

---

Litera Alta

(41)

---

## ÍNDICE

1.- LOCALIZACIÓN Y LÍMITES .....	1
2.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS .....	1
3.- ACUÍFEROS .....	5
4.- PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS .....	6
5.- PIEZOMETRÍA Y DIRECCIONES DE FLUJO .....	6
6.- ÁREAS DE RECARGA Y DESCARGA .....	8
7.- HIDROQUÍMICA .....	9
8.- DIAGNOSIS DEL ESTADO .....	10



## 1. - LOCALIZACIÓN Y LÍMITES

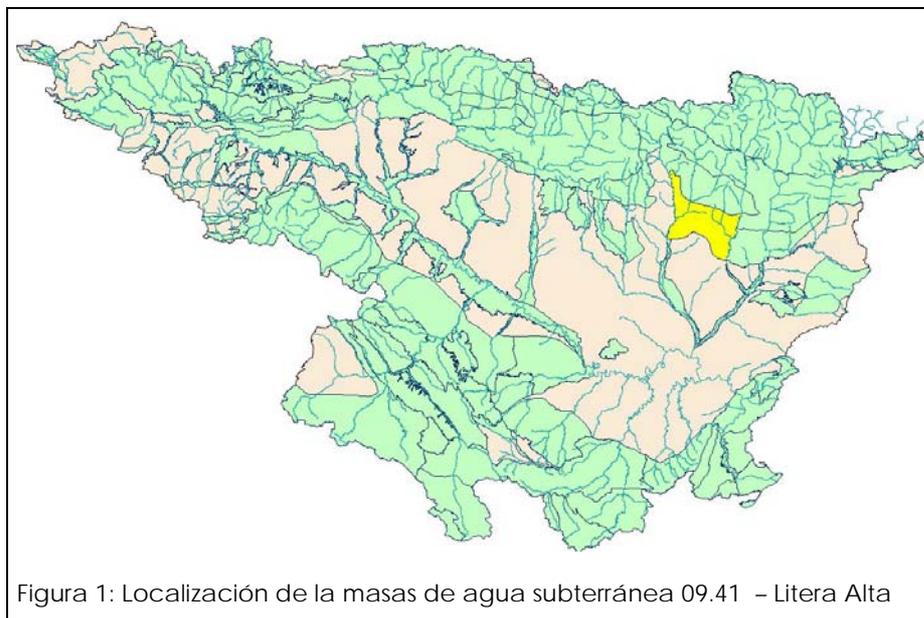


Figura 1: Localización de la masas de agua subterránea 09.41 - Litera Alta

Se identifica orográficamente con las Sierras Exteriores Surpirenaicas entre los ríos Cinca y Noguera Ribagorzana, límites occidental y oriental respectivamente. El límite meridional se localiza en la traza del cabalgamiento inferior de las Sierras Marginales.

## 2. - CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

En la comarca de la Litera Alta se emplazan unos extensos afloramientos calcáreos del Mesozoico y Eoceno marino que, según una banda ONO-ESE que comunica el Cinca con el Noguera Ribagorzana, construyen los accidentes orográficos de mayor relieve: las sierras de Ubiergo, de Estada, la Carrodilla, las planicies entre Purroy de la Solana y Camporels, y las sierras de Voltería y Sola que sirven de cerrada para los embalses de Sta. Ana y Canelles.

Inmediatamente hacia el S, se extiende otro dominio con unas características estructurales y litoestratigráficas distintas, constituido por potentes series de yesos, arcillas, areniscas y conglomerados de edad Eoceno superior, Oligoceno y Mioceno que constituye el borde N de la cuenca del Ebro.

En conjunto, se localizan materiales que abarcan desde el Triásico, Jurásico (con escasa representación y sólo en el límite oriental), Cretácico Superior, Terciario y Cuaternario.

Tradicionalmente, las sierras marginales se han considerado como el frente cabalgante meridional de la cordillera pirenaica. Están construidas por una serie de pequeñas unidades alóctonas que se han desplazado hacia el sur para superponerse sobre los materiales

terrigenos de la cuenca del Ebro. En la zona comprendida entre el Cinca y el Noguera Ribagorzana, muestran una alineación NO-SE para conectar las sierras marginales aragonesas y catalanas, estas últimas más avanzadas hacia el S.

