

---

Santo Domingo - Guara  
(033)

---

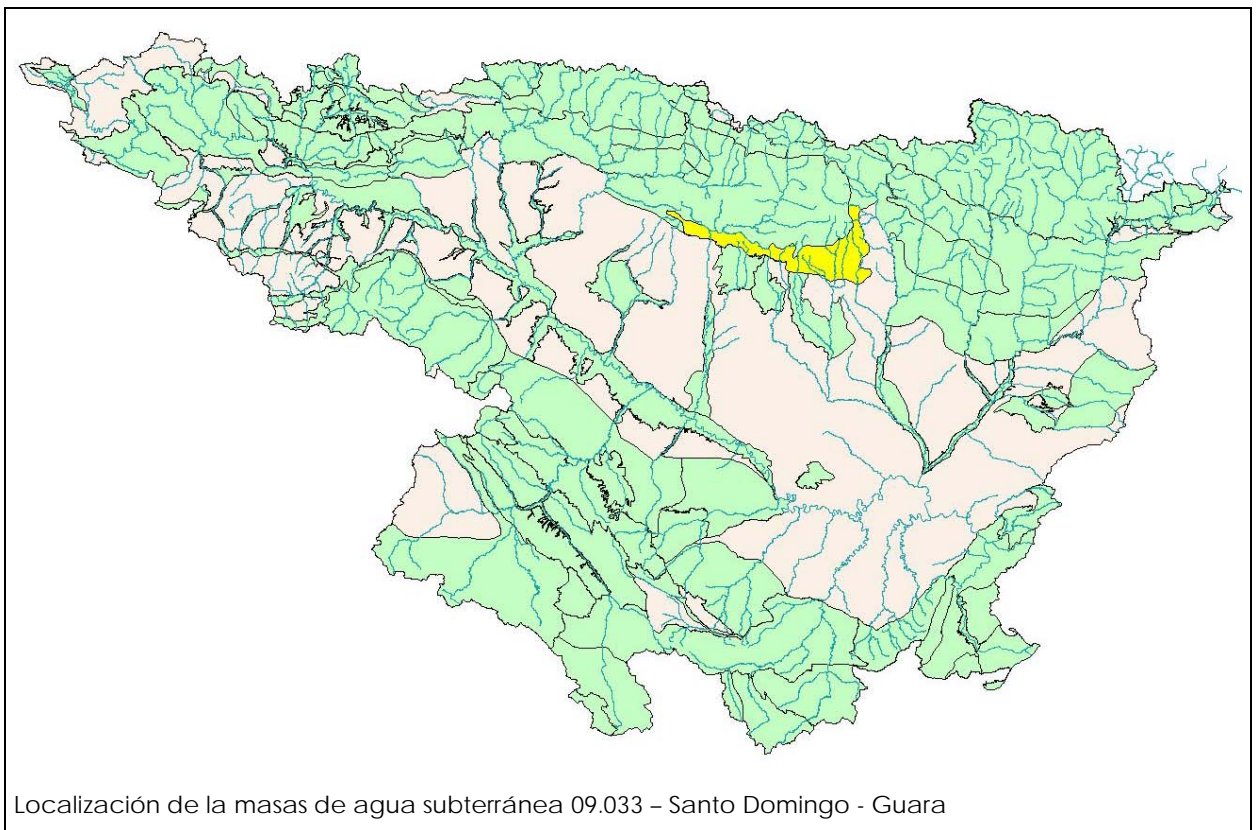
ÍNDICE

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

## 1. - LOCALIZACIÓN Y LÍMITES

Se engloban en esta masa de agua subterránea las sierras calcáreas situadas entre la cuenca de Jaca al N y la depresión del Ebro al S. De O a E van tomando relevo una alineación de serranías que alcanza cotas progresivamente mayores: Sto. Domingo (1517 m), Loarre (1597 m), Caballera - Gratal (1561 m), Gabardiella (1695 m) y Guara (2078 m). A la vez, una estructura interna más amortiguada es responsable de una progresiva mayor extensión superficial; así, si en la sierra de Sto. Domingo apenas tiene una anchura N-S de 1.5 Km, en la sierra de Guara su anchura es del orden de 20 Km.

Cuenta con una superficie de 838 km<sup>2</sup>, íntegramente en la Comunidad Autónoma de Aragón.



