

1. SISTEMAS ACUÍFEROS DE LAS CUENCAS NORTE

- 1.1. Sistema Num. 1. Unidad Mesozoica Gijón-Villaviciosa**
- 1.2. Sistema Num. 2. Unidad Mesoterziaria Oviedo-Cangas de Onis**
- 1.3. Sistema N° 3. Caliza de Montaña Cántabro-Astur**
- 1.4. Sistema N° 4. Sinclinal de Santander y Zona de San Vicente de la Barquera**
- 1.5. Sistema N° 5. Unidad Jurásica al Sur del Anticlinal de las Caldas de Besaya**
- 1.6. Sistema N° 6. Complejo Calcáreo Urgo-Aptiense de la Zona Oriental de Santander**
- 1.7. Sistema N° 7. Calizas Mesozoicas de la Sierra de Aralar**
- 1.8. Sistema N° 89. Unidad de Oiz**
- 1.9. Sistema N° 90. Unidad Volcánica**
- 1.10. Sistema N° 91. Unidad de Navarniz -Izarraiz -Tolosa**
- 1.11. Sistema N° 92. Unidad Costera de San Sebastián**

1. SISTEMAS ACUIFEROS DE LAS CUENCAS NORTE

1.1. SISTEMA Nº 1. UNIDAD MESOZOICA GIJON-VILLAVICIOSA

Características Generales

El Sistema acuífero Nº 1 ocupa una superficie de 494 km² de la provincia de Oviedo. Está limitado al Norte por el mar Cantábrico, al Oeste por la zona de Avilés, al Sur por la línea que une las localidades de Posada, Pola de Siero y Vega, y al Este por los afloramientos triásicos de Santa Eulalia a Colungal.

En este sistema se distinguen tres subsistemas hidrogeológicos: el de Villaviciosa, con unos recursos de 58 hm³/año y unas reservas de unos 800 hm³; el de Llantones, con unos recursos de 24 hm³/año y unas reservas de 70 hm³, y la Franja Móvil Intermedia, con unos recursos de 14 hm³/año. Todos ellos se encuentran subexplotados.

Dentro del marco económico predomina el sector industrial y de servicios frente al sector agrícola.

Geológicamente, está constituido por materiales jurásicos calcáreos y detríticos, con una tectónica ondulada muy suave, lo que da lugar a estructuras largas y estrechas de dirección NO-SE y NE-SO. En este sistema pueden distinguirse dos acuíferos jurásicos bien diferenciados: uno detrítico, de naturaleza calco-margosa multicapa, con transmisividad y porosidad bajas y que apenas tiene importancia hidrogeológica, y otro de naturaleza calco-dolomítica con transmisividad y coeficiente de almacenamiento variables, altos en general. Los acuíferos son independientes entre sí salvo en el subsistema de Llantones.

La población asentada en el sistema es de 380.000 habitantes, de los que 250.000 se localizan en la ciudad de Gijón, 90.000 en Avilés y unos 20.000 en Villaviciosa, repartiéndose el resto en localidades con menos de 5.000 habitantes, resultando una densidad de población de 770 hab./km².

Calidad de las aguas subterráneas

Las aguas subterráneas del sistema presentan una facies predominante bicarbonatada cálcico-magnésica, aunque en las zonas de borde, en contacto con el Trías, se encuentran facies sulfatadas cálcicas.

El residuo seco es inferior a 500 mg/l en el 90% de los análisis efectuados, aunque en puntos aislados, localizados en el borde mencionado, se sobrepasan los 1.000 mg/l, llegando a alcanzar 1.524 mg/l (punto 1304-4028, al Noreste de Avilés).

Las concentraciones de sulfatos oscilan por lo general entre 20 y 200 mg/l, aumentando en las zonas próximas a los afloramientos del Trías.

El contenido en nitratos oscila entre 5 y 25 mg/l; tan sólo en zonas muy puntuales supera esporádicamente 40 mg/l, alcanzándose 68 mg/l (punto 1304-7022, al Suroeste de Avilés).

Los cloruros permanecen por debajo de 50 mg/l en el 90% de los análisis efectuados, superando tan sólo en tres ocasiones 100 mg/l.

En general son aguas aptas para todo uso, tanto urbano como industrial, excelentes para el riego pues pertenecen a la clase $C_2 S_1$, aunque en las zonas próximas al Trías hay aguas del tipo $C_3 S_1$ que pueden causar problemas en cultivos sensibles a la salinidad

Contaminación

La eventual fuente potencial de contaminación del sistema es el vertido de residuos tanto urbanos como industriales. No se tienen análisis de efluentes industriales, pero dado que sus vertidos se realizan preferentemente en los cauces superficiales o cerca de la costa, no tienen excesiva influencia sobre las aguas subterráneas; aunque se llega a alcanzar un alto índice de contaminación en las aguas superficiales, la percolación de elementos contaminantes debe ser pequeña salvo en zonas de infiltración de estas aguas. Los principales orígenes de contaminación se encuentran en las localidades de Avilés, Gijón y Villaviciosa.

Hay que recordar también la influencia ya mencionada de los afloramientos triásicos y la consiguiente contaminación salina que provoca su disolución. Así, al Sur de las localidades de Avilés y Gijón, se sobrepasan los 400 mg/l de sulfatos admitidos por la R.T.S. y se llegan a superar los 1.500 mg/l de residuo seco ya mencionados. En estas mismas zonas se detecta un aumento del contenido en magnesio que llega a 150 mg/l (Sur de Avilés).

Como se ha indicado, la contaminación agrícola no reviste importancia en la zona. Únicamente se detectan algunos indicios de contaminación por nitratos y nitritos procedentes de las aguas residuales de las explotaciones ganaderas.

Recomendaciones

Se debe fomentar el uso de las aguas subterráneas para el abastecimiento urbano, dado que su calidad es netamente superior, en general, a la de las aguas superficiales aparte de su menor vulnerabilidad; especial importancia tiene el abastecimiento a Gijón, donde son necesarios grandes caudales. En general las perspectivas de utilización del acuífero calcáreo son mejores en el Subsistema de Villaviciosa, dado que en el de Llantones la serie es más margosa, con lo que no es previsible obtener caudales importantes

Es conveniente realizar análisis más específicos en relación con la posible influencia de las actividades industriales sobre la calidad de las aguas subterráneas, particularmente en las zonas más vulnerables como pueden ser los tramos de ríos que recargan el acuífero. En esta línea se considera muy oportuno investigar con mayor detalle las relaciones río-acuífero, tanto en cantidad como en calidad.

SISTEMA ACUIFERO 1 UNIDAD MESOZOICA GIJON-VILLAVICIOSA.

□ PRIMAVERA

△ OTOÑO

CAMPAÑA

PRIMAVERA

OTOÑO

79

-

18

80

21

-

81

135

30

82

106

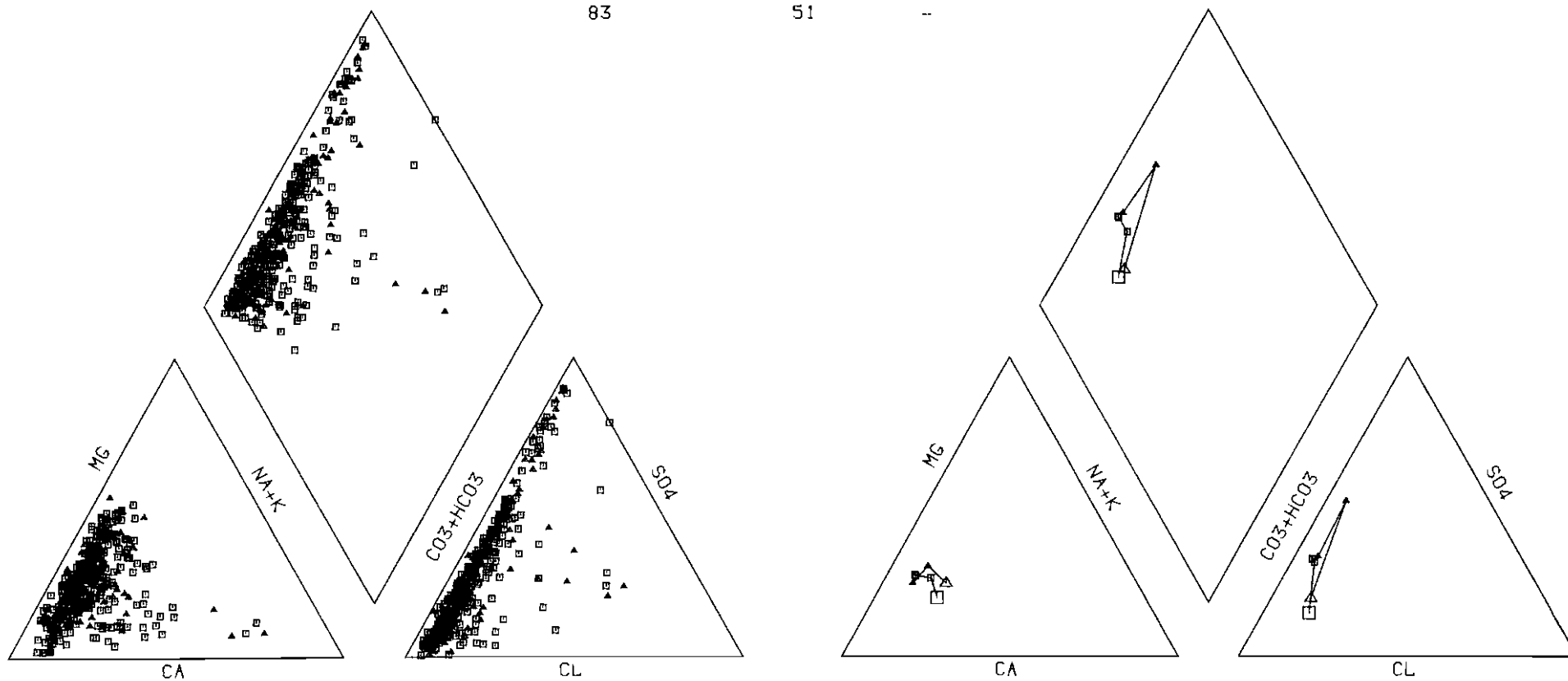
50

83

51

-

17



1.2. SISTEMA Nº 2. UNIDAD MESOTerciaria OVIEDO-CANGAS DE ONÍS

Características generales

El Sistema acuífero nº 2 tiene una superficie de 440 km² y ocupa la parte central de Asturias, formando una franja larga y estrecha entre Oviedo y Cangas de Onís. Limita al Norte con la línea que une las localidades de Pola de Siero y Arrondas, al Sur con la correspondiente a las localidades de Oviedo, Sama y Cangas de Onís, al Oeste con la zona de Oviedo y al Este con la de Cabrales.