La estructura profunda de las sierras está definida por un conjunto de unidades que cabalgan al terciario continental de la cuenca del Ebro con un importante desplazamiento, de forma que éste subyace a los relieves mesozoicos en toda la extensión de las sierras marginales. Los cabalgamientos individuales convergen en un cabalgamiento basal poco inclinado que se superpone al autóctono relativo.

En la zona existen grandes acumulaciones de materiales salinos triásicos, posiblemente en relación con la migración de la sal hacia zonas marginales de la cuenca en donde la cobertera es más delgada, en un modelo similar al propuesto por A. Serrano y W. Martínez en 1990 para el dominio Cántrabro-Navarro. Este modelo es coherente con la hipótesis propuesta por B. Martínez (1991) que relaciona los diapiros de La Puebla de Castro, Naval y Estada con rampas cabalgantes ocultas bajo las molasas terciarias.

B. Martínez (1991) identifica hasta 5 unidades frontales o láminas de cabalgamiento: Mediano, Naval, Pueyo de Barbastro, Sierras Marginales y San Esteban de Litera. Estas láminas están limitadas por un conjunto de cabalgamientos deducidos de datos de superficie, sondeos profundos y perfiles sísmicos. Su desplazamiento se ha realizado a merced del despegue basal sobre los materiales arcillosos triásicos que limitan las láminas por su base y frontalmente. Este hecho es de gran relevancia hidrogeológica pues las arcillas triásicas, poco permeables, constituyen rupturas hidráulicas entre las distintas láminas mesozoicas.

Lámina de mediano: Esta lámina queda al N de las sierras mesozoicas y está limitada con las de Naval y las Sierras Marginales por un cabalgamiento vergente al S no aflorante. Su traza atraviesa el diapiro de La Puebla de Castro y el embalse de Barasona continuándose hacia el ESE para incluir los afloramientos mesozoicos de Benabarre. Está fosilizada por los conglomerados de la formación Graus en disposición subtabular. Los afloramientos mesozoicos de Benabarre y su relación con los sondeo Benabarre 1 y 2 y con el Benabarre 3 junto al Ésera, sugiere la presencia de una culminación mesozoica enterrada bajo los conglomerados (ver corte 2). En estos sondeos se detecta bajo el Cretácico una potente serie Jurásica que implica una notable profundización hacia el N del cabalgamiento basal.

Figura 2: Esquema estructural de la Litera Alta.

