

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

HIDROGEOLOGÍA

DE LA HOJA Nº 375 (19-15)

FUENTELCESPED

Autor:

Luis A. Galán de Frutos

Abril, 1998

FUENTELCESPED

HIDROGEOLOGÍA

La hoja de Fuentelcesped se halla situada dentro de la Cuenca del Duero. Los materiales correspondientes a los diferentes dominios geológicos que se distinguen en ella han originado diversos tipos de acuíferos, aislados o en comunicación hídrica entre si, y cuya descarga se efectúa en el propio río Duero o a través de sus afluentes por la izquierda en este sector.

1.- Caracteres climatológicos.

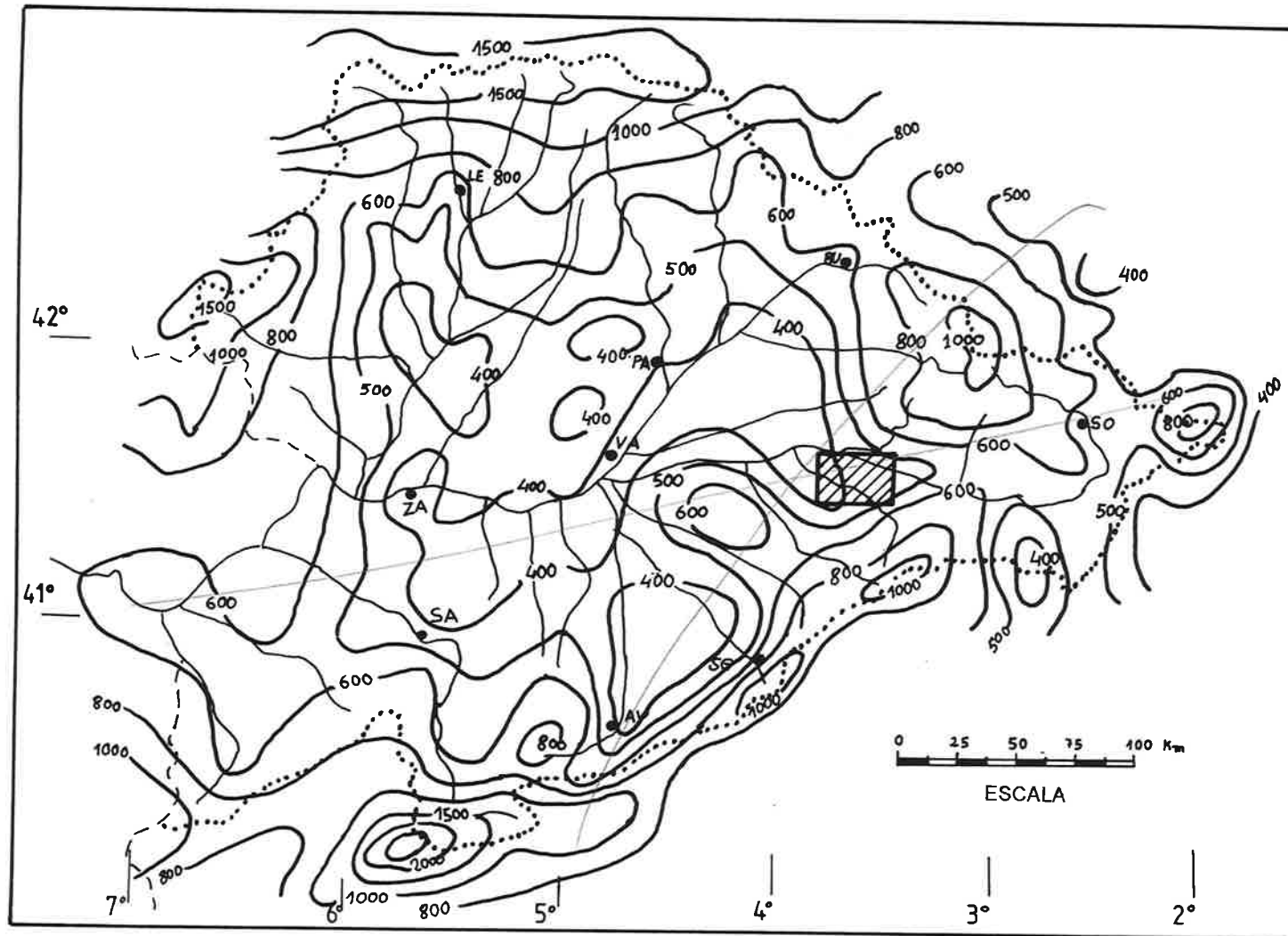
El clima predominante en la zona se caracteriza por sus inviernos largos y fríos, con numerosas heladas (más de 75 días entre los meses de octubre y mayo) y sus veranos cálidos y secos. Las precipitaciones medias oscilan entre 400 y 500 mm (figura 1), irregularmente distribuidas durante unos 80 a 100 días al año. De acuerdo con ésto, según PAPADAKIS (1966) el clima de esta región puede definirse como de **Mediterráneo semiárido continental**, con un régimen de humedad que lo califica como **semicálido**.

