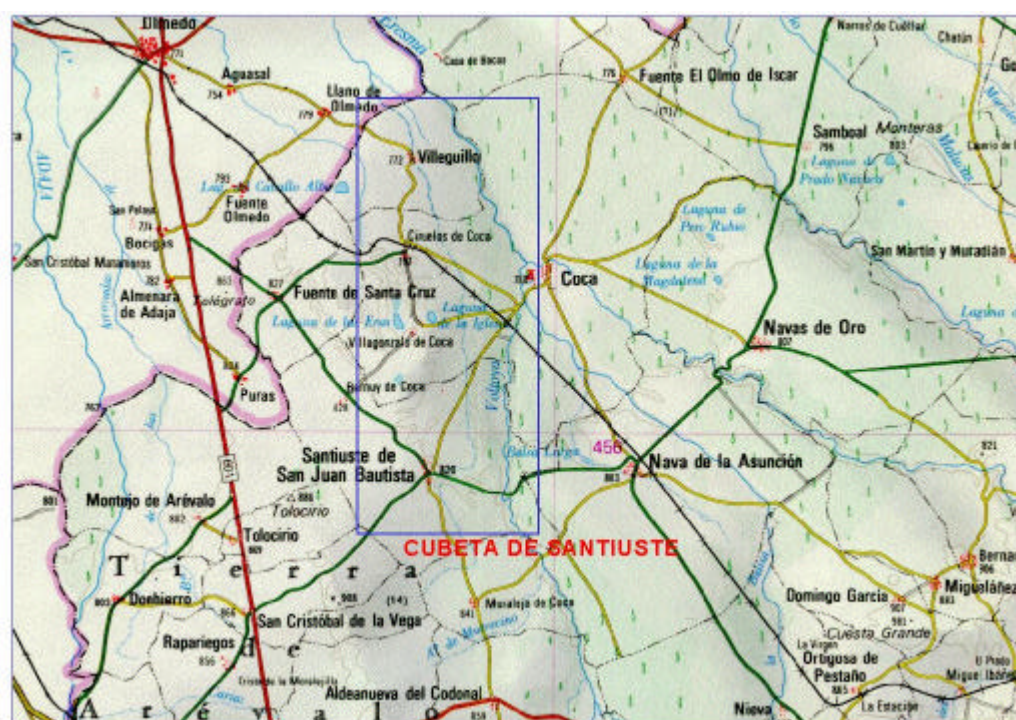
## Encuadre

La zona de estudio está comprendida en el sector oeste de la provincia de Segovia y sector sureste de la provincia de Valladolid, y engloba total o parcialmente en sus aproximadamente 85 km<sup>2</sup> de superficie los términos municipales de Llano de Olmedo, Villeguillo, Ciruelo de Coca,

Villagonzalo de Coca, Coca y Santiuste de San Juan Bautista. Se encuentra en la margen izquierda de los ríos Voltoya y Eresma, quedando representada en las hojas 428 (16-17), Olmedo y 455 (16-18), Arévalo a escala 1:50.000.

La zona de estudio ha sido integrada arbitrariamente en un rectángulo que comprende la Cubeta de Santiuste y zonas aledañas, cuyas coordenadas son:

HOJA	Longitud (UTM)	Latitud (UTM)
Hoja 428	364.000	4.573.000
Olmedo	373.000	4.573.000
Hoja 455	364.000	4.554.000
Arévalo	373.000	4.554.000



[encuadre.jpg](#)

Figura 1.- Situación geográfica de la zona sobre la cartografía provincial del Ministerio de Fomento de Segovia a escala 1:200.000.

### Metodología empleada y resultados obtenidos.

En una primera fase se analizaron los trabajos más relevantes de carácter geológico e hidrogeológico realizados en la zona de estudio, determinando el conocimiento sectorial de cada zona, con objeto de dirigir más recursos a la investigación de las zonas más desconocidas. Así mismo fueron actualizados hasta 1999 los datos climáticos, balance hídrico, datos demográficos, evaluación de las extracciones, inventario de puntos de agua, captaciones en uso y desuso, caudales de explotación, datos de hidroquímica del acuífero, focos contaminantes, descargas del acuífero y transferencias subterráneas.

También se actualizó el cálculo de los excedentes hídricos para la situación de 1999. Resolviendo la ecuación general del balance, el resultado fue el siguiente:

ENTRADAS	Infiltración directa del agua de lluvia	<b>1,35 hm<sup>3</sup>/año</b>
	Infiltración a través de la escorrentía superficial	<b>1,77 hm<sup>3</sup>/año</b>
RECARGAS	flujo subsuperficial indirecto procedente de los depósitos de terrazas y de los aluviales	<b>0,22 hm<sup>3</sup>/año</b>
SALIDAS	Salidas por bombeo:	
	- Uso consuntivo	<b>1,764 hm<sup>3</sup>/año</b>
	- Abastecimiento urbano e industrial	<b>0,411 hm<sup>3</sup>/año</b>
	Salidas por cauces superficiales.	<b>0</b>
	Percolación hacia el acuífero profundo.	<b>1,3 hm<sup>3</sup>/año</b>
	Descargas Manantiales y rezumes	<b>0,2 hm<sup>3</sup>/año</b>
DESCARGAS	Drenaje subsuperficial y subterráneo hacia el norte de la cubeta	<b>0,4 hm<sup>3</sup>/año</b>
TOTAL		<b>-0,73 hm<sup>3</sup>/año</b>

En vista de los resultados, se deduce que el balance es claramente deficitario al ritmo actual de extracción de las aguas subterráneas. El déficit anual para el año tipo medio es de 0,73 hm<sup>3</sup>/año, volumen sustancialmente superior al estimado por el IRYDA en 1989, que era 0,3 hm<sup>3</sup>/año.

Con objeto de ver la relación entre las aguas subterráneas y la tectónica, se realizó un estudio de fotointerpretación sobre la ortoimagen espacial de la zona de estudio y con fotografías aéreas. Fueron detectadas una serie de lineaciones según cuatro direcciones preferentes características de la orogenia alpina: SSO-NNE, NNO-SSE, N-S y E-O.

