

INFORME HIDROGEOLÓGICO

413 19.16

MADERUELO

Este informe hidrogeológico ha sido redactado por los siguientes titulados superiores:

A. García Cortés. (E.T.S.I.M.M.)
H. Mansilla Izquierdo. (E.T.S.I.M.M.)
I. Quintero Amador. (E.T.S.I.M.M.)
T. de Torres Pérez-Hidalgo. (E.T.S.I.M.M.)

Director y Supervisor:

V. Gabaldón (I.T.G.E.)

1.- RESUMEN

De todos los materiales aflorantes en la Hoja de Maderuelo, se consideran dignos de consideración como acuíferos los siguientes:

- * Acuífero inferior del Mesozoico
- * Acuífero superior del Mesozoico
- * Acuífero detrítico del Neógeno

Los dos primeros acuíferos están incluidos dentro del Sistema Acuífero 11 del Instituto Tecnológico Geominero de España, mientras que el acuífero detrítico Neógeno forma parte del Subsistema "Región Ibérica" del Sistema (Terciario Detrítico de la Cuenca del Duero).

1.1.- Acuífero Inferior del Mesozoico.

En este acuífero se incluyen materiales de litologías y permeabilidades muy heterogéneas pero que se han agrupado para constituir un conjunto continuo sin intercalaciones impermeables de gran importancia.

El acuífero está constituido, de muro a techo, por:

-200 m de materiales detríticos triásicos, con porosidad intergranular escasa (índice A2) debido a la presencia de arcillas, y con intercalaciones lentejonares arcillosas impermeables con desarrollo y potencia en ocasiones considerables.

-60 m de dolomías rethienses, con porosidad por fisuración y karstificación importante (B2) aunque con intercalaciones impermeables de margas dolomíticas.

-0 a 15 m de calizas micríticas del Lías inferior, con porosidad moderada por fracturación y karstificación (B2).

-250 m de materiales detríticos en facies Utrillas, más

conglomeráticos en la base y con porosidad intergranular moderada por la presencia de arcillas (A2), decreciendo de muro a techo debido a la disminución de la granulometría; también aumentan hacia techo las intercalaciones arcillosas lentejonares.

El Precámbrico y Ordovícico inferior constituyen los materiales impermeables a muro, mientras que el impermeable de techo son los 100 m de arcillas y margas del Cenomaniense superior y Turoniense inferior.

1.2.- Acuífero Superior del Mesozoico.

Está formado por dos importantes niveles carbonatados con porosidad por fracturación y karstificación (índice B1), los 50 m de calizas del Turoniense superior y los 80 m de calizas y dolomías del Coniaciense superior- Maestrichtiense medio, separados ambos por una pequeña intercalación margosa dolomítica del Coniaciense, con 10 m de potencia.

El nivel impermeable de muro son las arcillas y margas del Cenomaniense superior-Turoniense inferior, con 100 m de potencia, mientras que el nivel impermeable de techo son los 200 m de margas dolomíticas del Cretácico terminal-Paleoceno; este último nivel, sin embargo, está muy desmantelado por la erosión por lo que en ciertas zonas se produce una comunicación con el acuífero detrítico neógeno, como luego se verá.

1.3.- Acuífero Detrítico del Neógeno.

Como se mencionó anteriormente, este acuífero forma parte del acuífero del Terciario detrítico de la Cuenca del Duero, constituido por las formaciones lenticulares de arenas y gravillas englobadas en una matriz limo-arcillosa. Su permeabilidad por consiguiente no es muy grande (índice A2).

Este acuífero aflora en la mitad suroriental de la Hoja y en su esquina noroccidental, un total de 250 km²; tiene una

potencia máxima de unos 250 a 300 m y su impermeable de muro puede ser tanto Precámbrico y Paleozoico, en gran parte de su extensión este acuífero está conectado con los acuíferos mesozoicos sobre los que en muchas ocasiones se apoya directamente.

2.- ANTECEDENTES

Los trabajos hidrogeológicos que han tenido por objeto la zona que nos ocupa presentan, en la mayoría de los casos, un carácter muy específico como son los trabajos de medición y control de pozos; otros, de carácter propiamente hidrogeológico, rebasan el ámbito de la Hoja; estos últimos son los Informes Hidrogeológicos del Páramo de Cuéllar (ITGE, 1980) y del Páramo del Duratón (ITGE, 1980), así como el Mapa Hidrogeológico de España escala 1:200 000 de Aranda de Duero (ITGE, 1991). Además, el ITGE tiene publicado un proyecto de investigación hidrogeológico de la Cuenca del Duero con fines para la ubicación de las posibles captaciones para abastecimientos urbanos que se centra en un estudio de calidad de agua en el Terciario detrítico.

Dentro del Plan Hidrológico Nacional (1980) se ha realizado el estudio de los recursos subterráneos de la Cuenca del Duero.

En 1981, el ITGE publica el Estudio Hidrológico del Sistema Acuífero nº 10 (Unidad kárstica mesozoica del extremo septentrional de la Ibérica).

Por último, hay una serie de publicaciones realizadas también por el ITGE sobre la evolución piezométrica de los acuíferos de la Cuenca del Duero (período de análisis 1972-1981), así como varios proyectos para la vigilancia y control de los acuíferos de la cuenca del Duero (1983).

3.- CLIMATOLOGÍA

La Hoja de Maderuelo está situada en el sector suroccidental de la cuenca del Duero, próxima por el Norte a las estribaciones de la Sierra de Riaza o de Somosierra, perteneciente esta última al Sistema Central; y como ya se ha comentado en el capítulo de introducción, se trata de una comarca con una altitud media superior a los 1000 m.

El clima en invierno es muy frío, con más de 70 días de heladas. Las fechas más frecuentes de la primera helada son en la segunda quincena de Octubre y la última a finales de Abril.

La temperatura media mensual en el mes de Enero es de 2°C, con temperaturas mínimas en torno a los 0°C y unas temperaturas máximas medias de 5°C; las mínimas absolutas pueden alcanzar los -17°C en el mes de Enero.

La duración media del período invernal (número de días transcurridos entre la primera y última helada), es de 173 días. En todos los años se registran heladas.

El verano, en cambio, es agradable, con noches frescas y gran oscilación térmica diurna. La temperatura media mensual del mes de Julio es de 21°C, con temperaturas mínimas medias de 13°C y máximas medias de 29°C. Existen registros de temperaturas máximas absolutas de 39°C.

En cuanto a las precipitaciones, gracias al relieve de la Hoja y a la proximidad del Sistema Central, los valores son más altos que en las comarcas adyacentes de la cuenca del Duero, superando los 550 mm, con máximos de precipitación en Mayo y Diciembre, y con un mínimo en Agosto y Julio; esto es característico del clima mediterráneo. No obstante es de resaltar el carácter regular de las precipitaciones ya que durante el mes más lluvioso (Mayo) éstas apenas alcanzan el 13% del total anual.