La región está situada a una altitud que varía entre 200 y 300 m, constituyendo una zona llana con pequeñas ondulaciones. Está atravesada por los ríos Nora, Noreña, Piloña y Gueña, y sus afluentes, en dirección E-O, y por el río Sella de Sur a Norte.

La precipitación anual media en esta región es de 1.200 mm, con lluvias frecuentes durante todo el año y máximos relativos en Otoño y Primavera. Las temperaturas medias anuales no tienen grandes variaciones, oscilando alrededor de 13°C. El clima es templado-húmedo.

Geológicamente el sistema está constituido por materiales cretácicos y terciarios que forman un suave sinclinatorio de dirección Este-Oeste desarrollado sobre las formaciones permotriásicas o carboníferas, desde Oviedo a Cangas de Onís. Se trata de un conjunto detrítico calcáreo, con frecuentes cambios de facies y espesor relativamente constante (250 m), excepto en la zona de Infiesto donde se aproxima a los 400 m, en el que se alternan calizas, areniscas, limos y arcillas.

Se distinguen dos subsistemas: el de Oviedo-Pola de Siero, con unos recursos de 53 hm³/año, de los que tan sólo se explotan 3 hm³/año para abastecimiento urbano e industrial; y el subsistema Nava-Cangas de Onís, cuyos recursos no se han cuantificado, aunque se estiman del mismo orden que en el anterior, y no están explotados. Las reservas respectivas son de 1.650 hm³ y 1.400 hm³.

Los sondeos de explotación del sistema tienen caudales poco importantes (10-40 l/s); localizados en el subsistema de Oviedo-Pola de Siero, se utilizan en su mayor parte para abastecimiento industrial y algunos para el abastecimiento de Pola de Siero y Noreña.

La población es de 340.000 habitantes, de los cuales 170.000 se ubican en Oviedo repartiéndose el resto entre los términos municipales de Cabrales, Cangas de Onís, Langreo, Llanera, Nava, Noreña, Onís, Parres, Piloña y Siero. La población activa en 1978 era de 120.000 habitantes, de los que 11.000 pertenecen al sector agrícola, 49.000 al sector industrial y 60.000 al de servicios.

Hidrogeológicamente se comporta como acuífero multicapa, cuyos tramos calcáreos están fracturados y apreciablemente karstificados, que recibe aportaciones externas de la Franja Móvil Intermedia y de la Caliza de Montaña, además de la recarga natural por lluvia, y es drenado a través de los ríos y numerosos manantiales.

Calidad de las aguas subterráneas

Las facies predominantes del agua subterránea son la bicarbonatada cálcica y la bicarbonatada cálcico-magnésica.

El contenido en sulfatos es bajo, oscilando entre 10 y 150 mg/l en el 95% de los análisis efectuados; tan sólo seis análisis, en las inmediaciones de los afloramientos triásicos cercanos a Oviedo, Pola de Siero y La Felguera se superan los 200 mg/l.

Los nitratos permanecen por debajo de 25 mg/l en el 90% de los análisis, superándose una sola vez los 50 mg/l en la zona de Oviedo. Se observa un ligero aumento del contenido en nitratos en las campañas de Primavera.

SISTEMA ACUIFERO 2 UNIDAD MESOTERCIARIA GIJON-CANGAS DE ONIS.

□ PRIMAVERA

△ OTOÑO

CAMPAÑA

PRIMAVERA

OTOÑO

79

-

37

80

15

1

81

42

-

82

83

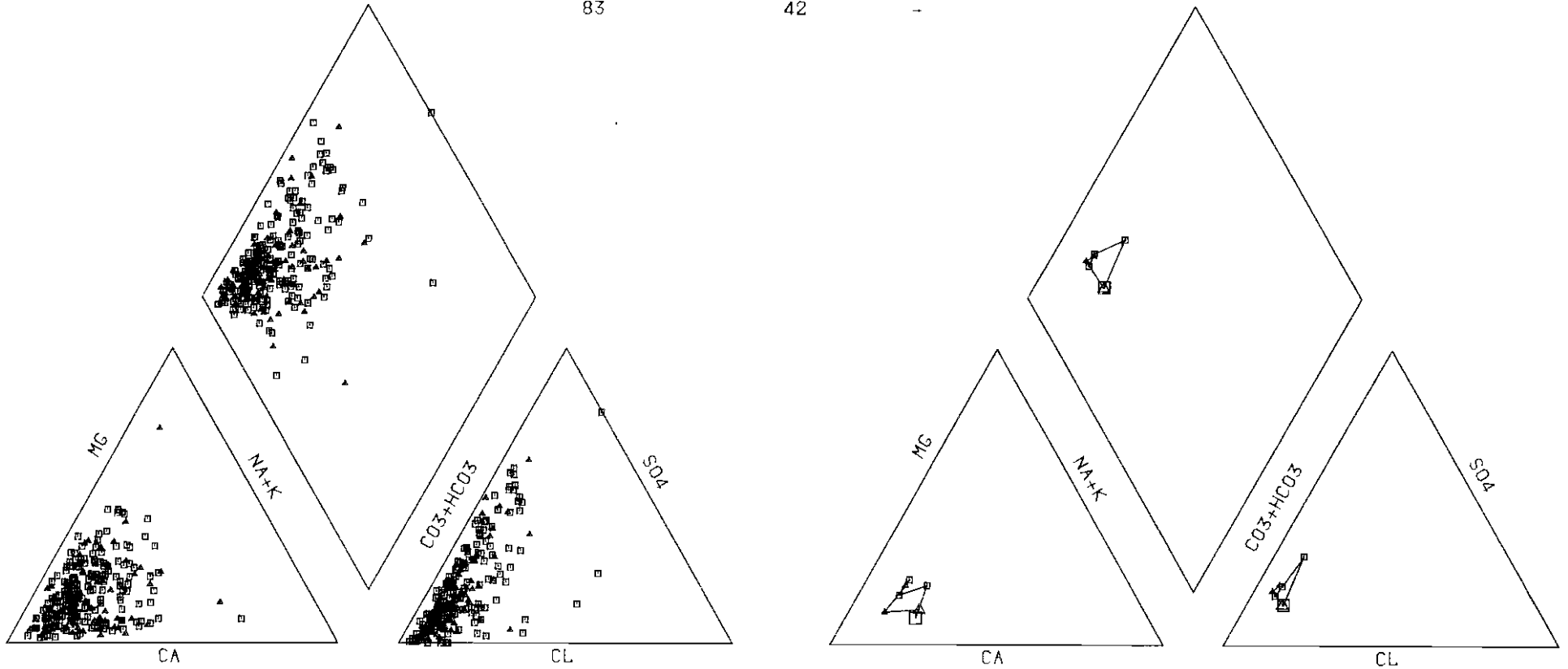
41

83

42

-

19



Los cloruros oscilan entre 20 y 80 mg/l en el 95% de los análisis, alcanzando 106 mg/l en las proximidades de Granda, al Este de Oviedo.

El residuo seco está comprendido entre 200 y 500 mg/l en la parte central del sistema y aumenta hacia los bordes del mismo, debido a la influencia de los afloramientos del Triás, donde llega a sobrepasar 700 mg/l.

En general se trata de aguas con mineralización ligera, aptas para cualquier uso. Su calidad para el riego es excelente dado que, en su mayoría, pertenecen a las clases C₁ S₁ y C₂ S₁.

Contaminación

En el Sistema Nº 2 se ha detectado una progresiva contaminación por nitritos, llegándose a superar los 0,1 mg/l establecidos por la R.T.S. en el 30% de los análisis efectuados en el año 1982. Esta contaminación está producida por los vertidos urbanos y por los de las explotaciones ganaderas. Las zonas más afectadas se localizan en los alrededores de Oviedo, Nava e Infiesto; en ellas las concentraciones de nitritos oscilan entre 0,1 mg/l y 0,6 mg/l, alcanzando excepcionalmente 4,2 mg/l en el punto 1304-5008 (área de Oviedo). Normalmente la contaminación aumenta en los meses de verano y disminuye en invierno con las lluvias.