Como dato destacable hay que señalar el elevado número de días con cielos cubiertos, alrededor de 100 al año y muchos de ellos con nieblas, frente a unos 80 días con cielo despejado. En ello tienen gran influencia el río Duero, que discurre por el tercio norte de la hoja, y sus afluentes, favoreciendo el incremento de humedad.

A modo de referencia, se exponen los cuadros climáticos de las estaciones termopluviométricas de Aranda de Duero y Linares del Arroyo, para el periodo 1951-80 (GARCÍA DE PEDRAZA et al., 1994), como representativos de las zonas N y S de la hoja, respectivamente:

TABLA 1

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	A	P	D	t	T _M	T _m	ETP
Linares del Arroyo	911	466	87	13,2	19,3	7,2	724
Aranda de Duero	798	434	87	11,4	18,1	4,7	681



 ZONA ESTUDIADA

FIGURA 1: Mapa de isoyetas medias anuales de la Cuenca del Duero para el periodo 1951-80, según GARCIA DE PEDRAZA et al., (1994)

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 incluida dentro del sector oriental del tramo medio de la Cuenca Hidrográfica del Duero, y comprende las subcuencas denominadas D-3, 3₃ y 3₂, de la Zona I, y la D-4 de la Zona V (figura 2), según el Plan Hidrológico del Duero (1988). Su red de drenaje tiene como eje principal al propio río Duero, que la atraviesa de E a O por su tercio septentrional, cuyo caudal medio anual aforado es de 23,5 m³/seg., para una superficie de cuenca de 7.356 km².

Siguiéndole en importancia, se encuentra el río Riaza, que cruza totalmente la hoja en sentido SE-NO, hasta desembocar en el Duero dentro de la vecina hoja de Roa. Este río se halla regulado por el embalse de Linares del Arroyo, con una capacidad de 58 hm³, que aporta un caudal medio anual de 3,36 m³/seg. al cauce del río. A su cauce van a parar numerosos arroyos, como los de Veguillas, la Torre, Riofresno, Pardilla o el Val, que parten de la Sierra de Pradales y, con sentido S-N, alcanzan el Riaza por su margen izquierda, originando una red fluvial netamente asimétrica en este tramo. Todos estos cursos sufren de manera considerable los efectos del estiaje estival.

Otro curso fluvial destacable es el Arroyo de la Nava que circula paralelo al Riaza por el cuadrante noreste de la hoja, con una longitud de más de 30 km., hasta desembocar en el Duero a la altura de Aranda de Duero.

En toda la comarca de la Ribera del Duero existe una fuerte demanda hídrica para la agricultura, 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 vegas de los ríos Duero y Riaza mediante azudes y canales, como los de Guma y Aranda, para el primero. Otras actividades demandantes de agua son la ganadería y, especialmente, la industria, centrada en los alrededores de Aranda de Duero.

