



## 6.2.2. UNIDAD HIDROGEOLOGICA 09.03

### VILLARCAYO

Se extiende por el extremo septentrional de la provincia, ocupando una superficie, sólo en Burgos, de poco más de 1 356 km<sup>2</sup>, a la que es necesario añadir 270 km<sup>2</sup> que comparte administrativamente con las provincias limítrofes de Cantabria, Álava y La Rioja.

Las cotas más altas de la parte burgalesa se registran en los montes de La Peña con 1 243 m s.n.m, la sierra Carbonilla y sierra Salvada, por donde se alinea la divisoria de aguas entre las cuencas del Ebro y Norte, y en la sierra de Arcena, en el extremo sudeste, mientras que más hacia el sur las cotas descienden hasta los casi 500 m s.n.m. en las cercanías del río Ebro, tras atravesar amplias zonas de suave morfología ocupadas por los rellenos terrígenos de Villarcayo, Medina de Pomar, Nofuentes, Trespaderne y Quintana Martín-Galíndez. Más al norte la morfología es también suave sobre las cuevas calizas del valle de Losa y la mesa de Sotoscuevas.

Los cursos de agua superficial que atraviesan la unidad son numerosos, destacando los ríos Ebro, Trueba, Omecillo, Jerea, Nela, Trema y Purón.

Desde el punto de vista geológico, la unidad se enmarca en la parte occidental de la cuenca de Cantabria. La serie estratigráfica sintética comprende materiales del Triásico al Cuaternario, siendo las series calcáreas, margosas y de areniscas cretácicas, en su conjunto, las más representativas de la unidad. Su estructura responde a la de una amplia cubeta sinclinal asimétrica, con el eje desplazado al N y de flancos suaves, conocida como sinclinal de Villarcayo, formada por materiales carbonatados del Cretácico superior de dirección NO-SE, que quedan confinados por un potente relleno de facies detríticas y carbonatadas terciarias. Además, en los cauces de los ríos Nela y Trueba existen depósitos aluviales cuaternarios de cierto desarrollo y relativa importancia.

Completan esta caracterización ciertos pliegues que conservan la directriz estructural anterior, como el anticlinal de la Hoz, al este, el de Tesla en el borde meridional y otros pliegues menores, como los de la zona de Castrobarco y del río Trema. Asimismo están las estructuras asociadas a los diapiros de Rosío, en el sector central de la unidad, o de Villasana de Mesa, ya en la cuenca Norte, en los que afloran materiales yesíferos y arcillosos mesozoicos del Keuper.

Son varios los sondeos profundos de investigación petrolífera analizados, que se reparten por la unidad y han sido de inestimable ayuda para esclarecer la estructura geológica y el funcionamiento hidrogeológico, algunos de los cuales superan los 2 000 m de profundidad: Espinosa-2 (1906.80004), Retuerta-1 (1906.70001) y, sobre todo, el de Ribero-1 (2006.50011), al norte del diapiro de Rosío, con sus 4 328 m de profundidad.

#### FORMACIONES ACUÍFERAS

Los límites de la unidad de Villarcayo, en su sector septentrional, vienen marcados por las margas y calizas margosas del Cretácico superior, aflorantes a lo largo de la divisoria de aguas con la cuenca Norte, y los yesos del Keuper del diapiro de Villasana de Mesa. Hacia el oeste, el límite se sitúa en estas mismas margas cretácicas a través del propio cierre periclinal del sinclinal de Villarcayo mientras que hacia el este queda compartido por el contacto con las unidades de Subijana-Nanclares 09.06, y los materiales detríticos terciarios de Treviño 09.05. Hacia el sur, la misma tectónica ha configurado una laminación de las formaciones acuíferas reduciendo su afloramiento; por el sudeste, además de tener el límite hidráulico impuesto por el cauce del río Ebro, choca con las fallas inversas y grandes buzamientos que la separan de la unidad montes Obarenes-Sobrón 09.04, y con la unidad de Valdegovía, definida por el Gobierno Vasco (EVE, 1987).