Otro foco potencial de contaminación puede radicar en las industrias de la zona a pesar de que la información al respecto es muy escasa. (En el punto 1404-6008, cercanías de Lodeña, se detectaron 0,1 mg/l de boro).

La influencia de los materiales triásicos se traduce en una incipiente contaminación por sulfatos, cuya concentración permanece siempre por debajo de los límites de la R.T.S. No obstante, en un hipotético aumento de la explotación, habría que controlar su evolución.

En algunas zonas puntuales repartidas a lo largo del sistema se produce un aumento del contenido en magnesio, debido a la presencia de dolomías en el acuífero calcáreo, llegándose a sobrepasar los 50 mg/l admitidos por la R.T.S.

Recomendaciones

Debido a la probable importancia de la contaminación por nitritos detectada en la zona, se hace necesario proceder con la mayor urgencia al establecimiento de perímetros de protección, correctamente estudiados y efectivamente controlados, sobre todos los sondeos que abastecen a núcleos urbanos. Simultáneamente, es necesario proteger el acuífero con un riguroso control, tanto de los vertidos urbanos como de los procedentes de las explotaciones ganaderas.

Dada la existencia de numerosos núcleos de población e industrias sería posible, como alternativa, el abastecimiento de los mismos mediante sondeos que capten aguas de los acuíferos detríticos y calcáreos, siendo la zona más favorable para ello el borde sur del Terciario, donde la profundidad de los acuíferos es menor.

La mayoría de las poblaciones e industrias de la zona vierten sus aguas residuales a los cauces superficiales, por lo que la calidad de sus aguas está muy deteriorada. Ello puede provocar la contaminación del acuífero en las zonas de infiltración, por lo que se debe estudiar la relación acuífero-río y elaborar, en su caso, un programa de recuperación progresiva de aquellos ríos cuyas aguas presenten mayor deterioro en su calidad.

1.3. SISTEMA Nº 3. CALIZA DE MONTAÑA CANTABRO-ASTUR

Características generales

El Sistema nº 3 ocupa una superficie de 1.237 km², distribuida irregularmente por la geografía asturiana, desde la línea que va de Cudillero a Belmonte y Pola de Somiedo, hasta la parte occidental de la provincia de Santander.

El sistema está constituido por una potente serie calcárea del Carbonífero Inferior que constituye un extraordinario acuífero karstificado, de gran importancia tanto por su extensión superficial como por su espesor. Las calizas son de tipo biogénico, están bien laminadas en la base y pasan después a calizas de tipo packstone-grainstone muy recristalizadas. Son frecuentes los procesos de dolomitización que pueden afectar a toda la serie, como en Somiedo, o sólo a afloramientos aislados, como en el caso de Naranco. El espesor de estos materiales varía entre 500 m, al Norte del Aramo y 2.000 m, en los Picos de Europa.

Los principales ríos que discurren por la superficie del sistema son el Nalón, el Sella, el Cares y sus afluentes. Los manantiales que lo drenan son de gran caudal, oscilando entre 0,1 m³/s en épocas de estiaje, y 5 m³/s en épocas de deshielo.

La población de la zona es escasa y se agrupa en pequeñas localidades diseminadas por los valles del sistema, la mayoría de ellas con menos de 1 500 habitantes.

La economía está basada en la agricultura, excepto en la zona central, donde predomina el sector industrial y minero.

Los recursos del sistema se han evaluado en 1.200 hm³/año, y sus reservas (100 m por debajo del nivel de los manantiales) se estiman en 1.500 hm³.

Calidad de las aguas subterráneas

Las facies predominantes en el sistema son la bicarbonatada cálcica y la bicarbonatada cálcico-magnésica; esta última se localiza preferentemente en las zonas más dolomitizadas como es el caso de Somiedo.

A pesar de la extensión del acuífero y del gran número de formaciones y afloramientos que agrupa, la calidad del agua subterránea tiene una gran homogeneidad, si bien existen puntos singulares en los que las características químicas difieren notablemente de la media del sistema.

El residuo seco es bajo, pues en el 97% de los casos es inferior a 300 mg/l, sobrepasando este valor en 5 puntos, situados en el valle del río Deva, en la zona comprendida entre Panes y su desembocadura; en las proximidades de Panes llega a superar los 2.000 mg/l.

Los sulfatos oscilan generalmente entre 20 y 100 mg/l, llegando a alcanzar 336 mg/l en el Valle del río Deva, a la altura de Panes.

Los cloruros permanecen normalmente por debajo de 40 mg/l, aunque en la zona de Panes alcanzan 1.056 mg/l y en la zona de Llanes superan 250 mg/l.

Los nitratos nunca sobrepasan los 50 mg/l, oscilando entre 5 y 25 mg/l en el 90% de los análisis efectuados.

En general las aguas subterráneas son de baja mineralización y excelentes para cualquier uso, salvo en los casos aislados ya comentados de la zona de Llanes y Panes. Su calidad para el riego es excelente dado que pertenecen a las clases C₁ S₁ y C₂ S₂.

Contaminación

La fuente posible de contaminación del sistema está constituida por los vertidos urbanos y de explotaciones ganaderas, especialmente en la zona costera comprendida entre Ribadesella y Llanes. Se ha detectado la presencia de nitritos en el 25% de los análisis efectuados, superándose los 0,1 mg/l admitidos por la R.T.S. en 8 análisis de pozos situados en la franja costera, entre Ribadesella y Llanes.

Como se ha señalado, en el valle del río Deva existe un foco de contaminación de origen desconocido que provoca el aumento de las concentraciones de sulfatos, cloruros, sodio y del residuo seco hasta límites superiores a los establecidos por la R.T.S.

No se detecta contaminación de origen industrial en las aguas subterráneas del sistema pues, por lo general, las pocas industrias existentes están situadas cerca del litoral y vierten sus residuos a los cauces superficiales.

Recomendaciones

Parece necesaria una vigilancia más estricta sobre los residuos urbanos y de explotaciones ganaderas que deben ser depurados, en caso necesario, antes de su vertido a los cauces superficiales o de su eliminación en el terreno.

La singularidad del valle del Deva aconseja la rápida realización de un estudio hidrogeológico de la zona comprendida entre Panes y la desembocadura del río para determinar el origen de la contaminación del agua subterránea que allí se ha detectado.

El sistema está muy poco explotado, por lo que se podría estudiar la posibilidad de utilización del agua subterránea, en general de muy buena calidad, para sustituir y/o completar los abastecimientos urbanos e industriales de la zona que actualmente se realizan con aguas superficiales.

La información sobre la explotación del sistema es muy escasa, por lo que se recomienda proceder a la revisión del Registro de Aforos y del Registro de Manantiales a cargo de la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía para completar dicha información.

Se recomienda, principalmente en la zona central del sistema, el control de las diversas actividades mineras como focos potenciales de contaminación.

1.4. SISTEMA Nº 4. SINCLINAL DE SANTANDER Y ZONA DE SAN VICENTE DE LA BARQUERA

Características generales

El sistema está situado en la zona Norte de Cantabria, en una franja costera que se extiende desde Solares hasta Unquera, y cubre una superficie de 866 km².

Está limitado al Norte por el mar Cantábrico; al Oeste, por la provincia de Asturias, en la que penetra parcialmente; al Sur, por la Sierra del Escudo y Cabuérniga y, al Este, por la carretera nacional 634 desde Socobio hasta El Astillero.

La región presenta relieves muy suaves, con altitudes inferiores en general a los 300 m. Está atravesada de Sur a Norte por numerosos ríos y arroyos, entre los que destacan: Deva, Nansa, Besaya, Saja y Pas.

Las lluvias son frecuentes durante todo el año, con un máximo en otoño-invierno; la precipitación media oscila entre 1.000 mm/año en la costa y 1.700 mm/año en el interior. La temperatura no presenta grandes oscilaciones a lo largo del año; la media anual es de 13-14°C. La *evapotranspiración real está comprendida entre 500 mm/año en la costa, y 700 mm/año, en el interior*. La lluvia útil oscila entre 400 mm/año en la zona de San Vicente de La Barquera y 1.200 mm/año en el interior. El clima es templado-húmedo.

El sistema está constituido por materiales de edades comprendidas entre el Cretácico Inferior y el Oligoceno, con un substrato de materiales paleozoicos, triásicos y jurásicos.

El Paleozoico (cuarcitas, areniscas, pizarras y calizas) aflora en el extremo occidental; el Triásico constituye el límite Sur del sistema y forma pequeños diapiros en el interior; el Jurásico se localiza en el Sur del sistema y está formado por calizas con intercalaciones margosas. El Cretácico, que constituye la mayor parte de los afloramientos existentes en el sistema, está formado por calizas y calcarenitas dolomitizadas, fracturadas y karstificadas, con intercalaciones de arcillas, limos y arcillas limolíticas impermeables.

La población, con una densidad superior a la media regional, en 1981 era de 346.000 habitantes. Destacan por su importancia las poblaciones de Santander (180.000 hab.) y Torrelavega (56.000 hab.). Otras poblaciones importantes son El Astillero (11.000 hab.), Suances (5.500 hab.), Cabezón de la Sal (6.000 hab.), Comillas (2.500 hab.) y San Vicente de La Barquera (4.100 hab.).