Respecto a los vientos, estos son dominantes del O-NO,

siendo el primero de ellos el más lluvioso.

Como consecuencia de este clima, la vegetación espontánea está constituida, en el estrato arbóreo y en terrenos calizos, por sabinas (*Juniperus thurifera*), y en los terrenos silíceos por rebollos (*Quercus pyrenaica*) y pinos rodeno (*Pinus pinaster*) y negral o laricio (*Pinus nigra*), este último introducido por repoblación en las cotas más altas de la Hoja.

En cuanto a la vegetación espontánea arbustiva y herbácea, abundan las carrascas (*Quercus coccifera*), los espliegos (*Lavandula* sp.), tomillos (*Thymus* sp.), el romero (*Rosmarinus officinalis*), el asfodelo o gamón (*Asphodelus alba*), el majuelo (*Crataegus monogyna*), las zarzas (*Robus* sp.), la estepa (*Cistus laurifolius*), la aliaga (*Genista scorpius*) y, en las zonas altas y silíceas la brecina (*Calluna vulgaris*).

4.- HIDROLOGIA SUPERFICIAL

4.1.- Características de las cuencas

En la zona que nos ocupa, al faltar por completo las estaciones de aforo y de medición de calidad de aguas, poco se puede decir de las características hidrológicas.

La totalidad de la superficie de la Hoja está incluida en la cuenca del río Riaza, que ocupa aproximadamente la mitad noroccidental de la Hoja y la del río Duratón que ocupa la mitad suroccidental.

Dentro de la primera destaca la subcuenca del río Bercimuel, tanto por superficie, casi un 30% de la Hoja, como por sus aportaciones anuales. En menor medida destaca también la subcuenca del Arroyo de la Fuente del Risco, al norte de la Hoja.

En la zona correspondiente a la cuenca del Duratón, la mayor

importancia corresponde, por los mismos motivos, a la subcuenca del Arroyo de las Vegas que ocupa aproximadamente un tercio de la Hoja; también presenta aportación de relativa importancia la subcuenca del Arroyo del Valle de Tabladillo.

4.2.- Red de control hidrométrico. Régimen de caudales

En ninguno de los ríos de la Hoja hay estaciones de aforo, por lo que no es posible cuantificar el caudal. Por el contrario, fuera de los límites de la Hoja aunque muy cercana (Embalse de Linares) existe instalada por el M.O.P.T. una estación de aforo en el río Riaza. En este punto se indica el caudal que aporta dicho Riaza al Embalse de Linares en la esquina NE de la Hoja; el caudal medio anual que aporta es de $4 \text{ m}^3/\text{s}$ y la superficie de la cuenca de drenaje es de 1100 km^2 .

4.3.- Zonas húmedas

Las zonas húmedas se limitan en la actualidad a una pequeña área al NE de Campo de San Pedro.

4.4.- Riesgos hidrológicos

En la zona que nos ocupa el régimen de lluvias existente, como se ha visto en el apartado de Climatología, es bastante regular, lo que no favorece la existencia de riesgos por avenidas. Esta deducción se corrobora mediante el análisis de los sedimentos existentes en los fondos de los valles; estos sedimentos son de poca importancia en toda la Hoja, lo cual aboga por un régimen fluvial bastante muy poco enérgico. Todo ello permite afirmar que los riesgos hidrológicos son escasos en la Hoja de Maderuelo.

5.- HIDROGEOLOGÍA

5.1.- Encuadre Geológico

La Hoja de Maderuelo está encuadrada en el sector suroriental de la cuenca del Duero. Esta cuenca es la mayor de las depresiones de la meseta Ibérica y está individualizada en la submeseta meridional por el Horst que constituye el Sistema Central. Aunque la cuenca del Duero está rellena por materiales terciarios, más o menos afectados por la orogenia alpina, y por materiales cuaternarios. El área que nos ocupa es uno de los pocos asomos internos de la cuenca donde afloran por causas tectónicas y por denudación de materiales del zócalo antiguo y de la cobertera mesozoica. Este zócalo está formado en la Hoja de Maderuelo por materiales precámbricos y ordovícicos afectados por la orogenia hercínica que los plegó y por la alpina que provocó su fracturación y compartimentación en bloques escalonados que van elevándose hacia el Sistema Central. La cobertera mesozoica, que fosiliza el zócalo hercínico, es relativamente delgada, contiene en la zona de estudio, materiales tanto triásicos como jurásicos y cretácicos, con predominio de estos últimos. Debido a su escasa potencia, sus deformaciones se adaptan a la disposición tectónica en escalones del zócalo, estructurándose en pliegues vergentes al Norte y frecuentemente en rodilla.

En cuanto a los rellenos cenozoicos correspondientes a la cuenca del Duero están constituidos por materiales detríticos de origen fluvial y aluvial (conglomerados, gravas, limos y arcillas) y por calizos formados, según las áreas, en medios lacustres, palustres o de "playa-lake" y que en la Hoja están representados en su mitad oriental.

Los materiales de interés hidrogeológico se agrupan en tres grandes unidades hidrogeológicas: el acuífero inferior del Mesozoico, el acuífero superior del Mesozoico y el acuífero detrítico del Terciario.

5.2.- Acuífero inferior del Mesozoico

5.2.1.- Areniscas, conglomerados y arcillas. Triásico.

Al Norte de la Serrezuela de Pradales, los materiales triásicos se apoyan discordantemente sobre precámbricos y paleozoicos. Comienzan por un conjunto de conglomeradas, areniscas y arcillas, con una potencia total de 200 m. En la base de esta unidad abundan los bancos de conglomerados, gravas y arenas de color rojizo, aunque estos últimos también pueden presentar colores blanquecinos. Los cantos de gravas y conglomerados son de cuarcita y están bien redondeados. A medida que se asciende en la serie, los sedimentos de mayor granulometría van desapareciendo dando paso a una sucesión de areniscas, arenas y arcillas, en general rojizas pero van abundantes niveles blanquecinos en las arenas.

En las areniscas son frecuentes las estratificaciones cruzadas en surco, propias del medio de depósito de estos materiales que es claramente fluvial.

En cuanto a la edad de estos materiales, si bien la facies que presentan es claramente Buntsandstein, es muy posible que en ellos esté representado gran parte del Trias inferior, medio y superior; al no llegar hasta el área que nos ocupa la transgresión del Triásico medio, la sedimentación debió continuar hasta el Rhetiense con características muy parecidas a las del Trias inferior, dando lugar a unos depósitos de facies Bunt.

El interés hidrogeológico de esta formación es, en principio, importante puesto que son materiales detríticos con porosidad intergranular, pero debido a la presencia de arcillas y a las intercalaciones lenticulares arcillosas dan al conjunto de esta formación una permeabilidad bastante baja. En las zonas con ausencia de dichas intercalaciones la permeabilidad es algo mayor.

