

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

HIDROGEOLOGÍA

DE LA HOJA Nº 376 (20-15)

SAN ESTEBAN DE GORMAZ

Autor:

Luis A. Galán de Frutos

Mayo, 1998

SAN ESTEBAN DE GORMAZ

HIDROGEOLOGÍA

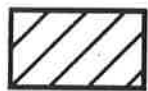
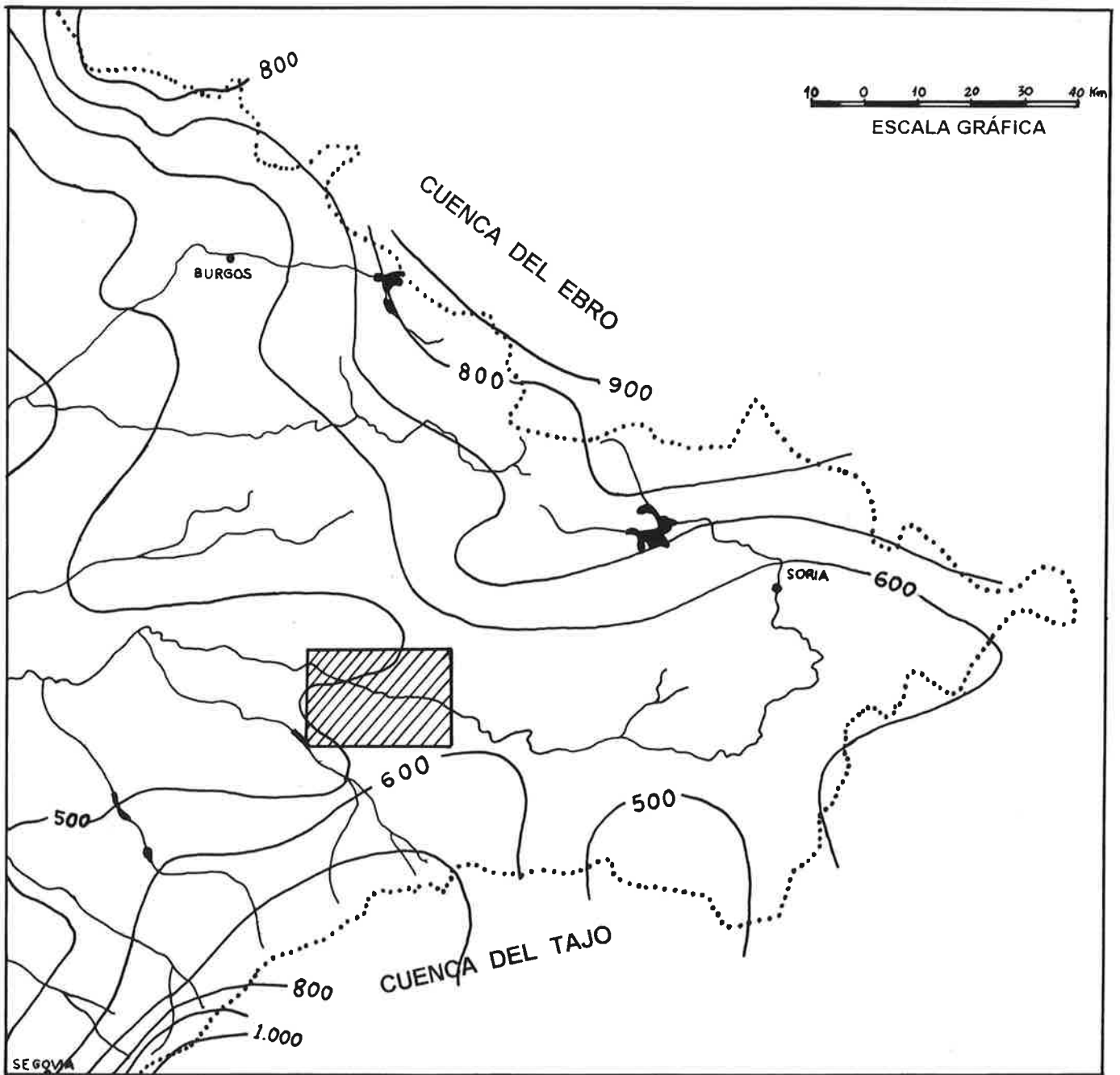
La hoja de San Esteban de Gormaz se halla situada dentro de la Cuenca del río Duero, cuyo curso la atraviesa de SE a NO. Los materiales que afloran en ella, correspondientes a los sistemas Terciario y Cuaternario, dan lugar a diversos tipos de acuíferos que se agrupan mayoritariamente en las Unidades Hidrogeológicas 02.09, 02.12 y 02.15.

