

APENDICE 2

**CALIDAD DE LAS AGUAS  
SUBTERRANEAS**

Según lo dicho en el apartado 2.3, la composición del agua se define por la cantidad y la naturaleza de las sustancias que contiene; su origen puede ser natural, pero deriva también de factores externos –acción humana básicamente–, que pueden modificar su composición natural. En este último caso es cuando cabe hablar de *contaminación*. A continuación se incluye, por cuencas hidrográficas, una síntesis descriptiva de la calidad actual de las aguas subterráneas en España, caracterización que no resulta sencilla dada la complejidad del problema y la diversidad de situaciones que se presentan, muchas veces de tipo puntual.

#### CUENCA NORTE

La facies<sup>1</sup> predominante en las aguas subterráneas de la Cuenca Norte es la bicarbonatada cálcica, que aparece mayoritariamente en todos los sistemas acuíferos.

El residuo seco pocas veces supera los 500 mg/l, aunque en algunas zonas muestra bruscos aumentos. Los contenidos en ion cloruro son inferiores a 300 mg/l, con un rango predominante entre 5 y 100 mg/l, salvo en puntos aislados del Principado de Asturias, en el valle del río Deva, donde se llegan a superar 1.000 mg/l. Los sulfatos presentan valores que oscilan en general entre 20 y 200 mg/l, aunque en zonas cercanas a las formaciones yesíferas del Triás, en la unidad hidrogeológica de Gijón-Villaviciosa, se llegan a superar 1.000 mg/l. Se han registrado concentraciones elevadas de hierro y manganeso en el aluvial del Miño, que han motivado la necesidad del tratamiento físico-químico del agua de abastecimiento de Tuy (Pontevedra). La conductividad es baja, entre 100 y 500  $\mu$ mhos/cm.

Ocasionalmente se detectan concentraciones apreciables de nitratos, por ejemplo en zonas como Avilés, Oviedo, Laguardia (Pontevedra), donde se han detectado valores que exceden el umbral de potabilidad de 50 mg/l., y, en menor medida, fosfatos, originados en procesos naturales o, más raramente, procedentes de contaminación orgánica.

<sup>1</sup> Este término hace referencia a los componentes mayoritarios contenidos en el agua, generalmente aquellos iones que superan el 50% del total.

#### CUENCA DEL DUERO

Las extensas zonas de sedimentación de las formaciones detríticas del Terciario de la parte central de la cuenca del Duero se caracterizan por la presencia de depósitos evaporíticos, principalmente yesos. Estas evaporitas, debido a la solubilidad potenciada por los largos períodos de permanencia del agua en el terreno, han incrementado de manera notable el contenido de sales en las aguas subterráneas, lo que dificulta su utilización en abastecimientos urbanos, regadíos y actividades industriales.

Así, en la zona centro oriental de la unidad del Terciario Detrítico Central, –proximidades de Valladolid, Palencia, Portillo, la franja del Duero próxima a Tordesillas y el área de Villafáfila– se superan los límites tolerables exigidos para cloruros, sulfatos y sodio y potasio, encontrándose valores de hasta 2.400, 2.700 y 500 mg/l, respectivamente. Los valores correspondientes a conductividad y residuo seco son asimismo muy elevados en esta zona: las aguas son de mala calidad y no potables. En el resto de la unidad las condiciones mejoran sensiblemente y las aguas son generalmente potables y buenas para riego. Como excepción cabe señalar la presencia de triclorobenceno y 1,2-dicloroetano en concentraciones superiores a 100 mg/l (umbral de potabilidad para plaguicidas en la R.T.S.) en zonas de regadío.

En la cabecera de la cuenca las aguas subterráneas son bicarbonatadas cálcicas, con bajo contenido en sales, potables (excepto en puntos aislados, donde se ha registrado un contenido excesivo en nitratos o nitritos) y buenas para riego.

La información relativa a las unidades del borde septentrional, Arlanza-Ucero-Avión, sureste del Duero, Segovia, La Robla-Guardo, Quintanilla-Peñahorada-Atapuerca, es muy escasa. De los datos disponibles se infiere que la facies predominante es la bicarbonatada cálcica y el grado de mineralización bajo, con una buena calidad química y aptitud para el consumo humano.