A escala de cubeta, dos de las lineaciones detectadas están directamente involucradas en el funcionamiento hidrogeológico del sistema. A través de estas lineaciones se ha detectado conexión hidráulica entre la cubeta y dos zonas de descarga puntuales en forma de rezumes en las terrazas de la margen izquierda del Voltoya. El estudio de elementos geomorfológicos, tales como la configuración de la cubeta y el trazado de los meandros de los cursos fluviales principales, desvela una adaptación del cauce a la configuración de la cobertera, y ésta a su vez a la tectónica del zócalo.

En cuanto a la hidrogeología, la Unidad Arévalo constituye un importante acuífero superficial (Cubeta de Santiuste), que se encuentra colgado respecto al acuífero profundo relacionado con el nivel de saturación regional. Las formaciones terciarias funcionan como un acuífero multicapa, y está constituido por una secuencia de facies *Puente Runel* (arcosas y carbonatos), *facies Cuestas* (margas) que funcionan como un acuitardo y *facies Peromingo* (margas, calizas, dolomías y yesos), formaciones de elevada heterogeneidad y anisotropía. En las perforaciones realizadas han sido detectados además pequeños estratos decimétricos de tobas y otras litologías permeables en torno a los 70-80 m de profundidad, constituyendo un acuífero de cierta importancia y quimismo peculiar.



mdt.jpg

Figura 2.- Configuración de la zona de estudio sobre el Modelo Digital del Terreno con paso de malla de 25 metros. Escala aproximada 1:200.000.

El acuífero cuaternario es básicamente de regulación, y está constituido por terrazas aluviales, arcillas y arenas de llanura de inundación y arenas eólicas de la *Unidad Arévalo*. Los espesores deducidos de acuerdo con los datos de la campaña de prospección geofísica llegan a 57 m en aquellos casos en los que el basamento fluvial es arcillo-arenoso y ubicado en el depocentro de unas cubetas paleogeográficas del techo del acuífero terciario en el sector oeste, mientras que en el este los depocentros máximos son del orden de 25 m. Estos espesores podrían estar sobreestimados, como consecuencia de la similitud en cuanto a comportamiento geoelectrico del acuitardo terciario alterado y las formaciones cuaternarias aluviales. La existencia de canales de arenas y gravas y de niveles de limos y arcillas confieren a este acuífero una cierta heterogeneidad y anisotropía, especialmente en el trazado del paleocauce principal identificado a lo largo de la cubeta.

Para profundizar en el conocimiento tridimensional del acuífero superficial y de su funcionamiento hidrogeológico se ha realizado una campaña de prospección geofísica complementaria de la realizada por el IRYDA en 1990, compuesta por 60 sondeos eléctricos verticales (S.E.V.) distribuidos en el área de estudio, Además se ha analizado en gabinete la interpretación de los 87 SEVs realizados en 1990 por el IRYDA, con objeto de unificar criterios interpretativos. Algunos sondeos han sido reinterpretados (en total 14) tras obtener la columna litológica de sondeos mecánicos paramétricos.

Comparando los resultados obtenidos con la columna litológica de sondeos mecánicos paramétricos realizados con posterioridad se ha detectado un desfase máximo de alrededor de 2 metros.

Con todos estos datos se han generado modelos digitales del terreno (MDTs) de cuatro capas, de techo a muro: superficie topográfica (adquirida en el IGN con un paso de malla de 25 m a

escala 1:25.000 y mejorada con los datos del levantamiento topográfico de los sondeos) que se presenta como figura 3; superficie piezométrica para la situación de junio de 1999 adjunta como figura 4; base del acuífero eólico cuaternario y base del acuífero eólico aluvial (coincidente con el techo del acuitardo terciario), presentada como figura 5. Los dos últimos MDTs suponen una reconstrucción paleogeográfica de los distintos elementos (paleoambientes sedimentarios) empleados en las operaciones de álgebra de mapas (cubicar el volumen del acuífero, etc.). Estos modelos se adjuntan en próximos apartados.

Respecto a los niveles freáticos o piezométricos, presentan un paulatino descenso de sur a norte. En 1990 al este de Santiuste de San Juan Bautista se encontraba la isopieza 794, mientras que al norte de Villeguillo se encontraba la 760. Se detectaron dos anomalías relacionadas con el carácter superficial y colgado de este acuífero respecto al nivel de saturación regional (acuífero multicapa terciario): la existencia de un área de superficie freática más deprimida relacionada con dos sondeos profundos abiertos en toda su longitud, y la sobre elevación del nivel freático unos 4 m en la zona donde se vierten las aguas residuales de la población de Santiuste.

En 1999 se aprecia que al este de Santiuste de San Juan Bautista se encuentra la isopieza 790-800, por lo que hay una escasa variación en torno a la cacera de conducción de las aguas residuales. Donde el descenso piezométrico resulta muy acusado es al norte de Santiuste, con valores entre 790 y 740, configurando una acusada cubeta o zona deprimida, que coincide con el trazado de una lineación estructural. Al norte de Villeguillo estaba el trazado de la isopieza 760 en 1990, pero en 1999 este valor es ligeramente inferior (en torno a 758-757 m). Además estas isopiezas presentan una inflexión y han perdido su paralelismo con respecto al río Voltoya, sobre todo al sureste de Villeguillo, donde hay regadíos intensivos a raíz de la concentración parcelaria. La “anomalía” más cercana a Santiuste se encuentra más acusada, mientras que la situada en las inmediaciones de Ciruelos de Coca está menos pronunciada. También persiste la sobre elevación del nivel freático de unos 4 m en el entorno de la cacera de Santiuste.

La dirección general de flujo deducida (hacia el norte) presenta una ligera inflexión (hacia el noreste). Los gradientes hidráulicos calculados son bastante superiores a la media de 1990 ( $2.5 \times 10^{-3}$ ), resultando una media de  $8 \times 10^{-3}$ .

