

ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ACTIVIDAD 5: ELABORACIÓN DEL MAPA PIEZOMÉTRICO DE ESPAÑA

CUENCA DEL SEGURA
PERIODO: MAYO 2008
CÓDIGO MAPA: EG05_071_MAP_08

JULIO 2009

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y ENERGÍA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE Y TURISMO
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

INSTITUTO GEOGRÁFICO Y MINERO DE ESPAÑA

en los diferentes acuíferos depende de la fracturación y karstificación de las formaciones acuíferas y de la posición relativa de los impermeables de base. En estas masas de agua, los impermeables (representados con un sombreado gris en los mapas) están constituidos por las formaciones semipermeables mesozoicas y terciarias (compuestas por yesos, arcillas y margas) intercaladas entre los diferentes niveles acuíferos. Las áreas de mayor presencia de materiales de baja permeabilidad es una franja SO-NE, correspondiente al Subbético, que ocupa buena parte del centro y sur de la cuenca.

Las áreas de recarga principales corresponden a los afloramientos de los acuíferos en los tercios NO y SE de la cuenca.

En los tramos alto y medio del Segura las direcciones de flujo predominantes son N-S a NO-SE, en su margen izquierda, y SO-NE a S-N, en su margen derecha. En la parte baja de la cuenca, donde más desarrollo tienen los acuíferos aluviales asociados al Segura y su tributario Guadalentín, la circulación subterránea es convergente hacia los cauces, con una directriz principal ESE-ONO.

En algunas masas de agua del borde NE de la cuenca, los acuíferos tienen continuidad hacia la cuenca del Júcar y se producen transferencias de agua subterránea hacia esta última.

Por su parte, en los acuíferos costeros del sector sur de la cuenca, los flujos son siempre hacia el mar, con direcciones predominantes O-E en la zona del Campo de Cartagena, que pasan a NO-SE en la zona Mazarrón-Águilas.

Las cotas piezométricas van desde un máximo en torno a los 1.000 m.snm., en las áreas de cabecera del Segura, hasta valores inferiores al nivel del mar en algunas masas de agua costeras o próximas a la costa, con valores mínimos que llegan a superar localmente los 100 m b.n.m.

La comparación de los dos mapas de isopiezas indica un descenso generalizado del nivel piezométrico en prácticamente toda la cuenca del Segura, como consecuencia de las extracciones de agua subterránea por bombeo y de la disminución de las aportaciones de agua superficial, en los casos de las vegas del Segura. Constituyen excepción las masas de agua subterránea correspondientes a las sierras del Alto Segura, donde apenas se observan descensos piezométricos. Los fuertes bombeos han provocado la sobreexplotación de varios acuí-

feros, con descensos acumulados que llegan a superar el centenar de metros.

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

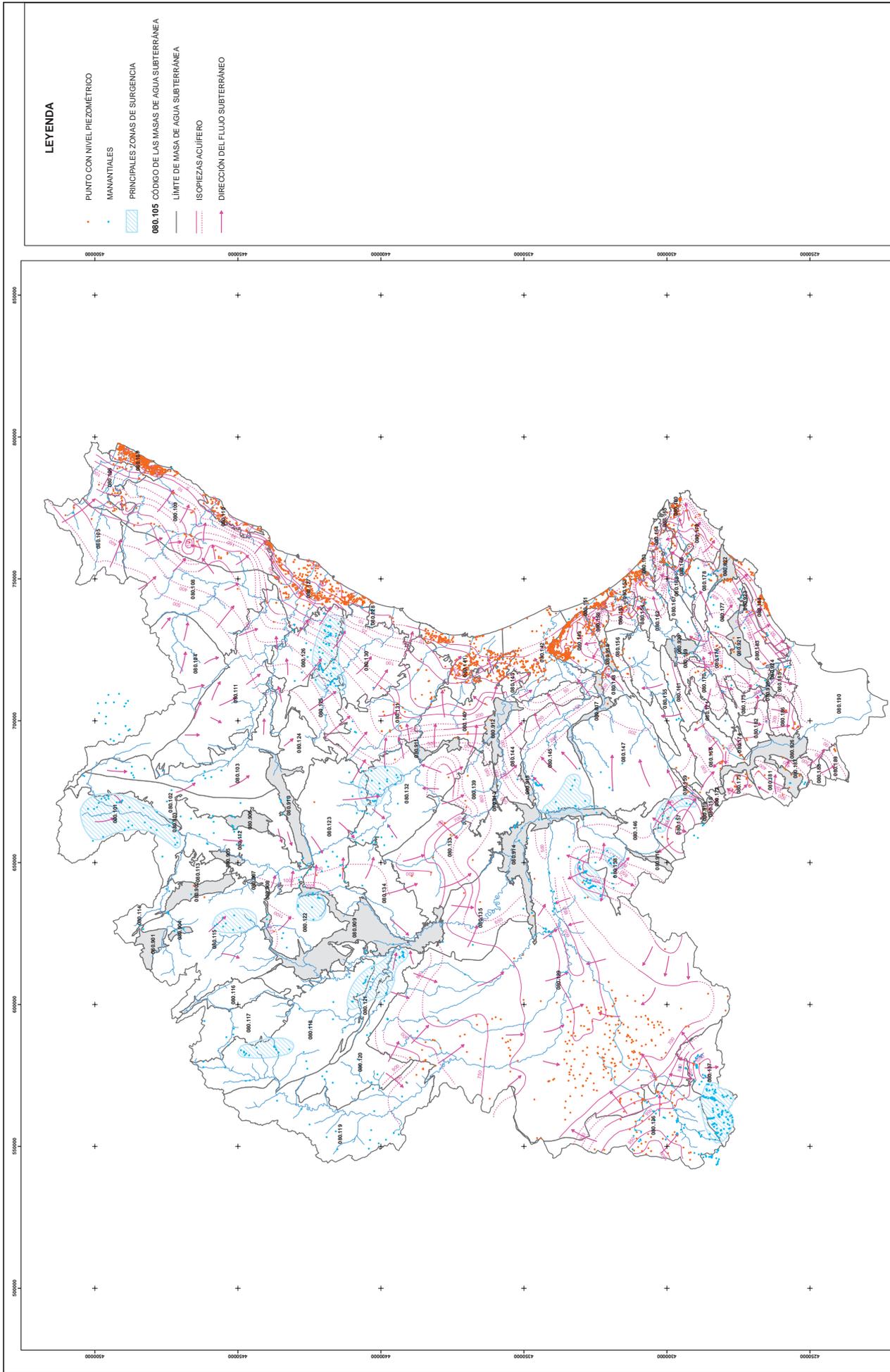
Mapa de referencia (Período 1970-1974)