#### CUENCA DEL TAJO

Las aguas con mejor calidad química se localizan en los bordes de la Sierra de Guadarrama, sobre materiales de complejo ígneo-metamórfico, que pre-

sentan, salvo excepciones debidas a factores litológicos locales determinantes, muy bajos contenidos salinos, con residuos secos inferiores a 150 mg/l.

En general, la mineralización varía de muy débil (aguas que circulan en los terrenos paleozoicos) a fuerte (unidades terciarias), aunque predominan las aguas con alto grado de mineralización. A pesar de que pueden alcanzarse valores medios de residuo seco de hasta 1.300 mg/l en el Terciario, los valores predominantes se sitúan en torno a 500-700 mg/l.

Las concentraciones de ion sodio se mantienen por regla general, por debajo de 100 mg/l, mientras que las de potasio no suelen sobrepasar los 10 mg/l. El calcio no supera habitualmente los 150 mg/l, aunque en ocasiones se han registrado contenidos hasta de 500 mg/l.

Análogamente ocurre con el contenido de magnesio y sulfatos, cuyos límites tolerables se sobrepasan en aguas cuyo quimismo está directamente relacionado con la presencia de materiales evaporíticos o con una probable circulación a gran profundidad; sin embargo, en la mayoría de las ocasiones el contenido en magnesio se mantiene por debajo de 50 mg/l y el de sulfatos por debajo de 150 mg/l. La concentración de cloruros no supera por lo común 50 mg/l; sólo ocasionalmente alcanza valores elevados (superiores a 350 mg/l) en puntos de las unidades Madrid-Talavera y en las del Terciario detrítico: Talaván, Zarza de Granadilla, Galisteo y Moraleja.

La facies hidroquímica más frecuente es la bicarbonatada, cálcica o magnésica. Aguas bicarbonatadas sódicas, o sulfatadas cálcicas o sódicas, aparecen asociadas a zonas de descarga en los acuíferos terciario-detríticos y en áreas claramente influidas por materiales evaporíticos, donde no son infrecuentes las aguas de tipo clorurado cálcico o cálcico-sódico.

La contaminación por nitratos —con concentraciones superiores a 50 mg/l y tendencia creciente—, ocasionada por vertidos urbanos y fertilizantes químicos, afecta a terrenos graníticos y paleozoicos, acuíferos carbonatados y aluviales, al sureste de Toledo, en las cuencas de los ríos Tajuña, Guadalix, Alagón y bajo Tiétar, y en la mesa de Ocaña.

## **CUENCA DEL GUADIANA**

La calidad de las aguas subterráneas en la cuenca alta del río Guadiana es muy variable, desde buena a seriamente objetable para gran parte de los usos. Las aguas de mejor calidad circulan a través de la cuenca del Bullaque, mientras que es en la Llanura Manchega, donde el deterioro es más acusado, en función de procesos de contaminación asociados a las prácticas agrícolas.

Las aguas subterráneas de la zona alta de la cuenca son generalmente bicarbonatadas, sulfatadas y sulfatadas-bicarbonatadas cálcicas, cálcico-magnésicas y sólo ocasionalmente cloruradas. El anión con mayor variabilidad es el sulfato que, junto con el calcio, el magnesio y en ocasiones los cloruros, presenta diferencias muy marcadas, tanto en el espacio como en el tiempo: en la Llanura Manchega se han registrado valores entre 1 y 4.130 mg/l. La mineralización es generalmente de notable a fuerte y sólo en la cuenca del Bullaque es ligera o débil. Las aguas son duras o extremadamente duras, con excepción de la anterior. Los cloruros varían mucho en sus con-

centraciones, llegando a tener un máximo de 1.350 mg/l, mientras que los mínimos son muy bajos, del orden de 2 ó 3 mg/l.

Los cationes más abundantes son el calcio y el magnesio, con concentraciones comprendidas entre 6 y 800 mg/l y 2 y 550 mg/l, respectivamente. El sodio y el potasio presentan valores más homogéneos: de 2 a 700 mg/l en el primer caso, aunque con un rango dominante de 20 a 60 mg/l y sin superar los 100 mg/l por lo que respecta al potasio.