Para la actualización del mapa hidrogeológico se ha realizado un inventario de captaciones para la situación del verano de 1999. En total han sido inventariados 228 puntos de agua: 185 pozos, *minisondeos* (terminología local aplicada a sondeos de profundidad inferior a 30 m) y sondeos de profundidad inferior a 75 m, 11 sondeos entre 75 y 150 m y 6 sondeos profundos de más de 150 m de profundidad, así como 26 pozos y sondeos de profundidad indeterminada. A estos hay que añadir dos manantiales tipo “rezume” y los seis sondeos perforados como piezómetros.

Seleccionando un total de 41 puntos del inventario, se ha diseñado una red de control de la piezometría, con objeto de ver la evolución del nivel del agua del acuífero en los tres niveles productivos principales del acuífero multicapa. Cinco puntos corresponden a sondeos profundos (más de 150 m), tres son intermedios (75 a 150 m) y 33 son pozos o sondeos de profundidad menor a 75 m.

Se han perforado seis sondeos de investigación estratégicamente distribuidos, cuya profundidad oscila entre 18 y 39.2 m y realizado una serie de ensayos de bombeo y recarga con el objetivo de obtener una distribución en el espacio de los parámetros hidrogeológicos. De manera simultánea se realizaron ensayos de permeabilidad *Lefranc* bajo carga constante (2 por sondeo) y la toma de muestra inalteradas (2 por sondeo) para la realización de ensayos de permeabilidad en laboratorio. Estos sondeos constituyen la denominada “Red de Control de la Recarga”.

Se han realizado además nuevos ensayos de bombeo en pozos con control de descensos y recuperaciones en piezómetros de observación y ensayos en cinco zanjas de infiltración.

Los parámetros hidrogeológicos calculados para el acuífero de la cubeta de Santiuste aparecen resumidos a continuación:

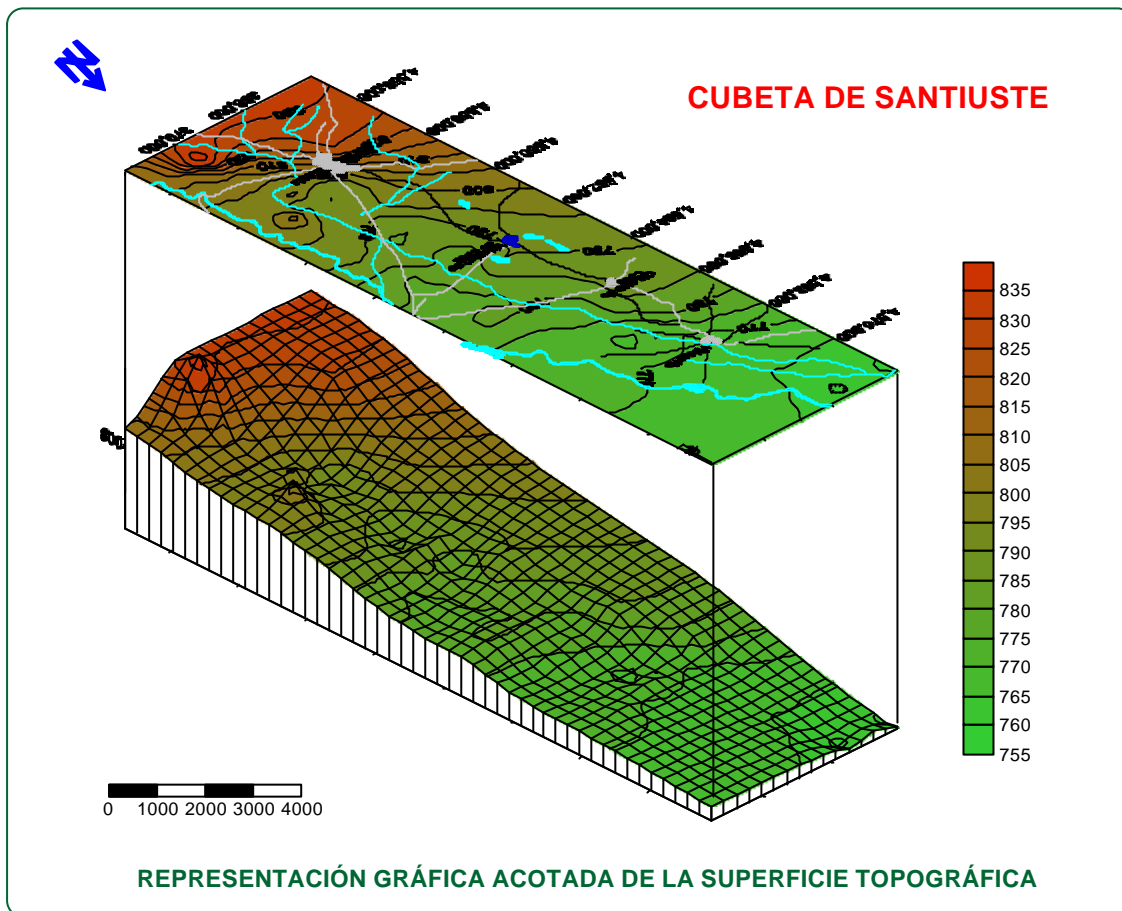
PARÁMETRO HIDROGEOLÓGICO	IRYDA 1990	MAPA 1999	OBSERVACIONES
<b>Transmisividad (<math>m^2/día</math>)</b>	305-563	240-678	Coincidente con resultados del CEDEX, 1994.
<b>Permeabilidad vertical (<math>K_v</math>) (<math>m/día</math>)</b>		2.97-30.19	MOPU, 1990: 3 $m/día$ SGOP, 1994: 6-10 $m/día$ .
<b>Permeabilidad horizontal (<math>K_h</math>) (<math>m/día</math>)</b>	32 - 67	0.24-16.8	Valor medio de 41 $m/día$
<b>Coefficiente de almacenamiento</b>	0.15	0.11- 0.28	Valor promediado de 18.6%

El cálculo del volumen del acuífero cuaternario se ha realizado diferenciando el volumen de arenas eólicas y formaciones aluviales. Multiplicando cada volumen por un coeficiente de almacenamiento (obtenido promediando los datos más cercanos), se ha obtenido una capacidad del acuífero para albergar unos 18  $hm^3$  de almacenamiento óptimo. Estos resultados desglosados para la situación de 1999 son:

- Volumen total de litofacies comprendidas entre la superficie topográfica y el techo del acuitardo terciario deducido para la zona de estudio: 467.250.000  $m^3$ .
- Volumen de agua almacenada en el espesor saturado de las arenas eólicas: 13.200.000  $m^3$ .
- Volumen de agua almacenada en el espesor saturado de las arenas arcillosas aluviales: 750.000  $m^3$ .