1.- Caracteres climatológicos.

El clima predominante en esta zona de la Meseta Norte se caracteriza por sus inviernos largos (desde noviembre hasta abril) y fríos, con numerosas heladas (más de 75 días), y sus veranos cálidos y secos. Las precipitaciones medias oscilan entre 500 y 600 mm (figura 1), irregularmente distribuidas durante unos 90 días al año. De acuerdo con lo anterior, esta comarca puede incluirse dentro de un régimen climático **Mediterráneo templado**, con un régimen de humedad que lo define como **Mediterráneo seco**, según la clasificación de PAPADAKIS (1966)

La elevada altitud media de la región, próxima a los 950 m., junto con la situación de aislamiento y resguardo de los rebordes montañosos de la Cordillera Ibérica, actúan como pantalla frente a los sistemas nubosos, limitando considerablemente las precipitaciones. En cambio, la humedad del río Duero y sus afluentes, con anticiclones estables de irradiación y marcada inversión térmica en la vertical, favorecen la generación de nieblas durante gran parte de los 105 días al año de cielos cubiertos que se contabilizan en la zona

A título de ejemplo, se exponen a continuación los datos climáticos de la estación termopluviométrica de San Esteban de Gormaz, para el periodo 1951-80 (GARCÍA DE PEDRAZA et al., 1994):



ZONA DE ESTUDIO (Hoja nº 376)

FIGURA 1: Mapa de isoyetas medias anuales de la Cuenca del Duero para el periodo 1942-72 (ITGE, 1980)

18

TABLA 1

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	A	P	D	t	T _M	T _m	ETP
San Esteban de Gormaz	875	475	88	12,0°	19,4°	4,6°	707

A = Altitud (msnm)

P = Precipitación media anual (mm)

D = Días de lluvia

t = Temperatura media anual (°C)

T_M = Valor medio anual de las temperaturas máximas (°C)

T_m = Valor medio anual de las temperaturas mínimas (°C)

ETP = Evapotranspiración potencial media anual, según Thornthwaite (mm)

2.- Hidrología superficial

La totalidad de la superficie de la presente Hoja se encuentra dentro del sector oriental del tramo medio de la Cuenca Hidrográfica del Duero, y comprende las subcuencas denominadas D-3 y 3₂ de la **Zona I** (figura 2), según el Plan Hidrológico del Duero (1988). Su red de drenaje tiene como eje principal al propio río Duero, que la divide en dos mitades al atravesarla con su cauce divagante de SE a NO.

El caudal del Duero se encuentra regulado por el embalse de Cuerda del Pozo y presenta un valor medio anual de 24,5 m³/seg al entrar en la hoja. Mediante la red de aforos del MOPU se han detectado incrementos de 3 a 5 m³/seg entre Gormaz (hoja de Berlanga de Duero) y San Esteban de Gormaz, para un año medio y según la época considerada (ITGE, 1991a). Estas se relacionan con las descargas del acuífero terciario en ese sector. Sin embargo, este río experimenta una pérdida de caudal de 1 m³/seg. entre esta última localidad (estación de aforo E-7) y Aranda de Duero (estación E-12), lo cual puede achacarse a las extracciones efectuadas para los regadíos de la vega (ITGE, 1991b).

En toda la comarca de la Ribera del Duero existe una fuerte demanda hídrica para la agricultura de regadío, destacando los cultivos de remolacha, patata y forrajeras (maíz y alfalfa) como mayores consumidores de agua. Dicha demanda se satisface en más del 80% mediante aguas superficiales procedentes de los embalses de regulación y distribuidas por las riberas del Duero mediante un sistema de azudes y canales, como los de Eza y Aranda, para la margen derecha, y los de Santa Inés y Guma para la izquierda.

La mayor parte de los cursos fluviales que afluyen al Duero son arroyos de corto recorrido y de carácter estacional que drenan los acuíferos superficiales de los Páramos. Cabe mencionar a los ríos de Rejas y Pedro que desembocan en el Duero por sus márgenes derecha e izquierda a la altura de Soto de San Esteban y drenan los acuíferos calcáreos mesozoicos de las sierras de Nafría y Ayllón, respectivamente. Aguas abajo, frente a Langa, desagua el arroyo de Valdanzo, que recoge las escorrentías del cuadrante SO de la hoja y la descarga del páramo de Castillejo de Robledo.