La presencia de nitratos en concentraciones no deseables es frecuente en La Mancha Occidental, donde se miden hasta 200 mg/l, con un fondo geológico que ronda el límite de 50 mg/l, en el Campo de Montiel y en las vegas bajas del Guadiana. Los nitritos aparecen esporádicamente, pero alcanzan valores muy altos, (4,35 mg/l); su distribución guarda cierto paralelismo con la de los nitratos.

La contaminación debida a la utilización de productos fitosanitarios ha ocasionado la acumulación, en zonas regables de la unidad de La Mancha Oriental, de aldrín, DDT, antraceno, HCH y atrazina, que en ocasiones exceden los límites autorizados.

Cabe señalar asimismo la ocurrencia de episodios contaminantes en los alrededores de Tomelloso y Daimiel, en Ciudad Real, originados por el vertido directo de vinazas de alcoholeras. Ello causó un incremento notable de la temperatura y del contenido de potasio en el acuífero, así como de gas metano, con explosiones ocasionales en el terreno.

## **CUENCA DEL GUADALQUIVIR**

La calidad química de las aguas subterráneas en la cuenca del Guadalquivir muestra notables variaciones entre los dos grupos litológicos mayoritarios. En las unidades carbonatadas predominan las aguas con facies bicarbonatada cálcica o magnésica, con mineralización y dureza ligeras o medias (4 a 35°F). En algunos casos las aguas, al circular en contacto con los materiales triásicos del substrato impermeable, adquieren una mayor mineralización y su dureza aumenta: la facies puede pasar eventualmente a sulfatada; caso de la Sierra de La Zarza, Sierra de Orce, Jabalcón, Sierra de Baza, Sierra Elvira, Sierra de Grazalema, Sierra de Estepa y Sierra de las Estancias.

En las unidades de naturaleza detrítica las facies presentan mayor diversidad. Entre las del interior predominan las bicarbonatadas cálcicas o magnésicas, en aguas que, por lo común, presentan mineralización media o notable y dureza media-alta (12-65°F); en las costeras evolucionan a bicarbonatadas-cloruradas sódico-cálcicas y cloruradas sódicas y magnésicas, en aguas con mineralización elevada y cuya dureza varía entre 35 y más de 65°F.

La contaminación por nitratos afecta en esta cuenca a numerosos acuíferos detríticos: Sevilla, Carmoña, aluviales del Guadalquivir y del Guadalete, vega del río Genil y una amplia zona de la unidad Almonte-Marismas, en donde se han registrado concentraciones superiores a 250 mg/l. La presencia de dieldrín, prohibido en España, heptaclor y del organoclorado hexaclorociclohexano (HCH), éste en el aluvial del Guadalquivir, constituye un elemento adicional del impacto negativo de las actividades agrícolas en la cuenca.

## CUENCA DEL SUR

Las facies de las aguas subterráneas de esta cuenca son muy variadas, en función del tipo de acuífero por el que circulen. Por regla general, las unidades carbonatadas presentan facies hidroquímicas bicarbonatadas cálcicas o magnésicas, con mineralización y dureza ligera o media; son potables —salvo aquéllas en las que existe exceso de compuestos nitrogenados o ciertos iones— y de buena calidad para riego en las unidades de la Serranía de Ronda, Sierra Blanca, Sierra de Mijas, Torcales, Sierra Gorda, Sierra Almijara, Sierra de Lújar y Sierra de Gádor, excepto en el delta de Adra. La Unidad de Gallardos-Macael, aun siendo carbonatada tiene aguas en las que predomina la facies sulfatada o clorurada-sulfatada magnésico-cálcica, con mineralización fuerte, resultando aguas muy duras poco admisibles para riego.

En los terrenos detríticos pueden encontrarse aguas con facies predominante bicarbonatada cálcica o magnésica, con mineralización y dureza ligera o media, potables (aunque puntualmente presentan compuestos nitrogenados) y aptas para riego en las unidades Detrítico de Ronda, Aluvial del Verde y Marbella y parte del campo de Gibraltar. Se encuentran también aguas con facies sulfatada-cálcica o magnésica, extremadamente duras, en las unidades de Antequera, Cuenca del Almanzora y parte del Campo de Níjar.