5.2.2.- Carniolas, dolomías y margas dolomíticas intercaladas. Rhetiense-Hettangiense.

En paraconformidad con los niveles detríticos anteriores,

se inicia un tramo dolomítico con una potencia próxima a los 60 m, si bien en algunas zonas la erosión producida tras los movimientos aústricos desmanteló por completo estos materiales.

Esta unidad cartográfica comienza por un primer nivel de 18 m de dolomías (doloeparitas) de aspecto acarniolado y estratificación masiva, con colores grises, rosas o rojizos. Un segundo nivel, que presenta potencias del orden de los 8 m, estaría compuesto por dolomías detríticas (doloeparitas) rojas, con estratificaciones cruzadas (de hasta 30°). Sobre el nivel anterior aparecen entre 6 y 8 m de margas dolomíticas blanco-amarillentas y ocreas. A techo de la unidad aparece un cuarto nivel de 25 m de potencia constituido por dolomías laminadas y tableadas (dolomicritas) de color blanco amarillento. Las laminaciones son de carácter criptalgal.

Todos estos sedimentos, aunque no presentan restos fósiles, son atribuibles por facies al Rhetiense-Hettangiense.

Las formaciones dolomíticas, por sí mismas, son de permeabilidad muy baja, sin embargo, en este caso presentan fisuración y karstificación bastante importante por lo que confiere una permeabilidad muy alta. Pero también hay que tener en cuenta la presencia de intercalaciones margosas que hacen disminuir la permeabilidad del conjunto. Por ello a todo este tramo se le ha dado una permeabilidad bastante alta.

5.2.3.- Calizas micríticas. Sinemuriense.

Al Oeste de la Hoja, en el cerro de Casera y sus proximidades aparecen unos pocos metros (15 a lo sumo) de calizas de grano fino (micritas) de color crema en estratos decimétricos; son calizas muy poco fosilíferas. En la parte superior de este tramo se intercalan niveles de hasta 15 cm de calizas detríticas y bioclásticas (intrabiomicritas) con microfauna de edad Sinemuriense. Los materiales micríticos presentan una porosidad intergranular escasa. La porosidad por fracturación y fisuración

en este caso es moderada. la permeabilidad es menor que en las carniolas y dolomías del Rethiense, por presentar éstas un tamaño de grano mayor.

5.2.4.- Gravas, conglomerados, arenas y areniscas. Facies Utrillas. Albiense-Cenomaniense medio.

Esta unidad se apoya en discontinuidad estratigráfica e incluso en suave discordancia angular sobre materiales del Trías detrítico, del Rethiense-Hettangiense y del Sinemuriense. Está constituido por gravas, conglomerados, arenas y areniscas son predominio de las dos primeras litologías en la parte inferior del tramo. La potencia total alcanza los 250 m en las inmediaciones de Navares de las Cuevas, aunque es extremadamente variable, con valores mínimos en el area en estudio de unos 80 m. Esto es debido a que esta unidad se depositó sobre un paleorelieve, por lo que las variaciones de espesor son a veces muy bruscas.

Las gravas y conglomerados son de cantos de cuarcita redondeados. Las arenas son bastante heterométricas, aunque predominan los tamaños de arena media a muy gruesa. Están compuestas de cuarzo y, en menor proporción, de feldespato. La matriz arcillosa es bastante escasa. Son frecuentes los restos carbonosos microscópicos. Los colores que presentan estas arenas varían del rojo al blanco.

Las estructuras sedimentarias observadas son, en los conglomerados, la estratificación cruzada planar y, en las arenas, las estratificaciones cruzadas en surco y planares. Todo parece indicar que el medio de depósito de estos materiales fue un medio fluvial anastomosado ("braided").

No se han encontrado restos que permitan datar directamente esta unidad pero su correlación con las arenas del Utrillas y la presencia en la unidad suprayacente de fauna del Cenomaniense superior y nos permite atribuir estos materiales al Albiense-

Cenomaniense medio.

Una vez caracterizados los materiales que se encuentran en esta formación, se puede hablar de su interés desde el punto de vista hidrogeológico. Las arenas son bastantes heterométricas aunque con predominio de tamaños de arena media a gruesa y una matriz arcillosa bastante escasa; todo ello indica una permeabilidad bastante alta (por porosidad intergranular).

5.2.5.- Base impermeable del acuífero

La base impermeable de este acuífero inferior del Mesozoico son los materiales del zócalo precámbrico y paleozoico y que describimos a continuación de manera muy sucinta.

5.2.5.1.- Rocas plutónicas tardihercínicas. Pegmatitas. Pérmico.

Al Norte del cuadrante noroccidental de la Hoja aflora un lentejón pegmatítico que arma entre los materiales ordovícicos, a los que intruye, y está recubierto parcialmente por sedimentos triásicos. Este afloramiento no es el único existente en la Hoja de Maderuelo pero es el que se ha cartografiado por sus mayores dimensiones. Son frecuentes los lentejones pegmatíticos y pegmoaplíticos entre los gneises de las unidades cartografiadas.

La edad de estas rocas filonianas es muy probablemente tardihercínica (pérmica.)

5.2.5.2.- Gneises con algunas intercalaciones de cuarcitas feldespáticas. Precámbrico.

En esta unidad existen afloramientos de muy dispar extensión, el primero de ellos y el más grande, se localiza al NO de la localidad de Pradales, en el cuadrante noroccidental de la Hoja, mientras que el segundo, de dimensiones métricas y con una representación exagerada en el mapa geológico, aparece 1 Km

al SE de Urueñas, en el cuadrante suroccidental. Se trata de gneises de distintos tipos, dominando los microglandulares o glandulares de grano fino a medio, aunque también aparecen gneises bandeados, de grano fino o miloníticos.

Entre los gneises aparecen niveles de cuarcitas feldespáticas (y en ocasiones granatíferas) esquistosadas.

Todos los materiales han sufrido un metamorfismo regional de grado bajo (biotita) a medio (granate), al que en ocasiones se le ha sobreimpuesto y metamorfismo dinámico.

Las esquistosidades medias en estos materiales se agrupan entorno a dos familias: una de rumbo N-120° y buzamiento 75° al N y otra del mismo rumbo pero buzando 30° al N.

La edad de estos materiales, por correlación con otras áreas del Sistema Central, se considera precámbrica.

En esta unidad intruyen numerosos cuerpos pegmatíticos, probablemente tardihercínicos y similares al descrito en la unidad precedente, de dimensiones muy modestas y por tanto no cartografiables. Estas pegmatitas son especialmente frecuentes al SO del afloramiento principal (cuadrante noroccidental).

5.2.5.3.- Gneises glandulares en facies "ollo de sapo". Precámbrico.

