

5. HIDROGEOLOGÍA

5.1. introducción

5.2. Niveles acuíferos

5.2.1. El Paleozoico

5.2.2. El mesozoico

5.2.2.1. El triásico

5.2.2.2. El jurásico-cretácico

5.2.3. El terciario

5.2.3.1. El paleógeno

5.2.3.2. El neógeno

5.2.4. El cuaternario

5.3. Definición y funcionamiento de los sistemas

5.3.1. Subsistema Gaiá

5.3.1.1. Unidad Alta Segarra

5.3.1.2. Unidad Prelitoral Norte

5.3.1.3. Unidad Prelitoral Centro

5.3.1.4. Unidad Prelitoral Sur

5.3.1.5. Unidad del Cretácico del Gaiá

5.3.1.6. Unidad del Baix Gaiá

5.3.1.7. Unidad Depresión Costera de Tarragona

5.3.1.8. Depresión costera de Terredembarra

5.3.2. Subsistema Baix Camp-Alt Camp

5.3.2.1. Unidad Paleozoica de Alforja-La Selva

5.3.2.2. Unidad Montroig-Reus-Alcover

5.3.2.3. Unidad Baix Francolí

5.3.2.4. Plioceno del Alt Camp

5.3.3. Subsistemas Conca de Barberá

5.3.3.1. Paleozoico de Poblet-Ulldemolins

5.3.3.2. Conca de Barberá

5.3.4. Subsistema Mesa de Prades

5.3.4.1. Unidad colgada de Motllas

5.3.4.2. Unidad colgada de Prades-Montral

5.3.5. Subsistema Llabería-Pratdip

5.3.5.1. Unidad colgada de Llabería

5.3.5.2. Unidad de Vandellós

5.4. Recursos y reservas totales

5.4.1. Recursos subterráneos por subsistemas

5.4.2. Recursos de aguas superficiales por subsistemas

5.4.3. Reservas

5.1. INTRODUCCION

En el informe realizado en 1982 en la cuenca del río Gaià, se observó que el sistema hidrogeológico del «Camp de Tarragona» era un sistema multicapa localizándose dos acuíferos con potenciales distintos.

La comparación con otros informes realizados con anterioridad han permitido ajustar las tasas de infiltración y balance.

La estructura litológica y geológica imponen la existencia de varios niveles permeables distintos. A pesar de haberse realizado un inventario bastante completo (50% de los pozos y sondeos existentes), sólomente se han podido diferenciar dos niveles acuíferos con piezometría distinta y ello es debido a las conexiones hidráulicas en los niveles profundos calcáreos, originadas por las fracturas y pliegues.

Cuando afloran los niveles triásicos impermeables del Buntsandstein ó del Muschelkalk medio, se produce una divisoria de aguas que actua como barrera impermeable. Estas barreras en general, afectan al acuífero inferior pero no al superior.

Los distintos niveles de drenaje producen a su vez divisorias dinámicas cuya posición es variable en el tiempo pues depende de los niveles de bombeo.

La red hidrográfica del sistema se basa en tres grandes cuencas de drenaje: la cuenca del río Gaià, la cuenca del Francolí y en su parte occidental, el sistema de pequeños arroyos («rieras») que drenan los piedemontes cuaternarios del «Baix Camp». El límite occidental del sistema lo forma otra unidad cuyo drenaje principal es el río Dobia, el cual recibe los aportes superficiales de las unidades calcáreas del bloque de Llaberia.

El nivel de calizas y dolomías que componen la mesa de Prades constituye un subsistema que hidrogeológicamente está «colgado», es decir, que sus niveles impermeables afloran en superficie. Esta situación provoca que el drenaje de lugar al nacimiento de los ríos Francolí, Brugent y Glorieta.

En resumen, la características geológicas e hídricas del sistema no permiten un tratamiento unitario por lo que se ha hecho necesaria la delimitación en subsistemas, que comprenden a su vez varias unidades hidrogeológicas, algunas de las cuales tienen a su vez dos acuíferos distintos.

Teniendo en cuenta todos estos aspectos mencionados y las condiciones que se derivan de la descripción geológica (capítulo 4), en el sistema 74 se diferencian cinco subsistemas que se han numerado respectivamente : 74/1, 74/2, 74/3, 74/4, 74/5 (mapas 5.1. y 5.2.).

SUBSISTEMA 74/1 - Bloque del Gaià.- Comprende las unidades de calizas mesozoicas del bloque del Gaià y las areniscas miocénicas. La alimentación de dicho subsistema se hace a través de la infiltración de la lluvia y el drenaje tiene lugar a través del flujo del río Gaià al «Baix Penedés», a la cuenca del río Anoia y al acuífero profundo del «Camp de Tarragona».

SUBSISTEMA 74/2 - Alt Camp-Baix Camp.- Ocupa la mayor parte del sistema. Geológicamente coincide con la superficie de los afloramientos terciarios y cuaternarios y su alimentación se hace a través de la infiltración de la lluvia, y de la escorrentía superficial y subterránea de todos los subsistemas laterales.

Su drenaje se hace a través del flujo al mar, del bombeo, y de la esorrentía subterránea al Francolí.

SUBSISTEMA 74/3 - Conca de Barberá.- Entre la divisoria de los ríos Francolí y Segre, y los afloramientos de Paleozoico del sector externo de los Catalánides, se extiende un conjunto sedimentario detrítico de edad terciaria.

La litología predominante es arcillosa si exceptuamos su parte suroriental en donde durante el Eoceno y Oligoceno se depositaron varios horizontes de conglomerados que son los principales niveles acuíferos.

En el Eoceno inferior se formó una zona lacustre salobre, esporádicamente marina sobre todo hacia el NW. Su extensión en la cuenca no es muy conocida, pero lógicamente actúa también como nivel acuífero.

La recarga de la cuenca se realiza fundamentalmente por la lluvia y la descarga se realiza a través del río Francolí.

SUBSISTEMA 74/4 - Mesa de Prades.- Sobre la penillanura resultante de la erosión del plutón granítico del Priorato se sedimentó un notable espesor de areniscas, arcillas y calizas del Mesozoico, que posteriormente fueron a su vez erosionadas una vez la tectónica alpina levantó el bloque.