En la estructura de los distintos sectores productivos hay que destacar la escasa importancia relativa del sector agrario frente a los sectores industriales y de servicios y, dentro del mismo, de la agricultura frente a la ganadería. El sector industrial es muy importante ya que aquí se concentra la mayor parte de la industria regional, esencialmente en los municipios de Torrelavega, Santander, El Astillero y Camargo. En la actualidad la producción del sector servicios ha superado la del industrial, y representa un elevado porcentaje dentro del total regional. Hay que destacar la gran importancia del subsector de hostelería en los municipios costeros.

En el sistema nº 4 se distinguen tres subsistemas acuíferos.

— En el subsistema 4A, Unidad de San Román, serie calcárea y dolomítica cretácica, fracturada y karstificada, que funciona en régimen de acuífero libre, los recursos (5-10 hm³/año) proceden de la infiltración del agua de lluvia. En estado natural se drenan por manantiales (4 hm³/año) y salidas directas al mar. Las reservas se estiman en 40 hm³.

— El subsistema 4B, Unidad de Comillas, está constituido por una serie calco-dolomítica (*calcarenitas y calizas fundamentalmente*) de edad Aptiense-Cenomaniense con intercalaciones impermeables de margas, arcillas y limos. Hidrogeológicamente funciona como acuífero multicapa, en gran parte confinado, cuyos recursos se cifran en 32-48 hm³/año (evaluados a partir de la infiltración de la lluvia útil). En estado natural se drena por manantiales (5 hm³/año) y por los ríos Saja y Besaya (no cuantificado); los bombeos suponen 4-6 hm³/año. Las reservas se estiman en 155 hm³.

— El subsistema 4C, Unidad Mesoterciaria Costera, constituido por una serie calizo-dolomítica del Cretácico terminal-Terciario de casi 400 m de espesor —separada de una serie calcárea, cretácica (Aptiense-Cenomaniense) por un conjunto margoso impermeable— funciona en régimen de confinamiento. Sus recursos suponen un volumen de 19-25 hm³/año, evaluados a partir de las salidas naturales. En estado natural, dichos recursos son drenados por manantiales (2 hm³/año), y por los ríos Deva, Nansa y Escudo (17-23 hm³/año). Las reservas se estiman en 200 hm³.

— En el subsistema 4D, Unidad Diapirizada de Santander, serie calcárea cretácica que se comporta como acuífero libre, los recursos se estiman en 35-52 hm³/año, todos ellos procedentes

SISTEMA ACUIFERO 3 CALIZA DE MONTAÑA CANTABRO-ASTUR.

□ PRIMAVERA

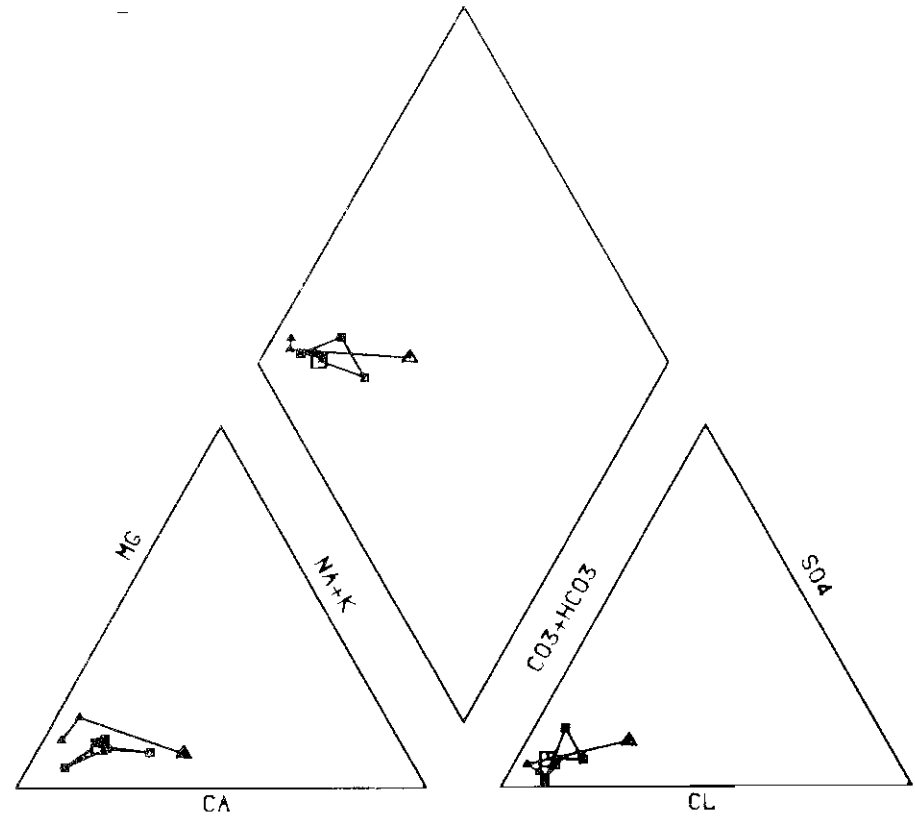
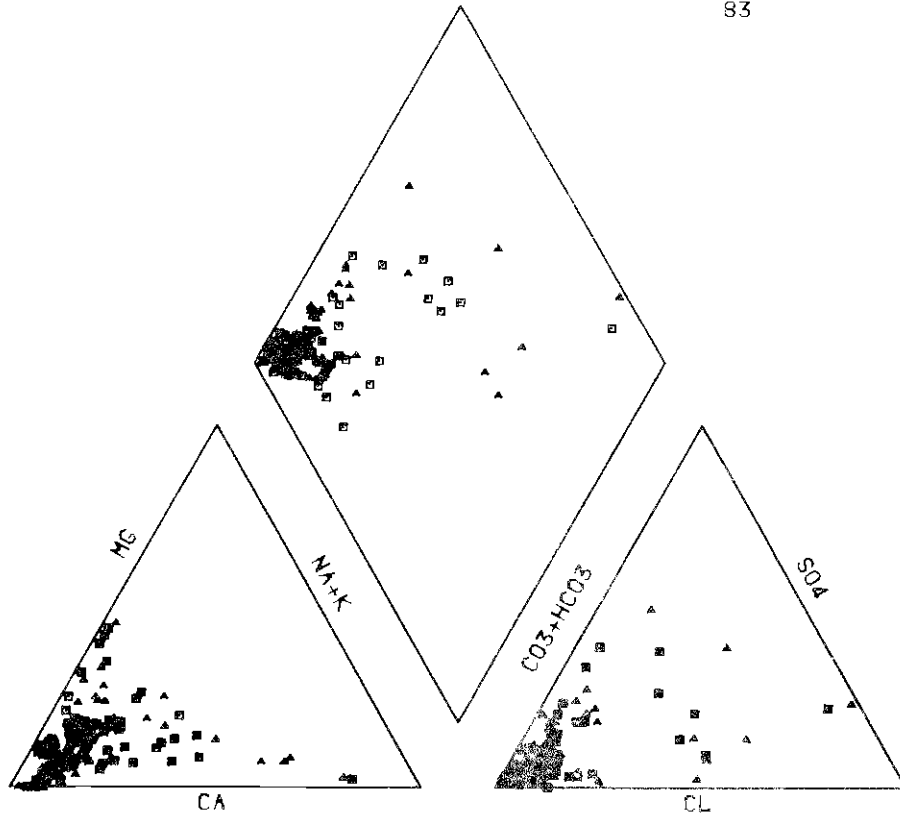
△ OTOÑO

CAMPAÑA

PRIMAVERA

OTOÑO

CAMPAÑA	PRIMAVERA	OTOÑO
79	16	38
80	46	12
81	14	-
82	3	1
83	3	-



de la infiltración del agua de lluvia. En estado natural, dichos recursos se drenan por manantiales (3 hm³/año) y ríos (no cuantificados). Las reservas se estiman en 120 hm³.

Calidad de las aguas subterráneas

La facies predominante del agua subterránea del sistema es la bicarbonatada-cálcica con bajo contenido en magnesio, aunque en Comillas se detecta una facies clorurada sódica.

El residuo seco oscila por lo general entre 150 y 300 mg/l, sobrepasando 500 mg/l tan sólo en dos análisis, en las proximidades de Comillas y Solares, donde se alcanzan 883 y 588 mg/l respectivamente.

El contenido en sulfatos es muy bajo pues en ningún caso llega a 200 mg/l y tan sólo en dos ocasiones supera 100 mg/l.

Los nitratos aparecen en el 50% de las muestras analizadas si bien con valores inferiores a 25 mg/l. Simultáneamente en el 10% de los análisis se detectan nitritos con concentraciones superiores a 0,1 mg/l.

Los cloruros únicamente superan los 200 mg/l en Comillas, donde se midieron 248 mg/l; en el resto de los análisis suelen oscilar entre 10 y 40 mg/l.

La conductividad únicamente supera los 600 μ mhos/cm en dos puntos, alcanzando en Comillas 1.200 μ mhos/cm.

Las aguas subterráneas del sistema son en general buenas para cualquier uso, con ligeros problemas zonales para el abastecimiento, debido a la presencia de nitritos y amoníaco. Son aguas blandas y de mineralización ligera, siendo excelentes para el riego dado que pertenecen en su mayoría a las clases C₁ S₁ y C₂ S₂.