La calidad de las aguas que circulan por el Duero en este tramo se califica de "intermedia" en el PHD (1988), deteriorándose progresivamente por la contaminación difusa que originan las actividades agropecuarias y, de manera progresiva, a medida que recibe los vertidos urbanos e industriales de localidades ribereñas como San Esteban de Gormaz, Langa de Duero o La Vid.

3.- Características hidrogeológicas

Desde el punto de vista hidrogeológico la superficie de la hoja de San Esteban de Gormaz se distribuye entre cuatro Unidades Hidrogeológicas de las establecidas para la Cuenca del Duero (DGOH-ITGE, 1988), que son las siguientes:

- 02.09 U.H. Burgos-Aranda
- 02.12 U.H. Aluviales del Duero y afluentes
- 02.15 U.H. Cubeta de Almazán
- 02.18 U.H. Segovia

Las unidades 02.09 y 02.12 forman parte del antiguo Sistema Acuífero nº 8 o Terciario detrítico central del Duero (IGME, 1980); la unidad 02.15 coincide en gran parte con el Sistema Acuífero nº 88 (10-bis) o Terciario del sureste de Soria (IGME, 1983), mientras que la unidad 02.18 corresponde al Sistema Acuífero nº 11 o Cretácico calcáreo de Segovia (figura 3).

- Unidad Hidrogeológica 02.09 Burgos-Aranda:

Se trata de la unidad hidrogeológica con mayor extensión. Cuenta con una superficie de afloramiento de 390 km², y se halla constituida por materiales del Mioceno superior (Aragoniense-Vallesiense), que hacia el E se comunican con los de la U.H. Cubeta de Almazán, de naturaleza y edad similares.

Litológicamente, se pueden distinguir ~~materiales detríticos y carbonatados, ordenados en~~ alternancias de niveles subhorizontales de calizas, margas,