El límite N se emplaza sobre las formaciones de margas azules hasta Jánovas. Hacia el NE, el río Ara en el congosto de Jánovas. En el E, sobre las facies margosas, en torno al eje del anticlinal de Boltaña. En el S, el frente de cabalgamiento surpirenaico, englobando las facies conglomeráticas proximales del Oligoceno.

## 2. - CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Las sierras exteriores desde las Peñas de Sto. Domingo a la Sierra de Guara, forman parte de las unidades estructurales despegadas y desplazadas al S, dando lugar al frente pirenaico. El despegue tiene lugar en las evaporitas y arcillas del Triás. Las unidades desplazadas al S comprenden materiales del Triásico, Cretácico superior, Eoceno y Oligoceno, conformando estos últimos el Sinclinatorio de Guarga, al N de la masa de agua subterránea.

Entre el Triásico y el Cretácico superior tienen lugar un importante hiato sedimentario. Sobre el Triás se deposita de forma concordante el Cretácico superior y sobre éste, en transición hacia el Paleógeno, se localizan las facies Garum. Por encima se encuentra una potente serie carbonatada eocena, conocida como Fm Guara que reduce notablemente su potencia hacia el S y el O. Sobre ella se depositan las formaciones Campodarbe, de carácter fluvial, que pasa lateralmente a las facies deltaicas de la Fm Belsué – Atarés y de éstas a las margas y arcillas de la Fm Arguís, equivalente lateral de las margas de Pamplona que afloran extensamente al NO de la masa de agua.

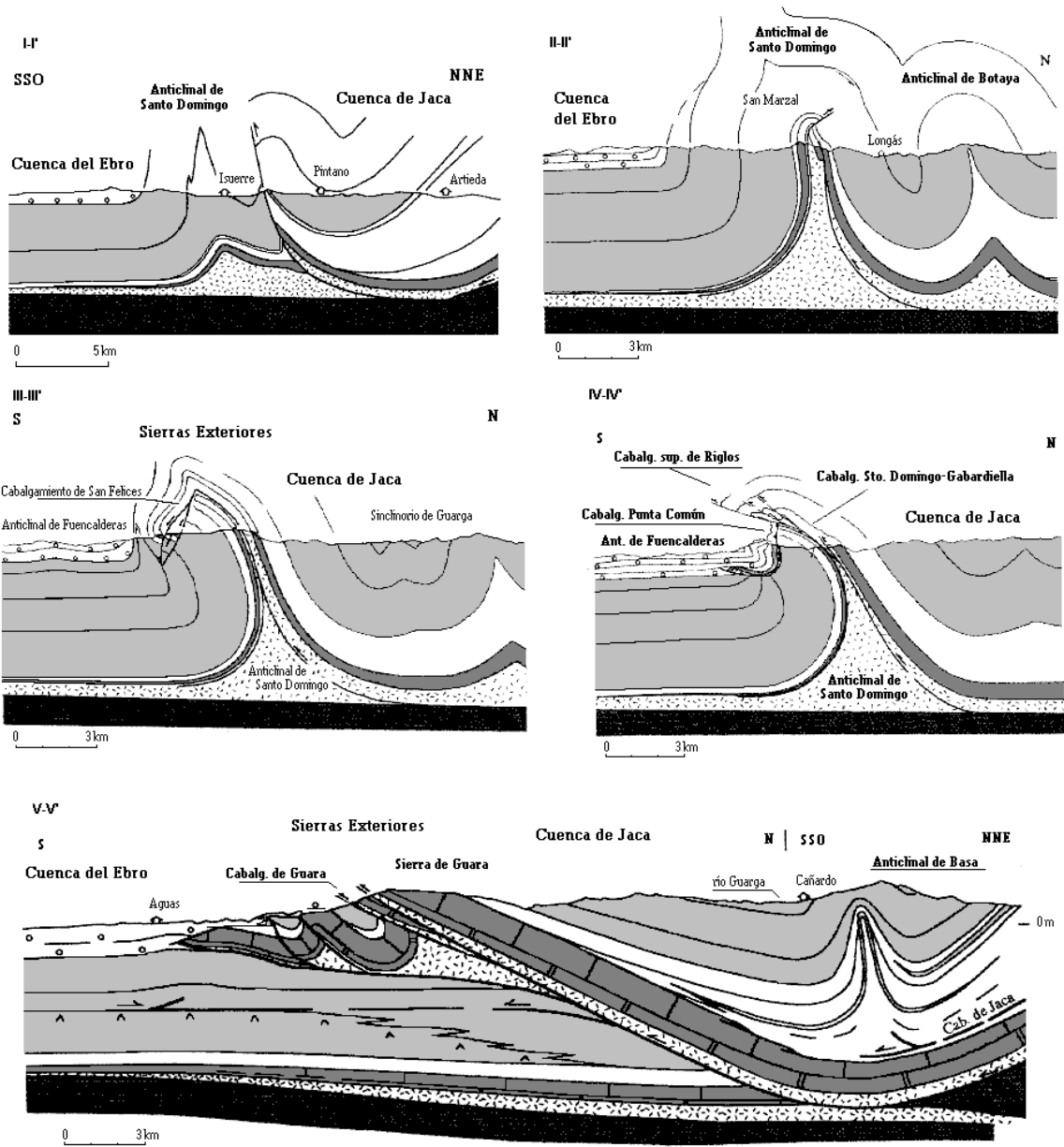
El Neógeno es ya el autóctono de la cuenca del Ebro, en facies de abanicos aluviales que dan lugar a un frente montañoso que enlaza con los sistemas fluviales cuaternarios mediante glaciais.