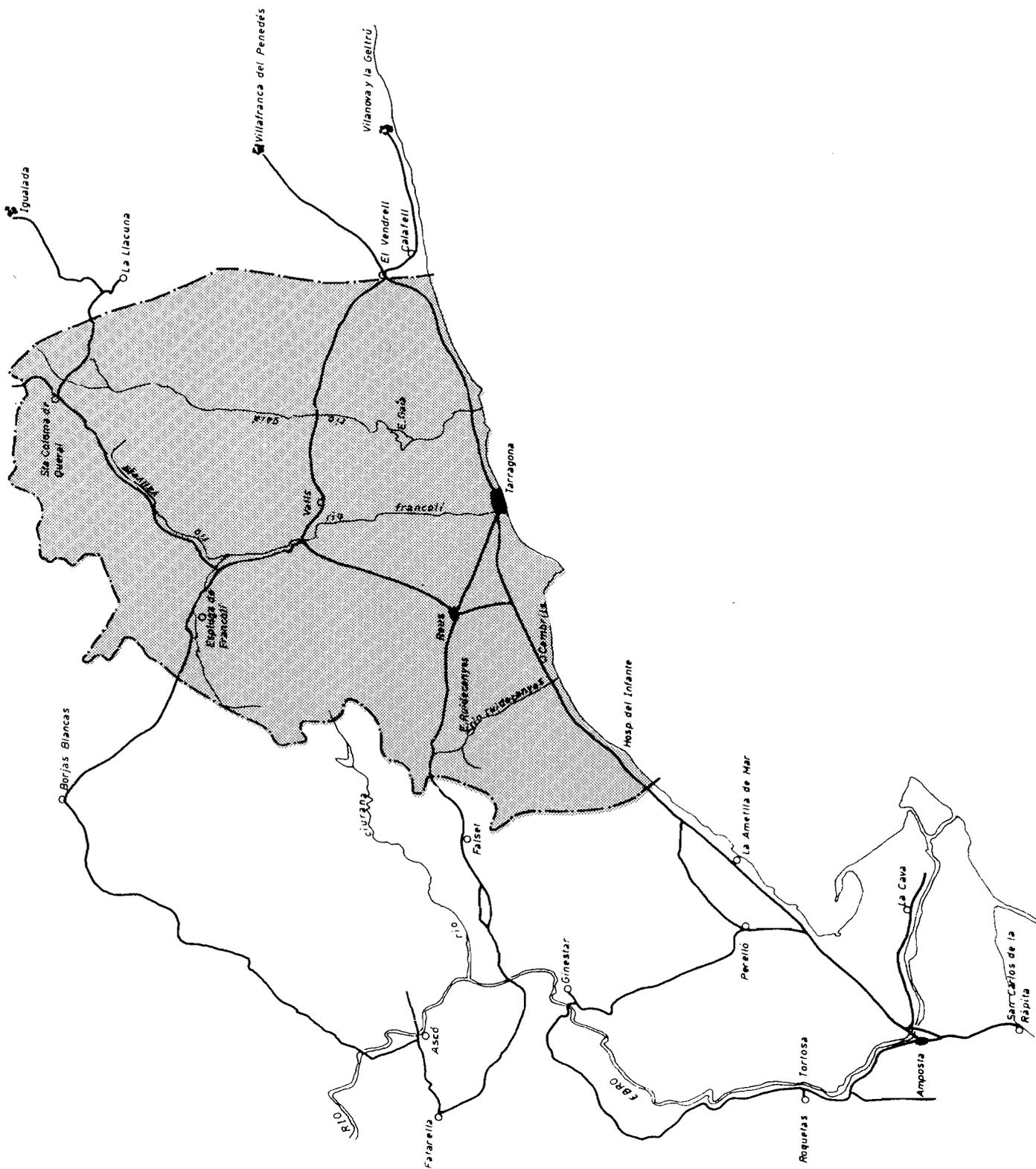
La denudación de esta área sirvió como fuente de alimentación a los sedimentos conglomeráticos del terciario de la Sierra del Montsant, cuyos niveles basales contienen cantos cretácicos, lo que permite suponer la sedimentación de dichos materiales en ésta área.

El subsistema es una mesa, en sentido geológico, ligeramente basculada hacia el norte de ahí que su drenaje se haga principalmente hacia la vertiente septentrional. Su recarga se hace únicamente a través de la infiltración de la lluvia y el drenaje a través de los ríos y fuentes que la cruzan.

SUBSISTEMA 74/5 - Llaberia-Pratdip.- Cuando en 1983 se estudió el macizo del bloque Sur de los Catalánides, el llamado bloque del Cardó, se observó que parte del subsistema (La unidad de Vandellós) drenaba hacia el «Camp de Tarragona», razón por el cual se consideró como parte integrante del sistema 74.

Su estructura geológica es compleja. Básicamente está formado por una serie de pliegues cabalgantes en sentido N.

Su alimentación proviene de la infiltración de la lluvia y de la recarga que recibe desde los niveles colgados de la unidad de Llaberia-Capsanes.



SITUACION SISTEMA-74

Fig- 5.1



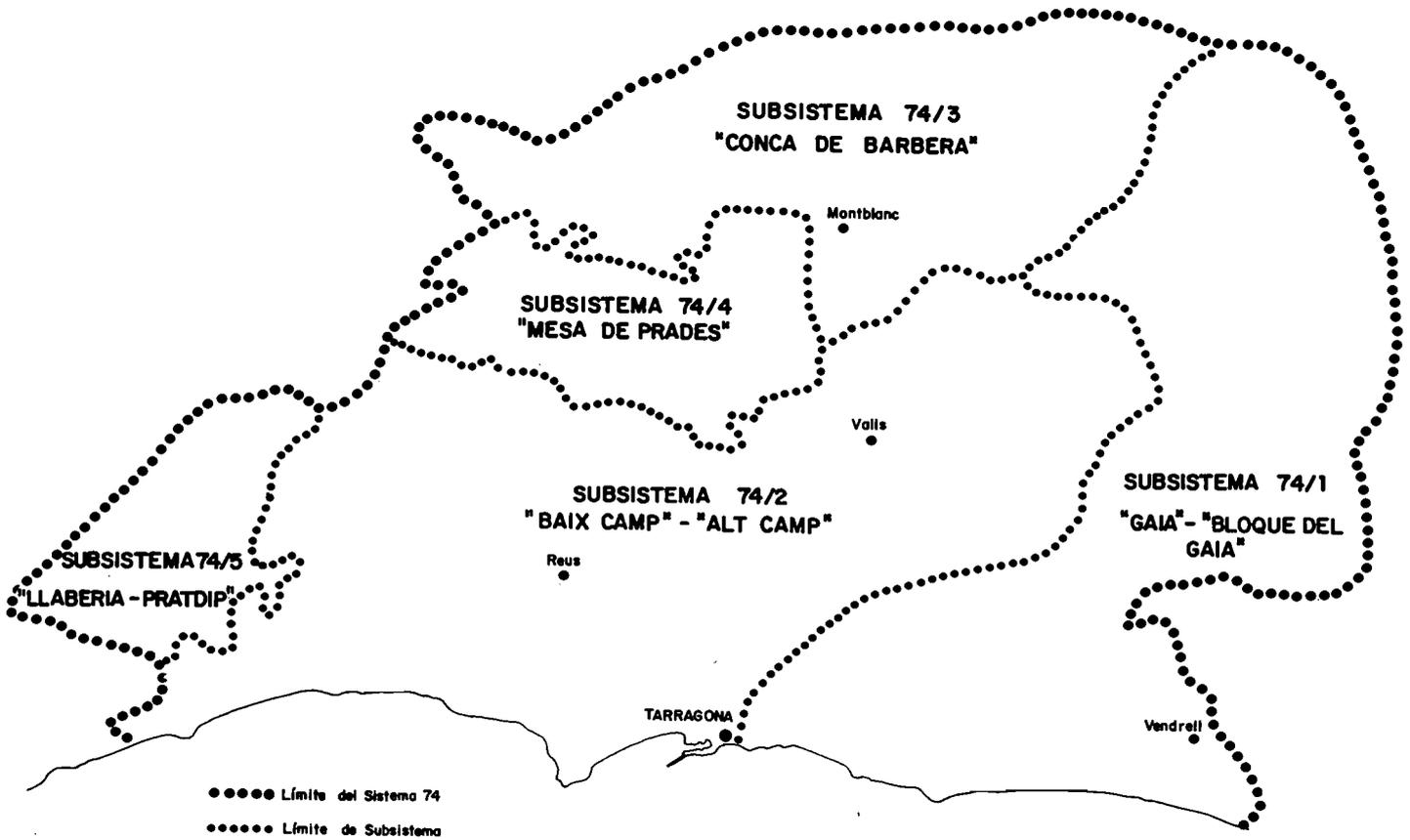


FIG.- 5/2 - DIVISIONES HIDROGEOLOGICAS DEL SISTEMA 74

5.2. NIVELES ACUIFEROS

Se han considerado niveles acuíferos, aquellos cuya permeabilidad, por porosidad o fracturación, permiten la circulación del agua subterránea. El resto se han considerado prácticamente impermeables. En el cuadro adjunto se muestran todos ellos, indicándose su grado de permeabilidad, así como su naturaleza litológica.