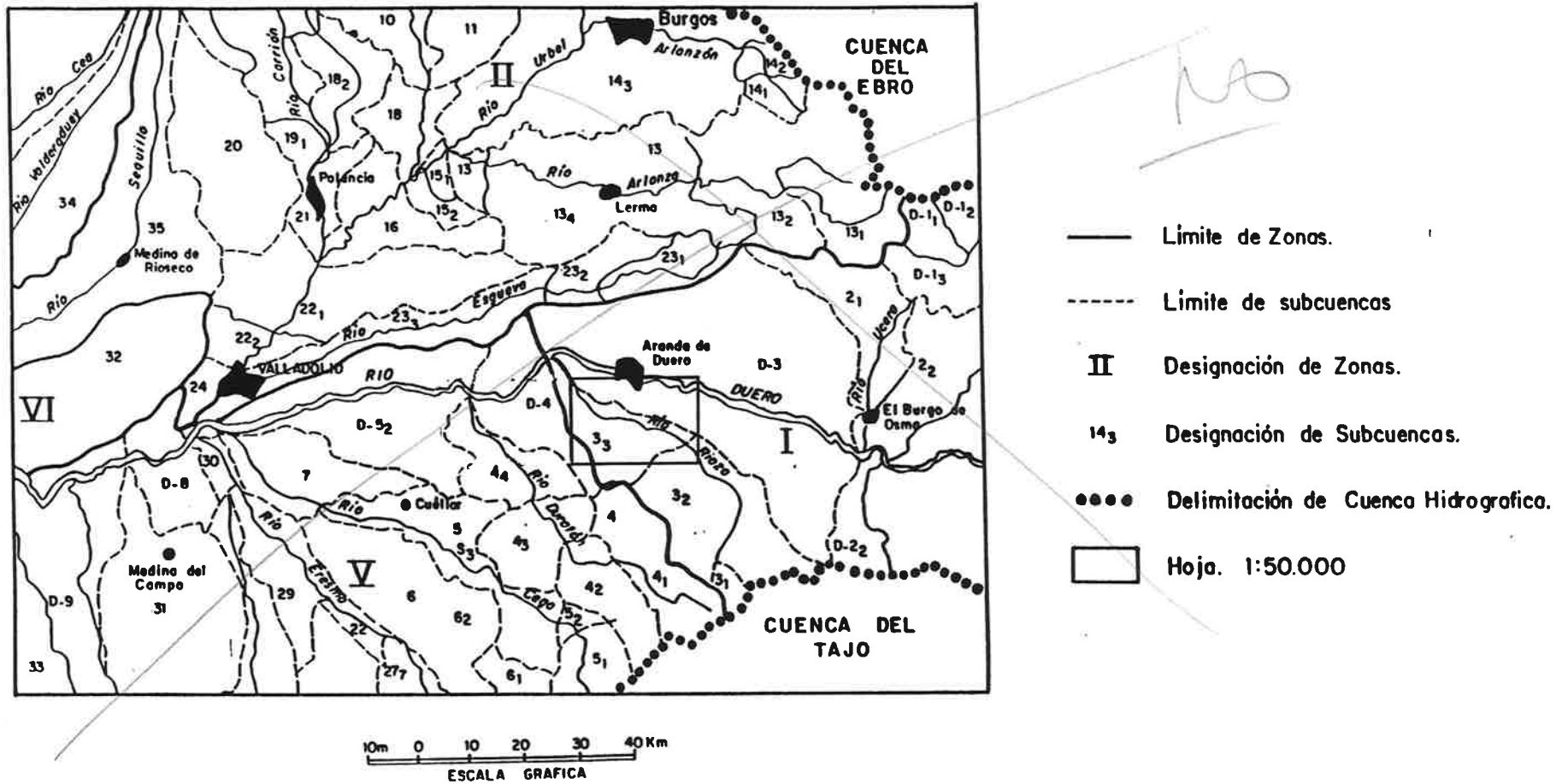


FIGURA 2: Zonación hidrológica de la Cuenca del Duero, según el Plan Hidrológico de la Cuenca del Duero (1988)

La calidad de las aguas que circulan por los ríos citados se califica de "intermedia" en el PHD (1988), empeorando notablemente en el Duero a partir de Aranda, por vertidos urbanos e industriales.

3.- Características hidrogeológicas

Desde el punto de vista hidrogeológico la superficie de la hoja de Fuentelcesped se divide en cuatro Unidades Hidrogeológicas de las establecidas para la Cuenca del Duero (DGOH-ITGE, 1988), que son las siguientes (fig. 3):

- 02.09 U.H. Burgos-Aranda
- 02.12 U.H. Aluviales del Duero y afluentes
- 02.14 U.H. Páramo del Duratón
- 02.18 U.H. Segovia

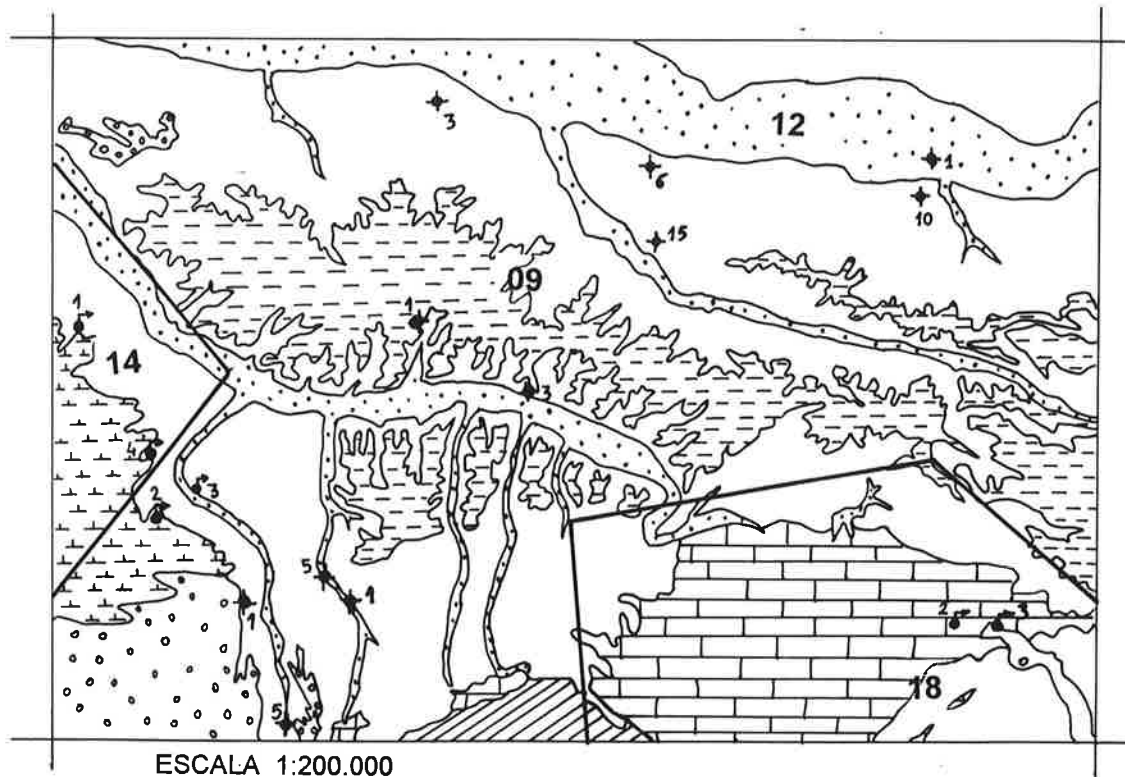
Las unidades 02.09, 02.12 y 02.14 forman parte del antiguo Sistema Acuífero nº 8 (Terciario detrítico central del Duero), mientras que la unidad 02.18 corresponde al Sistema Acuífero nº 11 o Cretácico calcáreo de Segovia (fig. 4).