Las sierras exteriores constituyen una gran estructura cabalgante hacia el S en la que se distinguen numerosas láminas imbricadas. Estas láminas están afectadas por un conjunto de pliegues N-S que se han desarrollado simultáneamente a la sedimentación de las formaciones del Eoceno.

La vertiente N de las sierras exteriores constituye un gran afloramiento continuo de toda la serie de cobertera, en tanto que su vertiente S es más compleja y se caracteriza por la presencia de numerosas láminas imbricadas de vergencia dominante S y con la parte frontal parcialmente fosilizada por depósitos sintectónicos del margen de la Cuenca del Ebro.

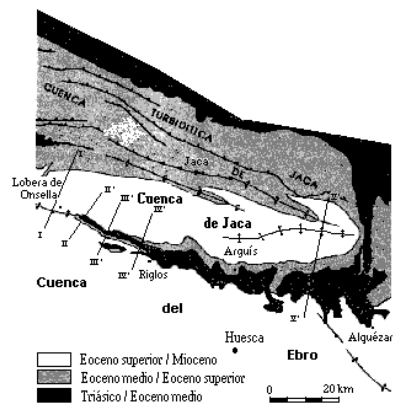
El frente de cabalgamiento muestra disposiciones distintas a lo largo de las sierras exteriores. En la zona occidental, la estructura se configura según un gran anticlinal de flancos paralelos, vergentes al S y núcleo constituido por materiales triásicos (anticlinal de Santo Domingo). En su extremo occidental su eje tiene una fuerte inmersión hacia el O, haciendo que la estructura quede fosilizada por la Fm. Campodarbe. En el flanco S del anticlinal, se encuentra la parte frontal de dos láminas de cabalgamiento de vergencia S: se trata de las láminas de San Felices y punta Común. Ambas láminas han perdido la continuidad con el flanco N por la erosión de las partes más levantadas de la estructura. En la margen izquierda del Gállego, el flanco S del anticlinal desaparece bajo un conjunto de láminas que conectan con el flanco N.

En el sector oriental (sierra de Guara), la parte frontal de las láminas alcanza grandes desplazamientos sobre el autóctono de la cuenca del Ebro (hasta 30 km). Gran parte de estas láminas está cubierta de forma discordante por depósitos de la Fm. Uncastillo y sólo emergen los cabalgamientos superiores.