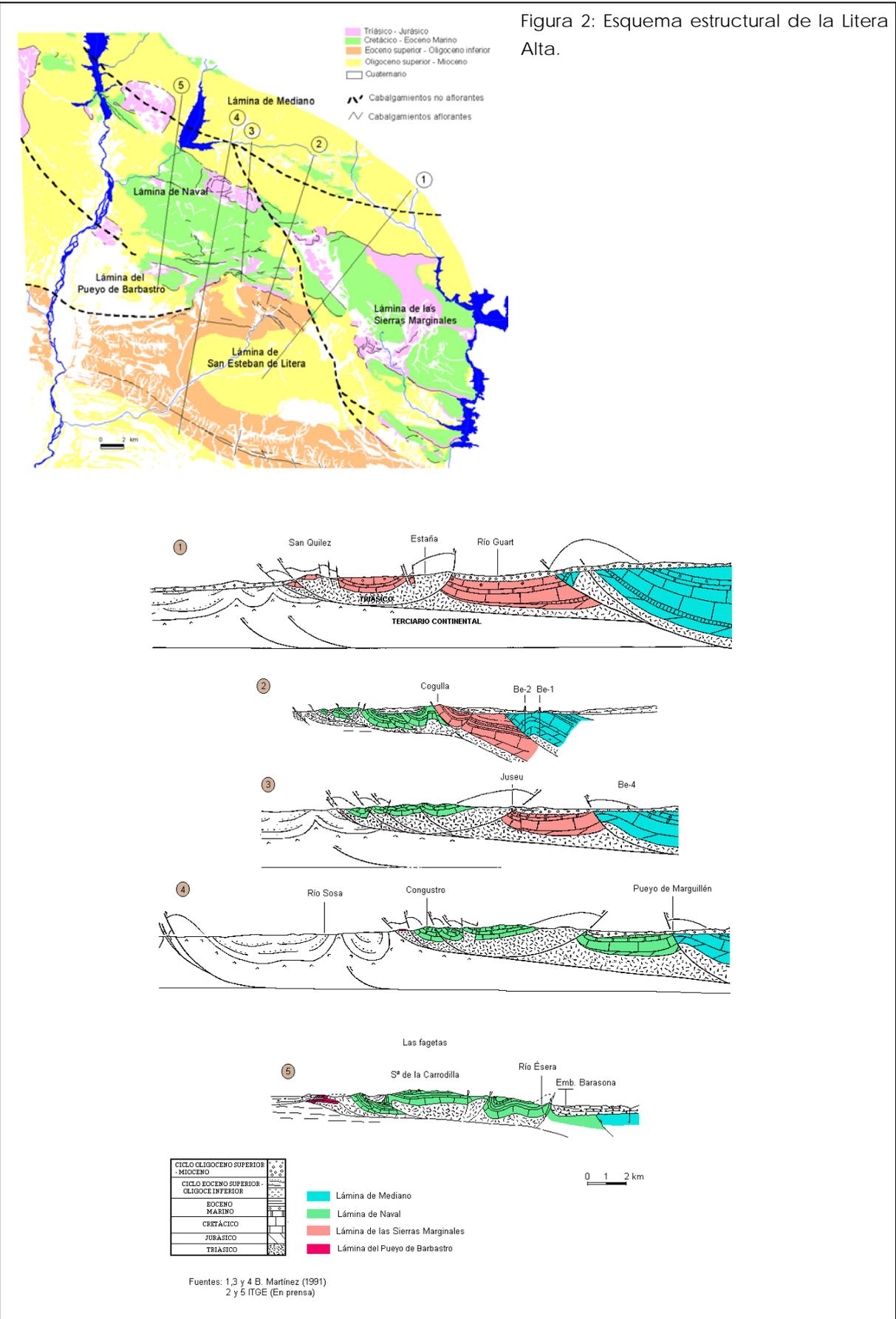


Lámina de Naval: Esta unidad engloba la mitad occidental de los afloramientos mesozoicos de la zona, desde el Cinca hasta aproximadamente el paralelo que pasa por el pico de Cogulla. Su límite meridional está definido por la rampa de un cabalgamiento no aflorante que atraviesa los diapiros de Naval, Estada y conecta hacia el E con el cabalgamiento basal de la escama de Congustro. Hacia Oriente, queda individualizada de la lámina de las Sierras Marginales mediante una rampa oblicua representada en superficie por el sinclinal de Estopiñán.

En esta lámina, la traza norte de las sierras mesozoicas está caracterizada por el retrocabalgamiento de Juseu (de vergencia N), que superpone el Mesozoico de las sierras sobre los conglomerados de Graus, verticalizados en las proximidades del contacto (ver cortes 3, 4 y 5). Sobre los mesozoicos de este contacto está anclada la presa de Barasona. Hacia el E y O, el retrocabalgamiento está fosilizado por niveles más altos de la formación Graus.

Lámina de las Sierras Marginales: Construye la mitad oriental de las sierras mesozoicas en la zona de estudio. Muestra unas directrices NO-SE a ONO-ESE en el sector más próximo al Noguera Ribagorzana. Al N limita con el cabalgamiento frontal de la lámina de Mediano. Hacia el O, su límite con las láminas de Naval y San Esteban de Litera está constituido por una rampa lateral de orientación NO-SE que, desde el pico Cogulla se prolonga hacia el SE englobando la escama de Zurita, hasta enlazar con el afloramiento Jurásico de Castillonroy.

El sinclinal de Estopiñán se encuentra sobre esta rampa lateral. Toda la estructura se encuentra rodeada de margas y yesos del Keuper que se dispone tanto al NE como al SO cabalgando sobre materiales detríticos del Terciario y hacia el SE sobre las sierras marginales catalanas (ver corte 1). Está afectado en su interior por fallas normales y fracturas en dirección NO-SE, paralelas al eje. Una de estas fracturas situada en el flanco S pone en contacto en el Keuper con el sinclinal de San Quílez. Esta estructura muestra una dirección NO-SE. Su flanco meridional se halla fallado e invertido, verticalizando los conglomerados de Baells que se disponen en discordancia progresiva. Estos conglomerados fosilizan el cabalgamiento que superpone esta escama sobre la de Zurita.

La escama de Zurita, constituida por materiales del Triás, Cretácico y Eoceno marino muestra una serie monoclinial hacia el NE, cuya base está verticalizada o invertida. Su cabalgamiento basal pone en contacto el mesozoico de las sierras con los conglomerados y areniscas de la formación Peraltilla (ver figura 3).