- Unidad Hidrogeológica 02.09 Burgos-Aranda:

Se trata de la unidad hidrogeológica con mayor extensión dentro de la hoja, con una superficie de afloramiento de 398,3 km². Comprende tanto las formaciones terciarias de la Región Este o de la Ibérica (según IGME, 1980), de edad Mioceno superior, como rañas y terrazas altas del Plio-Pleistoceno, que en conjunto dan lugar a un acuífero heterogéneo y anisótropo.

Está formada litológicamente por materiales detríticos y carbonatados, ordenados en alternancias de niveles subhorizontales de calizas, margas, arcillas, limos, arenas y conglomerados que constituyen un conjunto semipermeable, en el que se intercalan bancos lenticulares de mayor permeabilidad. Los acuíferos que originan pueden comportarse como libres (Calizas del Páramo) o semiconfinados, como sucede con las facies detríticas del Aragoniense-Vallesiense, que se hallan en conexión hidráulica con las formaciones terciarias de la Unidad Central (02.08) y con los mesozoicos calcáreos de las unidades Segovia (02.18) y Arlanza-Ucero-Avión (02.10).

La potencia alcanzada por los materiales terciarios puede superar los 3.000 m., de acuerdo con los sondeos petrolíferos, de los cuales no más del 10% corresponden a niveles acuíferos. Sus parámetros hidráulicos son poco conocidos, estimándose una porosidad eficaz media para el conjunto de alrededor del 5%, tanto intergranular como por karstificación.



ESCALA 1:200.000

UH 02.09 BURGOS-ARANDA

Ac. Libres Superficiales



Calizas del Páramo



Rañas y terrazas altas (detrítico)

Ac. Profundo



Terciario Detrítico

UH 02.12 ALUVIALES DEL DUERO Y AFLUENTES



Llanura de inundación y Terrazas bajas (Ac. Libre)

UH 02.14 PARAMO DEL DURATON



Calizas (Ac. Libre)

UH 02.18 SEGOVIA



Calizas y dolomías karstificadas



Pozos y sondeos de interés



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



Límites de las Unidades Hidrogeológicas

FIGURA 3: Unidades Hidrogeológicas y acuíferos más importantes presentes en la hoja de Fuentelcesped.