El análisis estadístico y el proceso de clasificación de datos han permitido seleccionar para cada una de las antiguas Unidades Hidrogeológicas el año en que existía un mayor número de datos de medidas de nivel. El período finalmente seleccionado como de referencia para las isopiezas es el comprendido entre 1970 y 1974 ambos inclusive, coincidente con la elaboración de estudios dentro del Programa de Investigación de las Aguas Subterráneas (PIAS) en la Cuenca Hidrográfica del río Júcar, dentro de los cuales se llevaron a cabo inventarios extensivos de puntos de aguas en todos los acuíferos considerados entonces. Aunque en términos generales el mapa que de ellos se deduzca se va a considerar lo más aproximado a un estado natural de las aguas subterráneas, ya que representan las primeras campañas generales de medida, hay que señalar que en el caso de numerosas masas de agua subterráneas en la Cuenca del Júcar, sobre todo las costeras, ya en dicha fecha se había producido una fuerte explotación de las mismas, por lo que su estado no puede asimilarse a un estado natural no influenciado. Sin embargo, la ausencia de medidas generalizadas anteriores, obliga a aceptar este mapa como lo más parecido que se puede elaborar hoy como mapa del estado natural de las aguas subterráneas en la Cuenca. El número total de puntos con medidas de nivel considerado en este mapa, se eleva a 2.825, con una distribución muy desigual a lo ancho de la Cuenca Hidrográfica.

La mayor densidad de puntos se produce, como cabía esperar, a lo largo de la franja costera en las sucesivas Planas de las provincias de Castellón, Valencia y Alicante, así con algunas masas interiores con importante explotación en la década de los setenta como es el caso de la masa de agua subterránea de La Mancha Oriental.

Hay que señalar que en una parte importante de la cuenca las isolíneas trazadas lo son de trazo discontinuo al no existir suficiente información para garantizar un trazo más continuo de la línea de nivel.

Este mapa piezométrico se ha completado con la situación de un total de 861 manantiales de los que se dis-