Finalmente, en las unidades detríticas en las que la totalidad o una parte se ubica en el litoral, aparecen distintas facies que tienden a transformarse en clorurada sódica a medida que aumenta la proximidad de la interfaz (Marbella). En el conjunto de la Cuenca, salvo en casos excepcionales en que el residuo supera valores de 10.000 mg/l (Fuente Piedra), por lo común este parámetro se mantiene dentro de valores máximos inferiores a 2.000 mg/l y valores medios que oscilan entre 250 mg/l y 2.500 mg/l.

La concentración media del ion cloruro es frecuentemente menor de 100 mg/l, salvo en las zonas de intrusión marina, en las que se sitúa por encima de 700 mg/l, llegando a alcanzar los 6 g/l en algún caso de intrusión salina (Antequera).

Las mayores concentraciones de sulfatos se han detectado en el Cuaternario del río Vélez. Detrítico de

Detrítico de Cúevras de Campo de Da-

de el nivel de Aljarafé, Motril-s del Guadalaga, Llanos de las-

arios ha contribuido en esta Antequera se les de micro-acuíferos de alcanzando en 1.230 mg/l. En las de regadío, petieno, tricloro-peran los lími-

de Cúevras de Campo de Da- sulfatadas cálcico-magnésicas y en las planas litorales, debido a la intrusión marina, la facies predominante alterna con la del tipo clorurado sódico-cálcica.

El residuo seco presenta grandes variaciones de una zona a otra, pues, mientras en las unidades carbonatadas del interior no suele sobrepasar 500 mg/l, en las planas costeras los valores superan los 2.000 mg/l, alcanzándose 4.000 mg/l en Moncófar y en la Plana de Castellón. Los sulfatos presentan un incremento generalizado de Oeste a Este: valores en general menores a 600 mg/l en las zonas interiores, mientras que en la zona oriental oscilan entre 500 y 1.500 mg/l. Los cloruros se mantienen por lo general por debajo de 50 mg/l, salvo en áreas de intrusión marina, donde alcanza 2.500 mg/l. Además de las zonas de regadío de La Mancha Oriental y de la unidad Liria-Casinos, el problema de contaminantes nitrogenados afecta a los acuíferos costeros y, más concretamente, a todas las planas litorales, donde se registran contenidos medios próximos a 100 mg/l y máximos de 400 mg/l, con una tendencia claramente creciente.

## CUENCA DEL SEGURA

En los acuíferos detríticos de la cuenca, la facies predominante del agua subterránea es la clorurada sulfatada mixta mientras que en los acuíferos carbonatados la facies predominante es la bicarbonatada cálcica.

El residuo seco presenta grandes variaciones entre las distintas unidades hidrogeológicas, al estar muy influido por las formaciones yesíferas y salinas que existen contiguas a los acuíferos detríticos. En las vegas de los ríos Segura y Guadalentín y en el Campo de Cartagena los valores de residuo seco suelen estar comprendidos entre 2.000 y 5.000 mg/l, aunque se han superado 7.000 mg/l en la zona de Zeneta-El Mojón y entre Callosa del Segura y Guardamar, con restos de un antiguo proceso de intrusión marina. En las unidades carbonatadas del Prebético el residuo seco oscila entre 300 y 1.500 mg/l aunque en zonas puntuales del Sur (Cerro de la Sal) se superan los 4.000 mg/l debido a la existencia de diapiros salinos, como el de Pinoso donde se han medido 10.700 mg/l.

El contenido en sulfatos oscila entre 300 y 1.000 mg/l en la mayor parte de las aguas circulantes en las unidades detríticas, llegando a superar 3.000 mg/l en la zona de Zeneta-El Mojón, mientras que en los acuíferos carbonatados suele ser inferior a 200 mg/l.

Los valores correspondientes al ion cloruro están en general comprendidos entre 300 y 1.500 mg/l en los acuíferos detríticos, disminuyendo en los carbonatados, aunque en las cercanías de Pinoso llegan a superar 5.000 mg/l.