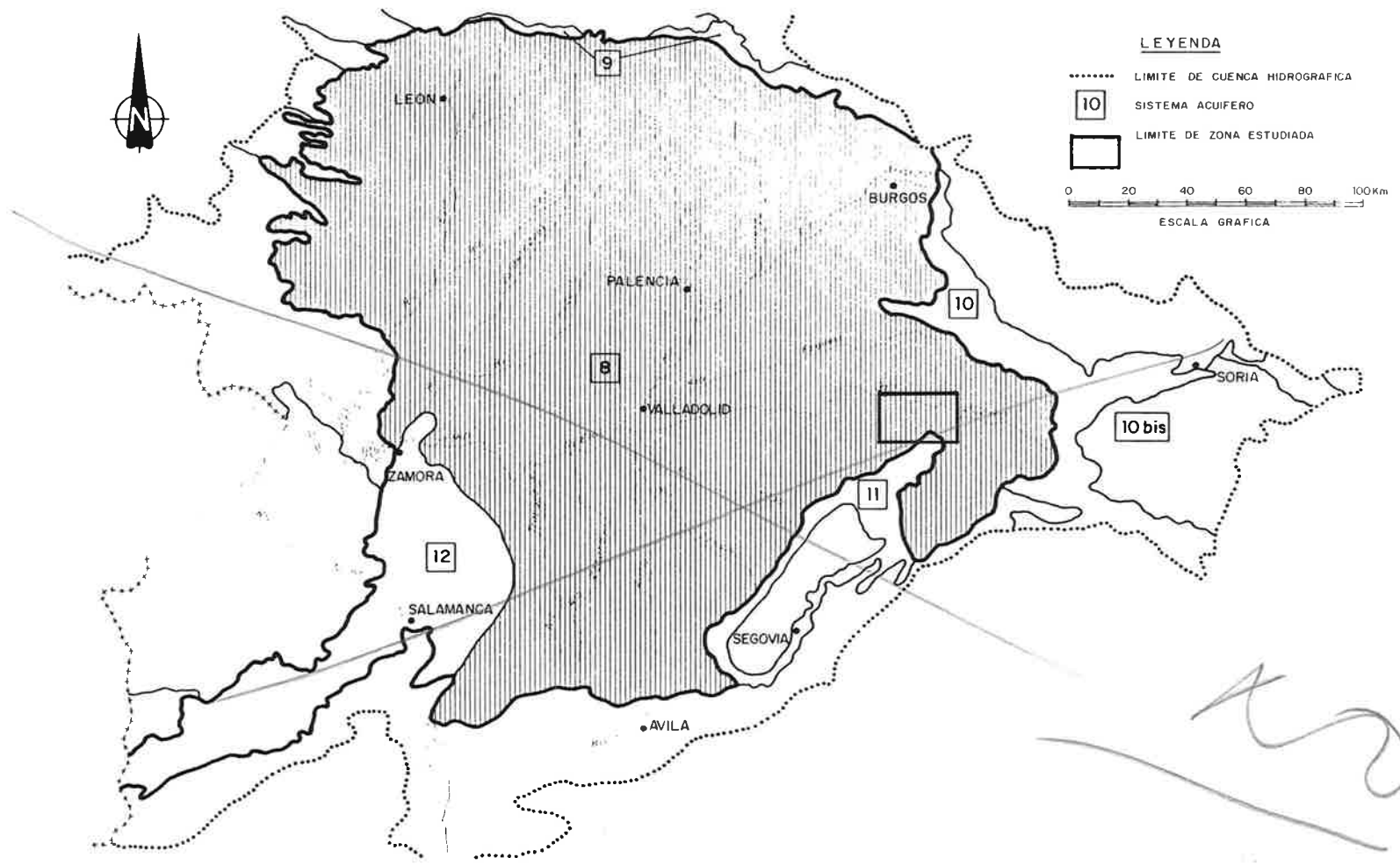


FIGURA 4: Sistemas Acuíferos de la Cuenca del Duero (IGME, 1980).

La explotación de aguas subterráneas en esta zona puede calificarse de baja, dada la disponibilidad de recursos superficiales para satisfacer las demandas más importantes. Para las extracciones de los acuíferos libres plio-cuaternarios se emplean pozos de menos de 10 m. de profundidad, con caudales que alcanzan los 25 l/seg. Los niveles acuíferos del Mioceno se alcanzan mediante sondeos, cuyos datos se resumen en la Tabla 2, que pueden aportar caudales medios de 15 l/seg., con caudales específicos de 0,75 l/seg/m.

TABLA 2

NIVELES EXPLOTADOS	PROFUNDIDAD	NUMERO DE SONDEOS	CAUDALES MEDIOS EXTRAÍDOS
Acuíferos detríticos	De 10 a 100 m	5	6,8 l/seg
"	De 100 a 200 m	5	7 l/seg
"	De 200 a 300 m.	4	48,6 l/seg
Acuíferos calcáreos (Páramo)	De 10 a 100 m.	5	7,5 l/seg
"	De 100 a 200 m.	3	22,5 l/seg (*)
"	De 200 a 300 m.	2	2 l/seg

(*) Sólo existen datos de un sondeo

Puede decirse que un 55% de las aguas subterráneas extraídas mediante pozos y sondeos se dedican a abastecimiento urbano, un 40 % a la agricultura y ganadería, y el resto, aproximadamente un 5%, a usos industriales.

Las facies hidroquímicas predominantes en esta unidad son las aguas bicarbonatadas cálcicas, pudiendo ser localmente sulfatadas cálcicas. En general se trata de aguas aptas para abastecimiento y regadío, con conductividades medias en torno a los 1.000 μ s/cm. Dentro del acuífero no se detectan problemas de contaminación importantes, aunque pueden apreciarse niveles elevados de nitratos originados por la actividad agrícola en algunas zonas.

Resulta complicado precisar el balance hídrico de esta unidad. Su recarga se realiza mediante infiltración directa de aguas meteóricas, que puede cifrarse en torno a los 8,4 hm³/año dentro de la hoja, y por flujo subterráneo procedente de la Ibérica y de la Unidad Segovia, en cantidades difíciles de cuantificar (fig. 5). Asimismo, su descarga se efectúa por drenaje a través de los ríos Duero y Riaza, y por flujo lateral hacia la Unidad Central y, en menor medida, por bombeos.

-Unidad Hidrogeológica 02.12 Aluviales del Duero y Afluentes:

Incluye todos los acuíferos libres superficiales originados por los sedimentos de la llanura de inundación y terrazas bajas del río Duero y sus principales afluentes, como el Riaza, en este caso.