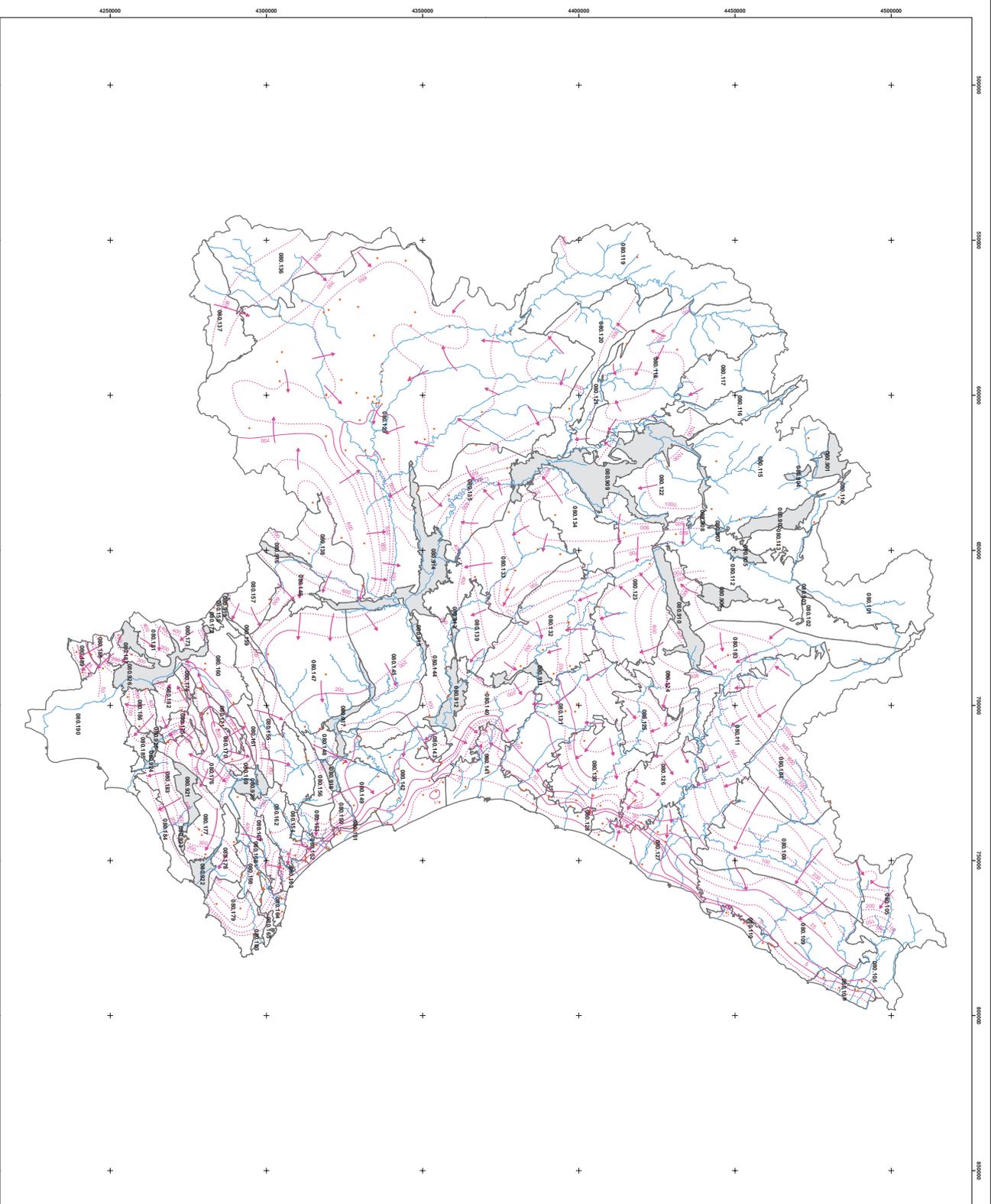


CUENCA DEL JÚCAR
 PERIODO: 1970-1974
 CÓDIGO MAPA: EG05_081_MAP_70_74

ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
 ACTIVIDAD 5: ELABORACIÓN DEL MAPA PIEZOMÉTRICO DE ESPAÑA


 GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA
 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y CAMBIO CLIMÁTICO
 DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

 Instituto Geológico y Minero de España



LEYENDA

- PUNTO CON NIVEL PIEZOMÉTRICO
- 000.105 CÓDIGO DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA
- LIMITE DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA
- ISOPHIAS ACUÍFERO
- DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO



GOBIERNO DE ESPAÑA
 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
 DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ACTIVIDAD 5: ELABORACIÓN DEL MAPA PIEZOMÉTRICO DE ESPAÑA

CUENCA DEL JÚCAR
 PERIODO: MAYO 2008
 CÓDIGO MAPA: EG05_081_MAP_08

JULIO 2009

ponen información en el periodo 1970-74. En general, y salvo algunas excepciones, estos manantiales se localizan en las masas de agua subterráneas de mayor cota y de constitución carbonatada confirmando un conjunto de áreas de surgencia que constituyen la descarga natural de dichas masas. En el mapa elaborado se han marcado como la envolvente de las principales agrupaciones, que en bastantes casos están asociadas a los tramos altos de los cauces principales de la cuenca, siendo habitualmente una de las principales aportaciones al caudal del río.

Existe una amplia zona al norte de la Cuenca Hidrográfica en la que no ha sido posible el trazado de isolíneas, si bien como se expondrá más adelante es posible marcar las direcciones de flujo por la localización de las surgencias naturales.

Mapa del estado actual (Mayo 2008)

El número de puntos registrado con dato de nivel a partir de la información suministrada por la red de control piezométrico de la DGA, que ha sido la fuente utilizada a nivel de todo el territorio de España, se eleva en esta cuenca a 255 puntos, lo que evidentemente ha dificultado la elaboración final del mapa.

No obstante, para este caso se ha contado con la inestimable ayuda de un mapa piezométrico general elaborado por la Confederación Hidrográfica del Júcar en 2005 que ha servido de guía en las áreas con menor densidad de datos.

Sin embargo la mayor cobertura espacial de la red de control piezométrico, respecto del inventario de puntos del periodo 1970-74, ha permitido que el trazado de isolíneas se extienda a zonas, a las que no alcanzaba el mapa de referencia anterior.