La contaminación por nitratos, inducida por la aplicación inadecuada de fertilizantes minerales y de aguas residuales urbanas, ha provocado un notable deterioro de la calidad en las vegas del Segura, el bajo Guadalentín y el Campo de Cartagena, con contenidos superiores a 50 mg/l y, en puntos aislados, a 100 mg/l.

## CUENCA DEL JÚCAR

La facies predominante en las aguas subterráneas de la cuenca del Júcar es la bicarbonatada cálcico-magnésica. No obstante, en las zonas de afloramiento

Málaga, Cuenca detrítica de Antequera, Almería-Campo de Níjar, Detrítico de Almanzora-Vera y algunos puntos del llanos, superándose frecuentemente los

La contaminación por nitratos excede 100 mg/l en zonas tan diversas como Salobreña, Fuente de Piedra, aluviales de horco y Guadalete, Albuñol, Vélez-Málaga, Antequera, bajo Adra y Campo de Dal-

La utilización de productos fitosanitarios ha contribuido asimismo al deterioro de la calidad de la cuenca. En la unidad de los Llanos de Antequera se han detectado contenidos no deseables de contaminantes orgánicos de composición insecticida HCH ha contaminado los acuíferos de Vélez-Málaga y de Motril-Salobreña, así como en esta última unidad concentraciones de los acuíferos detríticos ubicados en áreas de regadío. Es frecuente la presencia de tetracloro de benceno (TCB), alquibenceno y, en menor medida, aldrín, en concentraciones que superan los límites de potabilidad.

La contaminación de origen agrícola se refleja también en la presencia de compuestos orgánicos en las aguas subterráneas. Los alquibencenos y ftalatos son contaminantes habituales en acuíferos detríticos. El hidrocarb, procedente tal vez de vertidos en gasolinas, es otro de los compuestos no deseables detectados en las aguas en la plana de Castellón. Organoclorados del tipo TCB exceden los límites permitidos en la Plana de Sagunto y la unidad de Liria-Casinos, al igual que el 1,2-dicloroetano en las planas de Oropesa-Torreblanca, Valencia, Gandía-Denia y La Mancha Oriental.

La actividad industrial ha causado asimismo un impacto negativo en la calidad: boro, cromo y plomo han aparecido en concentraciones no deseables en las planas de Vinaroz-Peñíscola, Oropesa-Torreblanca, Castellón y Norte de Valencia. Cabe señalar que, en ocasiones, el poder de retención del suelo y el arrastre de residuos de vertidos favorecidos por el régimen torrencial de los ríos de la zona, dificulta la incorporación a las aguas subterráneas de metales pesados con alto potencial contaminante.

### **CUENCA DEL EBRO**

Las características químicas de las aguas subterráneas en la cuenca del Ebro muestran una gran diversidad. Generalmente se observa una mejor calidad en los materiales mesozoicos, en particular al Norte de la cuenca; los del Terciario presentan una gran heterogeneidad, con aguas de buena a deficiente calidad: la peor suele corresponder a las terrazas y aluviales de los ríos, así como en la zona del Delta.

Son aguas blandas o de dureza media las de las unidades Lora-Villarcayo, Treviño-Cantabria, Sierra de Urbasa, Sinclinal de Jaca y Sinclinal de Tremp que, por las concentraciones de sus componentes mayoritarios, forman el grupo de mejor calidad en toda la cuenca, presentando una mineralización ligera y, sólo ocasionalmente, mineralización notable. Dentro de este grupo el anión más difundido es el bicarbonato que está presente en concentraciones variables entre 100 y 500 mg/l.

La variación en las concentraciones de sulfatos es notable: pueden llegar a 1.700 mg/l en la unidad micénica de Lora por su proximidad a los materiales triásicos, y no alcanzar 10 mg/l en las aguas del Sinclinal de Jaca. El ion cloruro raramente sobrepasa los 20 mg/l.

Los nitratos se mantienen bastante por debajo del límite de potabilidad, salvo en las terrazas del río Ebro, donde pueden superar los 100 mg/l. Entre los cationes, ni el sodio ni el potasio superan los 10 y 5 mg/l, respectivamente. El calcio presenta los valores más frecuentes en torno a los 60 mg/l, siendo de 15 mg/l las correspondientes al magnesio.