En el sector del Noguera Ribagorzana la estructura consiste en un conjunto de escamas imbricadas con pliegues concéntricos, de manera que los anticlinales están asociados a rampas de bloque superior y los sinclinales a rellanos de bloque superior dispuestos parte sobre un rellano y parte sobre una rampa de bloque inferior.

Este estilo tectónico y el hecho de que el nivel de despegue de las escamas está constituido por las formaciones arcillosas triásicas, determinan una ruptura hidráulica entre los acuíferos mesozoicos que va a condicionar el funcionamiento hidrogeológico de esta zona.

Una de estas escamas, la de Peña Roja, muestra una geometría sinclinal que está fosilizada hacia el O por la formación Sariñena. Lateralmente, esta escama está en contacto con la que emerge en el anticlinal del Bolterol.

Figura 3: Corte geológico del contacto entre las láminas de San Esteban de Litera y Sierras Marginales (detalle del sector meridional del corte geológico 1)Fte. IGME

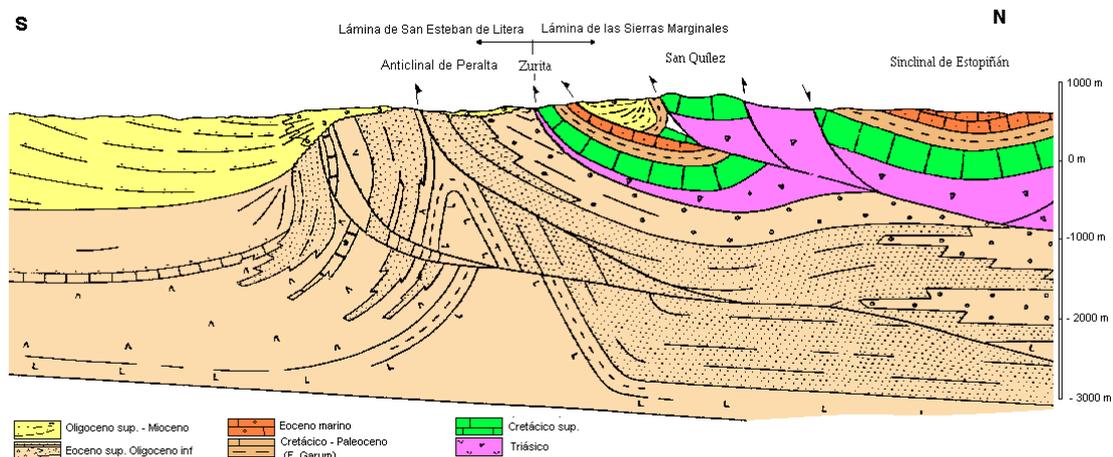


Lámina de San Esteban de Litera: Constituye la lámina más meridional y afecta a los materiales continentales del Eoceno superior y Oligoceno inferior (formación de los yesos de Barbastro y equivalentes laterales, formación Peraltilla y base de la formación Sariñena). Constituye el autóctono relativo de las láminas que forman las sierras mesozoicas. B. Martínez interpreta a partir de datos sísmicos que la base de esta lámina se sitúa hacia la base de los yesos de Barbastro. La estructura más relevante de esta lámina es el anticlinal de Barbastro – Balaguer, de traza axial NO-SE.

### 3. - ACUÍFEROS

Los niveles permeables identificados incluyen:

N	Acuífero	Litología
1	Muschelkalk	Dolomías
2	Cretácico superior	Calizas micríticas, calizas tableadas, y brechas
3	Eoceno inferior	Calizas margosas
4	Cuatrnario	Terrazas y glacis, coluviones

El Muschelkalk aparece en forma de multitud de pequeños retazos sin continuidad lateral asociados a las zonas de afloramiento masivo de las facies evaporíticas triásicas.

El Jurásico y Cretácico inferior tienen una presencia meramente testimonial.

El más relevante, por su extensión de afloramiento, espesor y por sus cualidades hidráulicas es el Cretácico superior. A él se asocian las descargas más importantes de la zona. El siguiente acuífero en importancia es el Eoceno inferior. Ambos están separados por las facies lutíticas del Garum, de baja permeabilidad. No obstante, a tenor de la escasa potencia de esta serie en relación a otras zonas del pirineo, la presencia de cuerpos carbonatados intercalados en la serie arcillosa y la marcada fracturación de esta zona, existe una conexión entre ambos merced a la percolación vertical a través del Garum.