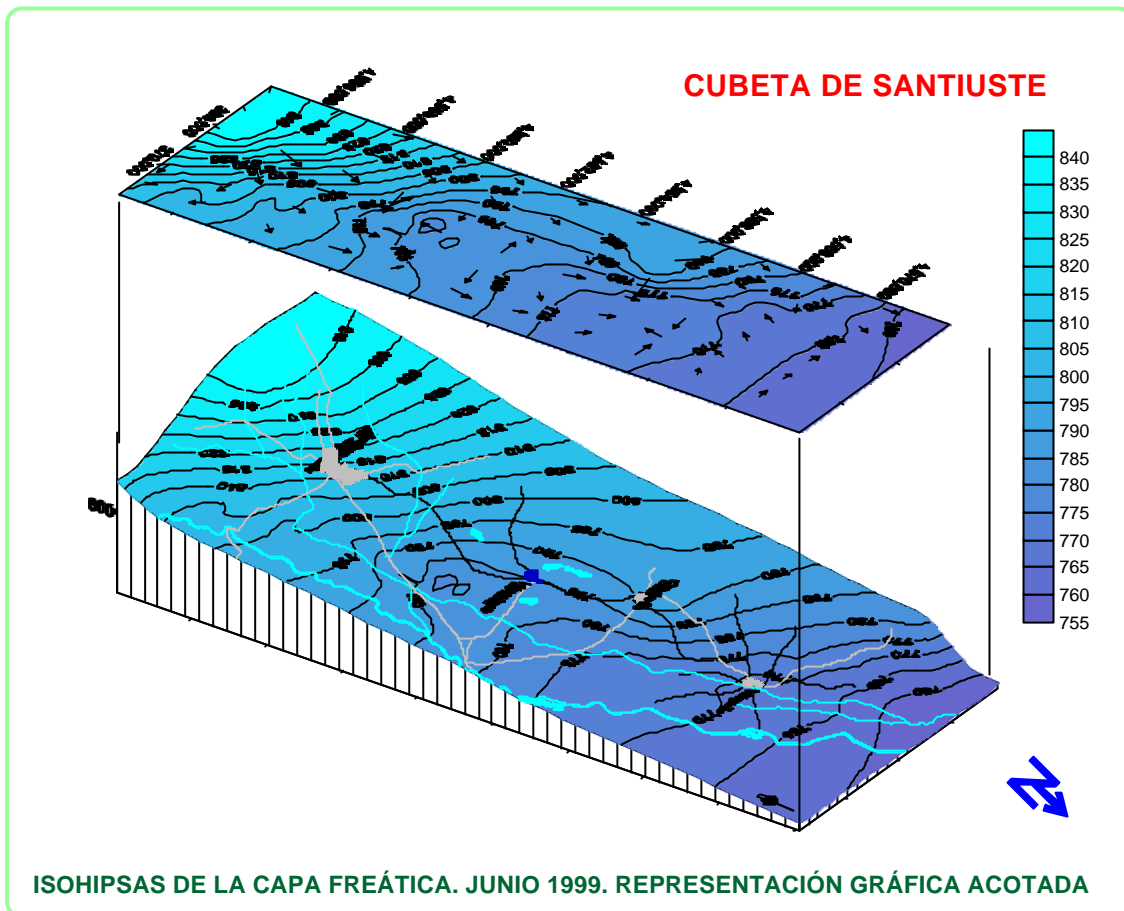
En el cálculo, que es meramente volumétrico, no han sido considerados los recursos hídricos de las unidades geológicas infrayacentes, que, aparentemente, constituyen el principal recurso del área en vista de los datos del balance hídrico.

La vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos del área está determinada por los usos del suelo, que, mayoritariamente son de aprovechamientos agrícolas y ganaderos, y por los vertidos de aguas residuales. La concentración máxima de contaminantes en el acuífero se dispone en torno a la cacera de vertido de aguas residuales de Santiuste de San Juan Bautista. En esta zona además se produce la mayor concentración de granjas del área, aunque no se han detectado indicios claros de que estas granjas influyan en la contaminación del acuífero. La presencia de cultivos intensivos con aplicación de abundante abonado nitrogenado supone que varios sectores presenten un alto grado de contaminación nítrica, distribuidos según se presenta en el mapa adjunto (figura 6). Se han detectado escasos puntos de contaminación adicional por enterramiento de animales, vertidos incontrolados de pequeña magnitud, etc.