De los casi 1 356 km<sup>2</sup> de la unidad, unos 890 km<sup>2</sup> se sitúan en la provincia de Burgos. Aunque los principales niveles acuíferos corresponden a los paquetes carbonatados del Cretácico superior, esto no condiciona la aparición en la serie estratigráfica de otros acuíferos de menor entidad, que en orden cronológico son:

– *Carniolas del techo Triásico-Jurásico*, que ven mermadas considerablemente su permeabilidad al estar entremezcladas con arcillas de las facies Keuper. Es un acuífero de interés muy localizado que puede llevar asociado numerosas surgencias de escaso caudal, pero con agua de elevada concentración salina, asociadas a los afloramientos del diapiro de Rosío.

– *Arenas, areniscas y limos de la facies arenas de Utrillas (Albiense-Cenomaniense)*, que se colocan sobre las arcillas, areniscas y conglomerados muy poco permeables, de las facies Purbeck y Weald. Los principales afloramientos se observan por el borde noroccidental, en las proximidades del diapiro de Rosío, alcanzando una potencia medida en sondeos entre 450 y 720 m o más de 1 000 m en el sondeo petrolífero Lahoz-2 (Álava) en el anticlinal de su nombre.

Su interés como formación acuífera es variable, pues los procesos de cementación de las arenas o las frecuentes intercalaciones limolíticas poco permeables modifican su potencialidad acuífera. Las facies más arenosas, permeables por porosidad intergranular, definen muy buenos acuíferos en el extremo oriental, desde donde, progresivamente, van perdiendo permeabilidad hacia la mitad occidental, hasta transformarse en una formación muy poco productiva que pierde su definición acuífera. Funciona como acuífero libre en aquellos lugares donde aflora y es capaz de generar cierto número de surgencias, a veces colgadas.

– *Calizas masivas, calcarenitas bioclásticas, calizas dolomíticas y calizas arenosas del Turoniense superior-Santoniense inferior (Cretácico superior)*, con abundantes Miliólidos. Se configura como el acuífero regional más importante de la unidad, con un espesor que varía entre los 150 m del flanco sur y los 400 en el flanco norte del sinclinal. Queda impermeabilizado entre un paquete margoso del Cenomaniense-Turoniense inferior, que actúa como sustrato, y otro, a techo, del Santoniense inferior-medio. Su alta permeabilidad le viene dada por fisuración y karstificación, encontrándose en carga cuando sobre él se depositan las series terciarias del núcleo sinclinal.

– *Calcarenitas bioclásticas del Santoniense medio-superior (Cretácico superior)* con Lacazinas, que con un espesor de 80 a 150 m adquiere su elevada permeabilidad, como el anterior, por karstificación, si bien puede aparecer una pequeña porosidad primaria intergranular. Es un acuífero local, colgado y desconectado del anterior, que proporciona surgencias de ladera poco significativas que vuelven a infiltrarse en el nivel acuífero inferior tras discurrir por el nivel margoso impermeable intermedio. Por este motivo, se tiende a considerar a los dos niveles acuíferos cretácicos como uno único, si bien no queda descartada una posible comunicación entre ambos niveles, especialmente en el flanco sur permeable del sinclinal.

– *El terciario*, en su conjunto, constituye una formación de espesor variable y de baja o muy baja permeabilidad por porosidad intergranular que, sin embargo, localmente puede proporcionar niveles acuíferos de cierta entidad con surgencias asociadas a las facies detríticas más groseras y conglomeráticas cuando alternan con facies más arcillosas. En conjunto, puede considerarse como un acuitardo. De igual manera, algunos niveles de dolomías y calizas del tránsito Cretácico-Terciario y del Paleoceno basal, de menos de 280 m de potencia, pueden tener cierta significancia hidrogeológica, aunque a veces desfavorecida por frecuentes intercalaciones margosas.

– *Los depósitos cuaternarios de gravas, arenas y limos* asociados a los diferentes niveles de terrazas aluviales de los ríos Nela y Trueba, en las inmediaciones de Villarcayo y Medina de Pomar, pueden definir un acuífero tan sólo cuando el nivel freático esté conectado con el cauce principal, siendo de puntual interés, desarrollo y potencias variables, permeabilidades medias por porosidad intergranular y producción limitada.

#### HIDRODINÁMICA SUBTERRÁNEA

Los datos existentes hacen referencia a formaciones acuíferas similares del entorno de la que se trata, con caudales específicos del orden de 1 a 1,5 l/s/m (MOPU-MINER, 1988) y surgencias de más de 120 l/s (EVE, 1987) en el sondeo petrolífero de Sobrón (Álava, 2108.10001), aunque por término medio sean de unos 100 l/s.