Al Norte de la Hoja, aparece otro afloramiento importante de gneises que se han diferenciado cartográficamente, de los precedentes por presentar facies ligeramente distintas. Se trata, de gneises glandulares en facies de "ollo de sapo", con alguna intercalación de grano más fino, pero en cualquier caso mucho más monótonos que los correspondientes a la unidad anterior. Además no se han observado ningún otro tipo de rocas metamórficas, si exceptuamos una pequeña intercalación anfibolítica con pequeñas cantidades de mármol, situada en las proximidades del Arroyo de

la Tezosa a 1 Km al NO de la Ermita de N^a Señora del Lirio. Sí aparecen, en cambio, lentejones pegmatítico y pegmo-aplíticos tardihercínicos, similares a los de la unidad anterior, aunque no tan frecuentes.

El metamorfismo que presentan los gneises es también de grado bajo a medio y de tipo regional al que se le sobreimpone otro de tipo dinámico. Las esquistosidades observadas en estos gneises pertenecen a las mismas dos familias detectadas en la unidad precedente.

Los gneises descritos tienen una permeabilidad muy baja, debido a la naturaleza metamórfica de estos materiales; no obstante presentan una fracturación importante que puede dar lugar, en determinados puntos, a manantiales nutridos por el agua acumulada en estas fracturas, sin que en ningún momento pueda decirse que la formación tenga interés como acuífero.

5.2.5.4.- Cuarcitas y cuarcitas micáceas. Tremadociense superior-Arenigiense inferior.

En discontinuidad estratigráfica sobre los gneises de la primera unidad aparece un tramo cuarcítico de potencia variable entre los 15 y los 30 m. Estas cuarcitas se disponen en estratos de espesor comprendido entre los 50 cm y 1 m, separadas por nivelillos de metapelitas y esquistos. Son cuarcitas bastante impuras, con menos del 95% de cuarzo, y cuarcitas micáceas. Los colores, en corte fresco son rosados, pardo-rosados, grisáceos y blancos.

No son frecuentes las estructuras sedimentarias y cuando éstas aparecen son exclusivamente laminaciones paralelas.

El metamorfismo que presentan estas cuarcitas es de tipo regional y de grado medio a bajo. Las esquistosidades medias se agrupan en las ya conocidas dos familias de dirección N-120° y buzamiento respectivos 30° y 75° al Norte.

El nivel cuarcítico, que se apoya directamente sobre los gneises con gran discontinuidad lateral, se correlaciona con el con el tramo de la Formación Constante, cuya base es de edad Tremadociense superior-Arenigiense inferior.

Las cuarcitas y cuarcitas micáceas del Ordovícico presentan una permeabilidad muy baja, justificada por el metamorfismo de las cuarcitas que disminuye la porosidad natural de las arenas. Sin embargo, los cuarcitas presentan una fracturación muy intensa debido a su naturaleza competente y rígida, lo cual hace posible la existencia de pequeños manantiales de escaso caudal y permanencia, no pudiéndose considerar esta formación como de importancia acuífera.

5.2.5.5.- Pizarras y esquistos negros. Arenigiense inferior.

Al Norte de la Hoja y próximo a la localidad de Villalvilla de Montejo aparece un pequeño afloramiento de pizarras y esquistos grafitosos muy oscuros, de al menos 100 m de potencia, que se apoyan en aparente concordancia sobre los cuarcitas de la unidad anterior. Se trata de materiales afectados por un metamorfismo de grado bajo.

Por posición estratigráfica y por facies se correlacionan claramente con el tramo intermedio de la Formación Constante (sucesión monótona de esquistos negros grafitosas) y, por tanto, serían de edad Arenigiense inferior.

La porosidad de las pizarras y esquistos es prácticamente nula y da lugar a una permeabilidad muy baja. Si se relaciona con la formación anterior la permeabilidad podría ser ligeramente inferior a causa de la menor fracturación de estos materiales (más dúctiles) y al sellado que las arcillas de alteración pueden producir en las fracturas existentes.

5.2.5.6.- Esquistos estaurolíticos oscuros y alternancia de esquistos y cuarcitas a techo. Arenigiense inferior.

También en aparente concordancia con la unidad de cuarcitas y cuarcitas micáceas del Tremadociense superior-Arenigiense inferior aparece en la Sierra del Risco, una unidad comprensiva de unos 600 m de potencia constituida por dos tramos: uno inferior, de más de 150 m de potencia y esquistoso asimilable a la unidad de pizarras y esquistos negros, aunque con un mayor grado de metamorfismo, y otro superior formado por alternancias de cuarcitas, cuarcitas esquistosas y esquistos, con una potencia de al menos 400 m puesto que el techo de la formación falta por causas tectónicas.

Los esquistos del tramo inferior son oscuros, de marcada foliación y fractura irregular. Se trata de una roca proveniente del metamorfismo regional de grado medio de un sedimento pelítico rico en hierro.

El segundo tramo lo constituyen niveles decimétricos alternantes con esquistos algo más claros que los anteriores (mayor de moscovita y ausencia casi total de biotita) pero de parecida composición. Las cuarcitas son bastante impuras y micáceas; sus coloraciones son generalmente parduscas.

Las esquistosidades medidas en esta unidad suministran los mismos valores que las unidades precedentes.

Este conjunto de materiales se correlaciona con los tramos medio (esquistos negros) y superior (alternancia de cuarcitas y esquistos) de la Formación Constante, atribuyéndoseles, por tanto, una edad Arenigiense inferior.

Estos materiales no tienen interés como acuífero; su permeabilidad, como ocurría en la formación anterior es muy baja.

5.2.6.- Techo impermeable del acuífero.

5.2.6.1.- Arcillas, arenas, margas y calizas. Cenomaniense superior-Turonense inferior.

Sobre las arenas del Utrillas se superpone en toda la superficie de la Hoja una unidad de naturaleza mixta detrítico-carbonatada, con la que se inicia la transgresión marina del Cretácico superior. Comienza por nivel muy continuo, de calizas amarillentas y con estratificación ondulada, cuyas características varían lateralmente aunque no así su color; si hacia las zonas más nororientales de la Hoja estas calizas presentan una abundantísima fauna de Exogyras, a medida que nos desplazamos hacia el SO esta fauna va haciéndose mucho más escasa hasta llegar a desaparecer y la caliza va dolomitizándose y cargándose en intraclastos de cuarzo.

Por encima de este nivel carbonatado, de unos pocos metros de potencia, se desarrolla una serie de casi 70 m de arcillas, margas y arenas con alguna intercalación carbonatada (calizas y dolomías). Las margas y las arcillas presentan coloraciones amarillentas y verdosas, mientras que las calizas (biointramicritas) son de color amarillento o gris y las dolomías (dolomicritas algales y dolointramicrocritas) son de color rosado. Las arenas son muy parecidas a las Utrillas infrayacente y en ellas se aprecian estratificaciones cruzadas tanto en surco como planares.