Las aguas de las unidades mencionadas pertenecen en general a la facies bicarbonatada cálcica, menos frecuentemente a la bicarbonatada cálcico-magnésica y, en ocasiones a la sulfatada cálcica. Se trata de aguas de muy buena calidad, con la excepción de la unidad Lora-Villarcayo.

El otro grupo, que engloba al resto de las unidades de la cuenca, está caracterizado por una más alta mineralización, con valores de conductividad de hasta 15.000 microsiemens/cm en la unidad de las terrazas del Ebro. Los sulfatos presentan en este grupo una acentuada variabilidad espacial y, aunque pueden alcanzar valores muy elevados, lo normal es que

no superen los 1.000 mg/l. El contenido de cloruros está comprendido entre 30 y 50 mg/l, con algún valor excepcionalmente elevado (4.000 mg/l) en las terrazas del Ebro.

Las facies predominantes son la bicarbonatada cálcica y cálcico-magnésica, menos frecuentemente la bicarbonatada magnésica, sulfatada cálcica y cálcico-magnésica y ocasionalmente la clorurada cálcica en las terrazas del Ebro.

El ion nitrato -al igual que el nitrito- supera en varias zonas los límites de potabilidad, con una tendencia a aumentar. La mayor mineralización de las aguas de este grupo se traduce en una disminución notable de su calidad en relación con las del grupo anterior, lo que limita su adecuación para diferentes usos.

La degradación de la calidad inducida por vertidos y eliminación de desechos industriales se hace patente en la cuenca alta del Gállego -HCH de Inquinosa- en las afueras de Zaragoza -plomo y níquel procedentes de desechos de la factoría Tudor- y la papelera Sarrió -aldrín-.

La presencia en zonas de riego de compuestos orgánicos volátiles -1-2 dicloroetano y tetracloroetileno y de HCH indica la afección de las aguas por productos fitosanitarios.

### **CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA**

La calidad del agua subterránea en las cuencas internas de Cataluña es muy heterogénea: muy buena en las unidades de Olot y la Cordillera Prelitoral y zonas kársticas del Pirineo Oriental (Prepirineo-Pedraforca y Cadí-Taga-Ripoll), pésima en las unidades costeras comprendidas entre el Llobregat y el Muga y también en el área de Tarragona y de tipo intermedio en las unidades Cardó-Vandellós, Garraf y Depresión Prelitoral.

La mineralización varía de ligera a notable en las unidades de Banyoles y Cordillera Prelitoral, y a fuerte en las unidades de Muga, Ter, Aubi, Ridaura, Tordera, Maresme y las unidades costeras de la provincia de Tarragona. La conductividad y el residuo seco oscilan entre 200 microsiemens/cm y 10 mg/l, respectivamente, en la unidad de Banyoles y 26.000 microsiemens/cm y 22.500 mg/l en las unidades de Muga, Ter, Aubi, Ridaura, Tordera y Maresme.

En cuanto al contenido catiónico, se han registrado concentraciones de sodio de hasta 5.000 mg/l y de potasio de hasta 500 mg/l, ambos en las unidades de Muga, Ter, Aubi, Ridaura, Tordera y Maresme. Las concentraciones de calcio varían desde menos de 50 mg/l en la unidad de Banyoles y 100 mg/l en la unidad de Olot, hasta 1.000 mg/l en las unidades costeras de la provincia de Tarragona.

Entre los aniones hay que destacar la preponderancia de los bicarbonatos con concentraciones relativamente homogéneas, entre 300 y 600 mg/l. Los sulfatos sólo superan los 100 mg/l en las unidades de Muga, Ter, Aubi, Ridaura, Tordera, Maresme, Besós, Garraf y Penedés. Los cloruros son escasos en los sistemas interiores (menos de 30 mg/l); sin embargo, en las zonas costeras, superan los 7.000 mg/l en las unidades de Muga, Ter, Aubi, Ridaura, Tordera, Maresme, Besós, Garraf, Gaia Camp de Tarragona y la Musara. En las dos primeras, las zonas con valores superiores al gramo/litro son muy amplias.