Esquema de flujo y evolución

Como consecuencia de la elevada complejidad tectónica que afecta la geología de la Cuenca del Júcar, las formaciones permeables que constituyen las masas de agua subterránea sufren un alto grado de compartimentación y fragmentación, lo que sin duda se refleja en la complejidad del flujo subterráneo del agua.

Sin embargo, esta complejidad en el detalle queda enmascarada en una visión a nivel de cuenca. En las zonas costeras, como es lógico, los flujos subterráneos se dirigen en general hacia la costa, salvo los casos de depre-

siones hidrodinámicas, ligadas a fuertes explotaciones en las que el flujo puede tener dirección contraria.

En las zonas internas, los cuatro grandes cauces de la cuenca: Júcar, Cabriel, Turia y Mijares se constituyen en ejes de drenaje principal, teniendo siempre el flujo subterráneo dirección desde los interfluvios hacia los cauces.

Las isopiezas en los cauces se ajustan a las cotas de los mismos de forma que estos actúan a veces de recarga del acuífero y otros de drenaje de los mismo.

La comparación de las isopiezas de ambos mapas pone en evidencia un importante descenso de niveles desde la década de los setenta, especialmente apreciable en las masas subterráneas del interior.

Estos descensos pueden superar en numerosas ocasiones los 100 metros y muy habitualmente los 50 metros.

A este respecto hay que señalar que la comparación entre el mapa elaborado por la Confederación Hidrográfica del Júcar en 2005, y el que aquí se presenta para 2008 no presentan diferencias notables en los niveles piezométrico lo que puede hacer suponer que actualmente se ha llegado a un estado de equilibrio. No obstante esta hipótesis debe ser confirmada con el análisis de la evolución de la red de control piezométrico.

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Mapa de referencia (Período 1967-1998)

Por ser significativamente mayoritarios los datos procedentes de los inventarios realizados por el IGME en el PIAS, para las isopiezas de referencia se ha seleccionado un periodo de años necesariamente centrado años en los que se desarrollaron en la cuenca del Ebro los planes de investigación de aguas subterráneas, que tuvieron diferente incidencia e intensidad según las características e importancia de los diferentes sistemas acuíferos en relación con las áreas de demanda. Ello ha dado lugar a una clara dispersión de los datos disponibles que tiene como consecuencia un periodo de referencia muy amplio, entre 1967 y 1998, aunque centrado en el intervalo 1978-1985.

El mapa elaborado se puede considerar lo más aproximado a un estado natural de las aguas subterráneas

en la cuenca hidrográfica del Ebro, ya que representan las campañas generales de medidas más representativas realizadas en el ámbito de cuenca, con independencia de que en zonas concretas existan datos más antiguos.

Las masas de agua subterránea de las zonas del Alto Ebro y Pirineos, donde las formaciones acuíferas presentan un apreciable grado de compartimentación y en muchos casos están colgadas, se han representado los puntos de surgencia de los principales manantiales.

Para el trazado de las isopiezas de referencia se ha utilizado un total de 1393 medidas piezométricas y 510 cotas de descarga de manantiales.

Existen varios casos particulares en los que coinciden diferentes familias de isopiezas correspondientes a acuíferos superpuestos. Son los siguientes:

- MASb Somontano del Moncayo, en la que se da una ligera superposición entre las isopiezas del acuífero aluvial del río Queiles (de ámbito local por su reducida extensión), en color verde, y las del acuífero jurásico, en color magenta.
- MASb Mesozoico de la Galera y Plana de la Galera, en las que se superponen los acuíferos mesozoico (de la primera), en color magenta, y cuaternario de la Plana de la Galera (de la segunda), en color verde.
- MASb Fosa de Mora, en la que se han representado isopiezas de los acuíferos cuaternario (aluvial del Ebro y formaciones de piedemonte, en verde) y mesozoico de borde (magenta).
- MASb Mioceno de Alfamén, Campo de Cariñena y Pliocuatnario de Alfamén. Se han trazado dos familias de isopiezas: una, para el Jurásico del Campo de Cariñena (en magenta), y otra, para el conjunto Pliocuatnario-Mioceno (en violeta) porque en el año elegido como representativo (1980) la explotación por bombeo era aún incipiente y los niveles de los dos acuíferos son prácticamente coincidentes.

Mapa del estado actual (Mayo 2008)

Los datos de la red oficial se han completado con los de la red piezométrica complementaria de la CHE se han utilizado datos de 28 puntos: y los obtenidos en el estudio “Establecimiento de las normas de otorgamiento de concesiones de las unidades hidrogeológicas del Bajo Jalón” (CHE, 2008).

Para el trazado de las isopiezas representativas del régimen hidrodinámico actual se ha utilizado un total de 276 medidas piezométricas.

Los casos particulares de superposición de familias de isopiezas se han reducido porque existen MASb a las que no es posible dibujar isolíneas por falta de puntos de apoyo.