La fauna encontrada en esta unidad cartográfica indica que algunas muestras recogidas dentro de esta unidad cartográfica pertenecen al Cenomaniense superior, otras al Turoniense inferior y otras quedan indeterminadas en este intervalo cronoestratigráfico. La conclusión es que la edad del tramo considerado es Cenomaniense superior- Turoniense inferior.

Esta formación, aunque comprende niveles permeables (arenas con una disposición más o menos discontinua y calizas bioclásticas) presenta potentes tramos margosos y arcillosos que convierten al conjunto en al conjunto en una serie de muy baja permeabilidad.

5.2.6.2.- Calizas, dolomías y margas. Turoniense inferior.

En concordancia con la unidad anterior, aparece un tramo de 10 a 15 m de potencia (según las zonas) de calizas y margas que se inicia por un nivel dolomítico de color rosado a "beige", con laminaciones algales y espesores, en general, inferiores a los 5 m. Por encima de estos primeros materiales dolomíticos, se continúan unos diez metros de calizas bioclásticas (biomicritas, intrabiomicritas e intrabiosparitas) en ocasiones oolíticas, de color "beige" claro; se presentan en estratos de 40 cm de potencia media (donde no son raras las estratificaciones cruzadas) a veces con intercalaciones margosas. En esta parte alta de la unidad en ocasiones aparecen niveles dolomíticos rosados, similares a los de la base, aunque de potencia inferior a medio metro. Más raros son los niveles arenosos, que aparecen de forma lentejónar en la parte alta de la secuencia.

La fauna hallada en esta unidad caracteriza al Turoniense inferior.

Tanto las calizas bioclásticas como las oolíticas, ambas con grano grueso, presentan una permeabilidad importante. Sin embargo su escasa potencia reduce muy considerablemente la transmisividad; esto unido a las intercalaciones margosas, hacen poco interesante esta formación desde el punto de vista hidrogeológico.

5.2.6.3.- Margas y margocalizas. Turoniense inferior y medio.

Un potente tramo de 25 a 30 m de margas y margocalizas blanco-amarillentas se superpone en continuidad estratigráfica a la unidad anterior.

Esta formación del Turoniense inferior-medio junto con las arcillas y margas del Cenomaniense superior-Turoniense inferior constituyen el techo impermeable del acuífero inferior del Mesozoico. La muy baja permeabilidad viene determinada por la escasa porosidad de los niveles margosos presentes entre las

calizas y dolomías así como por la ausencia de fracturación (dado el carácter plástico de la formación) y de karstificación.

5.3.- Acuífero superior del Mesozoico

5.3.1.- Calizas blancas. Turoniense superior-Coniaciense basal.

Sobre las formaciones anteriormente descritas y que constituyen el techo impermeable del acuífero inferior del Mesozoico, aparecen 50 m de calizas claras que destacan en campo por su aspecto blanquecino y por el importante resalte topográfico que suelen predecir. Se trata de biomicritas y bioesparitas, en ocasiones intraclásticas y con estratificaciones cruzadas en gran escala ("megaripples"); algunos niveles están dolomitizados, aunque esto no es frecuente. Los estratos tienen un espesor medio próximo al medio metro, aunque en ocasiones la estratificación es masiva. El color es predominantemente blanquecino aunque también pueden aparecer coloraciones rosadas. El contenido paleontológico de esta unidad es de edad Turoniense superior, sin descartar el Coniaciense inferior.

Las calizas de esta formación, desde el punto de vista hidrogeológico, constituyen un tramo masivo de gran productividad y permeabilidad elevada debido a la fisuración y karstificación que presentan junto con una textura de grano grueso en determinados niveles (biosparitas). Esta formación constituirá con las calizas y dolomías masivas del Senonense, el acuífero superior del Mesozoico.

5.3.2.- Margas dolomíticas blanco amarillentas. Coniaciense.

Sobre la unidad anterior descansan una decena de metros de margas dolomíticas blanco-amarillentas que constituyen un buen nivel guía cartográfico, por su menor resistencia a la erosión que las formaciones supra e infrayacentes y por su continuidad lateral. Estas margas dolomíticas son muy pobres desde el punto

de vista paleontológico.

Este nivel constituye una intercalación impermeable de escasa potencia entre dos niveles del acuífero superior del Mesozoico.

5.3.3.- Dolomías y calizas masivas. Coniaciense terminal-Maestrichtiense inferior?

A las margas dolomíticas sucede un potente tramo de calizas y dolomías. Su potencia alcanza en algunas zonas los 80 m aunque en muchas otras la erosión ha desmantelado parte de la serie. Las calizas sólo están presentes en los 15 m inferiores de la unidad, aunque de forma lenticular pueden aparecer algo más a techo, preservadas de la dolomitización; presentan coloraciones claras y se disponen en estratos en general gruesos de medio a un metro de espesor, aunque también existen niveles decimétricos. Las dolomías también son claras y se disponen en bancos gruesos o de forma masiva. Hacia el techo de la unidad pueden aparecer niveles con laminación algal así como brechas originadas por la disolución de materiales evaporíticos.

En general el estudio de las características sedimentológicas y paleontológicas de esta unidad ofrece grandes dificultades, debido a la intensa dolomitización y recristalización que han sufrido. No obstante, pueden observarse estratificaciones cruzadas de gran escala, originadas por la migración de "magaripples", de pequeña escala e incluso "ripples".

Las asociaciones paleontológicas presentes en los niveles inferiores de la unidad suministran una edad Coniaciense superior-Santonense, mientras que la microfauna de la muestra más alta indica una edad Campaniense-Maestrichtiense medio. Por todo ello, esta unidad cartográfica se atribuye al Coniaciense terminal-Maestrichtiense medio.

Este nivel dolomítico tiene una permeabilidad muy alta producida por fracturación y fisuración de todo el conjunto y una intensa karstificación, especialmente en los niveles superiores, donde abundan además las brechas de disolución y colapso. El tamaño de grano, mayoritariamente grueso, contribuye a la alta permeabilidad de la formación.

5.3.4.- Techo impermeable del acuífero.

El techo impermeable del acuífero superior del Mesozoico está constituido por las margas dolomíticas, calizas y dolomías del Maestrichtiense medio-Paleógeno.

Esta unidad se apoya en concordancia estratigráfica aparente sobre los materiales cretácicos definidos como calizas y dolomías masivas, aunque el contacto no resulta fácilmente observable; normalmente está cubierto por coluviones.

Sus características litológicas varían mucho entre zonas relativamente vecinas, reflejando la compartimentación existente al final del último ciclo cretácico. En todas las zonas donde aflora, se aprecia que la serie se inicia por un potente tramo de dominancia lutítica, que generalmente se identifica por una vallonada visible en campo y foto aérea. No obstante, se ha podido observar con cierto detalle que aparecen más de treinta metros de margas dolomíticas, en las que se intercalan finas pasadas de calizas intraclásticas y moldes de lamelibranquios, poco frecuentes, así como decímetros de dolomías sacaroideas que al microscopio se presentan como esparitas equigranulares de textura media.