Contaminación

Se ha detectado la presencia de amoníaco en el 50% de los puntos muestreados, sobrepasándose los 0,5 mg/l admitidos por la R.T.S. en 10 puntos que se concentran en dos zonas del sistema, la primera de estas zonas está situada entre los ríos Deva y Escudo, formando un rectángulo paralelo al mar de unos 40 km², entre las localidades de Roiz y Panes; la segunda zona forma un triángulo cuyos vértices se sitúan en las localidades de Comillas, Novales y Pulmaverde. Los nitritos superan los 0,1 mg/l admitidos por la R.T.S. en tres puntos, dos de ellos dedicados al abastecimiento, situados en las inmediaciones de las localidades de Celis y Riaño de Ibio.

La presencia de nitritos y amoníaco sólo puede explicarse por el abonado de los prados y huertas y los lixiviados de las explotaciones ganaderas.

Los vertidos urbanos e industriales no afectan por lo general a la calidad del agua subterránea del sistema, pues en su mayor parte van directamente a los ríos en zonas en las que éstos drenan a los acuíferos, pero constituyen un foco potencial de contaminación, pues en el caso de que se realizara una explotación de los acuíferos, podría invertirse la circulación y haber una recarga del acuífero por los ríos. No obstante, se ha detectado 0,1 mg/l de flúor en las proximidades de Comillas.

Recomendaciones

Tan sólo se tienen análisis de un año, por lo que se debería llevar un control de los puntos utilizados para abastecimiento en los que se detecta estacionalmente la presencia de amoníaco y nitritos, por el riesgo que puede conllevar para el consumo humano; simultáneamente se recomienda el establecimiento de los correspondientes perímetros de protección.

□ PRIMAVERA

△ OTOÑO

CAMPAÑA

82

83

PRIMAVERA

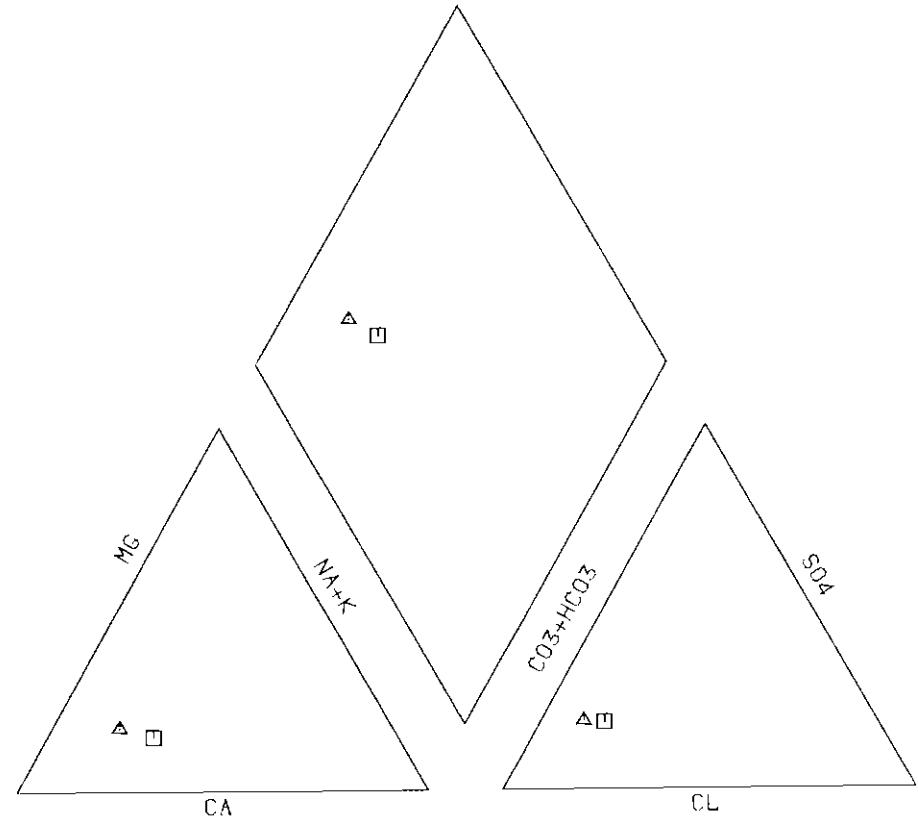
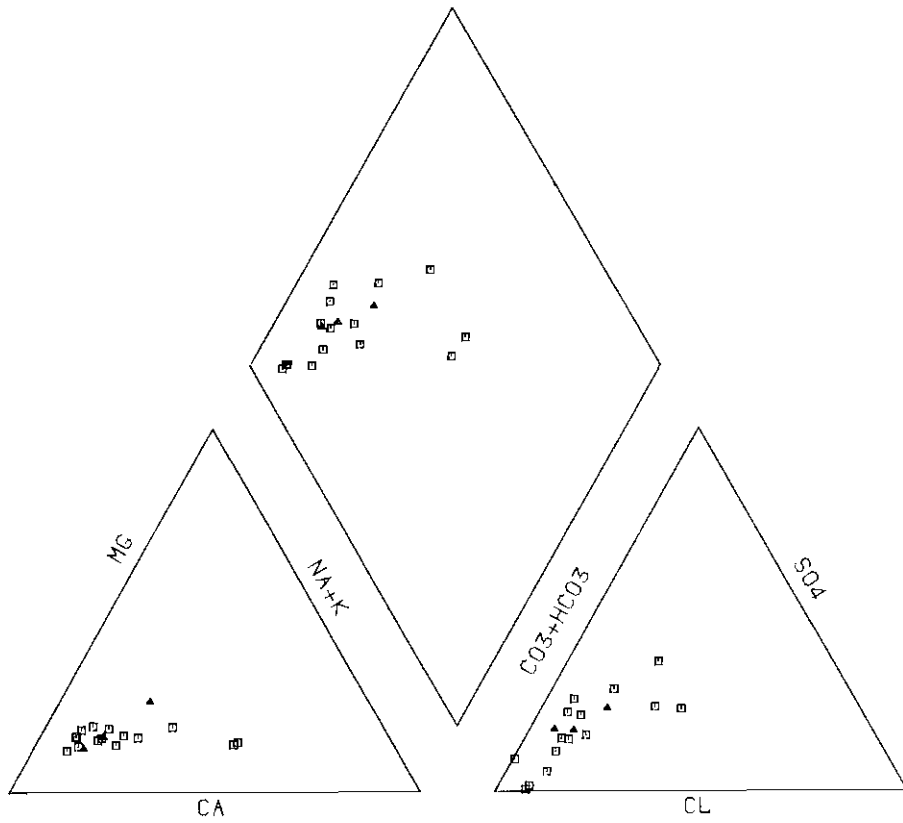
-

15

OTOÑO

3

-



El sistema está muy poco explotado, por lo que sería conveniente estudiar la posibilidad de sustituir parte de la demanda de agua superficial por aguas subterráneas, mejorando la calidad del suministro urbano.

1.5. SISTEMA Nº 5. UNIDAD JURASICA AL SUR DEL ANTICLINAL DE LAS CALDAS DE BESAYA

Características generales

El Sistema nº 5 está situado en la zona sur-occidental de la provincia de Santander y ocupa una superficie de 1.164 km².

Limita al Norte con la línea que une las localidades de Fuentenansa, Los Corrales de Buelna y Llenera; al Este con el río Miera; al Sur con el embalse del Ebro, y al Oeste con las sierras de Peña Labra y Peña Sagra.

El relieve es muy accidentado: 300 m en la zona norte y más de 1.300 m en la sur. La región está atravesada de Sur a Norte por numerosos ríos entre los que destacan el Nansa, Besaya, Pas y Pisueña.

Las lluvias, frecuentes durante todo el año, presentan un máximo en otoño-invierno. La precipitación oscila entre 1.200 mm/año en los valles y 2.000 mm/año en las montañas. La temperatura media anual es de 12^o-13^oC en los valles e inferior a 8^oC en las zonas altas. La evapotranspiración real está comprendida entre 600 mm/año en los valles y 900 mm/año en las zonas montañosas. El clima es templado-húmedo.

El sistema forma una cubeta sinclinal cuya base está constituida por sedimentos jurásicos y wealdenses con litología y espesores muy variables, distinguiéndose en él dos acuíferos. El superior, detrítico, está formado por un potente paquete de areniscas, arenas y arcillas intercaladas, junto con algunos niveles margosos y calizos que constituyen pequeños acuíferos independientes con limitada continuidad lateral; el acuífero inferior se desarrolla en las calizas del Lías y Dogger que forman el basamento del sinclinal y afloran en superficie casi exclusivamente en los bordes de éste. Este acuífero está muy fisurado y karstificado.

La población total de la zona, con una densidad inferior a la media nacional, es de 68.000 habitantes. Destacan por su importancia las poblaciones de Reinosa (13.300 hab.), Los Corrales de Buelna (10.000 hab.) y Villacarriedo (2.200 hab.). Los sectores industrial y de servicios son de poca importancia pues, salvo en Reinosa y Los Corrales de Buelna, apenas existe industria. El sector agrario, en especial la ganadería, es la base económica de la región.

El sistema, constituido por los subsistemas de Cabuérniga y Puerto del Escudo, separados por materiales impermeables triásicos, tiene unos recursos renovables de 112 hm³/año, de los que 92 hm³/año proceden de la infiltración de lluvia y 20 hm³/año de la aportación subterránea del Sistema nº 6. Las reservas (100 m por debajo de los niveles piezométricos) se estiman en 190 hm³.

Calidad del agua subterránea

La facies predominante de las aguas subterráneas del sistema es la bicarbonatada cálcica

El residuo seco es bajo, oscilando entre 100 y 250 mg/l, con un solo análisis que supera 200 mg/l.