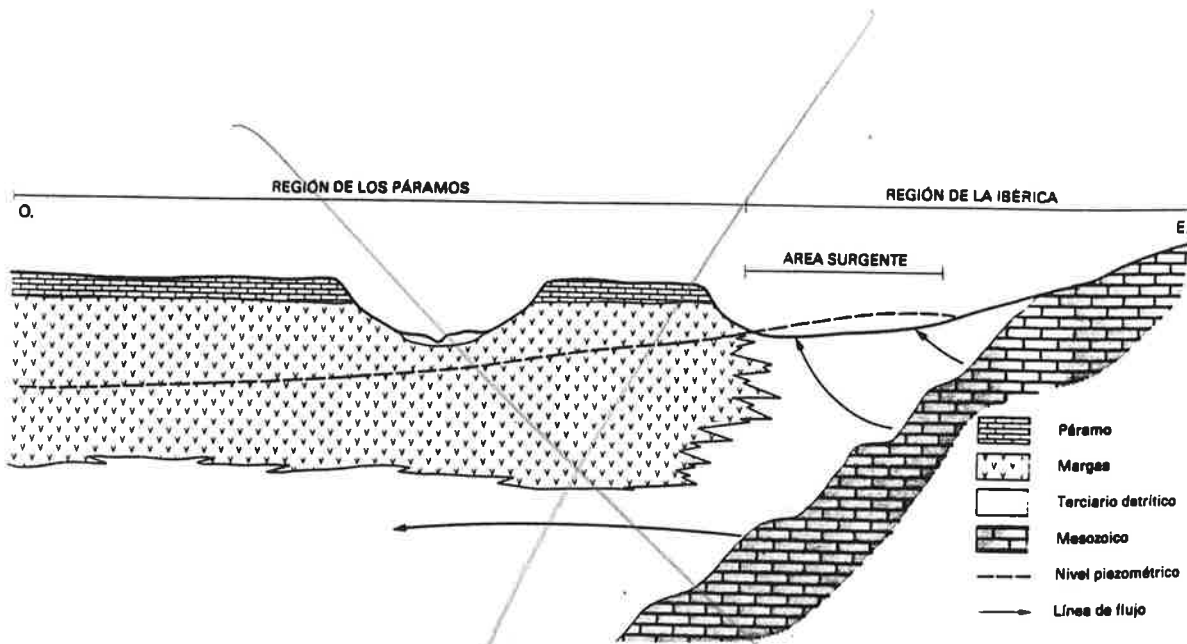


FIGURA 5: Esquema de flujo subterráneo. Región de la Ibérica (IGME, 1980)

Este tipo no es la
Iberica

Su litología está constituida 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 m²/día y un coeficiente de almacenamiento del 10%.

La explotación de estos acuíferos se realiza principalmente con fines agrícolas y se efectúa mediante pozos de gran diámetro y sistemas de pozos-galería que aportan caudales de 5 a 15 l/seg, con caudales específicos de 1 a 10 l/seg/m.

Los ríos Duero y Riaza drenan los acuíferos cretácicos y terciarios de la región, bien directamente o a través de su sistema de terrazas, las cuales a su vez se recargan por infiltración directa de agua de lluvia, por los retornos de riego y por las pérdidas de los canales distribuidores.

-Unidad Hidrogeológica 02.14 Páramo del Duratón:

Los niveles calcáreos finimiocenos (Vallesiense-Turolense) dan lugar a un acuífero con porosidad debida karstificación, que puede ser libre (tipo "isla"), cuando se trata de las "Calizas Superiores del Páramo", o bien con diferentes grados de confinamiento, si se consideran las "Calizas Inferiores" situadas en la base de la serie o cualquiera de los diferentes niveles intercalados, con escasa continuidad lateral.

Esta serie margocalcareas tiene una potencia de 80 a 100 m. y se encuentra aislada en su base por los niveles limo-arcillosos rojos, semipermeables, del Aragonense, que forman parte de la Unidades Central (02.08) y/o Burgos-Aranda (02.09).

El Páramo del Duratón tiene una superficie de 27,5 km² dentro de la hoja y recibe una recarga de unos 4,3 hm³ anuales (aproximadamente el 12% del total), procedente de la infiltración de aguas meteóricas. El balance hídrico de la unidad (IGME, 1980) indica unas entradas por infiltración de 36 hm³/año y un drenaje mediante manantiales, hacia los ríos Duratón y Riaza, de 45 hm³/año, por lo que existe un déficit de unos 9 hm³/año, que se cubre mediante aportaciones subterráneas de la Unidad Segovia (02.18)..

Los manantiales inventariados a lo largo del perímetro de la unidad en esta hoja drenan anualmente unos 28 hm³ hacia los arroyos afluentes del Riaza. La mayor parte de sus aguas se emplean para abastecimiento de poblaciones como Fuentemolinos, Adrada de Haza o la Sequera de Haza. A continuación se resumen los datos de los más característicos:

TABLA 3

NUMERO EN EL INVENTARIO	DENOMINACIÓN	COTA (msnm)	CAUDAL (l/seg.)	USO DEL AGUA
19151001	Fuente molinos	880	160	Abastecimiento
19155002	Fte. Hontanguillas	860	700	Abastecimiento
19155003	Fte. Cueva Redonda	870	25	Regadío
19155004	F de La Sequera	870	15	Abastecimiento

Los parámetros hidrogeológicos de esta unidad no se conocen, debido a la casi ausencia de sondeos de extracción. Por su semejanza con el vecino Páramo de Cuellar (02.13) cabe atribuir a las calizas una transmisividad de 200-1000 m²/día, con posibilidad de extraer caudales de 10 a 30 l/seg. mediante sondeos (IGME, op cit).