<u>Acuífero</u>	<u>Litología</u>	<u>Potencia</u>	<u>Permeabilidad</u>
Aluviales	Gravas	5 - 10	Alta
Terrazas	Gravas, arenas y limos	10 - 20	Alta
Piedemontes	Gravas arcillosas	5 - 100	Alta-Media
Mioplioceno Mcc	Conglom., arenas y arcill.	100 - 400	Media
Continental Mca	Arcillas arenosas	200 - 500	Baja
Mma	Arcillas y margas arcill.	50 - 400	Impermeable
Mioceno Mmm	Calcarenit. y margas aren.	50 - 300	Media
Marino Mcg	Brechas y conglo. arcill.	20 - 50	Alta
Oligoceno	Conglo., arenis y margas	1000 - 1500	Baja-Media
Eoceno	Margas, arcillas y calizas	400 - 500	Impermeable Baja
F. Garumnense	Arcillas	40 - 50	Impermeable
Genomanense-Turon.	Calizas	20 - 40	Alta-Media
Albiense (F. Utri)	Arenas y arcillas	50 - 80	Baja-Media
Barrem.-Aptense	Calizas	100 - 160	Alta-Media
Hauteriv.-Barre.	Calizas y margas	100 - 120	Baja
Callovi.-Berr (JCo)	Dolomías	100 - 120	Baja
Bathonense	Calizas	25 - 30	Alta
Bajociense	Margas	20 - 30	Impermeable
Lías	Dolomías y dolo. brechoid.	250 - 300	Alta
Keuper	Margas, arcillas y dolom.	50 - 150	Impermeable
Muschelkalk Sup.	Calizas y dolomías	100 - 200	Media-Alta
Muschelkalk Med.	Arcillas, arenisc. y yesos	70 - 80	Impermeable
Muschelkalk Inf.	Calizas y dolomías	50 - 90	Media-Alta
Buntsandstein	Conglomer., arenis. y arci.	50 - 100	Baja
Paleozoico	Pizarras y microconglome.	800 - 1000	Impermeable

5.2.1. El Paleozoico

Representado en el área estudiada por el Silúrico, Carbonífero y Devónico, totalmente afectado por un metamorfismo regional y con una potencia estimada entre los 800 y 1.000 m. Está constituido por pizarras, cuarcitas y microconglomerados con algún nivel calcáreo marmorizado.

Actúa como nivel permeable en aquellos puntos donde se encuentra muy alterado por la meteorización, formando pequeños acuíferos que se drenan por surgencias superficiales de caudales pequeños, en contactos con materiales impermeables (granitos).

5.2.2. El Mesozoico

5.2.2.1. El Triásico

— *Muschelkalk Inferior y Superior (Tm₁ - Tm₂)*

Los niveles acuíferos dentro del Triásico son: el Muschelkalk inferior y superior.

Litológicamente están formados por dolomías, calizas y calizas margosas. Las potencias medias son, de 50 a 70 m en el inferior con máximos de 90 m en Llaberia y Mesa de Prades. En el Superior es de 70 a 100 m con un espesor máximo en Montral de 200 m.

Sus permeabilidades son muy variables estando en función del grado de fisuración, de la disolución cárstica y de la porosidad generada en procesos de desdolomitización; por estas razones las transmisividades existentes también son muy dispares, oscilando entre 50 y 450 m²/día.

Lo mismo ocurre con los coeficientes de almacenamiento de 0,001 a 0,25.

5.2.2.2. El Jurásico - Cretácico

— *Lias (J10-J14)*

Bien representado en la Sierra de Llaberia, parcialmente en la Sierra de Prades y prácticamente inexistente en el bloque del Gaià. El Lias está constituido en su base por una serie dolomítica de grano fino dispuesta en estratos tableados, con una potencia de 20 a 50 m, a la que sigue un tramo brechoide dolomítico con una potencia de 80-90 m en Prades y de 120-220 m en Llaberia. Superponiéndose a estos niveles existe una serie de calizas micríticas con una potencia de 20 a 70 m y por último un nivel de «hardground» de unos 5 m de espesor.

En el área estudiada, el Lias constituye un acuífero colgado tanto en Llaberia como en Prades, si bien en la primera es un acuífero de mayor entidad, actuando como nivel de recarga del Triásico, circunstancia favorecida por el complejo sistema de fallas y cabalgamientos existentes en esa zona. El manantial 3318/5/24, que abastece a Pratedip, tiene su surgencia en las capas altas del Muschelkalk superior, alcanza un caudal de 50 m³/h, provenientes del drenaje del

Lías suprayacente.

En la Sierra de Prades, la permeabilidad por fisuración, especialmente en los niveles brechoides de la base, permite la existencia de un acuífero aunque de poca extensión y potencia que se drena por medio de fuentes en las formaciones margosas del Keuper infrayacente. Los caudales de estas fuentes son escasos (inferiores a 1 m³/h) e irregulares, estando en relación directa con la recarga por parte de la lluvia.

En la Cuenca del Gaià sólo existe en el área del Cap de Salou, Bonastre y Montmell, siendo de potencia reducida (30-50 m) y de escasa extensión, por lo que no constituye un acuífero, propiamente dicho.

— *El Jurásico Superior. Bathoniense a Berriasiense*
(Jd₂ - JC₀)

Las calizas tableadas del Bathoniense (Jd₂) junto con las dolomías de transición del Cretácico (JC₀) forman un potente acuífero, con espesores comprendidos entre los 180 y 500 m. El Bathoniense aflora al Sur de Vandellós, con una potencia de 30 m, mientras que en el resto del sistema del «Camp de Tarragona» sólo es conocido en un pequeño afloramiento en el Cabo de Salou y Punta del Milagro.

En el área de Vandellós-Hospitalet del Infante este acuífero es explotado en la zona de la central nuclear, concretamente en los sondeos de Cadaloques, donde se han podido registrar transmisividades comprendidas entre 400 y 6.000 m²/día, determinando un valor medio para la zona de 700 m²/día, los coeficientes de almacenamiento varían entre 0,01 y 0,008.

En el bloque del Gaià las dolomías del Jurásico-Cretácico tienen espesores entre 180 y 200 m, con una permeabilidad por fisuración y porosidad secundaria. Los principales afloramientos se hallan en áreas topográficamente elevadas (Montmell y Tossa Grossa) y en general rodeando al núcleo cretácico del sinclinal del Gaià.

Este acuífero es explotado en el área de Bonastre-Pobla de Montornés-Rodá de Berá, proporcionando caudales entre 28 y 85 l/s y caudales específicos entre 0,5 y 45 l/s m; al pozo 3417/8/27 se le ha evaluado una transmisividad de 4.500 m²/día.

— *El Barremiense Superior-Aptiense (Ca)*

El Barremiense superior junto con el Aptiense forman un acuífero calizo-dolomítico con espesor comprendido entre 100 y 160 m. El Aptiense es significativo en el bloque del Gaià, mientras que en el área de Llaberia aparece en las partes altas del bloque subyacente al cabalgamiento triásico.

La permeabilidad de este acuífero es por fisuración y por porosidad secundaria en las áreas dolomitizadas. Aflora en el área comprendida entre El Vendrell, Sur de Albinyana, Este de Bonastre y en el centro del sinclinal existente al Este de Juncosa, en Masllorenç y Masabornès. Al encontrarse en cotas topográficas altas, actúa como nivel de recarga para los niveles infrayacentes del acuífero jurásico-cretácico. Por esa misma razón está prácticamente inexplorado por lo que sus parámetros hidrogeológicos se desconocen con exactitud.

— *El Cenomaniense Cc*

Forma un paquete de 20-40 m, de espesor, de naturaleza areniscosa en su parte inferior y caliza en la superior. Es explotado en el área de Vespella, con pozos de profundidades de 69 a 149 m, que dan caudales entre 1 y 6 l/s y caudales específicos del orden de 0,08 l/s m.