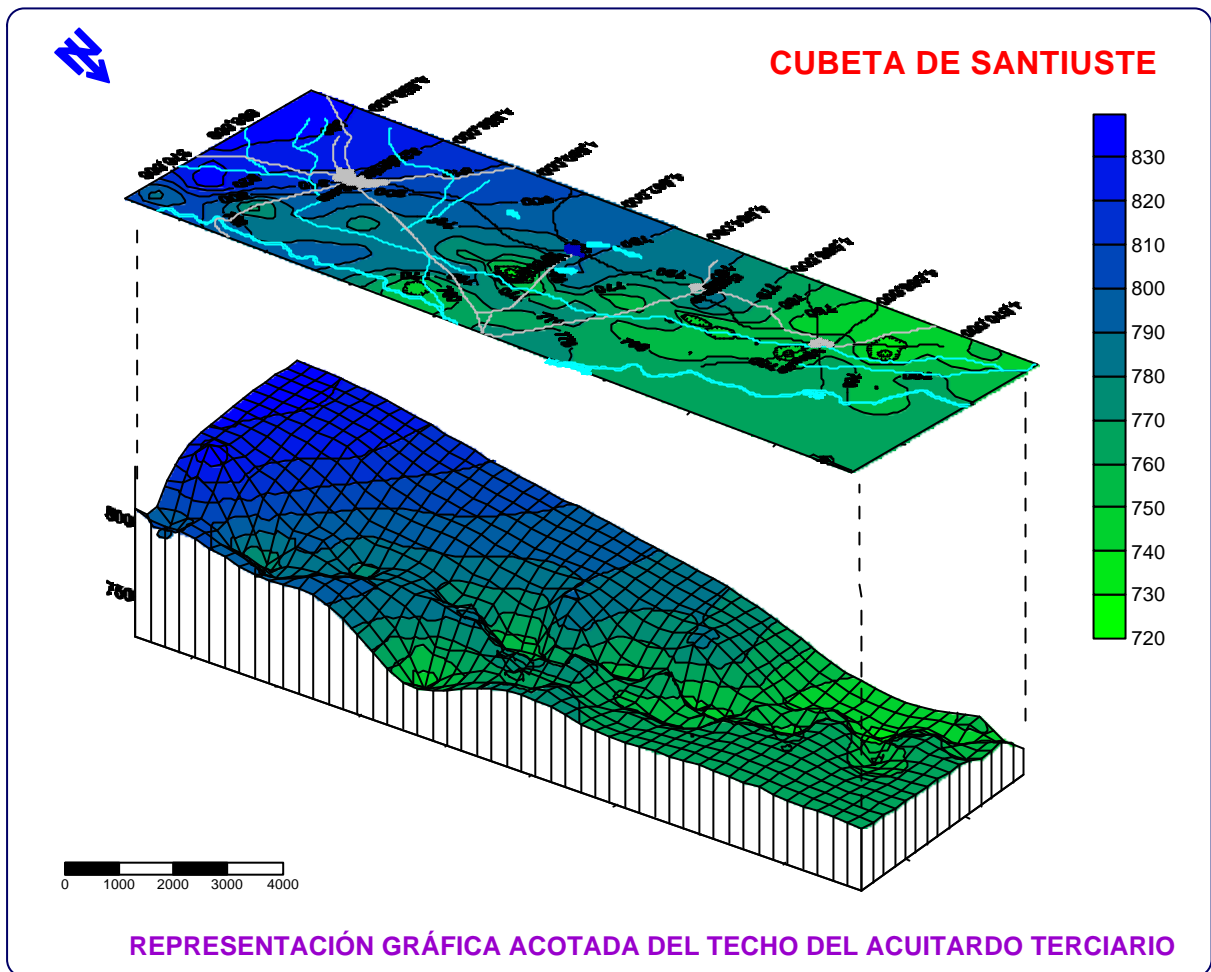
[basetopo2.wmf color](#)

Figura 3.- Representación gráfica acotada del Modelo Digital del Terreno con paso de malla de 25 metros a escala 1:25.000 y mejorada con los datos del levantamiento topográfico de los sondeos.



[freatico.wmf color](#)

Figura 4.- Representación gráfica acotada del Modelo Digital del Terreno que representa la capa de isopiezas freática generada con los datos de piezometría para la situación de junio de 1999.



Techoterci2.wmf color

Figura 5.- Representación gráfica acotada del Modelo Digital del Terreno generado con los datos de las campañas de prospección geofísica y perforaciones para la reconstrucción del techo del acuitardo terciario.

Se ha realizado un inventario de focos contaminantes, y valorado el índice CRIPTAS de vulnerabilidad del acuífero ante los plaguicidas (EPA, 1985; Aller et al, 1986) obteniendo un valor de 161, por lo que puede ser considerado intermedio. Sin embargo, según los estudios de vulnerabilidad de la cartografía temática del ITGE la zona de estudio queda enmarcada en el grupo 1: *Terrenos muy vulnerables* por presentar alta permeabilidad por porosidad y carecer de protección. El nivel de contaminación alcanzado en la zona es alto, y su principal origen es antrópico y consuntivo.

A los focos de contaminación superficial hay que añadir otros de “origen profundo”, que se producen por mezcla de aguas procedentes del acuífero terciario profundo (de mayor alcalinidad), a través de su incorporación al acuífero cuaternario en forma de retornos de regadíos ligados a estas captaciones.

Se ha estudiado el tipo de alteración hidroquímica que experimenta el agua de los pozos y *minisondeos* superficiales al ser mezclados con aguas procedentes de los intermedios (entre 75 y 150 m de profundidad) por efecto reciclaje, apreciando que las aguas incrementan su sodificación, disminuyendo sin embargo su concentración en nitratos por mezcla de aguas. Los aniones no presentan alteraciones muy destacables y la salinidad varía entre límites estrechos. La mezcla con agua procedente de los sondeos profundos (mayor de 150 m de profundidad) produce un incremento muy ligero de la salinidad del agua, pero aumenta su alcalinidad, siendo por tanto peor para su aplicación al regadío. Los iones magnesio y calcio disminuyen al ser desplazados por el sodio.

Para el Estudio hidrogeoquímico de los acuíferos superior e inferior se ha diseñado una Red de Control de la Hidroquímica (RCH), seleccionando un total de 28 puntos del inventario de captaciones con criterios hidrogeoquímicos, que han sido subdivididos en tres subgrupos: **Captaciones de profundidad inferior a 75 m**, que extraen agua del acuífero eólico superficial y de ciertos niveles lenticulares de escasa importancia y extensión intercaladas en la serie detrítica margo-arcillosa del acuífero terciario (20 puntos). **Captaciones entre 75 y 150 m** que drenan una serie de niveles con comportamiento acuífero o acuitardo de naturaleza tobácea, detrítica y calcárea (4 puntos). **Sondeos más profundos de 150 m**, que captan además agua de los niveles acuíferos o acuitardos de la base del Mioceno, con facies más salinizadas y alcalinas que las anteriores (4 puntos).

Se ha realizado una campaña de muestreo con análisis en las 28 captaciones. A la vista de los resultados se desprende que predominan las facies bicarbonatadas cálcico-magnésica o magnésico-cálcicas. En las aguas de sondeos más profundos abunda el ion sodio, con el consecuente riesgo de sodificación para el regadío.

