
Sierra de Alaiz
(029)

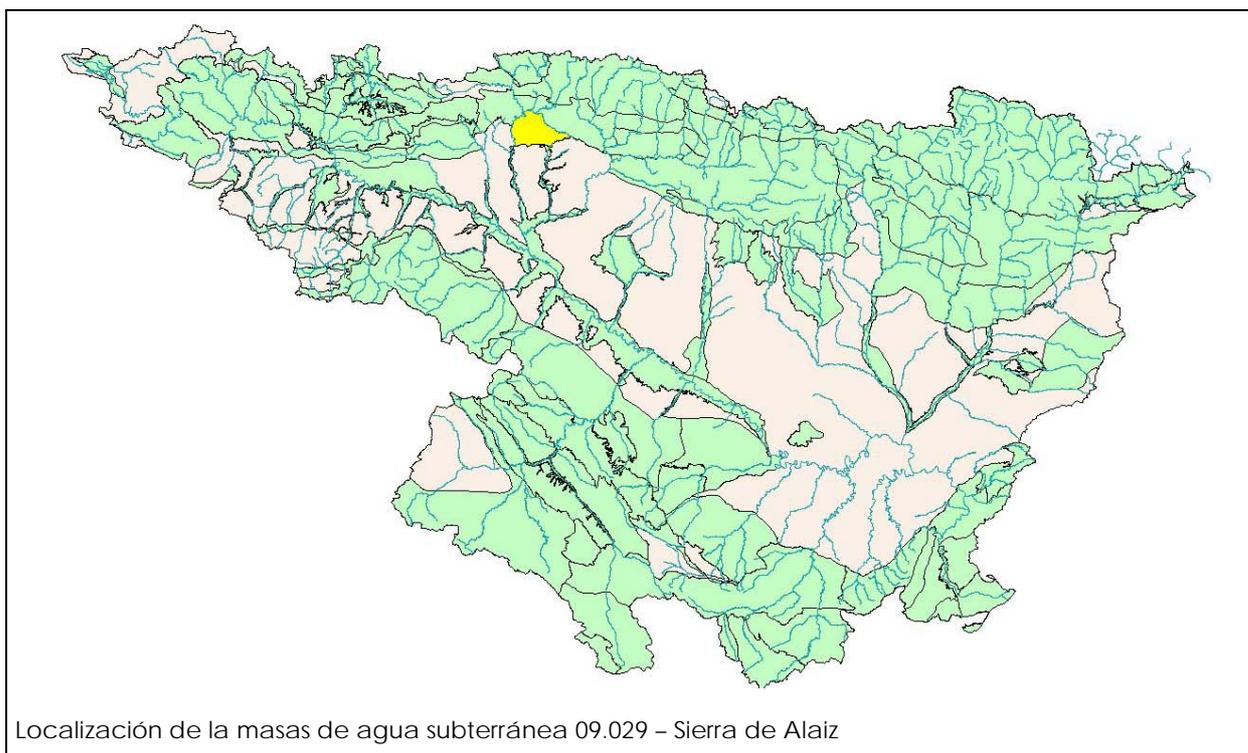
ÍNDICE

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

1. - LOCALIZACIÓN Y LÍMITES

Se ubica en la comarca de la Navarra Media, en el límite entre la Cuenca de Pamplona y la depresión del Ebro. Incluye la sierra de Alaiz y se extiende hacia el O hasta el Arga, zona de descarga subterránea de esta masa de agua. La sierra constituye una alineación montañosa NE-SO, de relieves escarpados con cotas que parten desde 600 m en sus estribaciones hasta 1289 m en el pico más alto (La Higa de Monreal).

Cuenta con una superficie de 279 km², íntegramente en la Comunidad Autónoma de Navarra.