Los sulfatos son siempre inferiores a 100 mg/l, oscilando por lo general entre 5 y 30 mg/l.

□ PRIMAVERA

△ OTOÑO

CAMPAÑA

82

83

PRIMAVERA

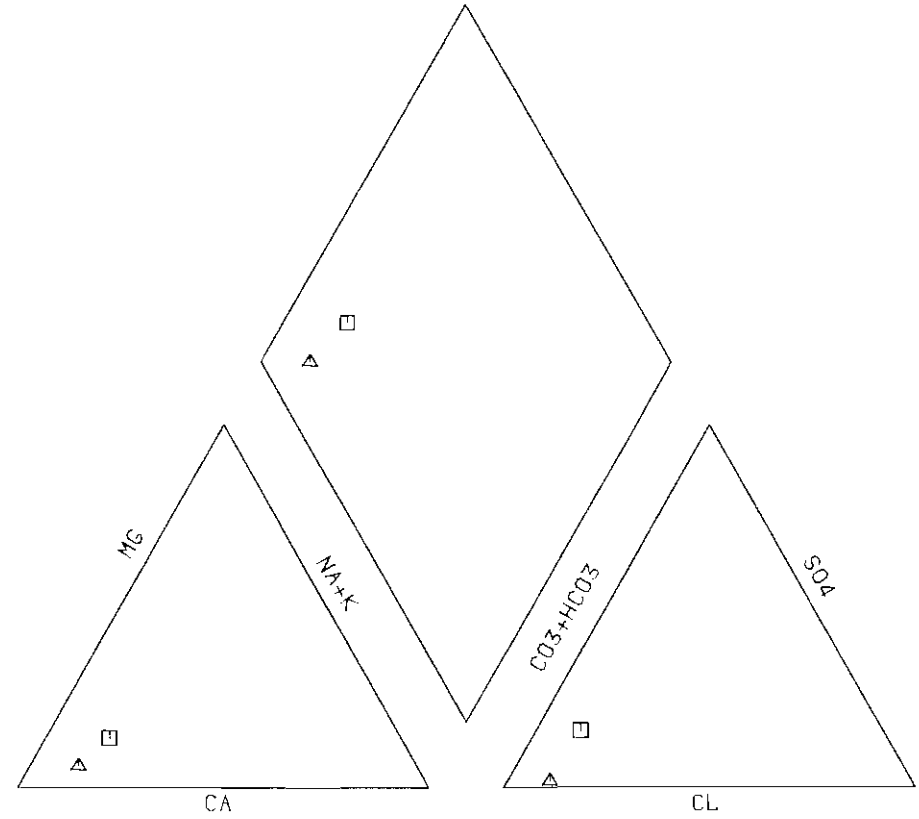
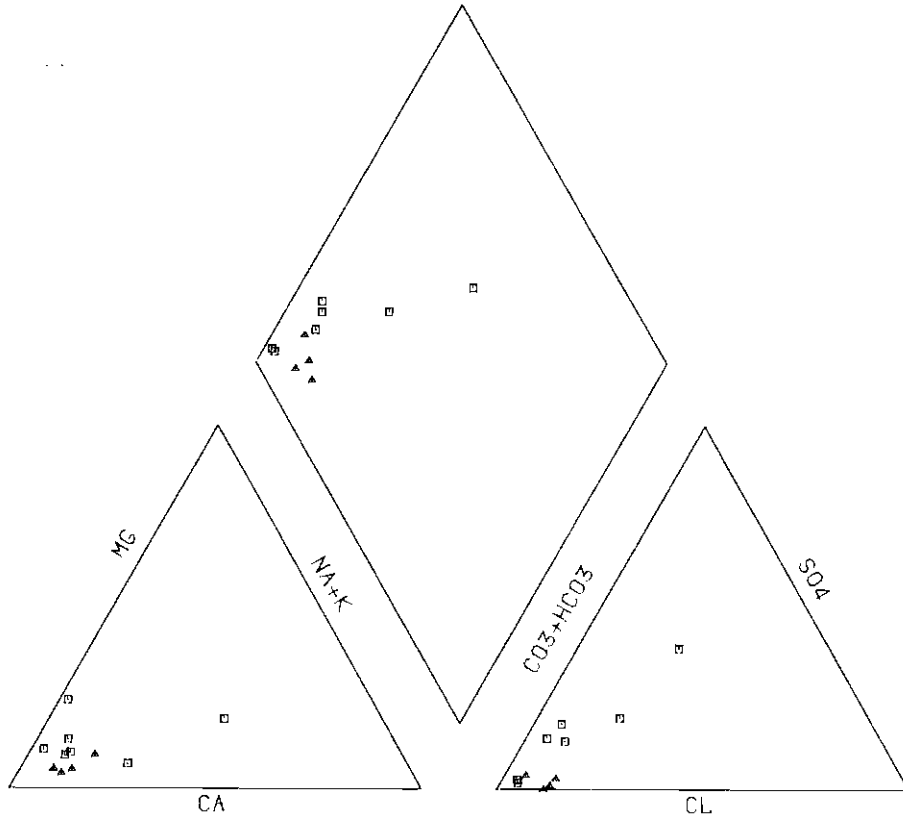
-

7

OTOÑO

4

-



El contenido en cloruros nunca supera 50 mg/l, siendo los valores más normales los comprendidos entre 5 y 20 mg/l.

La conductividad oscila entre 100 y 400 μ mhos/cm, siendo las aguas excelentes para el riego, pues en su mayoría pertenecen al tipo C₁ S₁.

El contenido en calcio oscila entre 20 y 60 mg/l, mientras que el contenido en magnesio no sobrepasa 15 mg/l y los bicarbonatos no superan en ningún caso 200 mg/l.

Se han encontrado indicios de nitratos, nitritos y amoníaco, pero siempre por debajo de los límites considerados como admisibles por la R.T.S.

En general las aguas del sistema son de excelente calidad para cualquier uso.

Contaminación

En el sistema no existe prácticamente ningún tipo de contaminación de las aguas subterráneas aunque supuestamente debido a las actividades agropecuarias, muy diseminadas, se han detectado nitratos y amoníaco en algunos análisis, si bien siempre se mantienen por debajo de los límites considerados como admisibles por la R.T.S., salvo en el punto 1706-8001, situado en las cercanías de Soto, donde se superan los 0,5 mg/l de amoníaco.

Los núcleos urbanos son focos potenciales de contaminación, pues aunque en general son pequeños, gran parte de los vertederos no están controlados y apenas existen estaciones depuradoras de aguas residuales, siendo éstas vertidas in situ o en los cauces superficiales.

Los vertidos industriales son otros focos potenciales de contaminación, estando concentrados en Reinosa y Los Corrales de Buelna. Sus vertidos van directamente a los ríos en zonas donde éstos drenan a los acuíferos, por lo que no tienen incidencia sobre la calidad de las aguas subterráneas.

Recomendaciones

Tan sólo se tienen análisis de un año, por lo que convendría intensificar las campañas de mediciones para poder observar la evolución temporal de los principales parámetros.

Para evitar que en el futuro se presenten problemas de contaminación, sería conveniente llevar un mayor control de los focos potenciales de contaminación, realizando un inventario de los mismos y controlando sus vertidos y la trayectoria de sus lixiviados.

El sistema está muy poco explotado, por lo que se podría sustituir parte de la demanda de agua superficial por agua subterránea, mejorando la calidad del abastecimiento urbano.

1.6. SISTEMA Nº 6. COMPLEJO CALCAREO URGO-APTIENSE DE LA ZONA ORIENTAL DE SANTANDER

Características generales

El Sistema nº 6 está situado en la zona oriental de Cantabria, sobre una superficie de 1.138 km². Limita al Norte con el Mar Cantábrico; al Este con la provincia de Vizcaya, en la que penetra parcialmente; al Sur con el río Gándara y el Portillo de Lumada y al Oeste con el río Miera.

Numerosos ríos, entre los que destacan el Miera, Asón, Gándara y Aguera, surcan su superficie en dirección Sur-Norte.

Las lluvias son frecuentes durante todo el año, con un máximo en otoño-invierno; la precipitación media anual varía entre 1.000 mm/año en la zona costera y 2.000 mm/año en las zonas montañosas del Sur. La temperatura media anual varía entre 14°C en la costa y 8°C en las montañas meridionales. La evapotranspiración real está comprendida entre 500 mm/año en la franja costera, y más de 900 mm/año en las zonas montañosas. La lluvia útil oscila entre 500 mm/año en la costa, y 1.300 mm/año en las montañas. El clima de la región puede clasificarse como templado-húmedo.

Los materiales que afloran en la región pertenecen al Trías (arcillas y yesos en diapiros), al Jurásico (calizas con intercalaciones margosas) y, fundamentalmente, al Cretácico cuyas calizas arrecifales, calizas microcristalinas y calcarenitas, con potencia de hasta 1.500 m, muy fisuradas y karstificadas, constituyen el acuífero más importante de todo el sistema.

Los recursos del sistema se estiman en 294 hm³/año, provenientes de la infiltración del agua de lluvia y de la alimentación de numerosos ríos y arroyos a través de los sumideros que presentan en sus lechos, que hacen desaparecer en grandes tramos de su recorrido todo el caudal que llevan.

La descarga se realiza a través de numerosos manantiales, algunos de gran importancia (La Cuerva, Fuente Vallés, etc.) y ríos (Miera, Asón, Gándara, Clarín, etc.).