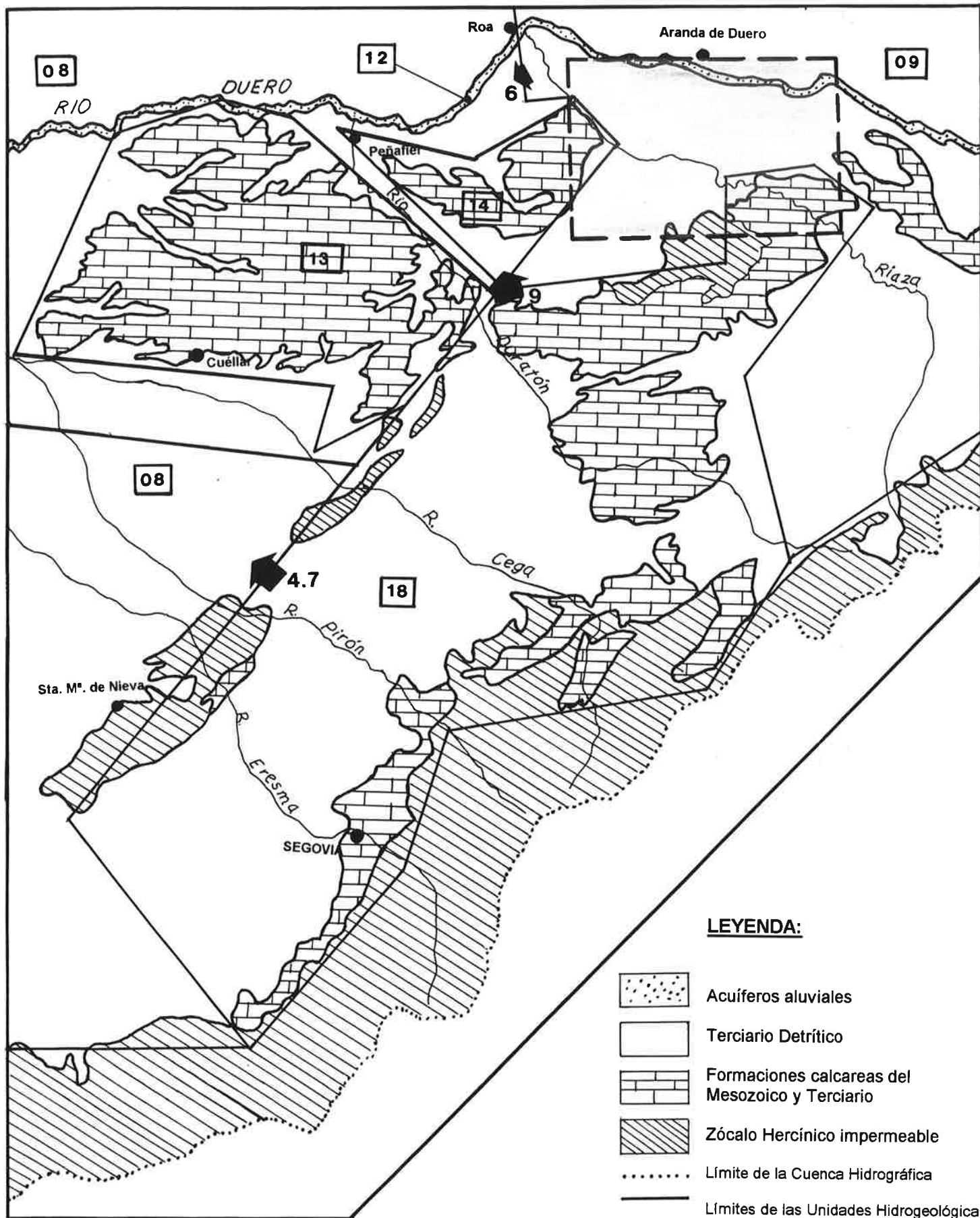
La calidad química de las aguas de esta unidad permite calificarlas de aptas para el abastecimiento y regadío. La facies hidroquímicas predominantes son las aguas bicarbonatadas cálcicas, con sólidos disueltos totales inferiores a 700 ppm (IGME, 1987). Localmente se detectan niveles de nitratos superiores a 30 ppm, lo que las convierte en poco recomendables para el consumo humano.

- Unidad Hidrogeológica 02.18 Segovia:

Los materiales asociados a esta unidad, coincidente con el Sistema Acuífero nº 11, afloran en el cuadrante SE de la hoja, con una superficie de 87,5 km² y corresponden al extremo más septentrional de su área de definición (Sierra de Pradales).

Se trata de un conjunto heterolítico que comprende todas las series mesozoicas adosadas al zócalo hercínico del Sistema Central, los materiales terciarios sinorogénicos discordantes con los anteriores y las series 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 (figura 6).