5.2.3. El Terciario

5.2.3.1. El Paleogeno

— *El Eoceno*

Constituido por formaciones arcillosas con una potencia de 400 a 500 m con intercalaciones de calizas y areniscas de reducidos espesores que determinan acuíferos de poca entidad, al encontrarse aislados en el gran paquete arcilloso impermeable. Estos niveles más permeables son:

- El Ilerdiense, formado por un banco de calizas con un espesor de 25-30 m.
- Cuisiense-Luteciense. El Cuisiense forma un conjunto litológico con el Luteciense, no habiéndose establecido su separación hasta la fecha. Existen dos barras calcáreas de origen lacustre de 30 y 70 m de espesor, respectivamente, separadas por un potente espesor de arcillas rojas (170 m) a la que siguen 300 m de margas y calcarenitas.
- Priaboniense. Existe un nivel de calizas con Nummulites, de 30 m de potencia, intercalado entre la serie margoareniscosa anterior y 80 m de arcillas rojas con yesos.

La recarga de estos niveles permeables se realiza por infiltración de la lluvia y su descarga se produce al río cauces del Gaià, en Pontils y en el Francolí en Vilaverd.

— *El Oligoceno*

Prácticamente abarca la totalidad del subsistema «Conca de Barberá». Forma una potente serie sedimentaria, de naturaleza detrítica, con un espesor comprendido entre 1.000 y 1.500 m en la que dominan las formaciones de arcillas y margas con intercalaciones de conglomerados, areniscas y calizas.

Estas intercalaciones son las que poseen permeabilidades mayores, lo que da origen a acuíferos de relativa importancia. Los niveles que presentan cierto interés son:

- En el Sanoisiense inferior, los bancos de conglomerados intercalados en los 420 m de areniscas y margas ocres, que llegan a alcanzar los 150 m de espesor (conglomerados del río Anguera).

- En el Estampiense, la formación de calcarenitas de 70 m de potencia, existentes en Pontils.

Se trata de formaciones globalmente no muy permeables por fisuración, en las que domina la escorrentía hipodérmica, como revelan los manantiales situados al pie de los niveles conglomeráticos y areniscosos, con caudales comprendidos entre 1 y 8 l/sg. En los conglomerados del río Anguera se alcanzan caudales de 11 l/sg en pozos de 30-35 m de profundidad.

Estos bancos de conglomerados tienen gran importancia hidrogeológica en el contacto del macizo montañoso con la depresión terciaria.

En esta franja, las formaciones eocénicas u oligocénicas más o menos impermeables retienen el agua infiltrada, proveniente de los conos de deyección del macizo y las vierten por la red de diaclasas abiertas en las capas de conglomerados. Tal es el caso de la Font Major (3316-8-23) que abastece a L'Esplugá del Francolí y que proporciona a este río la mayor parte de su caudal.

5.2.3.2. El Neógeno

— *El Mioceno*

Este acuífero está constituido por niveles arcillosos y margosos, que se alternan con niveles de dominancia detrítica (calizas arrecifales, calcarenitas y conglomerados) en proporciones variables. Esquemáticamente se agrupan en tres formaciones claramente diferenciadas: La inferior y superior con marcado carácter continental, mientras que la intermedia es claramente marina. Los niveles acuíferos en el Mioceno son:

- Formación de base (Mcg), de espesor muy variable (20-60 m) constituida por brechas calcáreas sobre los paleorelieves mesozoicos y a continuación conglomerados englobados en una matriz marga-arcillosa de color rojo. Gracias a su gran permeabilidad forma una unidad hidráulica con el acuífero jurásico-cretácico que constituye el acuífero profundo en el área estudiada. Las transmisividades oscilan entre 3.000 y 15.000 m²/día.
- Facies calcárea arrecifal. Dentro de la formación marina (Mmm) de espesor comprendido entre 50-300 m, constituida fundamentalmente por arcillas y margas arenosas, se encuentra esta facies de plataforma. De potencia muy dispar (desde 50 m hasta 100-30 m), se dispone en bancos gruesos, sin estratificación aparente. Está formada por biomicritas, calizas bioclásticas y calcarenitas, que pasan lateral y verticalmente a margas siltosas. Se han estimado valores de transmisividad de 45-180 m²/día y caudales específicos de 0,8 a 3,5 l/s m.

— *El Plioceno*

Se han distinguido dos facies pliocenas: una arcillosa (Mca) con intercalaciones detríticas y con un espesor de hasta 500 m, y otra formada por una serie cícli-

ca de color rojo en la que con un espesor de hasta 400 m se intercalan conglomerados, arenas y arcillas (Mcc). Los niveles acuíferos los constituyen las reducidas intercalaciones detríticas de la facies arcillosa y los conglomerados y arcillas de la segunda facies. Debido a ello, el conjunto de la formación no es muy permeable.

Los caudales de los pozos que explotan estos niveles no superan los 8 l/s siendo frecuentemente inferiores. Casi siempre, los caudales específicos están por debajo de 0,1 l/sg. m y excepcionalmente se han registrado transmisividades de 70 m²/día.

5.2.4. El Cuaternario

— Piedemontes

Desde las sierras de Miramar, Prades y Llabería, se desarrollan extensas áreas de piedemonte, que cubren la mayor parte de la unidad hidrogeológica de Montroig-Reus-Alcover y la parte septentrional de la del Plioceno del «Alt Camp».

Están constituidas por conglomerados heterométricos muy angulosos, en un 75% de procedencia paleozoica y el resto mesozoica y cenozoica, carecen normalmente de cementación y están englobados en una matriz limo-arcillosa, con potencias entre los pocos metros hasta los 80-100 m.

En el Baix Camp constituye el acuífero de mayor importancia encontrándose sumamente explotado. En el Alt Camp se explota en el área de Valls y Plá de Sta. María. Los numerosos pozos perforados en estas formaciones poseen caudales dispares, en relación directa con el contenido conglomerático. Son frecuentes los comprendidos entre 5 y 7 l/s e incluso 20-40 l/s en los pozos de mayor profundidad y con mayor número de intercalaciones conglomeráticas.

— Terrazas y aluviones

Las terrazas de los ríos Gaià y Francolí, situados a alturas variables sobre los cauces, de 5 a 10 m, junto con los cauces actuales y aluviones de las rieras, forman acuíferos que actúan como niveles de recarga o de descarga subterránea, según sean las condiciones hidrológicas locales y/o estacionales.

Estos depósitos, formados por gravas, arenas y limos, cubren una gran extensión superficial en ambos márgenes de los ríos (entre 500 y 700 m) intensamente cultivadas especialmente en las desembocaduras. Los pozos son de poca profundidad (10-20 m) y sus caudales de extracción son muy variables (2-30 l/s) según sea la penetración.

Los caudales específicos oscilan entre 0,3 y 0,5 l/s m. Las transmisividades están en el orden de 500 m²/día.

5.3. DEFINICION Y FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS

— Subsistemas y Unidades

Al ser el sistema 74 un acuífero costero, el drenaje natural del mismo se ha-

ce al mar ya sea a través del flujo subterráneo directo o bien a través de los ríos incorporado al caudal superficial.

La existencia de «drenes» más o menos perpendiculares a la costa, supone el establecimiento de varias divisorias entre las cuencas, que en líneas generales coinciden con las divisorias superficiales, excepto en las zonas de torrentes y rieras costeras del «Baix Camp» en donde el nivel piezométrico ha descendido en algunos casos por debajo del nivel del arroyo.

En el epígrafe (5.1) se ha expuesto el porqué existe una compartimentación del sistema en subsistemas, pero de cada una de estas divisiones no es posible un tratamiento homogéneo, ya que dentro de los subsistemas existen diferentes unidades hidrogeológicas, cuya homogeneidad reside en que o bien tienen un mismo lugar de drenaje, o bien están comprendidas entre límites confinantes.

Desde este punto de vista se analizan en el presente informe las distintas unidades y subsistemas acuíferos, con el objetivo de conocer la potencialidad hídrica del sistema.