La naturaleza de los acuíferos citados, donde son frecuentes las características y manifestaciones kársticas de las formaciones carbonatadas con abundancia de grandes conductos, galerías y cavidades, permite deducir la existencia de una fuerte anisotropía en los valores de transmisividad y una elevada heterogeneidad de la permeabilidad como consecuencia de esos grandes huecos y vías de circulación.

#### FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO

Dado que el acuífero calcarenítico del Santoniense medio-superior es poco extenso, que se encuentra colgado respecto al nivel piezométrico regional y que apenas posee surgencias destacadas, cuyas descargas vuelven a infiltrarse en el nivel permeable subyacente del Turoniense-Santoniense inferior después de atravesar las margas que los separan, es necesario englobar las dos formaciones citadas en un único acuífero.

La recarga es más importante en el flanco norte del anticlinal, dado que en la zona meridional la verticalidad que alcanzan los afloramientos calizos merma considerablemente el volumen infiltrado de agua.

La unidad se recarga: por infiltración del agua de lluvia a través de los 1 000 km<sup>2</sup> de superficie que posee el conjunto de formaciones permeables; por alimentación de los manantiales de ladera colgados; y por ciertos fenómenos de



origen kárstico y sumideros que provocan pérdidas de caudal a lo largo de cauces superficiales. Este es el caso de la cabecera del río Nela y, de manera destacada, los ríos Guareña y Entrambosríos, que se sumergen en el espectacular paraje de Ojo Guareña; a estos hay que añadir el propio río Trema que pierde su curso poco antes de Cornejo. El conjunto de esta cuenca endorréica suma unos 27 km<sup>2</sup>.



Drenaje del complejo Kárstico de Ojo Guareña en el Río Trema, entre Hornillayuso y Torme.

Tras una somera y rápida circulación por conductos subterráneos, el drenaje de este complejo kárstico se realiza aguas abajo de Cornejo, entre Hornillayuso y Torme, hacia el río Trema. También, hacia la cuenca Norte, las estructuras del diapiro de Villasana de Mesa condicionan una serie de surgencias que dan lugar al nacimiento del río Cadagua (2006.60001 al 6003), a 480 m s.n.m. y con un caudal medio de 500 l/s. Por tanto, el flujo subterráneo se dirige hacia el norte en este sector.

Otras zonas de descarga se localizan: hacia el sector occidental, en la terminación periclinal del sinclinal de Villarcayo, cuando es atravesado por el río Nela (1907.30001), a cotas de 650 m s.n.m.; hacia el río Jerea y el valle de Losa por el sector oriental; y hacia el Ebro, en las proximidades del anticlinal de Sobrón, se producen flujos regionales más profundos orientados hacia el sur para drenar en el inusual sondeo surgente de Sobrón (Álava). Existe además cierto número de manantiales con caudal significativo, como el de Herrán (2008.40001), situado a 620 m s.n.m. que ronda los 25 l/s, y otros en el anticlinal de Sobrón, en la provincia de Álava, que complementan el drenaje de la unidad junto con descargas difusas hacia el nivel de base regional que define el Ebro.

Por otro lado, los acuíferos aluviales de relativo interés, como los de Villarcayo y Medina de Pomar, descargan hacia los cursos de los ríos Trueba y Nela, con una dirección preferente del flujo subterráneo hacia el sur.

Se desconoce, sin embargo, el funcionamiento profundo del acuitardo del terciario continental del centro del sinclinal, aunque si se observan las direcciones estructurales (NO-SE) de éste y las de sus flancos, pudiéndose extrapolar con aproximación las posibles direcciones principales del flujo subterráneo de esta formación.

### CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Los análisis llevados a cabo por la CHE en 1993 en distintas surgencias: nacimiento del río Nela (1907.30001) y manantial de Cueva (1906.70002), muestran que las aguas de los dos niveles acuíferos son similares, predominando las del tipo bicarbonatado cálcico o cálcico-magnésico, aunque las surgencias de las formaciones relacionadas directamente con las estructuras diapíricas puedan tener aguas sulfatadas o cloruradas.