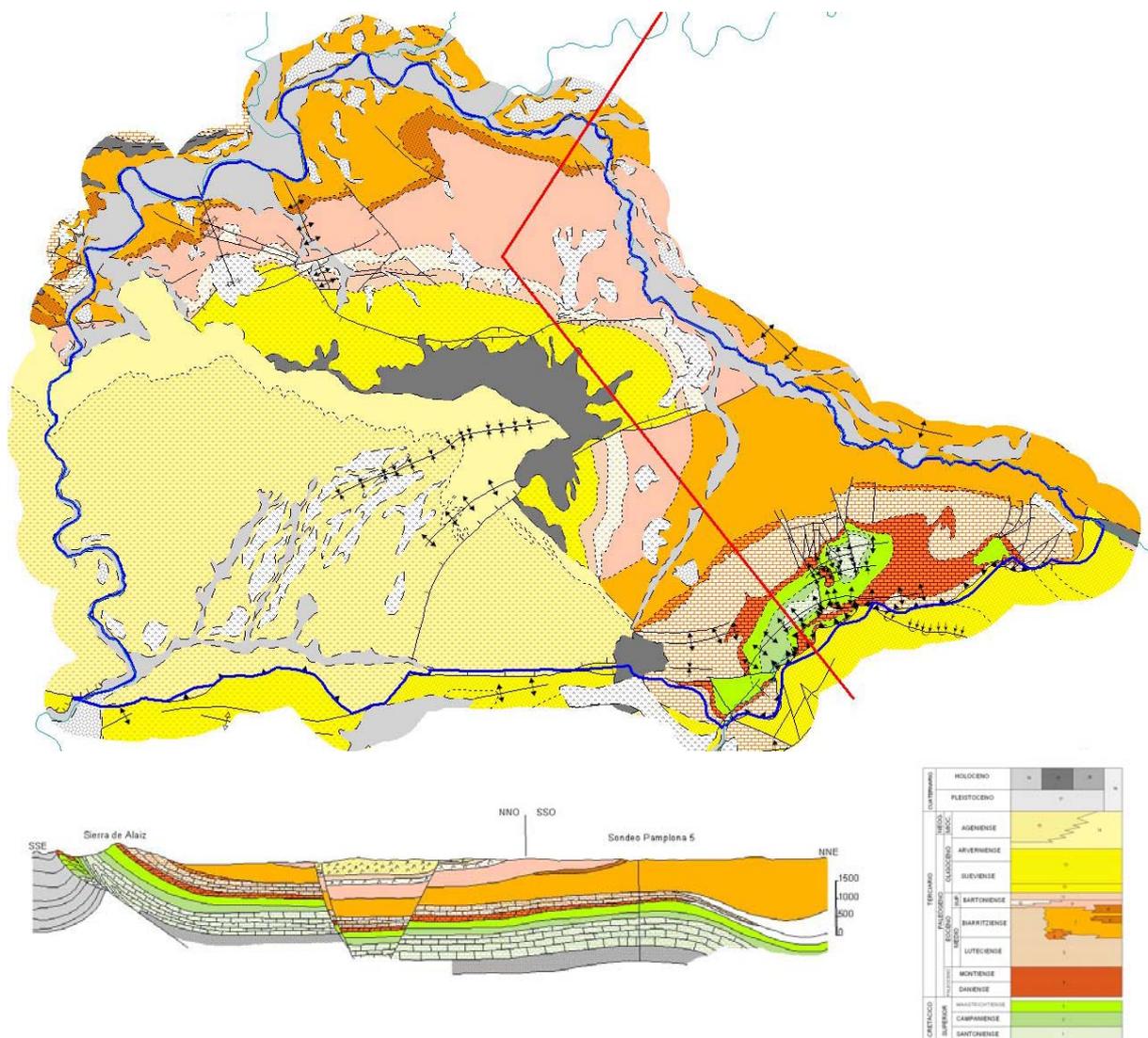


El límite NE se define en el río Elorz desde su desembocadura en el Arga hasta el retrocabalgamiento de Alaiz. Hacia el S, en la zona oriental, mediante el cabalgamiento de los materiales Mesozoicos de Alaiz sobre el Oligoceno, y continúa hacia el O por la falla de Puente la Reina. El límite O se establece en el río Arga.

2. - CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Existen dos importantes estructuras de carácter regional que definen el contexto geológico de esta masa de agua subterránea: el cabalgamiento frontal surpirenaico y la estructura de Estella. El sondeo petrolífero de Astrain (250820017), a unos 12 Km al N de Puente la Reina, tras atravesar el Triásico volvió a cruzar un serie Eocena a 4500 m de profundidad, lo que confirma el carácter alóctono de la cuenca de Pamplona y pone de manifiesto la relevancia tectónica del anticlinal de Alaiz.

Al O, la estructura de Estella está materializada en superficie por la banda de diapiros de Ollo, Salinas de Oro, Alloz y Estella, responsables de los afloramientos de calizas eocenas en las inmediaciones del Arga. Esta estructura consiste en un importante accidente del basamento que ha influido en diferentes épocas en la sedimentación a ambos lados y que ha producido un desplazamiento del orden de 20 km entre el Dominio Vasco-Cantábrico al Oeste y la Cuenca de Jaca-Pamplona al Este.



Cortes geológicos de la masa de agua subterránea de la Sierra de Alaiz

El principal rasgo tectónico está determinado por su emplazamiento sobre el cabalgamiento frontal surpirenaico, que define su límite meridional. Los materiales de la Sierra de Alaiz presentan una disposición general según un anticlinal tumbado, de orientación NE-SO y con el flanco sur invertido y que cabalga sobre los sedimentos detríticos del Oligoceno. Hacia el O, el cabalgamiento se fosiliza por una potente terraza cuaternaria de la que no vuelve a emerger. Toda la serie del terciario marino se sumerge hacia el N bajo la potente serie de las margas de Pamplona. En la margen derecha del Arga, en el límite occidental, vuelven a aflorar las calizas del Eoceno merced a las deformaciones del diapiro de Salinas de Oro.

El sector central está cubierto por un conjunto de materiales que forman parte del dominio plegado de la cuenca del Ebro, con una suave disposición sinclinal de orientación ENE-OSO. Las principales estructuras visibles en este sector son un conjunto de fallas normales (de edad post-aquitaniense pues afectan a los conglomerados del Perdón) que determinan la aparición de fosas, algunas con un salto que alcanza 800 m. Se ha apuntado que la existencia de una tupida red de fracturas paralelas que afectan a la fosa delimitada por las fallas normales de Salinas de Pamplona y Subiza podría deberse al colapso del núcleo salino del hipotético anticlinal que forma el bloque hundido, por migración hacia el diapiro de Salinas de Oro.

3. - ACUÍFEROS

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

N	Edad	Litología
1	Cretácico superior	Calizas, dolomías y areniscas
2	Terciario marino (Paleoceno - Eoceno)	Calizas
3	Terciario continental (Paleoceno)	Areniscas de Galar
4	Terciario continental (Oligoceno - Mioceno)	Conglomerados del Perdón
5	Cuaternario aluvial	Aluviales y terrazas
6	Cuaternario coluvial	Conglomerados, gravas y arenas

Niveles carbonatados del Cretácico superior, Paleoceno y Eoceno inferior y medio

A efectos hidrológicos los niveles carbonatados del Cretácico Superior, Paleoceno y Eoceno se pueden agrupar como un solo acuífero, en el que es posible que la presencia de algunos niveles de baja permeabilidad individualicen algún tramo.

Engloba las calizas arenosas del Santoniense y calizas y dolomías arenosas del Maastrichtiense. La potencia de todo este conjunto Cretácico es del orden de 300 m en la Sierra de Alaiz. Sobre él se asientan las calizas dolomíticas y dolomías del Paleoceno cuya potencia en la sierra es del orden de 25 m. Por último aparecen unos 130 m de calizas bioclásticas con nummulites y alveolinas del Luteciense.