Como punto de partida se han tomado las hipótesis de infiltración definidas en los estudios del I.G.M.E. durante 1981-1982-1983, contrastadas con el informe hidrológico realizado en 1984 y los informes de piezometría y calidad anual. Estos últimos se tratan con mayor detalle en el informe piezométrico en donde se ha realizado una visión retrospectiva respecto a la situación piezométrica en los años 1970 y 1971 fecha del estudio del R.E.P.O.

En segundo lugar se analizan las reservas utilizables, es decir, los volúmenes de agua almacenados subterráneamente susceptibles de extracción rentable, desde un doble punto de vista, como volumen de agua no renovable capaz de ser minado, y como embalse subterráneo que supone una capacidad de regulación adicional a la disponible mediante embalses superficiales, pudiendo ambas ser utilizadas coordinadamente. Las mismas consideraciones realizadas anteriormente sobre la dificultad de estimación de los recursos son válidas para la estimación de las reservas; prácticamente no hay datos disponibles sobre porosidad y coeficientes de almacenamiento de los acuíferos por lo que se han asumido valores razonables, dadas las características geológicas de los acuíferos.

Rara vez es conveniente la utilización de la capacidad total de almacenamiento de un acuífero, sea por motivos hidráulicos, económicos, o por afectar a captaciones existentes. La fracción utilizable se ha estimado en función de los descensos regionales de nivel de agua que «a priori» se estiman compatibles con la situación de cada acuífero, sin perjuicio de que investigaciones posteriores muestren la viabilidad de una utilización más exhaustiva.

En los casos en que los datos utilizados no hayan tenido suficiente garantía de exactitud, se ha preferido utilizar como base el cálculo de los recursos, reservas, caudales específicos, transmisividad, etc., valores conservadores que llevan por tanto, implícitamente considerados, una mayor fiabilidad.

Al completar en 1984 el estudio de las cuencas más allá de su definición hidrológica, se ha aumentado como es lógico su superficie. Por ello si se comparan las unidades hidrogeológicas definidas en el I.G.M.E. 1980-1981 con las actuales, se observará que los recursos han aumentado, así como las reservas, a la vez que se ha conseguido una mejor definición de las unidades.

5.3.1. Subsistema Gaià (74/1)

Entre el sector externo e interno de los Catalánides, existe una zona singular en la cual no se ha desarrollado claramente el sector intermedio caracterizado por corresponderse casi siempre con las fosas miocénicas. El macizo del Gaià es en realidad el zócalo de dichas fosas con la peculiaridad de que en esta zona está levantado y separa por tanto la fosa del Penedés de la del Camp de Tarragona.

Tectónicamente posee los mismos elementos que las fosas como puede verse si se contempla el mapa geológico. La falla de la Juncosa tiene dirección NE-SO y se correspondería con la falla norte del Penedés. Pero no sólo existe esta falla con dicha dirección, sino que un conjunto de fallas y pliegues siguen dicha alineación, solamente alterada en el borde W del bloque (zona de Salomó) en donde los pliegues tienen una dirección casi N-S, debido al efecto de rotación que les impone la falla de desgarre de La Riba-Altafulla, cuya componente final es dextrógira. Este juego de pliegues y fallas provoca una compartimentación de los materiales permeables que implica con ello la formación de varias unidades hidrogeológicas.

Los acuíferos tal como se ha descrito en el capítulo 5.2. son de naturaleza calcárea y en general de edad mesozoica. Los más profundos corresponden al Triás y se localizan al Norte y al Sur del sistema, ocupando el sector intermedio las calizas y dolomías jurásico-cretácicas.

La característica general del subsistema, es que gran parte de las unidades están drenadas por el río Gaià. Sin embargo en el borde Este de dichas unidades el drenaje se realiza a través del río Anoia, Riera de Marmellà y barrancos del borde W del Penedés, cuya depresión recibe un importante flujo desde dichas unidades.

La extensión total del subsistema es de 646 Km².

5.3.1.1. Unidad Alta Segarra

Geológicamente corresponde a la Depresión Central Catalana, que a su vez forma parte de la depresión del Ebro. Litológicamente está formada por un zócalo de calizas y dolomías triásicas cuya profundidad exacta no se conoce en la zona. Sobre el mesozoico se depósita una sedimentación lacustre continental formada por calizas paleocenas, arcillas, magras, areniscas y conglomerados que estratigráficamente se corresponden con el Eoceno y Oligoceno.

- La extensión de la unidad es de 104 Km².
- La precipitación media en esta área es de 500 l/m².
- El espesor medio de los materiales es de 1.000 m, formando las calizas y los conglomerados, los horizontes permeables.
- El acuífero profundo está formado por las dolomías del Muschelkalk superior e inferior, cuyo espesor conjunto es de 200 m y se localiza a gran profundidad.

- La infiltración oscila entre el 3% para las areniscas y arcillas y un 7% para los conglomerados. Con una pluviometría media de la zona de 500 l/m², el valor de la infiltración es de 30 l/m², cifra que se halla en concordancia con el tipo de material y la descomposición del hidrograma de escorrentía total en Pontils.
- La piezometría muestra claramente el drenaje que el río Gaià efectúa a la unidad, ya sea por drenaje directo al atravesar el río y los materiales permeables, o bien por el caudal que en forma de aguas superficiales le aportan las numerosas fuentes existentes en la unidad.
- El gradiente hidráulico es del orden de 3×10^{-2} .
- No se tienen datos experimentales del valor de la transmisividad pero los caudales específicos son del orden de 0,2 l/s/m de los cuales se puede deducir que la transmisividad oscilará entre 10 y 30 m²/día.
- El valor del coeficiente de almacenamiento tiene todavía mayor grado de incertidumbre, pero se estima entre 10^{-3} y 10^{-4} . La deficiente calidad química de las aguas permite suponer que no deben utilizarse dichas reservas.
- Desde el punto de vista químico, las aguas tienen conductividades altas (1.000 a 2.500 μ hos/cm), debido principalmente al alto contenido en sulfatos. El sondeo 3415/7/5, 715 ppm de SO₄⁼ y 3415/7/7 con 1.320 ppm de SO₄⁼.
- Los recursos de agua subterránea se cifran en 3 Hm³/año que se drenan en forma diferida por el cauce del río Gaià y por bombeo.
- El bombeo es de 0,3 Hm³/año de los cuales se consumen 0,07 casi exclusivamente para el abastecimiento urbano.
- El retorno es por consiguiente de 0,23 Hm³/año que se incorpora al río mediante el vertido de las poblaciones.

Es posible solucionar el déficit de abastecimiento de agua con pozos no muy profundos, perforados directamente sobre niveles de conglomerados, areniscas o calizas de suficiente espesor, preferiblemente en zonas fracturadas. El mayor rendimiento se obtendría en áreas en que pudiesen captarse aguas superficiales infiltradas. La salinidad en general es ligeramente alta debiendo procurarse el aislamiento de los niveles con presencia de yesos. La regulación natural que realizan estos niveles acuíferos es muy reducida.

5.3.1.2. Unidad Prelitoral Norte

El conjunto de calizas triásicas, pertenecientes al sector externo ó Cordillera Prelitoral, forman una unidad hidrogeológica, parte de cuyo drenaje se hace a

través del río Gaià y del río Anoia, lo que provoca una divisoria dinámica en la cuenca. Los principales niveles acuíferos permeables son el Muschelkalk superior y el inferior. El primero de ellos está colgado, por afloramiento de su impermeable de base, el Muschelkalk medio, que aflora a lo largo de gran parte de la línea de drenaje (el río Gaià).

El Muschelkalk inferior es el único acuífero que no está «colgado», excepto en el extremo Sur de la unidad en que por la cota a que se encuentra, se supone la existencia del Bundsandstein por encima de la cota piezométrica razón por la que se produce una barrera impermeable entre ambas unidades.