La población total de la zona era de 88.000 habitantes en 1981, lo que representa el 17,1 por ciento del total regional. Destacan por su importancia las poblaciones de Laredo (12.500 hab.), Castro Urdiales (13.000 hab.) y Santoña (10.000 hab.).

Por lo que se refiere a las actividades económicas de mayor entidad dentro de la región, hay que destacar la importancia del sector Servicios y, particularmente, la del subsector de Hostelería, en los municipios costeros, frente a un sector industrial casi inexistente.

Calidad de las aguas subterráneas

Las aguas subterráneas del sistema presentan facies predominante bicarbonatada cálcica.

El residuo seco permanece en todos los casos por debajo de 400 mg/l y está comprendido entre 100 y 300 mg/l en el 85% de los análisis efectuados.

El contenido en cloruros es siempre inferior a 25 mg/l, con la única excepción del punto 2004-1011, situado al Noroeste de Santoña, en el que se alcanzan 49 mg/l

Los sulfatos tan sólo superan 50 mg/l en un punto situado al Suroeste de Castro-Urdiales, en el que se han detectado 78 mg/l.

En el 50% de los análisis se ha detectado la presencia de nitratos, aunque en ningún caso sobrepasan los 50 mg/l admitidos por la R.T.S. y tan sólo en dos puntos se superan 25 mg/l.

Se han encontrado cinco puntos en los que los nitritos superan 0,1 mg/l; en el 50% de los análisis se detecta la presencia de amoníaco.

La conductividad oscila entre 100 y 400 μ mhos/cm en la mayoría de los casos, llegándose a superar 600 μ mhos/cm en el punto 2004-1011 situado al Noroeste de Santoña.

En general son aguas aptas para cualquier uso y excelentes para el riego, perteneciendo en su mayoría a las clases C₁ S₁ y C₂ S₁.

□ PRIMAVERA

△ OTOÑO

CAMPAÑA

82

83

PRIMAVERA

-

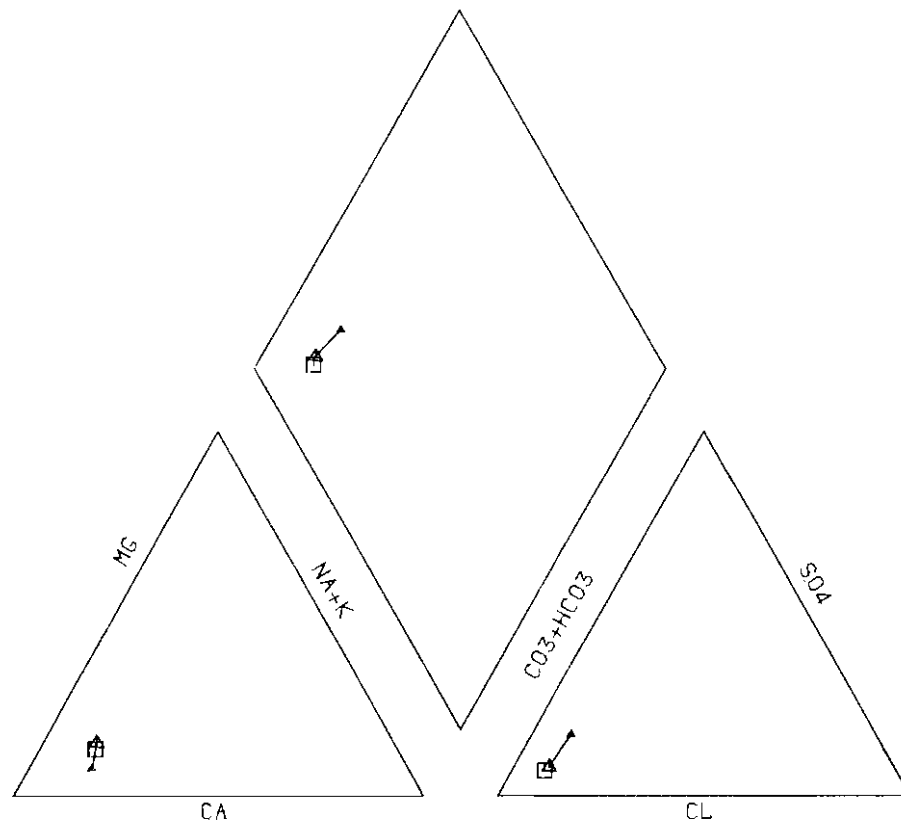
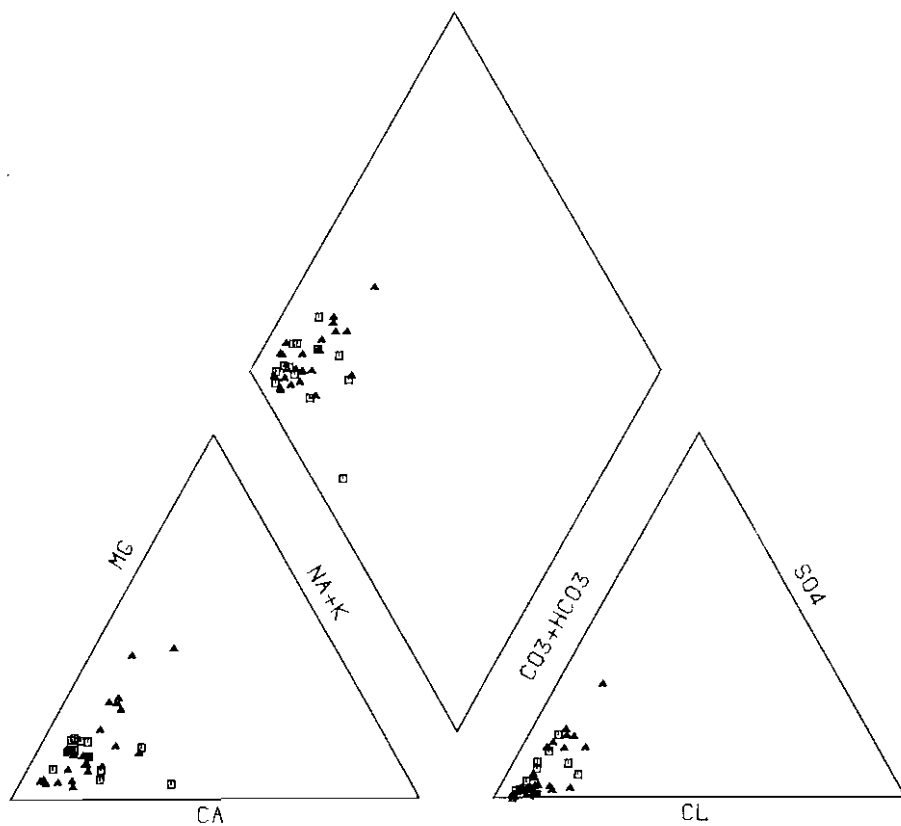
13

OTOÑO

24

1

29



Contaminación

Prácticamente la única contaminación detectada en el sistema está producida por las actividades agropecuarias, en particular por los abonados con estiércol de huertas y praderas, lo que produce un aumento de nitritos y amoníaco que en algunos casos superan los límites admisibles.

Se han detectado cinco puntos en los que se superan los 0,1 mg/l de nitritos, dos de ellos destinados al abastecimiento: el 2004-8005 situado al Suroeste de Castro-Urdiales y el 2005-1006 en las proximidades de Ramales de la Victoria. En el primero de estos puntos se superan al mismo tiempo 0,5 mg/l de amoníaco, al igual que en el punto 1904-6007, dedicado al abastecimiento y situado al Sur de la localidad de La Cavada.

Los vertidos urbanos constituyen focos potenciales de contaminación al estar sin controlar la mayoría de los vertederos y no contar con estaciones depuradoras de aguas residuales casi ninguna localidad.

Los vertidos industriales no tienen incidencia notable en la calidad de las aguas subterráneas, dado que la mayoría de las industrias están localizadas en Laredo, Santoña y Castro-Urdiales, que vierten directamente al mar sus residuos. No obstante, se han detectado concentraciones de flúor de 0,1 mg/l en la parte Noroeste del sistema, en la zona comprendida entre los ríos Miera y Campizo.

Recomendaciones

Dada la contaminación de tipo orgánico detectada en varios puntos de agua dedicados al abastecimiento, es absolutamente necesario proceder a la creación de los correspondientes perímetros de protección, para lo que se deberá realizar un estudio exhaustivo de los focos contaminantes y de las trayectorias de sus efluentes.

Tan sólo se tienen análisis de dos campañas (Primavera-Otoño) por lo que se debería aumentar el número de medidas para poder evaluar la incidencia de los vertidos en la calidad de las aguas subterráneas y la evolución de los posibles agentes contaminantes en el acuífero.

1.7. SISTEMA Nº 7. CALIZAS MESOZOICAS DE LA SIERRA DE ARALAR

Características generales

El Sistema nº 7 está situado a caballo de las provincias de Guipúzcoa y Navarra, ocupando una extensión de 865 km², de los que 800 pertenecen a la provincia de Navarra.

Limita al Norte con la línea que une las localidades de Andorín y Aranaz; al Este, con el río Bidasoa y la carretera nacional 121; al Sur, con el Valle de Ulzama y la C.N. 240 desde Alsasua a Irurzun y, al Oeste, con el río Oria.

La precipitación de la zona es muy elevada, con una media anual del orden de 1.500 mm.