En general, son aguas de bajo contenido iónico y mineralización débil: 450 µS/cm, y durezas de grado medio: 253 mg/l de CO<sub>3</sub>Ca. No se detectan parámetros químicos indicativos de contaminación; las concentraciones de nitratos son siempre inferiores a 8 mg/l.

El agua es de buena calidad, al cumplir los requisitos de la Reglamentación Técnico Sanitaria para aguas de consumo público. De igual manera, son también buenas para riego, al estar clasificadas como de riesgo medio de salinización del suelo y bajo riesgo de alcalinización, grupo C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, según el índice SAR.

### VULNERABILIDAD Y CONTAMINACIÓN

El confinamiento que posee el acuífero carbonatado del Turoniense superior-Santoniense inferior, le confiere una buena protección natural ante posibles afecciones contaminantes, condiciones que son extensibles al nivel acuífero

superior en aquellos sectores que quedan cubiertos por el Terciario en el núcleo del sinclinal de Villarcayo.

Los sectores más vulnerables son: los correspondientes a los aluviales cuaternarios, los macizos aflorantes de naturaleza carbonatada y aquellos complejos kársticos en donde es frecuente encontrar grandes conductos y galerías que favorecen la circulación libre y rápida del agua.

No se detectan indicios serios de posibles afecciones por actividad antrópica, industrial ni agropecuaria (ITGE, 1996). Con todo, se han evaluado en cerca de 6 300 tm/año el volumen de residuos sólidos de origen urbano y en casi 1 hm<sup>3</sup>/año el de residuos líquidos urbanos, con un aporte de 100 tm/año de nitrógeno. El nitrógeno aportado por los cultivos supera las 1 741 tm/año y el de la actividad ganadera las 1 000 tm/año, lo que es equivalente a tener una población del orden de 200 000 habitantes.

### RECURSOS Y EXPLOTACIÓN ACTUAL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Los recursos hídricos renovables están evaluados para la unidad en 163 hm<sup>3</sup>/año (MOPU-MINER, 1988), no conociéndose aportes hídricos de otras unidades adyacentes, por lo que los términos de recarga del balance (MOPU-MINER, 1988) quedan establecidos en: 151 hm<sup>3</sup>/año procedentes de la infiltración de la lluvia y 12 hm<sup>3</sup>/año infiltrados en cursos superficiales. La descarga se reparte entre: 16 hm<sup>3</sup>/año, que se vierten hacia la cuenca Norte (río Cadagua); 4 hm<sup>3</sup>/año drenados por el conjunto de sondeos petrolíferos surgentes (IGME, 1984); y 143 hm<sup>3</sup>/año que se drenan por manantiales hacia los ríos Nela, Jerea y Ebro, principalmente.

El grado de explotación es muy bajo si se compara con el total de recursos disponibles: existen algunas obras de captación en los aluviales de los ríos Trueba y Nela, en el valle de Losa y aprovechamientos de manantiales generalmente de pequeña entidad.

Gran parte de los núcleos urbanos se abastece a través de pozos, sondeos, manantiales o con una infraestructura mixta, como sucede en Villarcayo, que refuerza la captación del río con la toma del manantial 1907.30001. La completa garantía del suministro no puede darse en todos los casos pues es normal que ante la escasa regulación de los caudales superficiales aparezcan deficiencias estacionales, preferentemente en verano, tal y como parece suceder en Medina de Pomar y en otros pequeños núcleos.

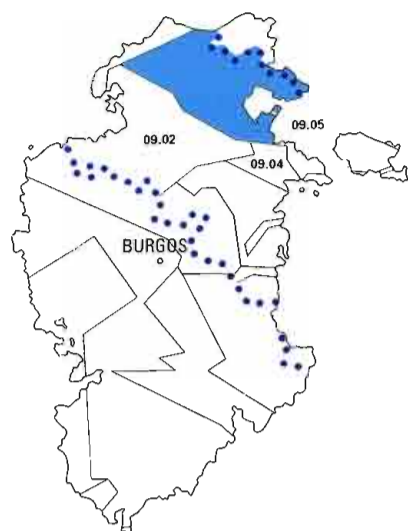
No existen utilizaciones destacadas de recursos subterráneos en actividades agrarias, pecuarias o industriales.