Para estudiar la evolución espacial de los constituyentes, se han elaborado mapas de isolíneas (líneas que unen puntos de igual concentración de dicha sustancia), especialmente para el acuífero superficial dada la gran variación hidroquímica entre las aguas de los distintos acuíferos, relaciones iónicas y diagramas hidroquímicos. Del estudio hidroquímico se desprenden importantes deducciones, tales como un aumento de la concentración de sodio coincidiendo con las zonas más deprimidas del techo del acuitardo terciario, que tenía un destacado paleorelieve (figura 8), la presencia de lagunas salinas fosilizadas en las inmediaciones de Ciruelos de Coca con abundancia de minerales de la arcilla sódicos, la alta concentración de iones alcalinos e indicios de contaminación agrícola al sureste de Villeguillo, destacables valores de

conductividad e indicios de contaminación en torno a la cacería de Santiuste, Ciruelos de Coca y noroeste de Villeguillo (figura 7) con concentración de contaminantes en una cubeta ubicada en sus inmediaciones coincidente con una de las anomalías subrayadas por el IRYDA en 1990, el carácter ganador del Voltoya, etc.

En cuanto a la recarga se refiere, se han estudiado las distintas alternativas existentes, deduciendo que la recarga superficial mediante zanjas (o *cañales*) con los excedentes hídricos del Voltoya es el método más apropiado.

En cuanto al volumen a inyectar, en una fase inicial y de acuerdo con los datos obtenidos para una situación piezométrica del verano de 1999, sería preciso aportar un volumen de recuperación de aproximadamente 4 hm<sup>3</sup>. Posteriormente, y en el caso de que el ritmo de extracciones fuera similar al registrado en esta década, sería preciso aportar un volumen de recarga de al menos 0.8 hm<sup>3</sup>/año para un año tipo medio.

La descripción detallada de estos dispositivos, geometría, obras transversales, sistemas de mantenimiento, estudio de caudales de avenida, programa de mantenimiento, etc. aparece en el “*Proyecto de recarga del acuífero de la Cubeta de Santiuste de San Juan Bautista (Segovia)*”, MAPA, 1999.

Durante la recarga se considera imprescindible llevar a cabo un programa de seguimiento y control de la piezometría en los puntos de la RCP y muy especialmente en los de la RCR (Red de control de la Recarga). Una opción adecuada sería dotar a estos puntos con estaciones automáticas para registro y medida del nivel de agua en pozos y sondeos. Simultáneamente a la medición de los niveles del agua, se recomienda mantener el control de la evolución hidroquímica de las aguas del acuífero.

Una vez alcanzado un nivel determinado, se regularán los caudales de alimentación, controlando los volúmenes aportados en cada intervalo de tiempo.

Resulta especialmente importante la actuación sobre los sondeos profundos que intercomunican los distintos acuíferos, con detracción de los recursos del superficial y empeoramiento del quimismo por mezcla con aguas alcalinas y reciclaje de las mismas. Las opciones son varias y van desde la utilización mancomunada de las captaciones a su sellado o apantallado.

En vista de las características hidrogeológicas de la zona de estudio, se concluye en que la zona es propicia para la recarga superficial, que el método es perfectamente viable y que las consecuencias resultarían beneficiosas en cuanto a productividad agrícola se refiere, así como en aceptación social.