- La extensión superficial es de 185 Km².
- La precipitación media en el área es de 575 l/m², aunque es de destacar que en ésta área la definición es poco precisa, pues faltan pluviómetros a cotas altas.
- La infiltración se ha valorado en 80 l/m², es decir un 14% de la pluviometría, cifra que está de acorde con las escorrentías subterráneas del río Gaià y con los valores encontrados por aforo en ríos que drenan el mismo tipo acuífero (Brugent en La Riba).
- La piezometría muestra la existencia de dos áreas de drenaje, una hacia el río Gaià y otra hacia el río Anoia, estimándose en 5 Hm³/año el flujo al Gaià y 3 al Anoia.
- El bombeo neto en la unidad es de 0,03 Hm³/año. El agua utilizada es 0,048 Hm³/año. Estas cifras son insignificantes comparadas con la recarga.
- Los coeficientes de almacenamiento del Muschelkalk inferior (único acuífero que en esta zona no está «colgado» excepto cuando aparece en la divisoria con la unidad prelitoral centro) con una superficie útil de unos 185 Km², tienen un valor de 5% (valor que tienen las calizas del Gaià) determinándose para unos 50 m de descenso, un volumen de regulación de 45 Hm³.
- La explotación de la unidad afectaría al caudal de las fuentes, con lo que los pueblos que normalmente se abastecen por medio de manantiales se verían afectados. Esta situación se da igualmente en casos de sequía por lo que debe pensarse en explotar cuidadosamente el acuífero a fin de lograr una regularización del mismo.
- Como esta situación se produjo en Aiguamurcia-Santes Creus, se realizó un sondeo de 270 m a fin de explotar el Muschelkalk inferior. El resultado fue la obtención de un caudal de 70 l/s en un acuífero con transmisividad de 500 m²/día.
- La conductividad entre 500 y 1.000 μ mhos/cm pone de manifiesto la existencia de aguas moderadamente salinas, originadas por el contenido en yesos del Muschelkalk medio y Keuper.

5.3.1.3. Unidad Prelitoral Centro

Está formada por un conjunto de calizas y dolomías de edad jurásica y cretácica, que constituyen los acuíferos. En esta unidad no se conoce el papel que puedan tener los acuíferos profundos del Triás.

- La extensión superficial de la unidad es de 128 Km².
- La precipitación media de la zona es de 550 l/m².
- La infiltración media se estima en 90 l/m² lo que sobre un área de 166 Km², supone 11,2 Hm³/año. Este valor de recarga anual coincide con el flujo circulante, el cual se ha aplicado a los valores de transmisividades conocidas en la zona.
- El bombeo neto es de 0,1 Hm³/año, de procedencia subterránea exclusivamente.
- El flujo subterráneo, determinado por la piezometría, se dirige hacia el sistema del Penedés, (8 Hm³/año), y a la cuenca del río Foix (2 Hm³/año). El resto de los recursos subterráneos se evacúan por surgencias de manantiales (1 Hm³/año) al Foix y 0,3 Hm³/año al Alt Camp.
- La calidad de las aguas subterráneas es buena, de tipo bicarbonatado cálcico y conductividades entre 400 y 800 μ mhos/cm.
- Asumiendo coeficientes de almacenamiento de 0,005 y un descenso regional estimado en 50 m las reservas de agua utilizables en los acuíferos jurásico-cretácico y Muschelkalk superior, donde se halla a profundidad asequible, pueden estimarse entre 50 Hm³ y 300 Hm³/año.
- Existen recursos suficientes para resolver los problemas locales, siendo para ello necesario ubicar sondeos cercanos a zonas fracturadas y en el acuífero jurásico-cretácico por debajo del nivel saturado. Para ello son necesarios pozos entre 200 y 300 m de profundidad que tras un desarrollo de acidificación proporcionan caudales instantáneos de 20-30 l/s pues las condiciones de transmisividad entre las áreas de recarga y las de extracción son favorables.
- Los recursos que «escapan» de la unidad (10 Hm³/año) deben utilizarse al máximo antes de llegar a la depresión del «Baix Penedés», puesto que allí, la profundidad a la que se encuentra el mesozoico (más de 400-500 m) lo hace prácticamente inexplorable con los costes actuales.
- El informe técnico sobre el sistema (Informe Conca del Gaià y «Alt Camp») indicaba la zona como muy favorable para ubicar un sondeo para el abastecimiento del Vendrell, sondeo realizado por el I.G.M.E. en 1984 con óptimos resultados (50 l/s).

5.3.1.4. Unidad Prelitoral Sur

El anticlinal de Albinyana-Bonastre-La Nou, separa, mediante la barrera impermeable que crean las arcillas del Muschelkalk medio, los acuíferos de calizas jurásicas y cretácicas de la unidad centro de las de igual edad de la unidad Sur.

Existen pocos sondeos que exploten el Muschelkalk inferior, único nivel acuífero que puede tener entidad regional.

- La extensión superficial de la unidad es de 53 Km².
- La infiltración media es de 4,7 Hm³/año.
- El bombeo neto es de 0,2 Hm³/año, mientras que el agua utilizada es prácticamente de consumo urbano y se vierte directamente al mar a través de un emisario.
- El coeficiente de almacenamiento es del orden del 5⁰/₀₀, según la curva de agotamiento del manantial 446/8/12, y el descenso regional observado es de 3 m. Por tanto, las reservas útiles para un descenso de 50 m son del orden de los 13 Hm³.
- Se ha observado un incremento de descenso regional muy grande, en 1981-1982 el descenso era de 8 m y en 1984 es de 12 m en las áreas de bombeo afectadas por los sondeos de Bonastre, Roda de Berà y Torredembarra.

En este sector de la Prelitoral, están previstas una serie de explotaciones, tales como la de la Pobla de Montornés y en Torredembarra, con un volumen de bombeo previsto de 1 Hm³/año. Es del mayor interés seguir la evolución de niveles en ésta área, puesto que su flujo alimenta la zona costera en unos 4 Hm³/año mientras actualmente es deficitaria en recarga con un volumen de intrusión marina valorada en casi 1 Hm³/año.

Conviene disponer las captaciones preferentemente sobre afloramientos de los acuíferos y en áreas próximas a zonas fracturadas. Con pozos de 100 a 300 m según las zonas, se podrán obtener caudales entre 10 y 40 l/s (triásico) o entre 20 y 80 l/s (jurásico-cretácico) con descensos variables según sea la transmisividad entre las zonas de recarga y las de extracción.

Cualquier utilización de recursos y reservas debe tener en cuenta, en primer lugar, los déficits de demanda local. Por otra parte, estos acuíferos representan la fuente futura de abastecimiento de la zona costera, con importante demanda agrícola y doméstica, sobre todo estival, ya que es previsible la salinización de algunos pozos de abastecimiento situados en la depresión de Torredembarra si aumenta la utilización de aguas subterráneas que actualmente la recargan. El interés de estos acuíferos en cuanto a la demanda costera estriba además en que dados los elevados caudales obtenibles de pozos en los acuíferos triásicos y jurásicos, esta fuente de abastecimiento es idónea para servir altos volúmenes de agua durante corto periodo de tiempo. En segundo lugar, hay que considerar que un aumento importante de la extracción de recursos supone una disminución de la recarga del acuífero mioceno marino costero con el consiguiente

avance de la intrusión salina; por ello la explotación de los recursos de los acuíferos triásicos y jurásicos deben realizarse paralelamente a un control de niveles y calidad química en estos acuíferos y en el Mioceno marino.

5.3.1.5. Unidad del Cretácico del Gaià

El anticlinal triásico que separa la Unidad Prelitoral Centro de la Sur, provoca a su vez una separación hidráulica de los niveles cretácicos y jurásicos en la propia zona del río Gaià.

El papel hidrogeológico de esta unidad es básico dentro del conjunto de unidades del subsistema. La situación topográfica de las calizas respecto a la cota del río provoca que éste infiltre parte de su caudal al entrar en contacto con los terrenos carbonatados.