CUADRO RESUMEN DE LOS PRINCIPALES PUNTOS ACUIFEROS U.H. 09.03: VILLARCAYO

Nº	Nº ITGE	NATURALEZA	TERMINO MUNICIPAL	TOPONIMIA	PROF (m)	Q (l/s)
1	2112.10006	Manantial	Valle de Valdelaguna	Bezares	-	2
1	1906.70002	Manantial	Merindad de Sotoscueva	Salidas Ojo Guareña	-	Variable
2	1906.70001	Sondeo Petrolífero	Retuerta	Retuerta	3 390	-
3	1907.30001	Manantial	Villarcayo de Mrdad. de C. la V.	Nacimiento río Nela	-	10
4	1907.30005	Manantial	Villarcayo de Mrdad. de C. la V.	La Aguada	-	11
5	1906.80004	Sondeo Petrolífero	Merindad de Sotoscueva	Espinosa CB2	2 066	-
6	2006.50008	Manantial	Merindad de Montija	Fuente San Vicente	-	120
7	2006.50011	Sondeo Petrolífero	Merindad de Montija	Ribero-1	4 328	-
8	2006.60001 al 60003	Manantiales	Valle de Mena	Manantiales del Cadagua	-	500
9	2008.40001	Manantial	Valle de Tobalina	Manantial de Herrán	-	25

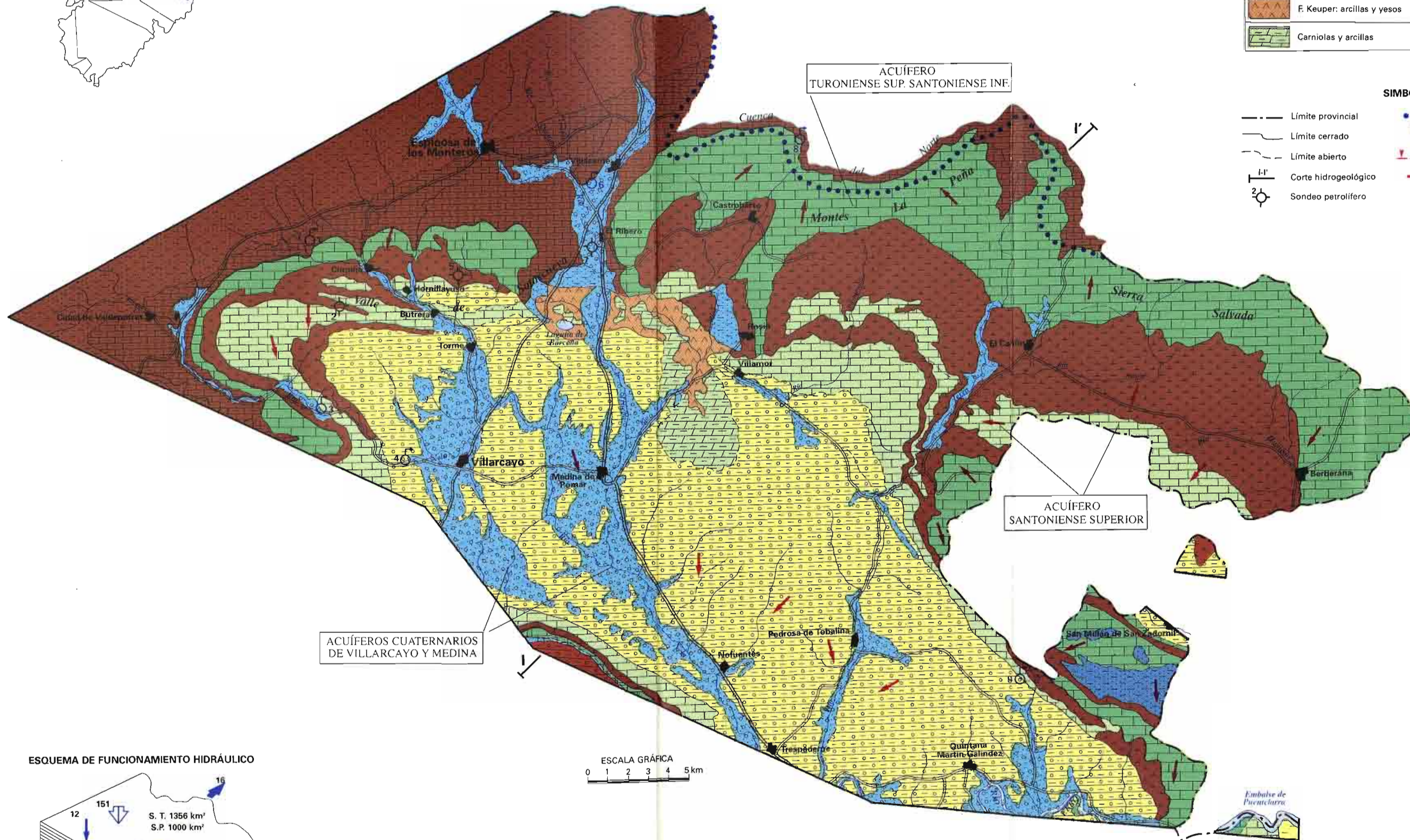
Fuente: ITGE.