Las aguas pertenecen a la facies bicarbonatada cálcica excepto en las zonas costeras que son cloru-

radas sódicas y sólo ocasionalmente pueden aparecer sulfatadas cálcicas en La Selva, Vallés y el Penedés.

## ISLAS BALEARES

### *Mallorca*

Los principales acuíferos presentan facies bicarbonatada-cálcico-magnésica y en menor medida clorurado-sódica; en la zona de la depresión central de Mallorca el agua presenta además características de sulfatado-cálcico-magnésica.

Las mayores concentraciones de cloruros se observan en los acuíferos de La Marineta, Lluçmajor-Campos y Sierra Levante y en los acuíferos costeros de Vall Verd y Alcudia. Los acuíferos de S'Estremera y Na Burguesa presentan valores de cloruro inferiores a 160 mg/l.

Los vertidos no controlados de aguas residuales urbanas han sido tradicionalmente la otra causa de deterioro de la calidad de las aguas subterráneas en la isla. Como consecuencia de ello, se originan problemas de potabilidad por la presencia de nitratos en algunas zonas del Llano de Inca. Los vertidos directos de una depuradora en el acuífero calcarenítico de Lluçmajor-Campos son un ejemplo desafortunado de este tipo de actividades.

### *Ibiza*

Los acuíferos del cuaternario de Ibiza, Cuaternario de San Antonio y zona Sureste presentan facies cloruradas sódicas; el resto de la isla presenta facies bicarbonatadas cálcico-magnésicas. Su dureza se halla generalmente entre 36 y 60°F, aunque puede llegar puntualmente a 140°F.

### *Menorca*

La facies predominante es la bicarbonatada-cálcico-magnésica, presentándose mineralizaciones notables y durezas de medias a fuertes (12-65°F).

## ISLAS CANARIAS

La composición de las aguas subterráneas en las islas Canarias es muy heterogénea, tanto a nivel de sistemas como de sectores dentro de cada uno de ellos. Las aguas en las zonas costeras se encuentran muy mineralizadas con predominio de cloruro y sodio y en algunas zonas, como el Norte de la isla de La Palma, la mineralización es ligera. En las zonas centrales de las islas la salinidad es baja.

El rango de variación de concentración de cloruros es muy amplio: desde 9 mg/l (La Palma) hasta 5.737 mg/l (Fuerteventura); los valores medios también son muy variables, desde los 68 mg/l de La Gomera hasta los 2.000 de Fuerteventura.

Los sulfatos se distribuyen muy desigualmente: Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote tienen zonas que alcanzan 3.000 mg/l (Fuerteventura), mientras que en Tenerife y La Palma no superan los 500 mg/l; en La Gomera y Hierro la concentración mayor es del orden de 200 mg/l.

El sodio es el catión más ampliamente difundido y está presente en concentraciones de hasta 2.500 mg/l, salvo en La Gomera donde no llega a 200 mg/l, y La Palma donde alcanza 600 mg/l. El potasio rara vez supera los 100 mg/l, siendo mucho más frecuente su presencia en concentraciones inferiores a 20 mg/l. En las galerías al norte de la isla de Tenerife -La Orotava, Puerto de la Cruz- se han detectado elevadas concentraciones en ion flúor. El contenido en calcio generalmente no supera los 250 mg/l, salvo en Gran Canaria donde se aproxima a 1.000 mg/l: su concentración mínima suele estar por debajo de 10 mg/l.

La conductividad varía en un amplio margen: desde 14.500 microsiemens en Gran Canaria, a valores inferiores a 200 microsiemens/cm.

Las aguas presentan como facies predominante la clorurada sódica en Lanzarote y Fuerteventura. En Gran Canaria, Tenerife y La Gomera esta facies, aunque no predominante es frecuente. En la isla de Hierro también hay aguas bicarbonatadas sódicas, así como en Gran Canaria; en La Palma son predominantes las bicarbonatadas sódicas y magnésicas. Frecuentemente las aguas subterráneas presentan elevadas temperaturas y altos contenidos de CO<sub>2</sub> disuelto, efecto de la actividad volcánica.