Existen dos condicionamientos estructurales relacionados entre sí muy relevantes para entender el funcionamiento hidrogeológico en esta masa de agua. En primer lugar, el espesor mayor de la serie calcárea se da en el norte, donde el Cretácico superior muestra valores próximos a 300 m, y el Eoceno inferior registra espesores de hasta 470 m), y se adelgaza de forma notable hacia el S (en Zurita, el Eoceno tiene una potencia de unos 50 m), ocasionando una mayor complejidad y menor continuidad lateral de las escamas meridionales. Por otra parte, las escamas se desplazan con una geometría de rellano de bloque superior, de forma que su base está tapizada con los materiales de baja permeabilidad del nivel de despegue (keuper), lo que condiciona, en buena medida, la compartimentación del acuífero en sectores con zonas de recarga y descarga individualizadas.

#### 4. - PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS

El acuífero Cretácico superior ha sido objeto de varios ensayos realizados por el IGME, la Diputación Provincial de Huesca, la DGOH y ACESA, especialmente en la cuenca del Ésera.

En la tabla siguiente se resumen los ensayos de bombeo más significativos realizados. En líneas generales se observan valores importantes de transmisividad, variables en función de las condiciones locales de cartificación.

Fuente	Fecha	Duración	Caudal	Lugar	T m <sup>2</sup> /día Bombeo/recup.	S
ITGE	14/5/85	20.3 h	8 l/s	Azanuy (311260003)	82 / 110	
ITGE	20/11/85	20 h	20 l/s	Benabarre (321210020)	1086 / 5270	
DPH	19/12/89	23 h	6 l/s - 4 h 13.5 l/s - 41 h 30 l/s - 23 h	Alins del Monte (311270004)	13600 / 6900	
DGOH	27/4/95	21 h	10 l/s - 1 h 20 l/s - 1 h 40 l/s - 1 h 50 l/s - 18 h	Baldellou (321350005)	79 / 416	
DGOH	13/2/95	23.5 h	157 l/s (ponderado)	Ólvena 1 (311220001)	No conclusivo, apunta valores muy elevados de T	
DGOH	4/6/96	23 h	80-150-220 l/s - 1 h 300 l/s - 22 h	Ólvena 1 (311220001)	13600	
DGOH	12/11/97	25 h	100 l/s	Ólvena 3 (311220007)	70 / 320	
DGOH	14/10/99	24 h	150 l/s	Ólvena 4 (311220023)-bombeo		

Fuente	Fecha	Duración	Caudal	Lugar	T m <sup>2</sup> /día Bombeo/recup.	S
				Ólvena 1 - piezómetro	12600 / 11900	4.6·10 <sup>-2</sup>
				Ólvena 3 - piezómetro	-----	
				SP-01 (311220006) -piezómetro	12500 / 24000	5.5·10 <sup>-2</sup>
ACESA	8/4/00	168 h	350 l/s	Ólvena 4 - bombeo		
				Ólvena 1 - piezómetro	14000 / 9100	7.8·10 <sup>-3</sup>
				Ólvena 3 - piezómetro	5700	3.3·10 <sup>-2</sup>
				SP-01 - piezómetro	16500 / 9800	3.8·10 <sup>-2</sup>

No se dispone de ensayos de bombeo en el acuífero Eoceno. No obstante, del examen del régimen de descarga de sus drenajes y del comportamiento con los piezómetros controlados, se infiere un carácter marcadamente cárstico, con un drenaje rápido a través de una red muy jerarquizada por conductos preferentes y de poca porosidad eficaz en el macizo rocoso.