Se mantiene la diferenciación entre los acuíferos aluvial del río Queiles, en color verde, y jurásico, en color magenta, en la MASb Somontano del Moncayo. En las tres MASb superpuestas de la margen derecha del río Jalón (Mioceno de Alfamén, Campo de Cariñena y Pliocuatnario de Alfamén) se han trazado tres familias de isopiezas porque el proceso de fuertes extracciones por bombeo que han experimentado los acuíferos Pliocuatnario y Mioceno ha modificado sustancialmente su régimen de funcionamiento hidrodinámico: se ha individualizado, incluso descolgado, la piezometría en cada uno de ellos.

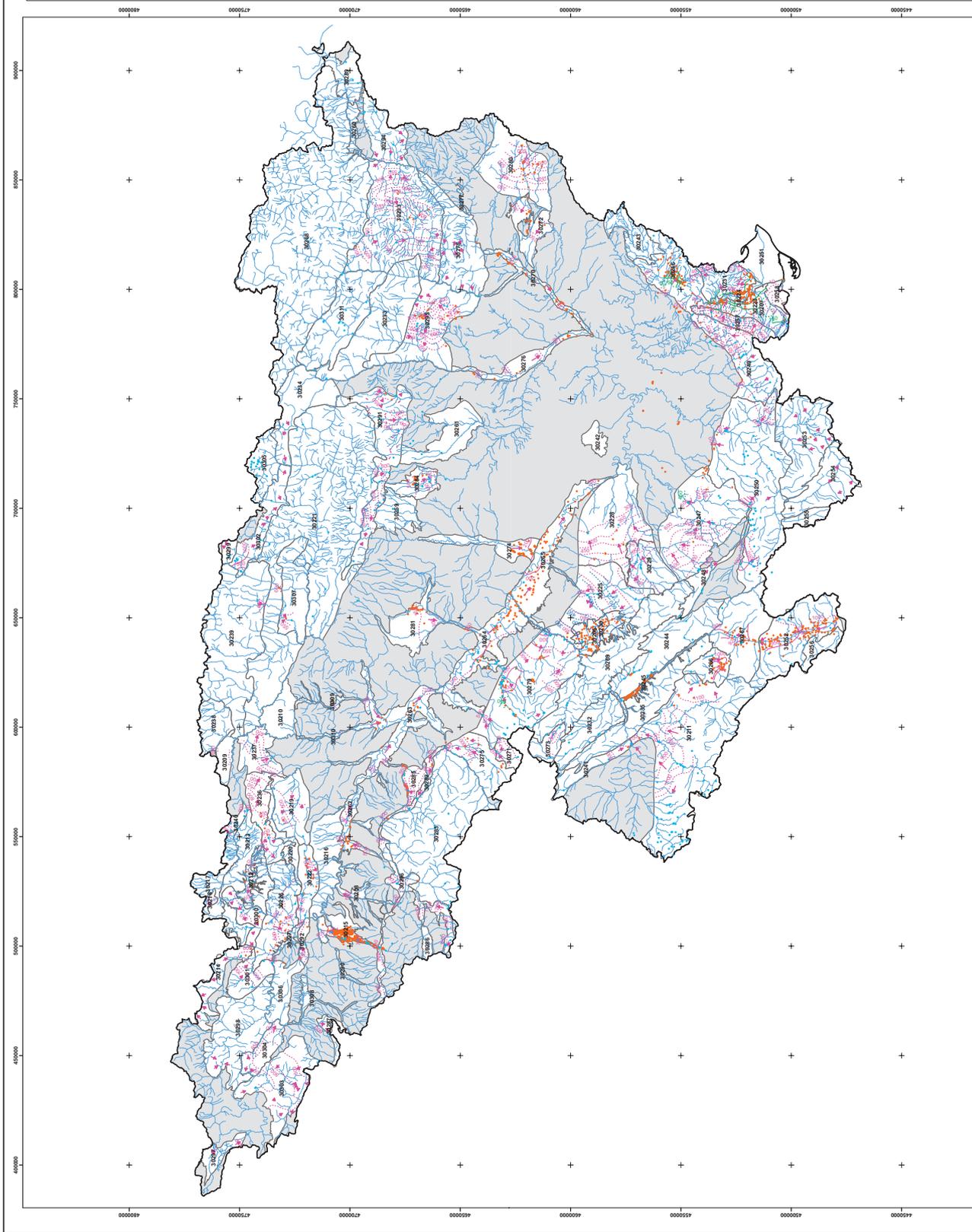
Esquema de flujo y evolución

En la cuenca del Ebro no existen grandes impermeables de borde que aislen hidrogeológicamente los acuíferos, de modo que varias masas de agua están “a caballo” con las cuencas vecinas: Internas del País Vasco, Duero, Tajo, Júcar e Internas de Cataluña. Los impermeables (representados con un sombreado gris en los mapas) están constituidos por las formaciones semipermeables mesozoicas y, especialmente, terciarias (compuestas por yesos, arcillas y margas) intercaladas entre los diferentes niveles acuíferos. Los materiales impermeables predominan en el tercio central de la cuenca, mientras que los afloramientos de formaciones permeables se sitúan al norte y sur de dicha franja. Las áreas de recarga corresponden a los afloramientos de los acuíferos.