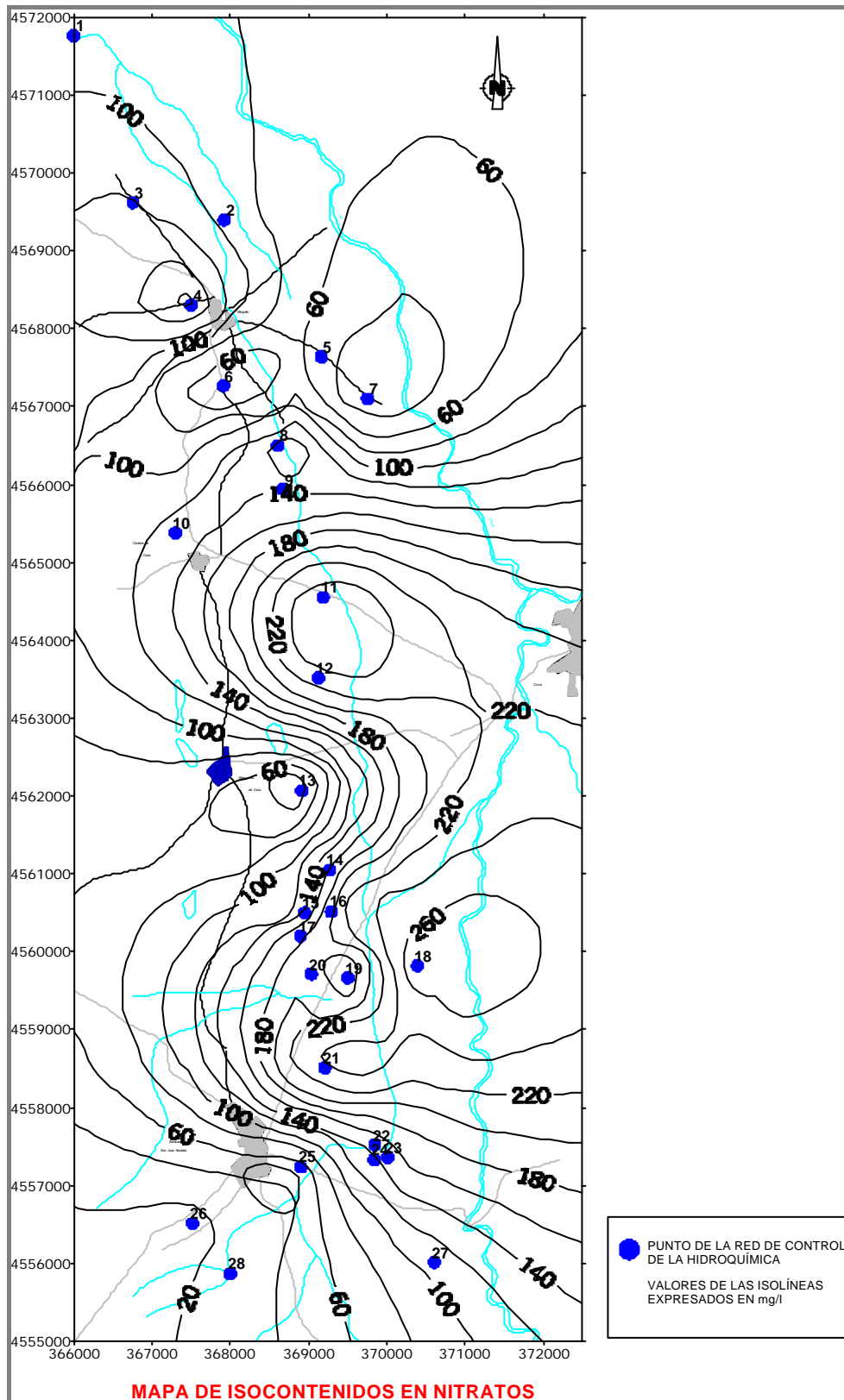


Figura 6.- Mapa de isocontenidos en nitrato para el acuífero superficial realizado a partir de los datos de análisis de la red de control de la hidroquímica diseñada.

[nitratos.wmf](#)

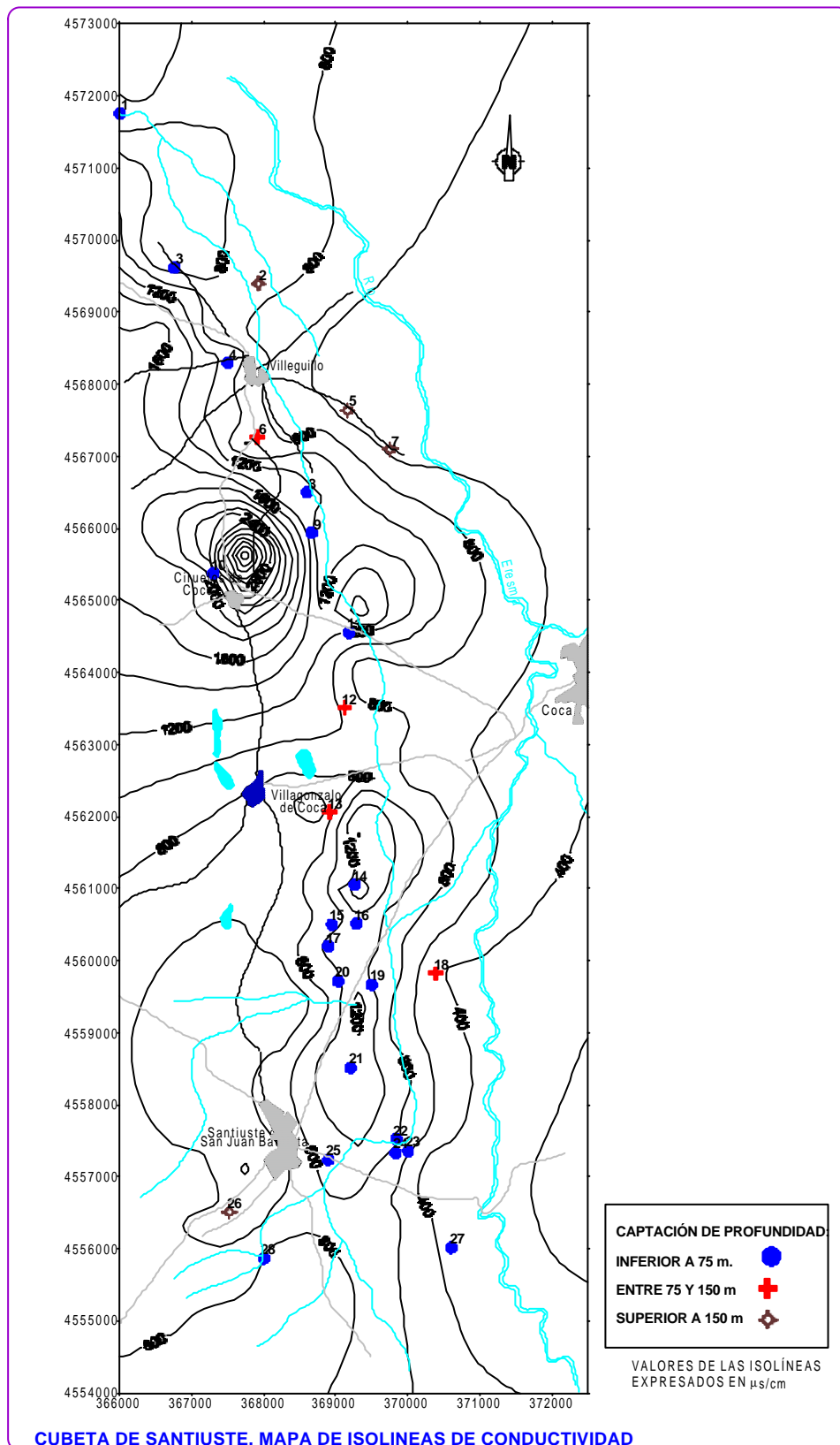


Figura 7.- Mapa de isolíneas de conductividad para el acuífero superficial realizado a partir de los datos de análisis de la red de control de la hidroquímica diseñada.  
[conduct.wmf](#)