Este acuífero aflora en el núcleo del anticlinal de Alaiz. Hacia el N se sumergen a gran profundidad bajo las margas de Pamplona. En el sondeo de *Astrain*, las calizas del Luteciense se emplazan a 942 m de profundidad. En esta dirección, las calizas del Eoceno reducen su espesor como muestra el sondeo *Pamplona 5* y pasan gradualmente a facies margosas. Hacia el O, quedan fosilizados bajo la sierra del Perdón para volver a emerger junto al Arga, en su margen izquierda, en el área de Echauri y Belascoain.

Se desconoce en gran medida su funcionamiento; no se identifican descargas significativas asociadas a él y el único indicio acerca de su carácter permeable lo constituyen las inyecciones de salmuera en profundidad.

Areniscas de Galar

Está constituido por areniscas y arcillas que afloran en dos delgadas bandas: entre los núcleos de Astrain, Esparza y entre los núcleos de Subiza y Biurrun. Su potencia es variable, reduciéndose de SO a NE; en las proximidades de Biurrun cuenta con 130 m de espesor y unos 30 m al E de Esparza. A la vez que se reduce su espesor se hacen más numerosas las intercalaciones arcillosas hasta hacerse claramente predominantes.

En los afloramientos septentrionales se encuentran muy meteorizadas y descalcificadas en la parte más superficial de la formación, que da lugar a zonas permeables que desaguan por pequeños manantiales de control geológico. En profundidad se encuentran cementadas y con una permeabilidad muy baja.

Conglomerados del Perdón

Están constituidos por conglomerados de matriz calcárea con intercalaciones de arenisca y arcilla. Hacia el S evolucionan a facies más distales formadas por paleocanales de arenisca en una masa limolítica. Su potencia es muy variable y muestran cambios laterales muy frecuentes. Los mayores espesores se localizan en la zona del Arga donde disponen de más de 400 m. Hacia el E reducen su potencia de forma que en la zona próxima a la sierra de Alaiz apenas cuentan con 30 m.

Muestran una deformación laxa en pliegues de orientación NO-SO con una ligera inmersión hacia el SO, hacia donde quedan fosilizados por un conjunto de arcillas, areniscas y limos de edad Aquitaniense con quien muestran relación vertical y horizontal. Su base es erosiva y se apoya sobre distintas formaciones del Eoceno y Oligoceno basal: los yesos de Puente la Reina, las areniscas de Galar, margas biarritzienses e incluso el paquete calcáreo Eoceno.

Son fácilmente meteorizables y sus restos de erosión han formado los extensos glacis de la vertiente sur de la sierra del Perdón. Los procesos de meteorización han producido una descalcificación de la matriz de los conglomerados, aumentando, en consecuencia, su permeabilidad; esto aumenta la capacidad de infiltración a expensas de la escorrentía superficial que se manifiesta por una tenue red de barrancos a pesar de la acentuada pendiente topográfica.

Acuíferos cuaternarios

Los aluviales del Arga constituyen, por su extensión y conexión con el río, el acuífero cuaternario de más relevancia.

En las estribaciones norte y sur de la sierra del Perdón se han desarrollado extensos depósitos de ladera y glacis, productos de la erosión de los conglomerados.

4. - PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS

Los escasos sondeos realizados sobre estos materiales en el ámbito de la sierra muestran en general permeabilidades muy pequeñas y con cotas piezométricas dispares. Al N de la falla de Salinas de Pamplona, un sondeo realizado por Potasas de Navarra, S.A. apenas registró permeabilidad en las calizas del Eoceno. Parece ser por tanto que las zonas de mayor permeabilidad están limitadas a ciertos sectores, concretamente a la zona de la fosa comprendida entre la falla de Salinas de Pamplona y la de Subiza – Enériz. Dentro de esta zona, las calizas muestran una intensa fracturación por fallas de tensión a las que parece asociarse las importantes permeabilidades que se registran en los pozos de inyección de las salmueras. Esta heterogeneidad en la permeabilidad de las calizas del Eoceno, ya ha sido puesta de manifiesto en los sondeos de investigación que el Gobierno de Navarra realizó en áreas próximas (Urbasa y Andía).