El valor de esta recarga ha sido determinado por el balance del río a la entrada y a la salida del acuífero, la aportación del río, el valor de la transmisividad y la diferencia de niveles entre el río y el acuífero.

En efecto, desde Montferri a las «Coves Rojes», el río pierde su caudal por infiltración. En el piezómetro 3417/3/43 en la margen izquierda y en los efectuados por ENPETROL en la margen derecha, se observa una diferencia de nivel que establece un gradiente del 10% entre el río y el acuífero, lo cual le obliga a perder parte de su caudal que evidentemente es proporcional al aporte y al nivel del río.

- El área que ocupa la unidad es pequeña: 16 Km².
- La recarga directa por infiltración de la lluvia se estima en 1,4 Hm³/año. La recarga provocada por infiltración del río es alta y muy variable. Depende fundamentalmente del nivel que mantenga el embalse de El Catllar, en función del cual se provoca un mayor o menor flujo.

En el año 1977 se llegaron a contabilizar 10 Hm³ de pérdidas (infiltración, imbibición, filtración y evaporación) para ir descendiendo las pérdidas conforme desciende el nivel. Por término medio, se han evaluado las pérdidas en 7 Hm³/año de las cuales 3,2 Hm³/año corresponderían a la pérdida normal en condiciones naturales siendo los 3,8 Hm³/año restantes atribuibles al embalse.

A pesar de los reducidos recursos, que en su mayor parte pasan a ser teóricamente regulados por el embalse de El Catllar, el acuífero jurásico-cretácico, que constituye la unidad, tiene un notable interés en cuanto a la posibilidad de coordinar la utilización de su capacidad útil de embalse con la utilización del embalse superficial.

Concretamente, una alternativa de utilización conjunta podría seguir el siguiente esquema mixto:

- a) Aprovechamiento de las reservas explotables del acuífero jurásico-cretácico, cifradas en 20 Hm³, en épocas de aguas bajas en el embalse superficial. Una vez utilizadas, el embalse subterráneo se recargaría, aparte de por sus propios recursos, por la infiltración del río Gaià.

- b) Recuperación de los volúmenes infiltrados en la cola del embalse de El Catllar, por encima de la cota 90, que tras la avenida de 1977 fueron evaluados en 10 Hm³. Si la capacidad útil del acuífero jurásico-cretácico fuese inferior a los volúmenes infiltrados, sería preciso considerar conjuntamente la capacidad utilizable del acuífero jurásico-cretácico: 3,7 Hm³/año. Los bombeos podrían ser realizados con una cierta demora a determinar, respecto al periodo de aguas altas, simultaneándolos con el actual aprovechamiento de aguas superficiales, o incluyéndolos en otros esquemas de abastecimiento.

Con el fin de definir la viabilidad del esquema se precisan realizar nuevas perforaciones en el área y determinar las características hidráulicas del acuífero (sobre todo en áreas subyacentes al Mioceno marino), así como controlar niveles y calidades químicas en piezómetros tras producirse el periodo de llenado del embalse de El Catllar. Estos estudios deben ser simultáneos al inicio de una explotación experimental con los pozos ya existentes. De esta forma se definirán las ubicaciones óptimas de las nuevas perforaciones y su número, así como las precauciones a tomar a fin de no causar efectos negativos por descensos de niveles o avance de la intrusión marina, tanto en el acuífero mioceno marino como en el jurásico-cretácico.

La calidad química de las aguas subterráneas es óptima. Los pozos situados en las proximidades del Gaià, tienen composiciones semejantes al río, con conductividades entre 700 y 800 μ mhos/cm. El resto tienen de 500 a 1.100 μ mhos/cm. Son de carácter bicarbonatado cálcico-magnésico.

- El bombeo neto de la unidad es todavía pequeño, del orden de 200 Dm³/año.
- Las reservas útiles estimadas mediante los coeficientes de almacenamiento obtenidos en el bombeo de los sondeos (que son del orden de 6×10^{-3}) es de 20 Hm³.

5.3.1.6. Unidad del «Baix Gaià»

Geológicamente se compone de un nivel detrítico del mioceno marino que forma el acuífero superior. Debajo del cual existe otro acuífero formado por las calizas del Cretácico y Jurásico en contacto con los niveles basales del Mioceno que constituyen el acuífero inferior.

La recarga se realiza por infiltración de la lluvia y por el flujo que aporta la descarga de la unidad Cretácica del Gaià.

- La superficie de la unidad es de 69 Km² y la infiltración es de 50 l/m² lo que suponen 3,5 Hm³/año de recursos. El flujo subterráneo que se recibe del Cretácico del Gaià supone 8 Hm³/año y el del Plioceno del «Alt Camp» 1 Hm³/año.

Otra fuente de recarga supone la utilización de 80-100 l/s para el regadío de las 155 ha que a lo largo del cauce del Gaià utilizan agua procedente del panta-

no. Parte del regadío se ha convertido en riego por goteo, con lo que el caudal ha descendido así como la infiltración, por ello se estima que de los 1,26 Hm³ posibles (40% de los 100 l/s) sólo vuelvan al sistema 0,8 Hm³).

- El bombeo neto de agua subterránea supone 1,6 hm³/año.
- Las reservas se han estimado en 20 hm³.
- La salida del mar del aluvial del Gaià es de 5,5 hm³/año.
- La unidad es deficitaria en cuanto al balance puesto que se ha incrementado el regadío y el consumo es alto, lo que por un lado se ha traducido en descensos del propio nivel de la unidad (ver informe piezométrico) y por otro, en un aumento del flujo de intrusión marina. Aunque cualitativamente el fenómeno es cierto, no es fácil la cuantificación, puesto que gran parte de este déficit se produce en el acuífero profundo.

La calidad química del agua es muy variable; al Sur del área delimitada por la margen derecha del río Gaià, entre las poblaciones de El Catllar y La Riera, el agua subterránea tiene conductividades que oscilan entre 850 y 6.000 μ mhos/cm, con contenidos de cloruros de 1.000 a 3.000 ppm de Cl⁻ mientras que en la zona Norte, las conductividades son de 500 a 800 μ mhos/cm y el ión cloruro tiene concentraciones de 40 a 60 mg/l. Esta diferencia en la calidad está provocada por el afloramiento del acuífero profundo, cuyo techo formado por las arcillas rojas del Cretácico superior, actúa como barrera impermeable, lo que se traduce en una falta de flujo para retener la intrusión marina.

En esta unidad, que es globalmente deficitaria en recursos, se pueden implantar, explotaciones que regulen las variaciones anuales de los recursos y sobre todo que recuperen las pérdidas que supone la infiltración del agua del pantano.

5.3.1.7. Unidad Depresión Costera de Tarragona

Estructuralmente se corresponde con una pequeña depresión, en parte cubeta tectónica, situada entre el anticlinorio de Tarragona y el mar.

Este «alto» de Tarragona consiste en un anticlinal cabalgante sobre un sinclinal tumbado y fallado al mismo tiempo. Está formado por materiales mesozoicos, que van desde el Triásico hasta el Jurásico superior. Después de la fase compresiva que dió origen a esta estructura, se sucedió una etapa distensiva, generándose entonces depresiones a uno y otro lado de la estructura. Estas se colmataron con los sedimentos miocénicos primero, y plio-cuaternarios después.

Las facies miocénicas de estas depresiones se caracterizan por su heterogeneidad en sus litologías y desarrollo espacial. Esquemáticamente se sintetizan en: conglomerados brechoides y calizas bioclásticas de matriz arcillosa en la base; por encima, calcarenitas y calizas lumaquéllicas que pasan lateral y verticalmente a arcillas y margas arenosas; y por último recubriendo estos materia-

les existen materiales pliocuaternarios de naturaleza arcillo-arenosa y conglomerática.