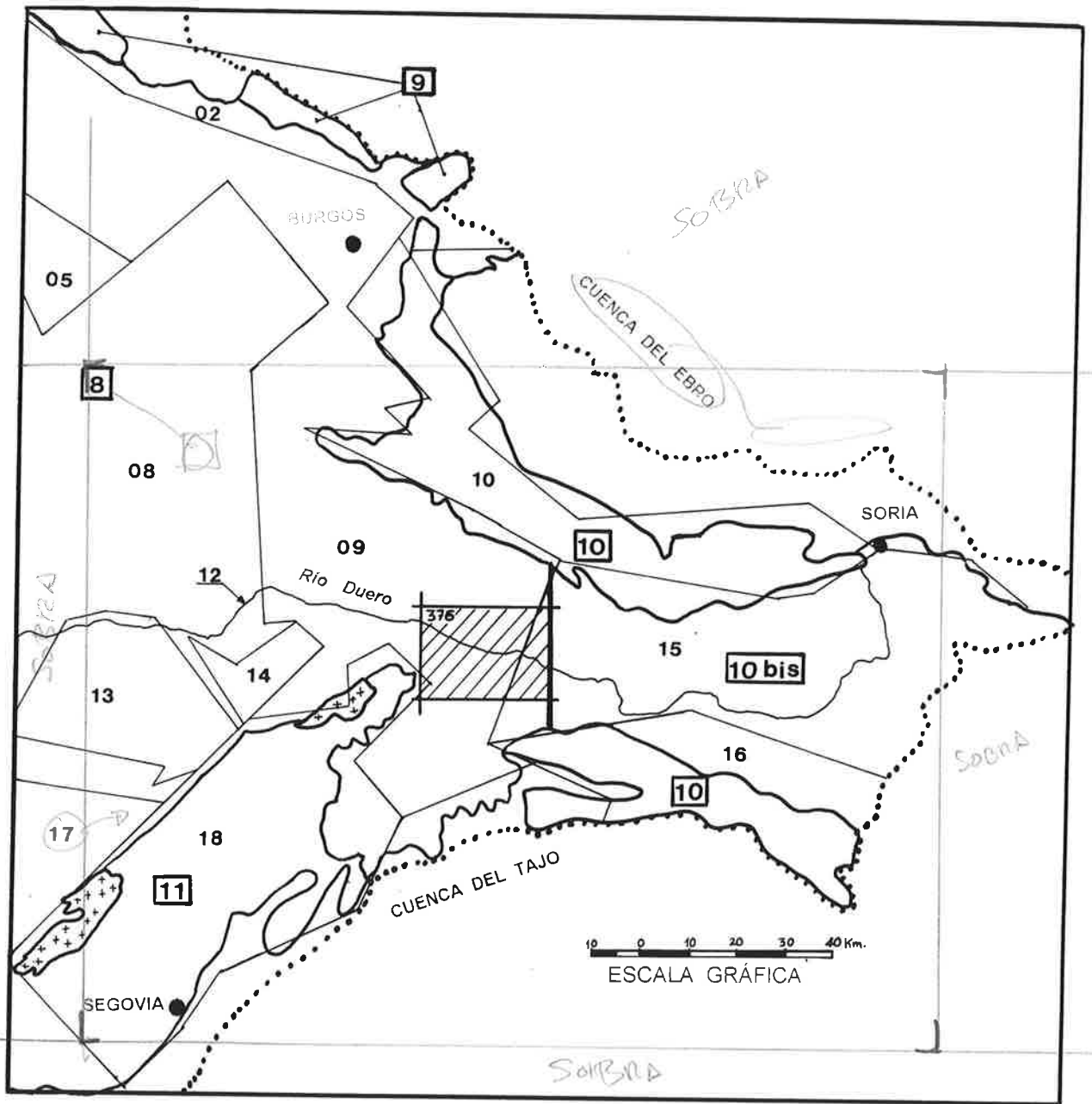



FIGURA 3:

reducir y centrar figura; ajustar notulas

OK

LEYENDA:

-  Sistema Acuífero
- 09 Unidad Hidrogeológica
- Límite de Sistema Acuífero
- Límite de Unidad Hidrogeológica
- Límite de Cuenca Hidrográfica



-  Materiales graníticos y metamórficos (impermeable)
-  Zona de estudio (hoja nº 376)

FIGURA 3: Plano general de Sistemas Acuíferos y Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca del Duero (DGOH-ITGE, 1988).

OK

1000
 V
 1000
 arcillas, limos, arenas y conglomerados que originan un conjunto semipermeable, en el cual se intercalan bancos lenticulares (paleocanales) de areniscas y gravas con mayor permeabilidad (porosidad eficaz del 5%). El Terciario puede alcanzar más de 1000 m de espesor, como se observa en el sondeo petrolífero Alcozar-1, con 1.192 m (IGME, 1987a) y se le considera un acuífero único, heterogéneo y anisótropo, confinado o semiconfinado, según las zonas (ITGE, 1991b).

Los niveles carbonatados superficiales (Calizas del Páramo), junto con algunos retazos de las terrazas altas del Duero dan lugar a acuíferos libres de los que surgen manantiales con caudales de unos 0,5 l/seg, según los puntos inventariados en la zona, lo que da una idea de su escaso potencial hidrogeológico.