Los sondeos realizados para la inyección de residuos de Potasas de Navarra pusieron de manifiesto una importante permeabilidad en los niveles del acuífero Cretácico – Eoceno ligada a redes de fracturación sobre las que se ha desarrollado una carstificación, aunque con un desarrollo espacial restringido. Las pruebas de permeabilidad realizadas en las proximidades de Unzué pusieron de manifiesto una transmisividad en torno a 0.1 m²/día para los niveles del Cretácico y entre 0.3 y 0.5 m²/día para las calizas del Eoceno, a las que atribuye una porosidad eficaz inferior a 0.01.

5. - PIEZOMETRÍA Y DIRECCIONES DE FLUJO

La configuración geométrica de los acuíferos y la orientación de la zona de circulación preferente (E-O) constituida por la zona de intensa fracturación de las calizas del Eoceno hacen que la descarga natural se realice de forma difusa hacia el Arga en el sector Ibero – Echauri – Belascoain. Recientes estudios del IGME han mostrado como la progresiva salinización observada desde 1976 en los drenajes de aquella zona responde a un proceso de drenaje de una salmuera original que ha sido desplazada por los fluidos de inyección profunda realizada en la fosa.

Los acuíferos constituidos por las zonas Areniscas de Galar y los conglomerados del Perdón son de carácter libre, ligados a las zonas de meteorización. Constituyen pequeños acuíferos con un régimen de funcionamiento muy local. No se descarta una posible transferencia de los recursos de los conglomerados del Perdón hacia las areniscas de Galar y los niveles arenosos

subyacentes, dependiendo del grado de descalcificación que puedan presentar en profundidad.

Los escasos datos piezométricos disponibles apuntan a una lógica desconexión hidráulica entre los puntos en que se midió, ya que la superficie piezométrica es discontinua. Las cotas del agua superficial (cotas tomadas en el cauce del Arga en distintos lugares) y subterránea sugieren un desarrollo más bien superficial de los acuíferos detríticos (Areniscas del Galar y Conglomerados del Perdón) cuyas descargas están controladas por la propia extensión de la zona meteorizada (cotas comprendidas entre 650 y 440 msnm), sin conexión aparente con niveles de carácter más regional y que vendrían definidos por el propio cauce del Arga (cotas comprendidas entre los 390 msnm a su entrada en la UH y 330 msnm en Puente La Reina). No se descarta que exista una circulación de este tipo pero debería ser de poca cuantía.

No sucede lo mismo con el acuífero carbonatado, que ha sido capaz de asimilar un volumen de 36 hm³ de salmueras inyectadas, evacuando aguas del acuífero de alta salinidad hacia el río Arga como se ha apuntado anteriormente.

6. - ÁREAS DE RECARGA Y DESCARGA

Áreas de recarga

El acuífero más relevante está constituido por los niveles carbonatados marinos aflora exclusivamente en la Sierra de Alaiz, donde se engloban los afloramientos cretácicos, las calizas y dolomías del Paleoceno y las calizas del Eoceno medio. Constituye además un sector con un fuerte gradiente topográfico (del orden del 7%), por lo que el coeficiente de infiltración en esta zona será relativamente bajo; de hecho, no se aprecian formas de absorción de agua sobre el relieve de la sierra.

Los acuíferos de las areniscas de Galar y los conglomerados del Perdón están limitados a zona superior de meteorización, donde estos depósitos están descalcificados. En ambos casos, las zonas de recarga estarán limitadas a las zonas donde la alteración superficial sea significativa.

Los depósitos coluviales cuentan con una importante superficie de afloramiento, el más importante se localiza en la vertiente N de la Sierra del Perdón.