# UNIDAD HIDROGEOLÓGICA VILLARCAYO (09.03)

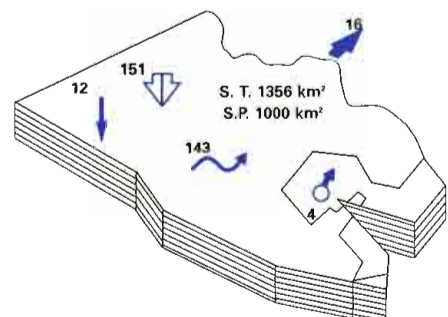


LEYENDA		
LITOLÓGIA	EDAD GEOLÓGICA	
	Gravas, arenas y limos	CUATERNARIO INDIFERENCIADO
	Conglomerados, arenas, arcillas, dolomías y calizas	TERCIARIO INDIFERENCIADO
	Calcarenitas bioclásticas	CRETÁCICO SUPERIOR (SANTONIENSE MEDIO-SUP.)
	Margas, calizas margosas	CRETÁCICO SUPERIOR (SANTONIENSE INF. MEDIO)
	Calizas, calcarenitas	CRETÁCICO SUPERIOR (TURONIENSE-SANTONIENSE INF.)
	Calizas arcillosas y margas	CRETÁCICO SUPERIOR (CENOMANIENSE)
	Arenas, areniscas y limos de la F. Utrillas	CRETÁCICO INFERIOR (ALBIENSE)
	F. Keuper: arcillas y yesos	TRIÁSICO SUPERIOR
	Carniolas y arcillas	TRIÁSICO INDIFERENCIADO

SIMBOLOGÍA			
	Límite provincial		Divisoria de cuenca hidrográfica
	Límite cerrado		Manantial
	Límite abierto		Nivel piezométrico supuesto
	Corte hidrogeológico		Dirección principal del flujo subterráneo
	Sondeo petrolífero		

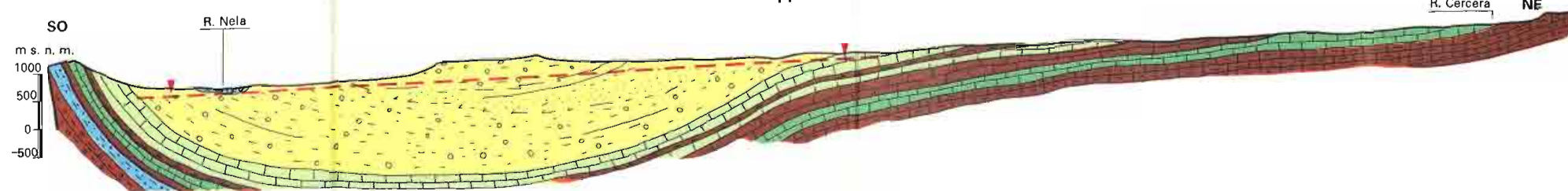


ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO



- Recarga por infiltración de agua de lluvia (hm³/año)
- Recarga por infiltración de aguas superficiales: ríos y embalses (hm³/año)
- Descarga difusa por cauces (hm³/año)
- Otras descargas (hm³/año)
- Descarga profunda (hm³/año)
- S. T. Superficie total
- S. P. Superficie permeable

CORTE HIDROGEOLÓGICO ESQUEMÁTICO



Fuente: ITGE

ESCALA GRÁFICA HORIZONTAL  
1 0,5 0 1 2 3 km