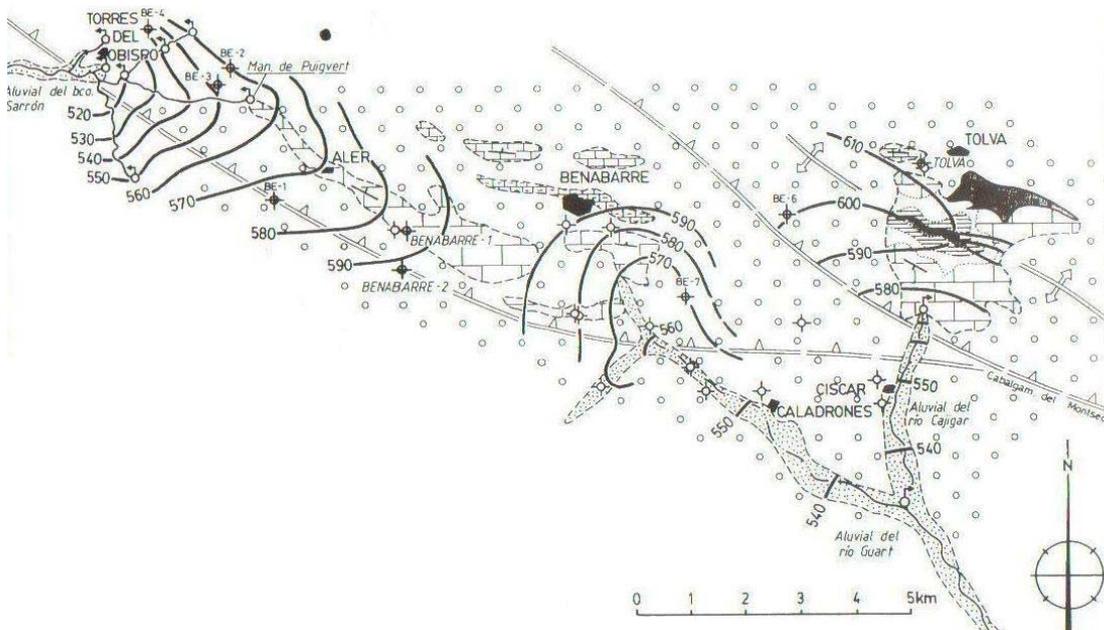
## 5. - PIEZOMETRÍA Y DIRECCIONES DE FLUJO

Como ya se ha indicado existen dos niveles permeables claramente identificados: el Cretácico superior y el Eoceno inferior. Entre ambos, las facies más margosas del Garum no individualizan hidráulicamente ambos niveles incluso en las condiciones estructurales más favorables para ello, como en el sinclinal de Estopiñán.

Se puede concebir por tanto, como un acuífero multicapa, con un nivel permeable inferior (Cretácico) de tipo cárstico que presenta una importante componente de flujo difuso y un nivel permeable superior (Eoceno inferior) con un acentuado carácter cárstico de baja porosidad, marcados agotamientos y poca capacidad de regulación. Entre ambos existe un nivel acuitardo (Garum) que permite la percolación vertical de recursos desde el nivel superior al inferior.

Las arcillas triásicas constituyen el zócalo poco permeable de toda la unidad, de forma que el Cretácico constituye el último receptor de los recursos del sistema de flujo subterráneo. Este efecto de zócalo también tiene su impronta en la calidad química de sus aguas, reflejada en un fondo geoquímico proporcionalmente elevado de cloruros y sulfatos y cuyo contenido se acentúa en los niveles más profundos del sistema.

Dentro de la unidad pueden identificarse varios sectores cuyos sistemas de flujo subterráneo están desconectados entre sí: (1) el sector del diapiro de Mediano; (2) la sierra de Carrodilla – Fagetas; (3) los afloramientos de la culminación anticlinal del Cretácico entre Tolba y Aler; (4) el sinclinal de Estopiñán y la escama de San Quílez – Zurita; (5) las escamas del valle del Noguera Ribagorzana.



*Piezometría del Acuífero Cretácico en el sector de Tolva-Aler (San Román, 1996)*

## 6.- ÁREAS DE RECARGA Y DESCARGA

### Áreas de recarga

Incluye todas las serranías formadas por Cretácico superior a Eoceno inferior. Merece una especial mención, por sus condiciones fisiográficas, la estructura del sinclinal de Estopiñán, muy favorable a la infiltración del agua.

En los límites occidental y oriental de la unidad se instalan infraestructuras de almacenamiento y conducción de dos grandes sistemas de regadío: los regadíos del Alto Aragón, dependientes del embalse de El Grado y los de Aragón y Cataluña, con el embalse de Barasona. La influencia de estos sistemas hidráulicos sobre la recarga de los acuíferos de la unidad es difícil de evaluar, especialmente las pérdidas de ambos embalses. No obstante, la estructura geológica de la Sierra de Ubierno no es favorable a la recarga desde el embalse del Cinca. No ocurre lo mismo desde el embalse de Barasona y el tramo del canal de Aragón y Cataluña en el tramo excavado en el congosto de Olvena. Los efectos de este canal sobre el acuífero Cretácico, que puede llevar hasta 30 m<sup>3</sup>/s, ya han sido puestos de manifiesto en los pozos de Olvena 2 y 3.