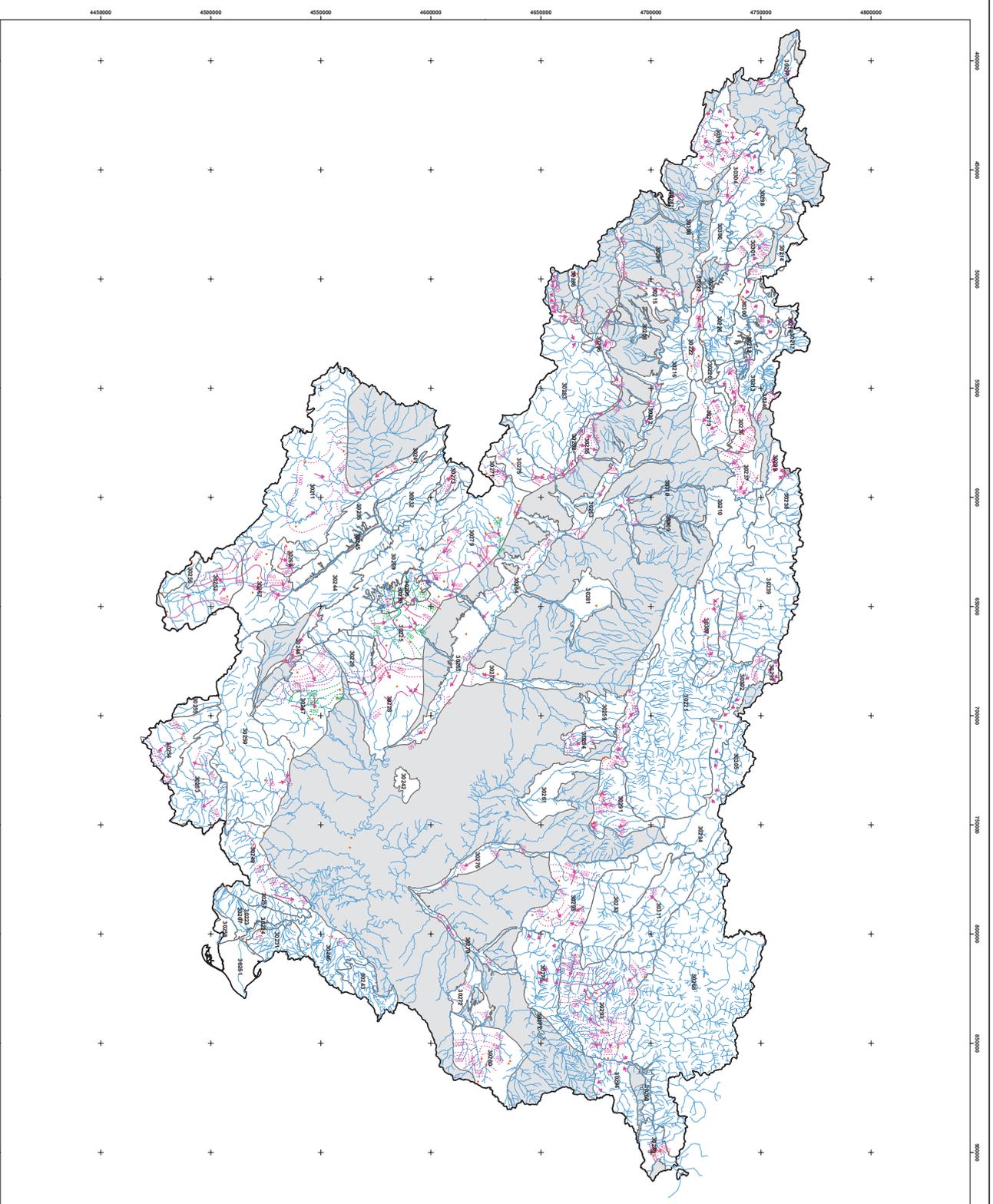
Salvo las masas de agua localizadas en los aluviales del Ebro, con acuíferos de tipo longitudinal en los que el flujo es convergente al río siguiendo una directriz principal NO-SE, coincidente con el sentido de la escorrentía superficial, la gran compartimentación y complejidad estructural de la cuenca determina la existencia de numerosos acuíferos con direcciones de flujo diversas, aunque como norma general se puede decir que los acuíferos acaban descargándose hacia los afluentes principales, de modo que en la margen izquierda del río el sentido preferente del flujo subterráneo es N-S, mientras que en los de la margen derecha es a la inversa, es decir, S-N.