El resto de la unidad, hasta su techo visible marcado por la discordancia angular y erosiva de la base del Neógeno, suele presentar un carácter totalmente carbonatado. A techo del tramo aparece una brecha carniolar, calizas con nódulos blanqueados de sílex y calizas con yeso, que podrían corresponder, o al menos equivaler sedimentológicamente, a un nivel de yeso alabastrino,

de varios metros de espesor que se ha explotado mediante labores de interior en el margen septentrional del propio Valle del Tabladillo, que en superficie se manifiesta como una banda de silicificación (30 m).

Los conglomerados aparecen siempre como tabulares de base poco erosiva. Los cantos son de naturaleza calcárea con un redondeamiento bastante elevado y esfericidad media; son frecuentes los cantos blandos de lutitas rojas. Por sus características podrían provenir de zonas cercanas ya emergidas, pero depositadas bajo lámina de agua por sistemas tipo "fan delta".

La frecuencia de las intercalaciones margosas, el carácter micrítico de los niveles dolomíticos y la presencia de yesos en algunas áreas hacen que este conjunto presente escasa permeabilidad y constituye el techo del acuífero del Mesozoico y el muro del acuífero Terciario.

5.4.- Acuífero detrítico del Terciario.

5.4.1.- Lutitas rojas, conglomerados y areniscas. Mioceno superior.

Los materiales que constituyen la base de esta unidad aparecen extremadamente representadas en la mitad oriental y meridional de la Hoja. Se trata, generalmente de materiales rojos, entre los que destaca una fina banda blanquecina de depósitos químicos carbonatados.

Por debajo del nivel de carbonatos se pueden observar hasta veinte metros de materiales predominantemente lutíticos, que tienen una coloración rojiza intensa, localmente interrumpida por bandas blanquecinas irregulares que representa horizontes de suelos calcimorfos o depósitos palustres de escasa entidad. Estos materiales suelen estar intensamente labrados y se observan muy mal.

Por encima del nivel de carbonatos, y en toda la Hoja, se detecta la llegada brusca de detríticos, marcando una ruptura sedimentaria de gran importancia. Estos materiales detríticos de unos sesenta metros de espesor, tienen una dominancia de materiales de tamaño lutita, rojos, con intercalaciones de areniscas y conglomerados.

Las gravas, masivas, polimícticas y con matriz arenosa están fuertemente cementadas por carbonato cálcico. Se presentan en niveles de hasta dos metros de potencia, con carácter canalizado y base fuertemente erosiva.

En ocasiones, los niveles gravelosos finalizan con un episodio de encalichamiento o con una pasada de gránulos dispersos en abundante matriz lutítica. Predominan los cantos de naturaleza cuarcítica (70%) bien rodados y con buena esfericidad, sobre los calcáreos (30%); los primeros son de origen poligénico y provienen de la resedimentación de las gravas de la Facies Utrillas. Los cantos calizos proceden de la erosión de las calizas del Mesozoico.

Al NE de la Hoja existen unos depósitos químicos formados por calizas con intercalaciones arcillosas que forman una banda blanquecina que destaca netamente en el paisaje.

No se poseen datos sobre la edad de estos depósitos, ni de la de los materiales detríticos rojos entre los que se intercalan. Por criterios regionales todo se sitúa en el Mioceno superior.

5.4.2.- Gravas, limos y arcillas. Mioceno superior-Plioceno.

Dentro de este conjunto existen ciclos de gravas, limos y arcillas rojas, con una potencia total de hasta 60 m y se apoya sobre la unidad de lutitas rojas, conglomerados y areniscas del Mioceno superior mediante una discontinuidad estratigráfica de carácter paraconforme.

Las gravas son de cantos casi exclusivamente cuarcíticos, en general bien redondeados y bastante heterométricos. Los limos y arcillas presentan coloraciones anaranjado-rojizas muy intensas y están exentas de niveles calcimorfos.

Por lo que se refiere a la edad de esta unidad cartográfica es de difícil determinación, dada la ausencia de dataciones. No obstante su posición estratigráfica permite atribuirle al intervalo Mioceno superior-Plioceno.

Sobre los materiales anteriores y constituyendo el techo de los mismos aparece una formación de cantos cuarcíticos y de cuarzo, con una matriz areno-arcillosa de coloración más clara que los limos y arcillas de la unidad anterior. Esta unidad sólo se conserva al N-NE de Aldeanueva de la Serrezuela. Su potencia es de unos pocos metros.

La edad, por correlación con el resto de los depósitos de la rana de la cuenca del Duero, se considera coincidente con el límite Plioceno-Pleistoceno.

Todos estos depósitos presentan una permeabilidad alta por porosidad intergranular. La presencia de cierta cantidad de arcillas en la matriz impide a esta formación tener un mayor grado de permeabilidad.

5.5.- Otros materiales de interés hidrogeológico

Las terrazas y aluviales de los ríos podrían ser zonas de interés para la captación de agua pero presentan dos inconvenientes importantes, el primero de ellos, es la presencia de arcillas que disminuyen la permeabilidad global del material y el segundo es las reducidas dimensiones que presentan, por ello estos materiales, en la Hoja de Maderuelo, no constituyen acuíferos importantes.

5.6.- Parámetros hidrogeológicos.

5.6.1.- Permeabilidad.

Indica la facilidad con que un material deja pasar el agua a su través.

En este informe se adoptan índices de permeabilidad en función de las siguientes características:

Índice A: Permeabilidad por porosidad intergranular.

A1: Formaciones generalmente extensas, muy poco permeables y productivas.

A2: Formaciones extensas, discontinuas y locales de permeabilidad y producción moderada (No excluyen la existencia en profundidad de otras formaciones más productivas).

Índice B: Permeabilidad por fisuración/karstificación.

B1: Formaciones muy permeables, generalmente extensas y productivas.

B2: Formaciones extensas, discontinuas y locales de permeabilidad y productividad moderada. (No excluyen la existencia en profundidad de otras formaciones más productivas).

Índice C: Formaciones de baja permeabilidad o impermeables.

C1: Formaciones generalmente extensas, en general de baja permeabilidad que pueden albergar en profundidad a otras de mayor permeabilidad y productividad, incluso de interés regional.

C2: Formaciones generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad, que pueden albergar a acuíferos superficiales por alteración o fisuración, en general poco extensos y de baja productividad, aunque pueden tener localmente gran interés.

A continuación se describen los índices que tienen cada una de las unidades de la Hoja de Maderuelo:

Indice A1:

- * Gravas, conglomerados, arenas y areniscas en Facies Utrillas del Albiense-Cenomaniense medio.