- Oligoceno sup. - Mioceno inf.  
(Formación Uncastillo)
- Eoceno sup. - Oligoceno inf.  
(Fm. Campodarbe/Barbastro)
- Jurásico - Cretácico - Eoceno sup.
- Triásico medio y superior
- Basamento

Fuente: Millán et. al. (2000)



Cortes geológicas de la masa de agua subterránea de Sierra Tendeñera – Monte Perdido

### 3. - ACUÍFEROS

Los niveles permeables identificados en la masa de agua subterránea incluyen:

N	Edad	Litología
1	Muschelkalk	Calizas tableadas y dolomías
2	Cretácico superior	Calizas con rudistas, calcarenitas rojas, calizas micríticas
3	Eoceno	Fm. Guara y Fm. Boltaña
4	Mioceno	Conglomerados y areniscas (Fm. Sariñena)
5	Cuaternario	Conglomerados, gravas y arenas

#### Muschelkalk

Está formado por calizas y dolomías con un espesor entre 30 y 75 m de espesor máximo localizado al norte de Nueno.

Su geometría es bastante compleja a causa de su posición entre los niveles pelíticos y evaporíticos del Triásico que han actuado como nivel de despegue regional. Por esta razón, sus afloramientos aparecen asociados a los frentes de cabalgamiento de la vertiente meridional de la sierra, donde funciona como un acuífero libre de tipo cárstico, confinándose a gran profundidad hacia el N. Su yacente está siempre constituido por las facies evaporíticas del Triás, lo que condiciona las características químicas de las surgencias asociadas a él.

Se trata de un acuífero con una importante permeabilidad por fracturación y disolución. La presencia de niveles de carnioles con una notable porosidad les confiere buena capacidad de regulación.

#### Cretácico superior – Eoceno inferior y medio

Entre las calizas del Cretácico y las del Eoceno se intercala una serie arcillosa poco permeable (Facies Garum), aunque debido a su escasa potencia y la intensa tectonización, no actúan como nivel impermeable desconectando hidráulicamente ambos niveles, salvo de forma local.

El Cretácico está constituido por calizas y calcarenitas. Aflora en los sectores centrales y occidentales con una potencia entre 50 y 100 m. Los niveles permeables del Eoceno incluyen las formaciones Boltaña (Cuisiense) y Guara (Luteciense).

Este acuífero ha sido objeto de varias investigaciones en el sector del manantial de Fuenmayor (Pascual, I, 1974; SGOP, 1996) acerca de sus características hidráulicas. En esta zona, el acuífero está confinado por unos conglomerados carbonatados de edad Mioceno (Fm. Sariñena) sobre los que se localizan importantes formas cársticas (polje de Ciano) que infiltran rápidamente la escorrentía superficial cuando la situación hídrica lo permite. Esta

carstificación también fue evidenciada en el ensayo de bombeo realizado por el SGOP. Los diferentes análisis de sus agotamientos muestran un régimen de circulación cárstica con tres coeficientes con valores, dispares entre sí, entre 0.032 y 0.45, mostrando que no existe un drenaje bien organizado y en que cada punta de caudal se evacua según su propio agotamiento. Los umbrales pluviométricos para que se produzca respuesta en el manantial oscilan entre 7 y 10 mm para invierno y verano respectivamente, con un tiempo de respuesta de unas 12 horas. Los caudales muestran escasa persistencia, lo que evidencia la poca memoria del sistema y su elevada evacuabilidad.

Las perforaciones realizadas por el SGOP muestran un complejo funcionamiento en este sector. El sondeo de investigación (291170012) realizado unos 330 m aguas arriba del manantial, atravesando la Fm Sariñena, muestra una cota piezométrica a 35 m por encima de aquel (gradiente del 10%). En este sondeo se realizó un ensayo con trazadores que mostró su conexión con el manantial. El pozo de preexplotación, a 930 m muestra una cota 11 m por encima del manantial (gradiente del 1%). En este sondeo, las calizas de Guara sólo aparecen en los primeros 16 m, el resto de la serie atravesada es de edad Oligoceno. El elevado caudal obtenido en el ensayo de bombeo indica una notable carstificación de los conglomerados oligocenos o bien la presencia de una escama las calizas de Guara no aflorante que transfiera sus recursos a las formaciones detríticas.

Ambos muestran una evolución piezométrica idéntica, si bien en el sondeo de investigación las oscilaciones están muy amortiguadas. Esta diferencia de comportamiento sugiere unas cualidades hidráulicas muy dispares, pudiendo actuar como confinante poco permeable o desarrollar una notable carstificación asociada a las escamas frontales de las Calizas de Guara y en perfecta continuidad hidráulica con aquellas.