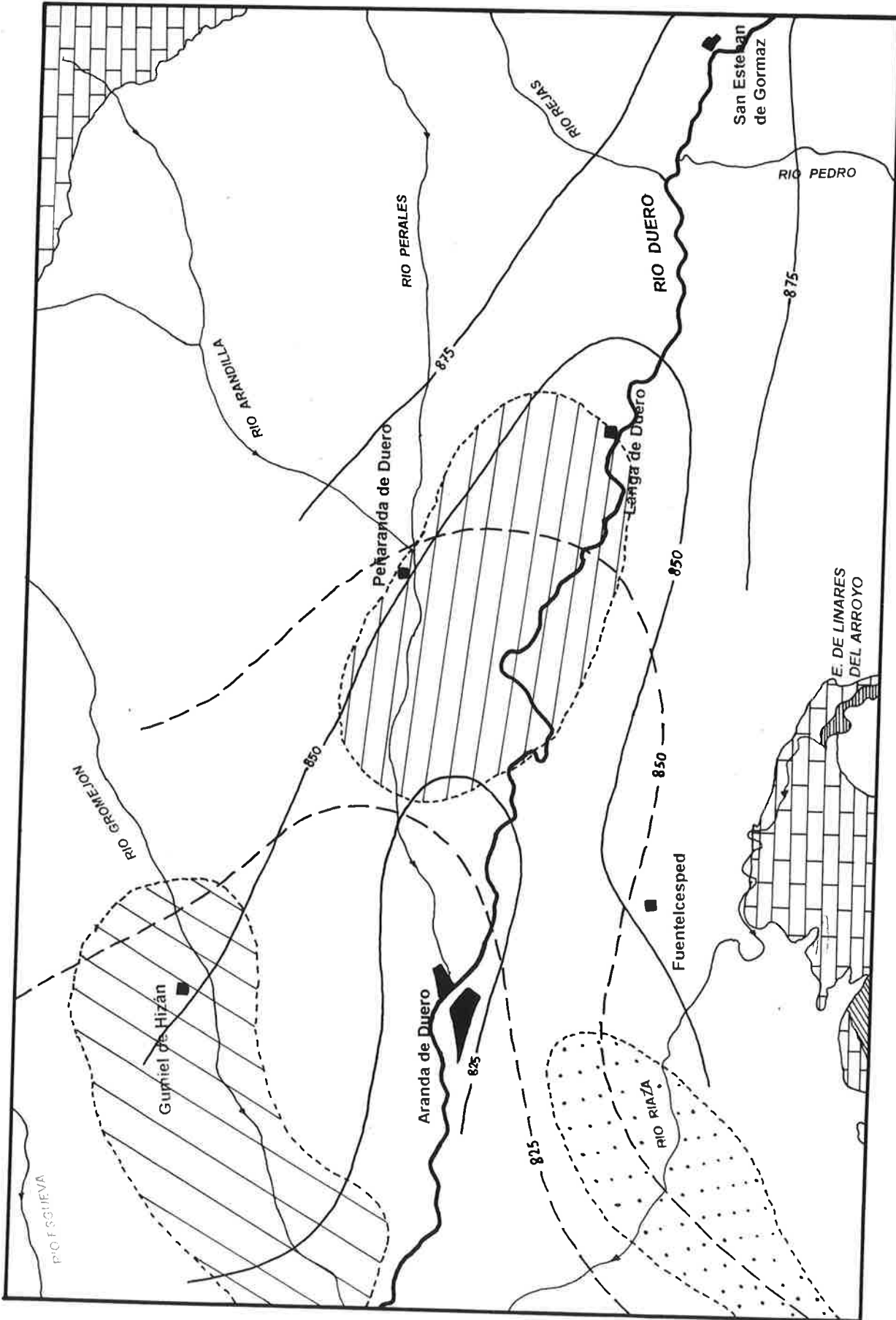
De acuerdo con el ^{nivel} plano piezométrico regional (figura 4), se observa que la principal vía de drenaje de la unidad es el río Duero, que recibe flujos profundos de carácter regional, lo que da lugar a que los sondeos situados en su llanura de inundación tengan el nivel estático muy próximo a la superficie.

La explotación de aguas subterráneas en esta zona puede calificarse de baja, dada la disponibilidad de recursos superficiales, utilizándose aquellas únicamente para resolver demandas locales de abastecimiento urbano o uso industrial. A pesar de ello, entre Langa y Peñaranda de Duero se extiende un área con descensos piezométricos de 6 a 15 m para el periodo 1973-86, los cuales no han ocasionado problemas destacables de sobreexplotación hasta el momento.

Los niveles acuíferos del Mioceno superior se alcanzan mediante sondeos, cuyos datos se resumen en la Tabla 2, que pueden aportar caudales medios de 6 l/seg., con caudales específicos de 0,75 l/seg/m

TABLA 2

NUMERO DE INVENTARIO	PROFUNDIDAD (m)	CAUDAL DE EXPLOTACIÓN (l/seg)	NIVELES EXPLOTADOS Y PROFUNDIDAD	USO DEL AGUA
25151001	253	2	140-160 m: Calizas 219-239 m: Arenas	Abastecimiento a Guma
25151002	70	5	21-23 m: Arenas 68-70 m: Calizas	Industria
25151003	113	11	68-71 m: Arenas 99-108 m: Arenas	Abastecimiento a La Vid
25152001	120	5	112-120 m: Arenas	Abastecimiento a Langa de Duero

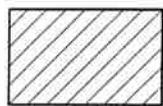


2,000 m
 0 2 4 6 km
 ESCALA GRÁFICA

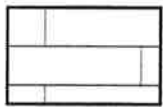
FIGURA 4:

em

LEYENDA:



Paleozoico impermeable



Materiales mesozoicos



Acuíferos terciarios



Isopiezas. Niveles medidos en acuíferos comprendidos entre 40 y 100 m. de profundidad (Abril, 1986)



Isopiezas. Niveles medidos en acuíferos situados a más de 200 m. de profundidad (Abril, 1986)



Area con descensos de 3 a 6 m. para el periodo 1973-86



Area con descensos de 6 a 15 m. para el periodo 1973-86



Area con ascensos piezométricos para el periodo 1973-86

FIGURA 4: Esquema hidrogeológico general.