Indice A2:

- * Arenas, areniscas, conglomerados y arcillas del Triásico.
- * Lutitas rojas, conglomerados areniscas del Mioceno superior.
- * Gravas, limos y arcillas rojas del Mioceno superior-Plioceno.
- * Gravas de cantos cuarcíticos con matriz areno-arcillosa del Plioceno terminal-Pleistoceno basal.

Indice B1:

- * Calizas blancas del Turoniense superior-Coniaciense basal.
- * Dolomías y calizas masivas del Coniaciense terminal-Santonense.

Indice B2:

- * Carniolas, dolomías y margas dolomíticas del Rhetiense-Hettangiense (tránsito Triásico-Jurásico).
- * Calizas micríticas del Liásico inferior (Sinemuriense).
- * Calizas, dolomías y margas del Turoniense inferior.
- * Calizas del Mioceno superior.

Indice C1:

- * Arcillas, arenas, margas y calizas. Cenomaniense superior-Turoniense inferior.
- * Margas y margocalizas del Turoniense inferior y medio.
- * Margas dolomíticas blanco-amarillentas del Coniaciense.
- * Margas dolomíticas, calizas y dolomías del Cretácico terminal en Facies Garumniense.

Indice C2:

- * Gneises glandulares del Precámbrico.
- * Cuarcitas del Tremadociense superior-Arenigiense inferior.

- * Pizarras y esquistos negros del Arenigiense inferior.
- * Esquistos estaurolíticos del Arenigiense inferior.
- * Rocas plutónicas tardihercínicas del Pérmico.

5.6.2.- Transmisividad

Se define como la capacidad del medio para transmitir agua. Numéricamente se expresa como el producto de la permeabilidad por el espesor del acuífero. No existen datos cuantitativos para definir este parámetro, no obstante, dada la potencia y la permeabilidad de los tramos definidos anteriormente, las mayores transmisividades corresponderían por este orden, a las dolomías y calizas del Coniaciense terminal-Santoniense, a las calizas del Turoniense superior y a las arenas del Utrillas.

5.6.3.- Coeficiente de almacenamiento

Se define como el volumen de agua liberado por una columna de acuífero de altura igual al espesor del mismo y de sección unitaria, al disminuir la presión en una unidad. Los valores de este parámetro se determina experimentalmente mediante ensayos de bombeo. No existen datos en la zona en estudio.

5.6.4.- Piezometría

En la Hoja de Maderuelo hay 13 sondeos para agua, de los cuales solamente en ocho se ha medido en algún momento el nivel de agua y sólo en dos existen datos tomados de forma continua del nivel del agua.

La situación de los sondeos y sus características están en el Anexo.

De los datos aportados por la Dirección de Aguas Subterráneas del Instituto Tecnológico Geominero de España se pueden obtener las conclusiones siguientes:

El sondeo 0001/3 no presenta surgencia con una altura del nivel

inferior del Mesozoico, su mucha mayor permeabilidad hace que la recarga por infiltración del agua de lluvia se estime en unos 2 hm³.

Las salidas del acuífero son las que se producen por el O-SO de la Hoja, debido al flujo subterráneo en esa dirección existente en el propio acuífero que se prolonga en esa dirección ya fuera de la Hoja, por otro lado existen otras salidas hacia el SE que van a parar al acuífero del Neógeno. Ninguna de estas salidas son cuantificadas por falta de datos.

Existe un sondeo para abastecimiento urbano, situado a 2 km al O-NO de Cedillo de la Torre, que por la profundidad del nivel freático, casi 100 m, probablemente esté bombeando agua de este acuífero. Tampoco existen datos sobre los caudales del bombeo.

Se consideran muy reducidos tanto el drenaje que se produce en este acuífero por manantiales y cursos de agua, como las entradas por infiltración de agua de estos cursos.

Por último, dada la extensión de afloramiento del acuífero detrítico terciario y en función de los datos suministrados por la Hoja nº 30 del Mapa Hidrogeológico de España a escala 1:200.000, la recarga por infiltración del agua de lluvia puede estimarse, en la Hoja de Maderuelo, en unos 3 a 3,5 hm³. Además, el acuífero recibe entradas procedentes de los acuíferos mesozoicos, especialmente del superior carbonatado.

En cuanto a las salidas, una buena parte debe corresponder al drenaje por los manantiales y arroyos que nacen en la Hoja; otra importante salida debe estar constituida por el flujo hacia el NE, por donde se prolonga la parte suroriental y más extensa del acuífero, y hacia el NO para la esquina noroccidental de la hoja; por último existen una docena de sondeos que bombean aguas de este acuífero, tanto para abastecimiento urbano como para pequeños regadíos e industrias, alguno de ellos con caudales de hasta 44 l/s como se puede comprobar en el apartado de inventario

de puntos de agua.

5.7.- Inventario de puntos de agua

En Anexos se encuentra listado este punto.

5.8.- Usos de agua

Los usos de agua se corresponden estrechamente con la economía de la comarca, es decir, abastecimiento de núcleos urbanos, para la agricultura, la ganadería y la escasa industria (agraria o canteras). En Anexos se detallan los usos que tiene cada sondeo.

5.9.- Calidad de las aguas subterráneas

De los tres acuíferos anteriormente considerados sólo hay datos de análisis de calidad de agua en uno de ellos, el que corresponde al acuífero detrítico del Neógeno.

Las aguas del acuífero inferior del Mesozoico pueden suponerse de calidad excelente, probablemente con conductividades inferiores a 300 μ mhos/cm ya que las facies Utrillas, principal formación constitutiva del acuífero no presentan yesos ni carbonatos. No puede decirse lo mismo del acuífero carbonatado superior del Mesozoico aunque sus aguas son de buena calidad esta es ligeramente inferior (conductividad siempre inferior a 500 μ mhos/cm).

En el acuífero detrítico terciario, las aguas presentan excelentes calidades (conductividades inferiores a 300 micromhos/cm). En general la calidad del agua va disminuyendo, pero ya fuera del ámbito de la Hoja, hacia el centro de la cuenca del Duero, por indentación de margas yesíferas.

La actividad antrópica en esta zona es pequeña y el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas también lo es, no

existen vertidos y la única contaminación sería por el uso de abonos, pesticidas y herbicidas en los cultivos.

En los análisis de NH_4 y P_2O_5 (tan sólo se cuenta con ellos en el sondeo 4/0001, próximo a Campo de San Pedro) los contenidos están muy por debajo de las concentraciones máximas admisibles. En este mismo sondeo, el pH del agua varía entre 7,6 y 8,2 lo cual indica un pH óptimo (las aguas con un pH inferior a 7 suelen ser agresivas y con un pH superior a 9 crean dificultades a las plantas).

Con los datos estudiados, no hay indicios de contaminación por minerales metálicos.