LEYENDA

- PUNTO CON NIVEL PIEZOMÉTRICO
- MANANTIALES
- 30442 CÓDIGO DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA
- LIMITE DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA
- ISOPEZAS ACUÍFERO
- ISOPEZAS DEL CONJUNTO MIOCENO-PLIOCENARIO DE ALFAMÉN (MA.30230-30206)
- ISOPEZAS ACUÍFERO ALUVIAL DEL CUETILES (MA.30229)
- ISOPEZAS ACUÍFERO ALUVIAL DE LA SALERA (MA.30223) Y CONJUNTO TERCARIO-CUATERNARIO DE LA FOSA DE MORA (MA.30246)
- DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO



 GOBIERNO DE ESPAÑA	 MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN	 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y TIERRAS, AGUA Y CLIMA
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA		
ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS		
ACTIVIDAD 5: ELABORACIÓN DEL MAPA PIEZOMÉTRICO DE ESPAÑA		
CUENCA DEL EBRO PERIODO: 1967-1998 CÓDIGO MAPA: EG05_091_MAP_67_98		JULIO 2009



LEYENDA

- PUNTO CON NIVEL PIEZOMÉTRICO
- 30442 CÓDIGO DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA
- LIMITE DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA
- ISOPIEZAS ACUÍFERO
- ISOPIEZAS DEL MIOCENO DE ALFAMÉN (MA 30208)
- ISOPIEZAS ACUÍFERO ALUVIAL DEL QUEILES (MA 30247 Y PLOCUANTERRARIO DE ALFAMÉN (MA 30239))
- DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO



ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO
 A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ACTIVIDAD 5: ELABORACIÓN DEL MAPA PIEZOMÉTRICO DE ESPAÑA

CUENCA DEL EBRO
 PERIODO: MAYO 2008
 CÓDIGO MAPA: EG05_091_MAP_08

JULIO 2009

Las cotas piezométricas van desde un máximo en torno a los 1.000 m.snm., en las áreas de cabecera correspondientes al Pirineo y al Sistema Ibérico, hasta valores próximos al nivel del mar en algunas masas de agua costeras o próximas a la costa.

La comparación de los dos mapas de isopiezas permite dividir la cuenca del Ebro en dos sectores según su evolución hidrodinámica en el tiempo. En prácticamente toda la mitad norte, el régimen de funcionamiento es muy similar en los periodos de referencia y actual, como corresponde a un territorio montañoso con acuíferos colgados o difíciles de captar mediante sondeos; en toda esta zona es muy moderado el desarrollo de explotaciones de agua subterránea, que en buena medida se limitan a la captación de manantiales. En la mitad sur, la mayor accesibilidad de los acuíferos y la existencia de zonas de desarrollo de agricultura de regadío ha tenido como consecuencia una mayor utilización de las aguas subterráneas, que ha llegado a ser muy intensa en algunos acuíferos, como es el caso del Campo de Cariñena.

Otras MASb afectadas por las extracciones de agua subterránea, aunque de forma más moderada que las anteriores, son: Plana de la Galera, Mesozoico de la Galera, Campo de Cariñena, Cella-Ojos de Monreal, Gallocanta, Campo de Belchite, Cubeta de Azuara y Fosa de Mora.

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA

Mapa de referencia (período 1969-1992)

El periodo resultante para las isopiezas de referencia, 1969-1992, es muy amplio porque también lo es el de identificación, definición y control de los acuíferos, de tal modo que la gran mayoría de los acuíferos más importantes fueron identificados, caracterizados y controlados ya en 1969, mientras que otros de menor importancia no fueron definidos o controlados hasta bien avanzadas las décadas de 1980 y 1990.

El mapa elaborado se puede considerar aproximado a un estado natural de las aguas subterráneas en la Cuenca Hidrográfica de las Cuencas Internas de Cataluña, ya que prácticamente representan las primeras campañas generales de medidas con independencia de que en zonas concretas existan datos más antiguos.

No obstante, en algunos sectores próximos a la costa los primeros datos representativos de que se ha dispuesto no corresponden a un estado natural o de no afección de los acuíferos. Los casos más significativos son los de las masas Deltaic Fluvià-Muga, Delta Llobregat y borde costero de Baix Francolí, donde ya existían cotas piezométricas inferiores al nivel del mar en los años de referencia seleccionados.

Para el trazado de las isopiezas de referencia se ha utilizado un total de 1 394 medidas piezométricas y 88 cotas de descarga de manantiales.

Mapa del estado actual (Mayo 2008)

Para el trazado de las isolíneas actuales se ha utilizado un total de 191 medidas piezométricas correspondientes a los puntos de la red de control oficial de la ACA.