Los principales acuíferos están formados por dolomías y calizas de Lías, por calizas y conglomerados calcáreos del Jurásico y por las calizas arrecifales del Aptiense. Los afloramientos superficiales cubren unos 200 km².

La mitad norte del sistema drena hacia el Cantábrico por numerosos ríos y arroyos, entre los

que destacan el Oria, Urumea y Bidasoa; la mitad Sur alimenta la cuenca del Ebro a través de los ríos Araquil, Ulzama y Larraun fundamentalmente.

La población del sistema asciende a unos 20.000 habitantes que se concentran en el Valle del río Araquil y en la zona de Leiza, áreas de localización de un sector industrial en auge; la agricultura, la ganadería y la explotación forestal, antaño base económica de la zona, se encuentran en franca regresión.

Los recursos del sistema se estiman en unos 158 hm³/año procedentes en su totalidad de la infiltración directa del agua de lluvia.

El drenaje se produce a través de ríos y manantiales: 103 hm³/año hacia el Ebro por los ríos Larraun (83 hm³/año) y Araquil (20 hm³/año) y el resto hacia las Cuencas Norte. Las reservas del sistema se estiman en 500 hm³.

Aunque se carece de datos sobre el grado de explotación del sistema éste debe ser escaso ya que el abastecimiento a las poblaciones se realiza fundamentalmente por medio de manantiales, salvo en Alsasua donde se completa con el agua del río Alzania.

Calidad de las aguas subterráneas

De las muestras analizadas en estudios realizados por el IGME, se desprende que las aguas subterráneas son predominantemente bicarbonatadas cálcicas con tendencia a pasar a cloruradas sódicas; se detectó en un análisis presencia de litio, bromo y fosfato. Se trata de aguas duras o muy duras, con escaso contenido salino en general. No se dispone de más datos que evidencien situaciones de contaminación.

Recomendaciones

La escasa información disponible hace aconsejable una mayor frecuencia de análisis químicos en todo el sistema para definir con precisión el estado de la calidad y eventual contaminación de las aguas subterráneas.

Mientras tanto deben tomarse las medidas precautorias adecuadas particularmente en lo que se refiere a evitación de vertidos directos de posibles contaminantes sobre el acuífero y a protección de manantiales utilizados para el abastecimiento urbano.

1.8. SISTEMA Nº 89. UNIDAD DE OIZ

Características generales

El Sistema nº 89 está situado al Norte de la provincia de Vizcaya. Se extiende, sobre una superficie de 190 km², desde la Punta de La Galea hasta Elgueta, en forma de franja estrecha y alargada de dirección Noroeste-Sureste de 50 km de longitud.

La Unidad se desarrolla con estructura de sinclinal disimétrico, colgado y muy abierto, cuyo núcleo está ocupado por areniscas terciarias.

Litológicamente se compone de una serie flyschoides, con alternancia de niveles turbidíticos y otros de precipitación química, con espesores que pueden llegar hasta 400 m.

Los recursos de esta Unidad se estiman en unos 20 hm³/año.

De resultar un acuífero de permeabilidad aceptable, sus reservas pueden ser elevadas, si bien la conexión con el Cantábrico y la ausencia de datos piezométricos no permiten evaluarlas.

Calidad del agua subterránea

Sólo se dispone de datos de un análisis químico que permite definir el agua como bicarbonatada cálcica con unas cantidades significativas de fosfatos y nitritos. Es un agua dura, con salinización media.

Se carece de información sobre el estado de contaminación de esta Unidad.

1.9. SISTEMA Nº 90. UNIDAD VOLCANICA

Características generales

Está situada al Norte de la provincia de Vizcaya, formando una franja larga y estrecha, desde Plencia a Vergara, de unos 126 km² de superficie, en la que se desarrolla una serie de coladas volcánicas que se intercalan dentro de los niveles del Cretácico Superior.

Las coladas presentan potencia desigual y aparecen en forma de lavas almohadilladas, correspondiendo petrográficamente a espilitas, tobas y basaltos. Suelen estar muy alteradas en superficie siendo, en profundidad, competentes y con elevado grado de fracturación.

Únicamente se ha inventariado un sondeo de 40 m de profundidad a partir de cuyos datos se ha cifrado la permeabilidad de estos materiales en 0,1 m/día.

De hecho, dada la variabilidad de comportamientos de las rocas volcánicas, este primer dato puede resultar insuficiente, aunque "a priori" la permeabilidad global de la unidad puede considerarse entre baja y media.

Los recursos del sistema se cifran en primera aproximación en unos 20 hm³/año en tanto que sus reservas son de difícil cálculo dado que se desconoce la continuidad lateral y en profundidad de dichos materiales.

Calidad del agua subterránea

La facies predominante del agua es bicarbonatada-cálcica, con tendencia a sódico-cálcica. En alguna muestra existen nitritos y amoníaco. Presentan salinización media-baja y son de dureza media.

1.10. SISTEMA Nº 91. UNIDAD DE NAVARNIZ-IZARRAITZ-TOLOSA

Características generales

Este sistema está situado en la zona central de la provincia de Guipúzcoa, sobre una superficie de 533 km².

Está constituido por tres unidades bien definidas y de características distintas:

- **Unidad de Navarniz**

Adosada al Sinclinatorio de Vizcaya, esta Unidad se caracteriza por su estructura anticlinal de dirección NNW-SSE, con el plano axial convertido en un plano de falla normal y con el flanco SW hundido.

El acuífero principal está formado por las calizas masivas del Aptiense, cuya superficie de afloramiento es de 57 km², presentando importantes fenómenos kársticos.

Sus recursos se estiman en unos 27 hm³/año, de los cuales un 10% provienen de los aluviales y formaciones no calcáreas.

- **Unidad de Izarraitz**

Viene definida por un conjunto de pliegues de dirección NW-SE, delimitados, al Norte, por la falla de Pagoeta —falla inversa que pone en contacto materiales del Cretácico Inferior con el pseudoflysch del Cretácico Superior— y, al Sur, por la Unidad Volcánica y materiales impermeables del Cretácico. Las calizas aptienses originan los principales acuíferos de la Unidad.

Sus recursos se estiman en unos 70 hm³/año en su mayor parte procedentes de las calizas. Las reservas, referidas exclusivamente a los 50 m superiores del acuífero, serían del orden de los recursos.

- **Unidad de Tolosa**

Se trata de una unidad que se desarrolla en pliegues de dirección predominante NE-SW, constituida fundamentalmente por acuíferos calizos jurásicos, y acuíferos aptienses generalmente colgados.

El hecho de que los acuíferos principales de la unidad se hallen en buena parte colgados hace que los recursos de las calizas que se estiman en 20 hm³/año vayan acompañados de escasas reservas de difícil evaluación.

Los recursos de esta unidad se explotan en el aluvial de Oria, al menos de forma parcial.

Calidad del agua subterránea

Las aguas son predominantemente bicarbonatadas-cálcicas con presencia de aguas sulfatadas-cálcicas en la Unidad de Tolosa y cálcico-magnésicas en la Unidad de Izarraitz.

Es habitual la presencia de amoníaco en cantidades significativas y ocasionalmente fosfato. La mayoría presentan salinización media-baja y, por lo general, dureza elevada.

En lo tocante a problemas de contaminación, aunque no se dispone de datos al respecto, hay que señalar que en el extremo occidental de la Unidad de Izarraitz, debido a la existencia de conexión hidráulica con el estuario del Deva, podría iniciarse un proceso de intrusión marina en caso de que se produjeran notables depresiones de nivel.

1.11. SISTEMA Nº 92. UNIDAD COSTERA DE SAN SEBASTIAN

Características generales

1.11. SISTEMA Nº 92. UNIDAD COSTERA DE SAN SEBASTIAN

Características generales

El sistema está situado en la zona litoral de la provincia de Guipúzcoa, sobre una superficie de unos 95 km² que se extiende desde Zumaya hasta Fuenterrabía.

Está caracterizado por un conjunto de materiales terciarios, dispuestos en forma de arco, presentándose la serie invertida entre Zumaya y Guetaria.

Litológicamente el Terciario se caracteriza por la existencia, en la base, de una serie flysch con alternancia de niveles turbidíticos y otros de precipitación química, cuyo espesor variable llega a ser de 500 m. Sobre él se sitúa un segundo tramo de mayor interés hidrogeológico formado por cerca de 500 m de areniscas cuarzosas en potentes bancos, con cemento calcáreo, y parcialmente descarbonatadas en superficie.

Los recursos de la Unidad se cifran en casi 20 hm³/año; las reservas, por el momento, se estiman bajas ya que se trata de una serie monoclinal conectada directamente con el mar.

Calidad de las aguas subterráneas

Se dispone de tres muestras cuyas características indican una facies bicarbonatada-cálcica y presencia de fosfatos y amoníaco en cantidades significativas. Presentan salinización media y son aguas duras.

Recomendaciones comunes para los Sistemas 89, 90, 91 y 92

La escasez de información básica sobre el estado de la calidad y contaminación de las aguas subterráneas en estos sistemas hace necesario, en primer lugar, el planteamiento de una campaña de análisis químicos que cubra convenientemente esta laguna.

Por otra parte, es preciso determinar, a la mayor brevedad posible, el origen de la contaminación orgánica que parece estar produciéndose.

En tanto se llevan a cabo las recomendaciones anteriores, conviene adoptar medidas precautorias de protección de captaciones destinadas al abastecimiento humano así como de las áreas de recarga de los acuíferos impidiendo el vertido de residuos contaminantes en las mismas.