MD

Las facies hidroquímicas predominantes en esta unidad son las aguas bicarbonatadas cálcicas, pudiendo ser localmente sulfatadas cálcicas. En general se trata de aguas poco mineralizadas, aptas para abastecimiento y regadío, y con conductividades inferiores a los 500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (IGME, 1987b). Dentro del acuífero no se detectan problemas de contaminación importantes, aunque pueden apreciarse niveles elevados de nitratos originados por la actividad agrícola en los sondeos de las zonas de regadío.

El balance hídrico de esta unidad es complejo. Su recarga se realiza mediante infiltración directa de aguas meteóricas, que puede cifrarse en torno a 8,2 $\text{hm}^3/\text{año}$ en el sector correspondiente a esta hoja, y por aportes subterráneos laterales procedentes de la Cubeta de Almazán y de la Unidad Segovia, en cantidades difíciles de cuantificar. Asimismo, su descarga se efectúa por bombeos para regadío y abastecimiento urbano, que se estiman en unos 2 $\text{hm}^3/\text{año}$ para esta hoja; por drenaje a través del Duero, y por flujo lateral hacia la Unidad Central.

- Unidad Hidrogeológica 02.12 Aluviales del Duero y Afluentes:

Incluye todos los acuíferos libres superficiales desarrollados en los depósitos detríticos de la llanura de inundación y terrazas bajas del Duero y sus principales afluentes en este tramo, como son el río Pedro, el río de Rejas o los arroyos de Valdanzo y de la Laguna.

En conjunto, esta unidad abarca unos 48 Km^2 dentro de la hoja y su litología está formada por arenas, gravas, limos y arcillas, con una potencia de 3 a 10 m. (máxima de 15 m.), con espesores saturados de 1 a 6 m. La permeabilidad de dichos materiales es de tipo intergranular, y presentan unos valores de transmisividad de entre 300 y 2.000 $\text{m}^2/\text{día}$ y un coeficiente de almacenamiento del 10%.

Su explotación se efectúa generalmente con fines agrícolas, mediante pozos de gran diámetro y no más de 10 m de profundidad, que proporcionan caudales de 5 a 15 l/seg, con caudales específicos de 1 a 10 l/seg/m. Si bien, en esta zona es muy escasa, ya que los regadíos de las márgenes del Duero se abastecen con aguas superficiales o procedentes de sondeos profundos.

El río Duero drena los acuíferos terciarios de la región recibiendo a través de su llanura de inundación, la descarga subterránea procedente de las UU.HH. Burgos-Aranda y Cubeta de Almazán (ver figuras 4 y 5). En este sentido, hay que señalar el manantial de Fuentearriba, en Soto de San Esteban (nº 25157001), con un caudal de 8 l/seg.