#### Mioceno

Incluyen los conglomerados masivos carbonatados de la Fm Sariñena, permeables por fracturación y carstificación. Su capacidad de almacenamiento es poco significativa y su principal función hidrogeológica reside en la transmisión de recursos procedentes del acuífero carbonatado anterior en el borde meridional. En las zonas más distales, existen paleocauces de areniscas inmersos en una serie poco permeable margoarcillosa que, localmente, pueden tener cierto interés.

#### Cuaternario

Los depósitos cuaternarios y pliocuaternarios están representados por terrazas en diferente grado de conexión con los cursos fluviales y los glaciares. Constituyen acuíferos detríticos que en conjunto son drenados por los ríos. Su potencia raramente supera los 12 m.

## **4. - PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS**

Las características hidráulicas del acuífero del Muschelkalk se han investigado en el ensayo de bombeo realizado en el pozo de abastecimiento a Nueno (1991), donde se obtuvo un valor



de transmisividad de 2760 m<sup>2</sup>/día, que para el espesor de los tramos productores supone una permeabilidad del orden de 100 m/día.

## 5. - PIEZOMETRÍA Y DIRECCIONES DE FLUJO

Los condicionantes estructurales determinan un funcionamiento en cuanto a direcciones de flujo y relación entre las zonas de recarga y descarga distinto al E y O del Guatizalema respectivamente. Hacia el E de este río, los afloramientos permeables se limitan a dos bandas en sendos flancos de la sierra con una anchura que se reduce notablemente hacia el O. Se trata de un sector con un gran número de manantiales de poca cuantía y a cotas elevadas (las principales descargas de este sector se emplazan a cotas entre 700 y 1020 m s.n.m.). Los flujos, de carácter generalmente muy local, tienen direcciones impuestas por la estructura de la sierra aproximadamente E-O.

Al E del Guatizalema domina un afloramiento casi ininterrumpido de materiales permeables que permite la existencia de grandes áreas de recarga cuyos exutorios se localizan en los ríos que la atraviesan en dirección N-S. En este sector existen muy pocos manantiales, aunque de mucha mayor importancia, junto a la red fluvial. Las cotas de drenaje, impuestas por los ríos, oscilan entre 500 y 700 m s.n.m. Las direcciones de flujo están impuestas por los gradientes topográficos. La estructura de esta zona hace que el flanco meridional, cabalgado por el septentrional, está en gran medida fosilizado bajo recubrimientos de conglomerados del Oligoceno. La circulación profunda bajo estas escamas es la responsable de la surgencia moderadamente termal de los baños de Alquézar a través del suprayacente Oligoceno.

Las características hidráulicas del principal acuífero (Cretácico – Eoceno) son muy irregulares como corresponde a un acuífero con una importante componente cárstica s.s. Su permeabilidad está muy condicionada por la posición de los materiales respecto a los principales sistemas de flujos subterráneo (Fuenmayor, Bastarás, etc). En las zonas alejadas de estos puntos de convergencia de flujos es previsible una reducción muy drástica de la permeabilidad.

## 6. - ÁREAS DE RECARGA Y DESCARGA

### Áreas de recarga

Están constituidas por todos los afloramientos permeables que, en conjunto, alcanzan 693 km<sup>2</sup> (incluye acuíferos del Muschelkalk, Cretácico – Eoceno, conglomerados del Mioceno y Cuaternario).

En virtud de las características estructurales de la sierra, el tercio oriental de la masa de agua está caracterizado por presentar unas extensas áreas de recarga constituidas fundamentalmente por calizas del Eoceno. Este hecho se traduce en la existencia de menor número de manantiales de gran cuantía frente al sector occidental, donde las áreas de recarga se limitan a estrechas bandas en ambos flancos del anticlinal de Santo Domingo, lo que genera un mayor número de descargas más locales y de mucha menor cuantía.



Sobre el sector oriental se reconocen frecuentes formas de absorción superficial. Las más conocidas son el polje de Ciano ligado al manantial de Fuenmayor y las formas del Tozal de Guara, incluidas en el sistema de las fuentes de Bastarás.

#### Zonas de descarga

La descarga se realiza fundamentalmente hacia los ríos que la cortan transversalmente.

En el sector occidental se localizan una serie de descargas puntuales a diferentes cotas: hacia la cuenca del Gállego el manantial de la Trinidad, a 704 m de altitud, descarga un caudal promedio del orden de 70 l/s. El manantial de la foz de Escaletes, a 780 m, entre 50 y 70 l/s.