### Áreas de descarga

El Cinca y el Noguera Ribagorzana imponen los niveles de descarga natural de la unidad. La divisoria hidrogeológica entre ambas cuencas coincide con la rampa lateral entre las láminas de Naval y la de las Sierras Marginales que, con orientación NNO-SSE atraviesa la unidad desde Juseu hasta la escama de Zurita.

La mitad occidental de la unidad, que incluye la lámina de Naval, descarga hacia el Cinca. No existen en este sector manantiales de importancia congruentes con la superficie de este sector. Su descarga debe realizarse de forma difusa hacia el Cinca. Los niveles piezométricos en los pozos de Olvena 1 y 4 muestran que el Ésera en su tramo final está por encima del nivel piezométrico del acuífero en condiciones normales de agotamiento. Esto implica que el nivel de base regional de este sector se localiza en el Cinca en el tramo entre la desembocadura del Ésera y el diapiro de Estada.

El tercio oriental de la unidad está formado por diversas escamas de magnitud variable que descargan directamente hacia el Noguera Ribagorzana (Voltería, Peña Roja, Yedra, etc).

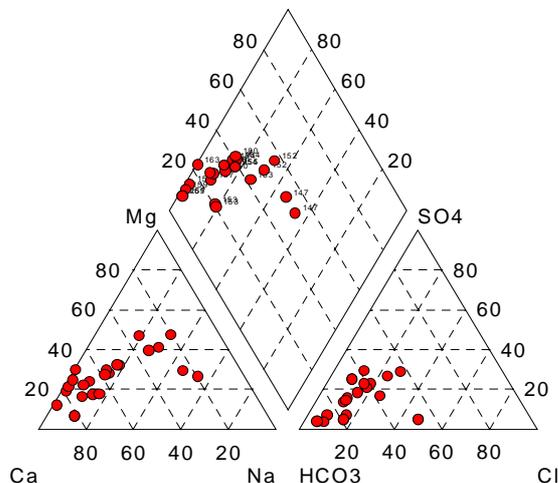
La estructura del sinclinal de Estopiñán, en una posición intermedia entre ambas, cuenta con una posición estructural peculiar: constituye un sinclinal formado por las calizas del Cretácico superior – Eoceno inferior cuyo yacente y contorno son las margas triásicas de la rampa lateral de la lámina de las Sierras Marginales. Esto hace que sus drenajes más importantes se realicen de forma periférica en manantiales frontales como el de Mola (o del pantano de Camporrels) y el de las Ollas, ambos en el Cretácico, o el manantial de Font Redona en el Eoceno.

Cabe señalar por su singularidad, las lagunas de Estaña que se alimentan por descargas difusas del Trias.

## 7.- HIDROQUIMICA

Las aguas subterráneas procedentes del acuífero Eoceno muestran una tipología bastante uniforme en facies Ca-(Mg)-HCO<sub>3</sub> con valores de conductividad en torno a 600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El acuífero Cretácico aporta aguas más mineralizadas, con valores de C.E. entre 600 y 900  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , en facies mixtas de tipo Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>-(Cl)-SO<sub>4</sub>. La existencia de este tipo de facies en el Cretácico pone de manifiesto la impronta del zócalo triásico del acuífero, tanto más acentuada cuanto menor es el espesor del acuífero, es decir, hacia las escamas más meridionales.

Figura 4: Diagrama de Piper obtenido a partir de muestras de aguas procedentes de la masa subterránea de la Litera Alta.



## 8. - DIAGNOSIS DEL ESTADO

En líneas generales no hay presiones significativas, salvo en algunas zonas en la que el acuífero tiene una elevada vulnerabilidad a la contaminación.

En esta zona existen numerosas granjas de ganado porcino algunas de ellas localizadas sobre zonas de elevada vulnerabilidad a la contaminación como el acuífero Eoceno del sinclinal de Estopiñán. La ubicación de estas balsas de purines sobre áreas de extremada vulnerables a la contaminación superficial, supone una presión significativa cuyo impacto ya se ha comprobado en el caso del manantial de Font Redona, en Estopiñán del Castillo.