Código	Página	Geografía de Lushert	Página
1	0001		
2			
3			
4	0002		
5	0003		
6	0004		
7	0005		
8	0006		
9	0007		
10	0008		
11	0009		
12	0010		
13	0011		
14	0012		
15	0013		
16	0014		
17	0015		
18	0016		
19	0017		
20	0018		
21	0019		
22	0020		
23	0021		
24	0022		
25	0023		
26	0024		
27	0025		
28	0026		
29	0027		
30	0028		
31	0029		
32	0030		
33	0031		
34	0032		
35	0033		
36	0034		
37	0035		
38	0036		
39	0037		
40	0038		
41	0039		
42	0040		
43	0041		
44	0042		
45	0043		
46	0044		
47	0045		
48	0046		
49	0047		
50	0048		
51	0049		
52	0050		
53	0051		
54	0052		
55	0053		
56	0054		
57	0055		
58	0056		
59	0057		
60	0058		
61	0059		
62	0060		
63	0061		
64	0062		
65	0063		
66	0064		
67	0065		
68	0066		
69	0067		
70	0068		
71	0069		
72	0070		
73	0071		
74	0072		
75	0073		
76	0074		
77	0075		
78	0076		
79	0077		
80	0078		
81	0079		
82	0080		
83	0081		
84	0082		
85	0083		
86	0084		
87	0085		
88	0086		
89	0087		
90	0088		
91	0089		
92	0090		
93	0091		
94	0092		
95	0093		
96	0094		
97	0095		
98	0096		
99	0097		
100	0098		
101	0099		
102	0100		

ANEXOS

V.N. indica el número de la página en la que se encuentra el texto correspondiente. Página 1.

Octante	Punto	Naturaleza	Prof. (m)	H.A.	T.P.	Usos del agua
1	0001	Sondeo	150	—	P	Industria
1	0002	Sondeo	150	—	P	Abast. Urb.
3	0001	Sondeo	289	2	P	No se utiliza
4	0001	Sondeo	300	—	R	Abast. Urb.
4	0002	Sondeo	130	1	R	Abast. Urb.
4	0003	Sondeo	250	1	R	Abast. Urb.
7	0001	Sondeo	150	—	P	Ganadería
7	0002	Sondeo	120	—	P	Abast. Urb.
7	0003	Sondeo	200	—	P	Agricultura
7	0004	Sondeo	153	1	P	Abast. Urb.
7	0005	Sondeo	157	1	P	Agricultura
8	0001	Sondeo	404	—	RP	Agricultura
8	0002	Sondeo	200	1	R	Abast. Urb.

Los códigos utilizados son los siguientes:

Prof (m): Es la profundidad de la obra en metros.

H.A.: Es el número de horizontes acuíferos atravesados, indica el número de tramos permeables.

T.P.: Tipo de Perforación empleado en la realización de la obra:

P: Percusión

R: Rotación

RP: Rotopercusión

Abast. Urb.: Es la abreviatura de Abastecimiento de Núcleos Urbanos.

Octante	Punto	V (Dm ³)	Días	Organismo
1	0001	-	-	-
1	0002	-	-	-
3	0001	88	365	-
4	0001	1	365	-
4	0002	103	365	Diputación
4	0003	32	365	I.T.G.E.
7	0001	-	-	-
7	0002	-	-	-
7	0003	-	-	-
7	0004	440	365	Particular
7	0005	292	365	Particular
8	0001	-	-	-
8	0002	216	360	Ayuntamiento

Los códigos del cuadro anterior son los siguientes:
V (Dm³): Indica el volumen de agua extraída en un año.
Días: Indica el tiempo de explotación en días a lo largo de un año.
Organismo: Se refiere al organismo instructor y/o ejecutor de la obra.

Octante	Punto	Día	Mes	Año	Nivel de agua	Caudal
1	0001	16	10	80	20,00	-
1	0002	15	10	80	13,00	50
3	0001	24	10	72	85,16	-
3	0001	06	03	76	86,10	-
3	0001	24	10	80	86,40	-
4	0001	23	02	72	4,25	-
4	0001	06	03	76	2,90	-
4	0001	21	10	80	4,30	-
7	0001	23	05	78	9,05	-
7	0002	23	05	78	15,96	48,8
7	0003	31	05	78	15,83	25,0
8	0001	31	05	78	19,48	-

Día, mes y año, reflejan la fecha de la toma de datos.

ANÁLISIS QUÍMICOS

Octante	Punto	M-A	A-A	Conduct.	DQO	pH
4	0001	11	80	230	-	7,7
		03	82	230	-	7,9
		11	82	212	-	7,8
		12	83	210	-	7,6
		06	84	232	0,8	7,6
		05	85	230	1,1	8,2
		06	88	235	0,5	8,2
		03	89	232	0,6	8,1
		03	90	22	0,6	8,0

M-A: Mes de realización del análisis de la muestra.

A-A: Año de realización del análisis de la muestra.

Conduct.: Conductividad en $\mu\text{mhos/cm}$ a 20°C .

DQO: Demanda Química de Oxígeno expresada en mg/l .

Octante	Punto	A-T	Cl	SO ₄	HCO ₃	NO ₃	NO ₂	NH ₄	P ₂ O ₅	SiO ₂
4	0001	80		45	122		-	-	-	-
			4			12				
		82		54	110	-	-	-	-	-
			7							
		82		54	103	-	0,27	0,39		-
			7						1,15	
		83		47	109		0,11	-	-	-
			7			3				
		84		27	52	-	0,06	0,01	-	8,6
			36							
		85		33	92		-	-	-	10,6
			2			3				
		88		31	90		0,00	0,00		10,7
			2			3			0,11	
		88		29	94		0,00	0,00		11,5
			10			3			0,07	
		89		32	95		0,00	0,11		9,9
			3			1			0,08	

A-T: Año de toma de muestra.

Los valores numéricos de los componentes están expresados en mg/l.

Octante	Punto	A-T	B	F	Cu	Zn
4	0001	80	-	-	-	-
		82	-	-	-	-
		82	0,10	0,30	-	-
		83	-	-	-	-
		88	-	-	0,05	0,00
		88	-	-	0,00	0,00
		89	-	-	0,00	0,00

A-T: Año de la toma de muestras

BIBLIOGRAFIA

CASCOS C.S. (1991): "La Serrezuela de Pradales. Estudio geomorfológico". Serie Geografía nº 3. 606 pp. Universidad de Valladolid.

ITGE (1991): "Mapa hidrogeológico de España a escala 1:200.000. Hoja nº 30 (Aranda de Duero)". Instituto Tecnológico Geominero de España.

NICOLAS J.P. de, CASADO I.G. y SANJUAN J.G. (1979): "Climatología básica de la subregión de Madrid". COPLACO. MOPU.

ROLDAN A. (1987): "Notas para una climatología de Burgos". Publicación K-17. Instituto Nacional de Meteorología.

SOUSA R. (1988): "Notas para una climatología de Segovia". Publicación K-53. Instituto Nacional de Meteorología.