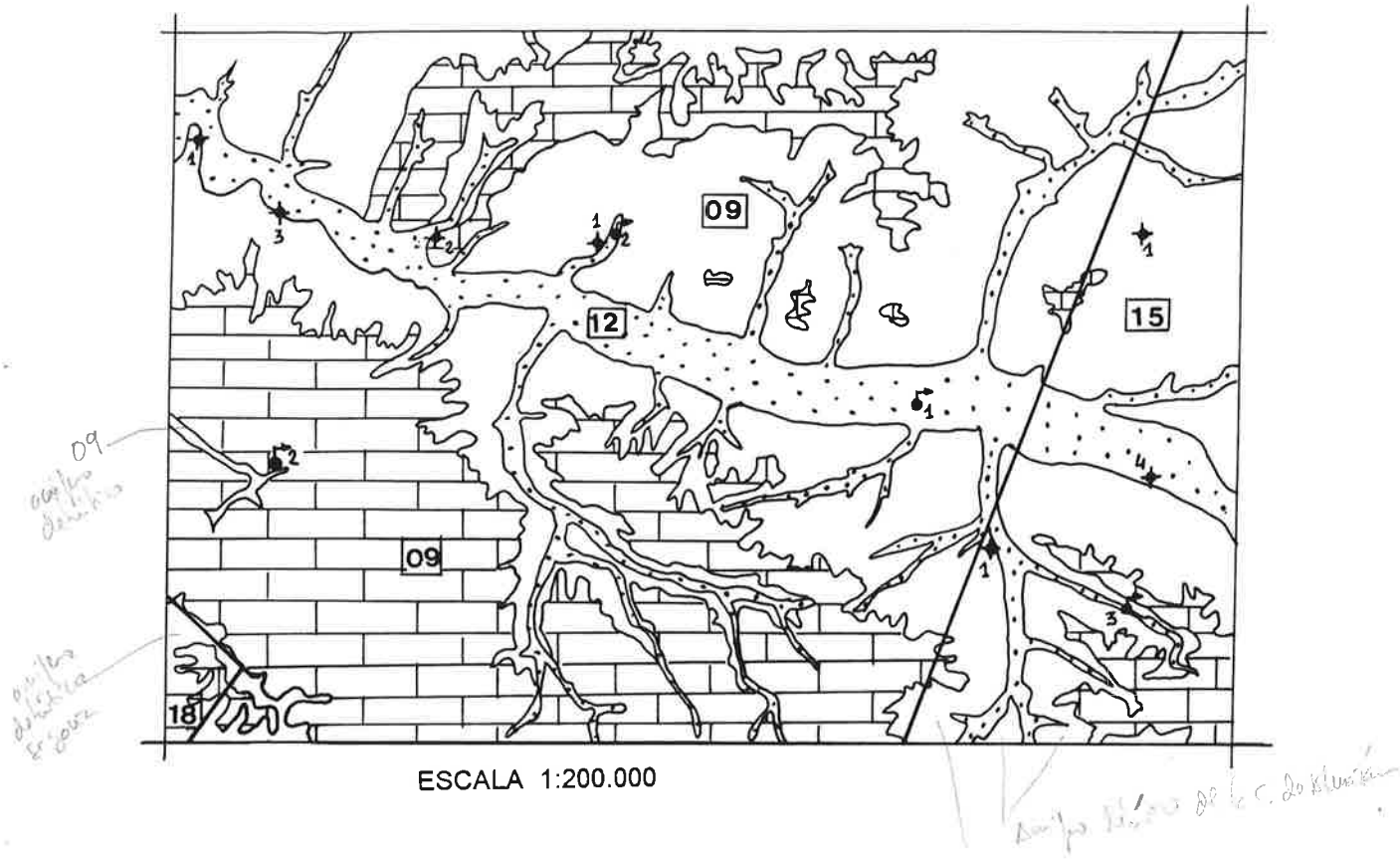


FIGURA 5: Unidades Hidrogeológicas y acuíferos más importantes existentes en la hoja de San Esteban de Gormaz (376).

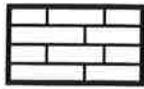
S1 canchales + arenas

(FIGURA 5) LEYENDA:



UH 02.09 BURGOS-ARANDA

Ac. Libres Superficiales



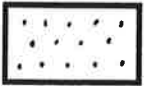
Calizas del Páramo

Ac. Profundo



Terciario Detrítico

UH 02.12 ALUVIALES DEL DUERO Y AFLUENTES



Llanura de inundación y terrazas bajas. Ac. Libre

UH 02.15 CUBETA DE ALMAZÁN

Ac. Libres Superficiales



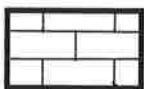
Calizas y margas (Páramo Inferior).

Ac. Profundo



Terciario Detrítico

UH 02.18 SEGOVIA



Calizas y margas (Páramo). Ac. libre.



Sondeos de interés hidrogeológico



Manantiales más importantes (con última cifra de su nº en el inventario del ITGE)

— Límites de las Unidades Hidrogeológicas

15

Unidades Hidrogeológicas

A su vez, la presente unidad se recarga mediante infiltración directa de agua de lluvia, por los retornos de riego y por las pérdidas de los canales citados anteriormente.

- Unidad Hidrogeológica 02.15 Cubeta de Almazán

Es la segunda unidad en importancia dentro de esta hoja, con unos 85 km² de superficie. Su composición litológica es muy semejante a la descrita en la U.H. Burgos-Aranda, con la que se halla en conexión hídrica (figura 5).

Está compuesta por una serie con más de 500 m de espesor de limos y arcillas arenosas fundamentalmente, en la que se engloban lentejones de conglomerados y arenas (niveles permeables) y que culmina con los bancos de margas y calizas del Páramo inferior. Estos materiales son de edad ^{Hoja} Vallesense y hacia el E, fuera de la zona de estudio, conectan con las ^{Hoja} formaciones de brechas y conglomerados rojizos correspondientes al Paleógeno.

En definitiva, esta U.H. está constituida por un acuífero único, originado por un sistema detrítico multicapa y semiconfinado a escala regional. (DGOH-ITGE, 1988). Sus parámetros hidrogeológicos, calculados mediante ensayos de bombeo, indican una transmisividad de 5 a 100 m²/día y un caudal específico de 0,01 a 0,03 l/seg/m.