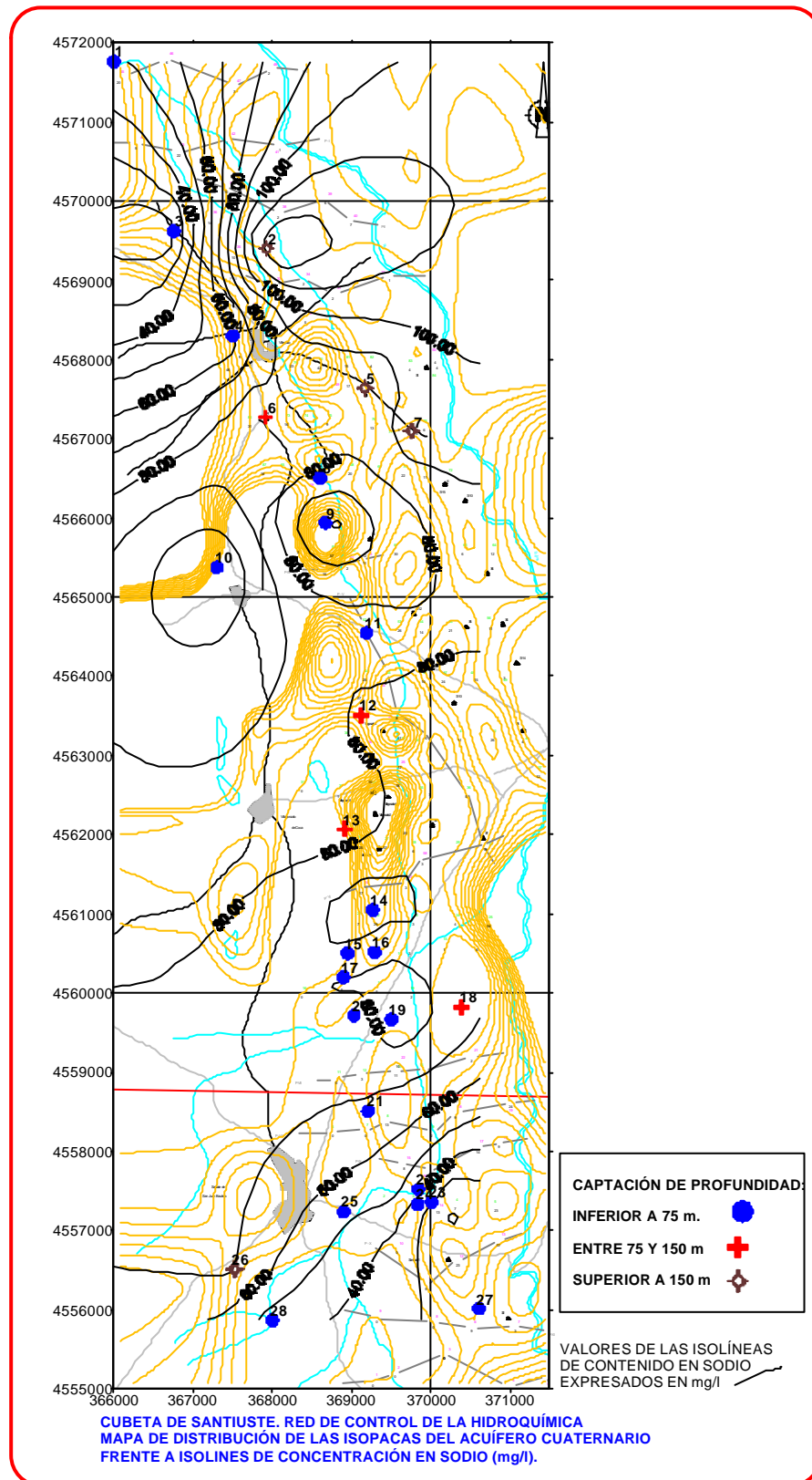


Figura 8.- Mapa de isopacas del techo del acuitardo terciario y de isolíneas de concentración en sodio. Na-isopacas.wmf

## Bibliografía.

- CEDEX (1996) *Estudio de la hidrología isotópica e hidroquímica del acuífero de Los Arenales.*
- CORRALES, I.: *El Mioceno al sur del río Duero (Sector Occidental). 1ª Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. Parte II.* I.G.M.E. (1979).
- CORRALES, I., CARBALLEIRA, J., CORROCHANO, A., POL, C. y ARMENTEROS, I.: *Las Facies Miocenas del Sector Sur de la Cuenca del Duero.*
- IGME (1982 a). Mapa Geológico de España. Escala 1: 50.000. Hoja de Olmedo (428), Arévalo (455) y Hoja de Navas de Oro (429). 2ª Serie.
- I.G.M.E. (1979). *Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Duero. Sistemas 8 y 12.*
- I.G.M.E. (1980). *La explotación de los recursos hidráulicos en la zona comprendida entre los ríos Voltoya y Trabancos.*
- IRYDA (1990). *Proyecto de Asistencia Técnica para el Estudio Hidrogeológico de la Cubeta de Santiuste –Segovia–.*
- I.T.G.E. (1996) *Calidad química y contaminación de las aguas subterráneas en España, periodo 1982-1993. Cuenca del Duero.*
- I.T.G.E. (1990). *Proyecto de asistencia técnica para el estudio hidrogeológico de la cubeta de Santiuste (Segovia)*
- I.T.G.E. (1989). *Informe sobre la hidrogeología de la zona de Villagonzalo de Coca, Villeguillo, Ciruelos de Coca y Santiuste de S. Juan Bautista.*
- I.T.G.E. (1989) *Mapa hidrogeológico de España, hoja 29, Valladolid y hoja 37, Salamanca Escala 1:200.000,.*
- I.T.G.E. (1981). *Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Duero. Sistema 11. (PIAS)*
- I.T.G.E. (1982). *Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Duero. La explotación de los recursos hidráulicos en la zona comprendida entre los ríos Voltoya y Trabancos.*
- I.T.G.E. (1987). *Calidad de las aguas subterráneas en los acuíferos terciarios detríticos de la Cuenca del Duero. Segundo Informe*
- JUNTA DE CASTILLA Y LEON (1985). *Informe final del Estudio sobre la situación de los recursos del acuífero superficial de la intercuenca: Eresma-Adaja (zona de Coca. Segovia).*
- MAPA (1999). *“Estudio hidrogeológico complementario para la recarga artificial en la cubeta de Santiuste (Segovia)”.*
- MAPA (1999). *“Proyecto de recarga del acuífero de la Cubeta de Santiuste de San Juan Bautista (Segovia)”.*
- M.O.P.T.M.A. (1994) *Informe sobre la posibilidad de recarga artificial en la cubeta de Santiuste (Segovia).*
- REY BEÑEYAS, J.M.: *Aguas Subterráneas y Ecología. Ecosistemas de descarga de Acuíferos en Los Arenales.* ICONA (1982).
- S.G.O.P. (1992-1993). *Estudio de caracterización Hidrogeológica de la Unidad Región de los Arenales.*
- S.G.O.P. (1994). *Informe sobre la posibilidad de recarga artificial en la cubeta de Santiuste (Segovia).*