En términos generales, las formaciones mesozoicas con mayor interés hidrogeológico son las series dolomíticas del Jurásico (Fms Imón, Cortes de Tajuña y Cuevas Labradas) y las formaciones calcáreas y dolomíticas del Cretácico Superior, que en el dominio de Honrubia-Pradales son las Calizas de Linares (Turoniense-Coniaciense) y Dolomías de Montejo de la Vega (Coniaciense-Campaniense). Estas dos últimas constituyen un paquete permeable por fracturación y karstificación de unos 160 m. de potencia, localmente confinado por las unidades margo-yesíferas del Cretácico terminal y




ESCALA: 1:500.000

FIGURA 6

LEYENDA:

-  Acuíferos aluviales
-  Terciario Detrítico
-  Formaciones calcáreas del Mesozoico y Terciario
-  Zócalo Hercínico impermeable
-  Límite de la Cuenca Hidrográfica
-  Límites de las Unidades Hidrogeológicas
-  Hoja de Fuentelcesped (375)

 Aportaciones subterráneas entre Unidades Hidrogeológicas (hm³/año)

LEYENDA FIG. 6 (continuación)

Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca del Duero (02) presentes:

- 08** REGIÓN CENTRAL DEL DUERO
- 09** BURGOS - ARANDA
- 12** ALUVIALES DEL DUERO
- 13** PÁRAMO DE CUÉLLAR
- 14** PÁRAMO DEL DURATÓN
- 18** SEGOVIA

FIGURA 6: Límites de la Unidad Hidrogeológica **02.18 SEGOVIA** y relaciones con las unidades adyacentes (modificado de DGOH-ITGE, 1988).

Paleógeno. Los restantes tramos areniscosos y margocalcareos presentan un interés secundario por su menor potencia y/o permeabilidad. Entre ellos cabría destacar a la Formación Arenas y Conglomerados de Carabias (Albiense), con 100 m de potencia que ocasionalmente puede constituir un acuífero de cierta importancia, aunque suele comportarse como acuitardo.

Las relaciones entre los niveles permeables e impermeables distinguidos en la serie mesozoica resultan difíciles de establecer, debido a la intensa compartimentación que sufren las formaciones, causada por las sucesivas fases tectónicas. Dentro de la hoja, los materiales cretácicos adoptan una disposición monoclinial, con un flanco subhorizontal poco fracturado en el que las formaciones senonienses pueden dar lugar a un acuífero confinado o semiconfinado.

Los materiales terciarios, que constituyen el acuífero principal de la Unidad Segovia en sus zonas central y meridional, a penas tienen interés hidrogeológico dentro de esta hoja. Sin embargo, hay que destacar los paquetes conglomeráticos polimícticos de borde (de edad Aragoniense-Vallesiense), que se hallan en discordancia angular con el Cretácico. Su potencia puede superar los 150 m, especialmente en el sector Honrubia-Montejo de la Vega, y pueden presentar una importante permeabilidad por karstificación.

Esta unidad tiene muy poco interés hidrogeológico en la zona, debido a la escasa demanda de agua de las localidades ubicadas sobre ella, cuyas necesidades quedan sobradamente cubiertas mediante las aguas surgentes de los manantiales, en los cuales se han aforado caudales de 2 a 20 l/seg. En caso de no contar con tales recursos, la explotación mediante sondeos del acuífero cretácico podría aportar caudales superiores a los 20 l/seg, siempre que las captaciones se ubiquen en los lugares adecuados, como es el caso del sector Valdevacas-Montejo-Embalse de Linares, donde dichos materiales presentan un suave sinclinal.

La recarga de la Unidad Segovia se efectúa principalmente por infiltración de aguas meteóricas y, en menor medida, por aportaciones laterales procedentes de la Ibérica. Las salidas se realizan en más del 80% a través de los ríos que se encajan en ella, por flujo subterráneo hacia las U.H. 02.09 y 02.14 adyacentes (ver figura 6) y alrededor del 15 % por bombeos.

La calidad del agua, muy uniforme en toda la unidad, permite su utilización en abastecimiento y riego. Son aguas poco mineralizadas, bicarbonatadas cálcico-magnésicas, blandas, con una conductividad inferior a 600 $\mu\text{s}/\text{cm}$, y en las que no se detectan problemas de contaminación destacables.

- En el esquema hidrogeológico de la figura 3 se han definido como **materiales impermeables** a escala regional, todos los pertenecientes al

Paleozoico (Cámbrico y Ordovícico), así como las diferentes rocas plutónicas asociadas. Litológicamente, se trata de areniscas, pizarras, cuarcitas, esquistos, gneises y granitos que afloran en el borde centro-sur de la hoja, pertenecientes al Macizo de Honrubia-Pradales.

Estos materiales quedan incluidos tanto dentro de la U.H Burgos-Aranda, como de la U.H. Segovia, de cuyos mesozoicos se separan por contacto mecánico (borde impermeable). Generalmente carecen de interés hidrogeológico, si bien pueden originar pequeños manantiales asociados a zonas de fractura o alteración.

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 (1987): 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 (1991): 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.