La explotación de dichos niveles acuíferos mediante sondeos profundos puede aportar caudales de hasta 11 l/seg, mientras que junto a la localidad de Atauta existe un manantial (nº 25158003) del que surgen 14 l/seg, lo cual es indicativo de un bajo índice de explotación hidrogeológica en este sector de la unidad. Los únicos sondeos incluidos en ella que figuran en el inventario del ITGE son los siguientes:

TABLA 3

NÚMERO DE INVENTARIO	PROFUNDIDAD (m)	CAUDAL DE EXPLOTACIÓN (l/seg)	UTILIZACIÓN
25154001	250	---	Piezómetro P-3
25158001	201	11	Agricultura
25158004	35	2,5	Industria
25158005	90	1	Ninguna

Las facies hidroquímicas predominantes en este acuífero son de tipo bicarbonatado cálcico, con conductividades que oscilan entre 300 y 880 μ mhos/cm (IGME, 1983). Se trata de aguas aptas para abastecimiento y regadío

que no muestran problemas graves de contaminación, salvo ligeros incrementos puntuales en los niveles de nitratos y nitritos, debidos respectivamente a la actividad agrícola, y a los vertidos urbanos.

El cálculo del balance hídrico de esta unidad resulta complicado debido a sus numerosas conexiones laterales. A grandes rasgos, su recarga se efectúa principalmente por infiltración de agua de lluvia, la cual dentro de la hoja representa unos 4,5 hm³/año, y por aportes procedentes de los acuíferos mesozoicos que limitan la cubeta en sus bordes N y S (UU.HH. Arlanza-Ucero-Avión y Burgos-Aranda, respectivamente). Las salidas más importantes se deben al drenaje a través del río Duero y afluentes y, en menos del 2%, a extracciones para abastecimiento y agricultura.

- Unidad Hidrogeológica 02.18 Segovia:

Tiene una presencia anecdótica dentro de esta hoja, con una superficie de 3,5 km² localizados en la esquina SO.

Está constituida por un conjunto heterolítico que comprende todas las series mesozoicas adosadas al zócalo hercínico del Sistema Central, los terciarios sinorogénicos, discordantes con lo anterior, y las formaciones del Mioceno que rellenan la fosa de Segovia entre el borde N del Sistema Central y la alineación granítica y metamórfica de Sta. María de Nieva-Zarzuela-Pradales, límite occidental de esta Unidad Hidrogeológica.

Los materiales aflorantes en esta hoja corresponden al Mioceno ^{medio-} superior (Aragoneses ← Vallesiense). Se trata de una serie limo-arcillosa con intercalaciones de areniscas y conglomerados, así como bancos de calizas y margocalizas a techo, que corresponden a las "Calizas inferiores del Páramo". Su interés hidrogeológico es mínimo, ya que no presentan sondeos de explotación, ni tampoco existen manantiales importantes inventariados en ella. Su descarga principal se efectúa hacia el río Riaza en la hoja de Fuentelcesped.

BIBLIOGRAFÍA

DGOH-ITGE (1988): Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas del Territorio Peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características: 02 Cuenca del Duero. Estudio 07/88. Memoria, planos y fichas. Inédito

GARCÍA DE PEDRAZA, L. y REJIA GARRIDO, A.(1994): Tiempo y Clima en España. Meteorología de las Autonomías. Ed. Dossat 2000, Madrid. 410 pp

IGME (1980): Investigación Hidrogeológica de la Cuenca del Duero. Sistemas 8 y 12. Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas. Colección Informe. Servicio de Publicaciones del MINER, Madrid. 75 pp. y 21 planos

IGME (1983): Investigación Hidrogeológica Básica del Sistema nº 88 (10-Bis), Terciario del Sureste de Soria. Cuenca del Duero. Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas. Colección Informe. Servicio de Publicaciones del MINER, Madrid. 64 pp. y 9 planos

IGME (1987a): Contribución de la explotación petrolífera al conocimiento de la geología de España. Madrid. 465 pp y 17 planos.

IGME (1987b): Calidad química de las aguas subterráneas de la Cuenca del Duero. Programa Nacional de Gestión y Conservación de los Acuíferos. Colección Informe. Servicio de Publicaciones del MINER, Madrid. 43 pp. y 16 planos.

ITGE (1991a): Mapa Geológico de España a E. 1:50.000. Hoja nº 377 (Burgo de Osma). Primera edición.

ITGE (1991b): Mapa Hidrogeológico de España a E. 1:200.000. Hoja nº 30 (Aranda de Duero). Primera Edición.

PAPADAKIS, J.(1966): Climates of the world and their agricultural potentialities. Ed. por el autor, Buenos Aires.