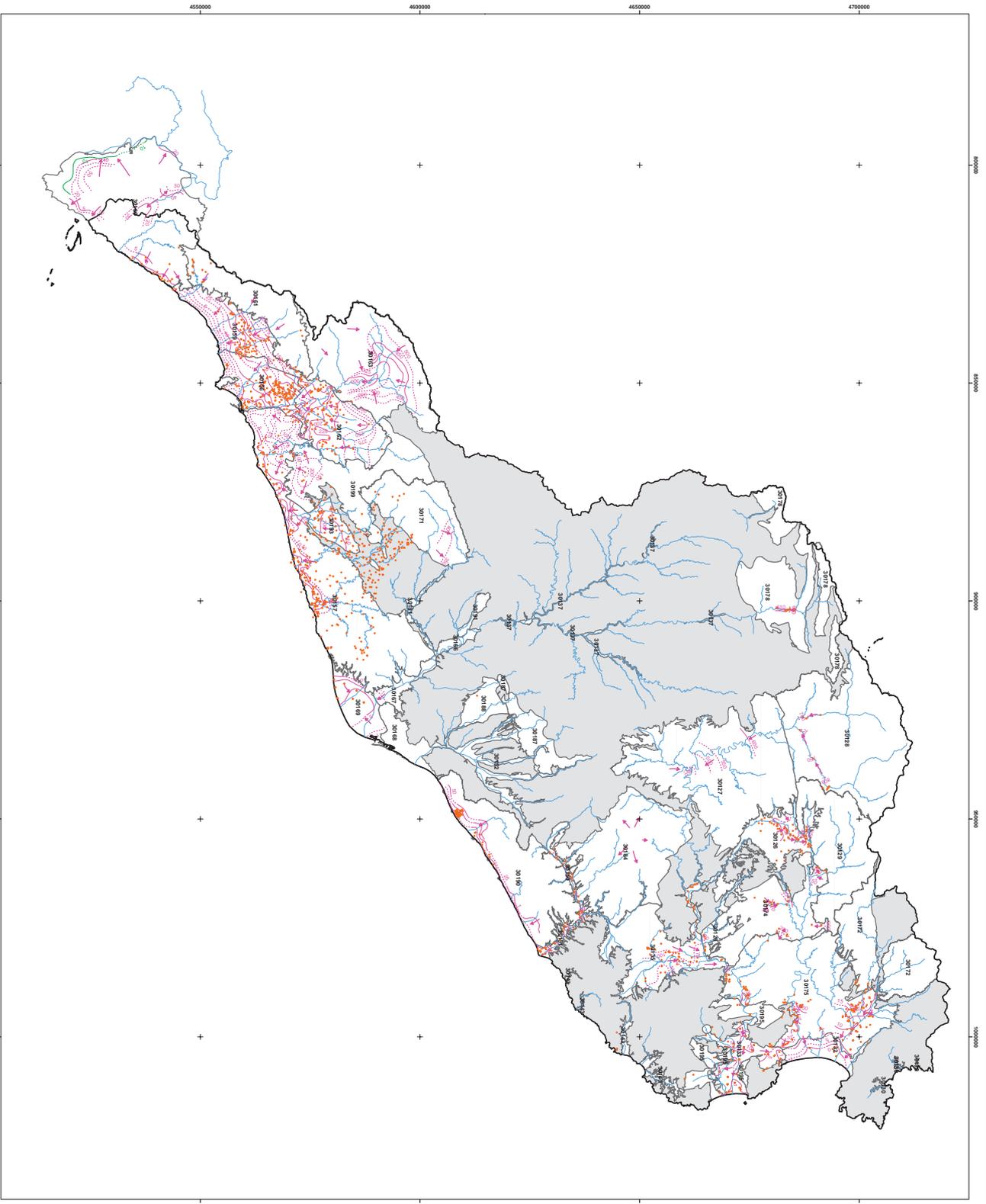
Esquema de flujo y evolución

Desde el punto de vista hidrogeológico, el territorio de las Cuencas Internas de Cataluña está dividido en dos partes por una franja de gran anchura (más de 50 Km) y dirección norte-sur formada por materiales de muy baja permeabilidad (formaciones arcillosas terciarias, pizarras y esquistos del Paleozoico y granitos), salvo en un pasillo costero en el que existen formaciones acuíferas. En esta franja, que coincide *grosso modo* con la cuenca vertiente del río Llobregat, no se han definido masas de agua, salvo las correspondientes a los pequeños acuíferos aluviales de dicho río y sus afluentes.

En las masas de agua subterránea situadas al este de la franja, los flujos subterráneos tienen lugar hacia los ríos o la costa, con directrices principales que van de N-S a O-E.

En esta zona, los impermeables generales (representados con un sombreado gris en los mapas) están formados por materiales paleozoicos y graníticos de las cordilleras costeras y ocupan una buena parte del litoral y del área central. Las áreas de recarga corresponden a los afloramientos de los acuíferos. Las cotas piezométricas controladas van desde un máximo en torno a los 800 m .snm., en las áreas de cabecera correspondientes al Pirineo, hasta el nivel del mar en la masas de agua costeras.

En las masas de agua localizadas en el borde costero al SE de la franja, los flujos subterráneos se producen hacia la costa, con sentido general NO-SE o NE-SO, según la dirección de los cauces superficiales, y se hacen



LEYENDA

- PUNTO CON NIVEL PIEZOMÉTRICO
- MANANTIALES
- 301128 CÓDIGO DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA
- LÍMITE DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA
- ISOPIEZAS ACUÍFERO
- CUENCA INTERNA DE LA PLANA DE LA SIERRA (MAS0223)
- DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO



ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO
 A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
 ACTIVIDAD 5: ELABORACIÓN DEL MAPA PIEZOMÉTRICO DE ESPAÑA

CUENCAS INTERNAS CATALANAS
 PERÍODO: 1989-1992
 CÓDIGO MAPA: EG05_101_MAP_69_92

JULIO 2009