Hacia la vertiente S los drenajes son más escasos y de mayor cota. El manantial de Petrolanga, a 1020 m de altitud, dispone de un caudal entre 5 y 10 l/s.

Previsiblemente se realizaran descargas directas al Gállego.

En el Isuela, se localizan descargas de forma difusas a río merced al acuífero Cretácico – Eoceno (manantiales de abastecimiento a Arguís, foz de San Clemente) y del acuífero Muschelkalk (Baños de Nueno). En conjunto, las descargas realizadas al río varían entre 40 y 180 l/s.

En el sector oriental, la descarga está más jerarquizada, con importantes drenajes menos numerosos localizados junto a los lechos de los ríos.

En la cuenca del Flúmen, la descarga más importante es el manantial de Fuenmayor, a 695 m, con un caudal muy variable con mínimos de estío del orden de 10 l/s y puntas superiores a 3000 l/s.

En el río Formiga se localiza un conjunto de surgencias difusas, las fuentes de Bastarás, con un sistema de surgencias de tipo trop plein asociadas (solencios de Bastarás, Sta. Cilia e Ibones de Anguarer). Sus aportaciones registradas por aforos diferenciales oscilan entre 55 y 400 l/s. Las puntas, con el sistema de trop plein activos pueden alcanzar caudales un orden de magnitud mayor.

En la cuenca del Alcanadre se localizan varias surgencias de importancia. La fuente del barranco de Mascún, a 700 m, aporta un caudal entre 30 y 150 l/s. Aguas abajo, se localizan las surgencias frontales de la Tamara, a 500 m, con caudales estimados entre 50 y 100 l/s. Los aforos diferenciales realizados entre Pedruel (aguas abajo del barranco de Mascún) y el límite meridional de la masa de agua registran unas ganancias promedio de 440 l/s, con oscilaciones entre 200 y 600 l/s.

En la cuenca alta del Vero se localiza la fuente de Lecina, a 630 m de altitud. Su caudal varía entre 20 y 450 l/s (promedio de 230 l/s).

## 7. - HIDROQUIMICA

Las aguas subterráneas muestran una mineralización variable entre débil, con valores de C.E. del orden de 300-400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a fuertes, con registros de 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los mayores valores se localizan en manantiales asociados a las facies triásicas (Foz de Escaletes) o a surgencias de características moderadamente termales (Baños de Nueno, Baños de Alquézar).

Las facies químicas presentes son de tipo Ca-HCO<sub>3</sub> o Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> en el grupo formado por las surgencias subterráneas de los manantiales de La Trinidad, Petrolanga, Fuenmayor, Mascún, La Covacha y Lecina. Constituyen un grupo homogéneo poco mineralizado (C.E. entre 300 y 450  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y con pequeñas variaciones estacionales que drenan calizas del Eoceno medio.

El manantial de la Tamara (ubicado en las calizas del Eoceno medio de la cuenca del Alcanadre) muestra una situación intermedia entre el grupo anterior y la representada por el río Alcanadre, con facies que varían entre Ca-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub> y Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> (con valores de C.E. entre 500 y 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Este comportamiento sugiere que al menos en parte, sus drenajes pueden proceder de recirculaciones del propio río.

Los drenajes del manantial de a Foz de Escaletes y de los Baños de Nueno representan otro grupo con una composición de tipo Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub> y de mineralización notable (en torno a 600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Representan drenajes de las calizas triásicas del Muschelkalk.

Los Baños de Alquézar, muestran una composición bastante homogénea de tipo Na-Ca-Cl-HCO<sub>3</sub> con fuerte mineralización (1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

## 8. - DIAGNOSIS DEL ESTADO

No se reconocen presiones significativas en la masa de agua. El sector agrícola es muy limitado, corresponde a cultivos de secano con una superficie de ocupación del 7 %. La densidad de población es muy baja y con fuerte carácter estacional, aumentando considerablemente el número de habitantes en los meses de verano. La localidad de Alquezar es la única con una población permanente que supera los 100 habitantes. El resto de la masa de agua está constituido mayoritariamente por extensas masas boscosas y matorrales. No se considera por tanto riesgo cuantitativo o cualitativo.