Áreas de descarga

No se reconocen evidencias directas de las descargas asociadas al acuífero carbonatado en el ámbito de la masa de agua subterránea. Hacia el N las calizas del Paleoceno y Eoceno pasan lateralmente hacia facies margosas poco permeables y hacia el S y SE el flujo subterráneo está limitado por el cabalgamiento basal de la Sierra de Alaiz, que pone en contacto la sierra con las facies poco permeables de la cuenca del Ebro. Estas cuestiones geométricas hacen suponer que la zona de descarga se localice en el entorno del río Arga, donde las calizas del Eoceno marino afloran merced a las deformaciones que el diapiro de Salinas de Oro genera en su entorno.

Existen además indicios indirectos de la descarga de este acuífero hacia el Arga como son las progresivas salinizaciones reconocidas en algunos drenajes de este sector (manantiales de Ibero, Echauri y Belascoain) a consecuencia de las inyecciones de salmuera.

El acuífero de las areniscas de Galar descarga a través de barrancos por multitud de pequeños manantiales asociados a la zona de alteración superficial.

En los conglomerados del Perdón se reconocen manantiales de pequeña cuantía en la vertiente S, en el contacto con los niveles limolíticos. Es de suponer que la mayor parte de la descarga se realice hacia el cauce del Arga, donde se localizan las cotas más bajas del afloramiento. En el sector oriental, se emplaza el manantial más significativo en las inmediaciones de Subiza con un caudal en torno a 10 l/s y que fue empleado en el siglo pasado para abastecimiento de Pamplona. Esta descarga está asociada a los depósitos coluviales que tapizan la vertiente N de la sierra del Perdón.

Los depósitos de glaciares, presentes especialmente en la vertiente S del Perdón, y coluviales drenan merced a pequeños manantiales de borde.

Por último, los depósitos aluviales asociados a los ríos Arga y Elorz, tendrán una dinámica de recarga o descarga hacia el cauce en función del momento hidrológico y del régimen de explotación que sustentan.

7. - HIDROQUIMICA

El principal rasgo hidroquímico de esta zona es la gran diferencia que existe entre las facies químicas subterráneas y superficiales, a consecuencia del afloramiento de las evaporitas priabonienses que marcan los cursos superficiales con unas facies cloruradas en claro contraste con las facies de tipo bicarbonatado que dominan en las de origen subterráneo.

El manantial de Subiza está ligado al acuífero constituido por la zona de alteración de los conglomerados del Perdón y drenado a través de unos extensos depósitos de ladera. Muestra unas facies de tipo HCO₃-Ca a HCO₃-Ca-Mg con una mineralización ligera y relativamente constante en ambas campañas de 500 µS/cm.

El pozo de las Canteras de Alaiz capta el acuífero constituido por las calizas del Eoceno medio y alumbraba unas aguas de tipo HCO₃-Ca a HCO₃-Ca-Mg, con una mineralización notable (C.E. en torno a 700 µS/cm) y dureza media-alta. Los análisis efectuados en el ensayo de bombeo realizado en el sondeo Unzué R-2 (5/1987) que capta el mismo acuífero, muestran unas características químicas idénticas a las registradas en el pozo de las canteras.

Las aguas superficiales de esta zona exhiben unas características muy diferentes como consecuencia del lavado de los afloramientos evaporíticos inmersos en las margas priabonienses. Así, el Elorz muestra unas facies químicas relativamente constantes de tipo Cl-Na a Cl-Na-Ca, con un valor de conductividad eléctrica en torno a 2800 – 2900 µS/cm.

8. - DIAGNOSIS DEL ESTADO

Sobre esta masa de agua subterránea se realizaron inyecciones de salmuera procedentes de las explotaciones de potasas, con un volumen total próximo a los 36 hm³. Este vertido ha provocado una tendencia creciente en la salinidad de algunos manantiales localizados en la margen derecha del Arga (Ibero, Belascoain). Existe por tanto un cierto riesgo cualitativo que afecta a la salinidad de las aguas del acuífero Cretácico – Paleoceno-Eoceno.