La potencia de la serie mesozoica, fundamentalmente calcárea-dolomítica, es de 300-400 m, pudiéndose encontrar espesores mayores en los lugares de plegamientos y fallas.

En el Mioceno, los espesores de las distintas facies varían con frecuencia, de acuerdo con la profundidad del zócalo mesozoico y condiciones de sedimentación. Para el tramo de conglomerados de la base varía entre 20 y 60 m. La facies calcarenítica y lumaquélica tiene espesores visibles de 40-50 m. En esta unidad, el espesor del tramo de arcillas y margas arenosas es de 50-60 m. Los cuaternarios tienen poco desarrollo y varían entre unos pocos metros y 10-15 m.

Estas dos formaciones, la mesozoica y la miocénica, han generado la existencia de dos acuíferos: uno inferior o profundo, constituido por los materiales calcáreo-dolomíticos mesozoicos, y por los conglomerados y areniscas del mioceno basal, estos materiales están interconectados hidráulicamente debido a su gran permeabilidad; el otro acuífero, el superior o superficial, está formado por las areniscas y lumaquelas del Mioceno y las gravas del Pliocuatnario.

La recarga de la unidad se produce a través de la infiltración de la lluvia 1,2 hm³/año que alimentan al acuífero superior del Baix Gaià, esta última unidad alimenta a su vez al acuífero profundo en 2 hm³/año. Globalmente pues, el valor de la recarga es de 6,5 hm³/año.

Las descargas se producen por bombeo (1,3 hm³/año del acuífero superficial y 1 hm³/año del profundo) y por flujo natural al mar (4 hm³/año del acuífero superior y 1 hm³/año del profundo).

La diferencia entre la recarga y la descarga es del orden de 1 hm³/año del acuífero superior y 1 hm³/año del profundo).

La diferencia entre la recarga y la descarga es del orden de 1 hm³/año. Sin embargo, al no existir ninguna barrera divisoria hidráulica entre esta unidad y el Baix Francolí se produce una intrusión mayor que el déficit propio de la unidad, favorecida por las altas transmisividades del acuífero profundo (3.000 a 15.000 m²/día).

El volumen anual de intrusión se ha calculado entre 5 y 6 hm³ de los cuales pasan al Baix Francolí de 2 a 3 hm³/año quedando el resto en la propia unidad.

Por esta razón ambos acuíferos están fuertemente salinizados con 2.000 a 3.000 ppm de CL⁻ como término medio, y son frecuentes los sondeos que explotan grandes caudales con descensos de varios metros bajo el nivel del mar, aumentando con ello una difusión dinámica que potencia la intrusión salina.

También esta es la causa de que las reservas de esta unidad sean inutilizables.

5.3.1.8. Depresión costera de Torredembarra

El acuífero superficial está formado por los materiales areno-arcillosos del Mioceno marino. Estructuralmente es una fosa tectónica abierta al mar.

El acuífero profundo está constituido por los materiales calcáreos del mesozoico. Si bien a nivel geológico no existe duda alguna de que estas formaciones son la extensión espacial de la unidad prelitoral Sur, hidrogeológicamente, su conexión hidráulica se vé dificultada por el gran salto de falla existente. La

fosa tiene profundidades, entre Torredembarra y Vendrell, superiores a 400 m, mayores, por consiguiente, al espesor total de los acuíferos triásicos del Muschelkalk.

- La extensión superficial de la unidad es de 64 Km².
- La precipitación media de 470 l/m².
- La infiltración es de 40 l/m² lo que supone unos recursos de 2,6 hm³/año.
- Esta unidad recibe pues una recarga procedente de la infiltración de la lluvia y del flujo que por escorrentía subterránea le llega a través de la Unidad Prelitoral Sur. Esta última es de 3,8 Hm³/año y prácticamente va a parar toda al acuífero profundo, existiendo además una recarga superficial procedente del drenaje vertical. En cierto modo es una forma de recuperar parte del caudal que cede la Unidad prelitoral Sur al acuífero superficial.
- Los valores de la transmisividad son de 50-100 m²/día para el acuífero superior, cuyo gradiente piezométrico es de $7,5 \times 10^{-3}$.
- El acuífero profundo tiene transmisividad mayor, entre 300 y 1.000 m²/día y un gradiente de 4×10^{-3} .

La calidad química del agua es muy variable, según sea el acuífero superficial o profundo. El acuífero superficial tiene aguas bicarbonatadas cálcicas (ver diagramas de Stiff). El acuífero superficial tiene conductividades que oscilan entre los 600 y 1.400 μ mhos/cm, con concentraciones de cloruros de 30 a 300 mg/l, mientras que en el acuífero profundo las conductividades son de 1.000 a 7.000 μ mhos/cm con contenidos de cloruros de 700 a 3.300 ppm de Cl⁻ debido al fenómeno de intrusión marina que se produce por déficit de flujo.

- El bombeo de la unidad es de 2 hm³/año que en su mayor parte, se van al mar a través de los emisarios submarinos puesto que su utilización es prácticamente urbana.
- La unidad recibe a través de la infiltración un aporte anual de 2,6 hm³/año y 3,8 hm³/año a través del flujo subterráneo de la Unidad Prelitoral Sur, además de 1,5 hm³/año de la infiltración de las rieras.
- La descarga natural al mar es de 7,5 hm³/año, produciéndose por consiguiente un déficit que se traduce en una intrusión salina de 0,5 y 3 hm³/año para el acuífero superficial y profundo respectivamente.
- Las reservas existentes son inutilizables, puesto que su empleo contribuiría a provocar una intrusión salina mayor.

5.3.2. Subsistema Baix Camp-Alt Camp

Geológicamente este subsistema presenta dos unidades estructurales bien definidas: los afloramientos paleozoicos situados al S.O. del subsistema y la depresión Reus-Valls, constituida por una potente serie neógena.

La primera de ellas es la que constituye la unidad de Alforja-La Selva, enmarcada dentro del macizo del Priorato, actuando como zócalo de los materiales mesozoicos que forman la Cordillera Prelitoral. Se incluye en este subsistema por su papel de superficie de recarga para el Baix Camp.

La segunda unidad estructural, es una gran fosa tectónica («grabben») que a finales del Oligoceno se formó en el borde Sur de la Cordillera Prelitoral. Rellenada por un potente conjunto de conglomerados, areniscas y arcillas, culmina con el desarrollo de piedemontes, a costa de la denudación de los materiales de la cordillera. Se ha subdividido en tres unidades: Montroig-Reus-Alcover, Plioceno del Alt Camp y Baix Francolí, debido a las particularidades hidrogeológicas que presenta cada una de ellas.

5.3.2.1. Unidad Paleozoico de Alforja-La Selva

Está constituida por una potente serie carbonífera de un espesor estimado en 1.000 m, mezclada con intrusiones porfídicas y afloramientos de granodioritas, que en conjunto forman el basamento donde se apoyan los sedimentos mesozoicos.

El carbonífero está formado por grandes alternancias de pizarras y areniscas de grano fino y se encuentra afectado por dos tipos de metamorfismo: el primero, regional de bajo grado, y otro posterior de contacto, producido por la intrusión granodiorítica.

Las rocas intrusivas son de dos tipos: rocas plutónicas y diques porfídicos. Ambas presentan textura porfídica y una fracturación intensa. Los diques porfídicos son graníticos y cuarcíferos, presentando en general alteraciones hidrotermales en mayor o menor grado y alteraciones de origen meteórico, siendo en algunos casos tan intensa que es difícil apreciar la composición primitiva de la roca. Las rocas plutónicas son fundamentalmente granodioritas, biotíticas y en menor cantidad granitos adamelíticos. Su composición mineralógica es cuarzo, plagioclasa, feldespato, potásico y biotita.

Tiene una pluviometría media de 550 mm que suponen 33 hm³/año de escorrentía superficial en los 182 Km² de superficie de la unidad. Por carecer, prácticamente de materiales permeables la infiltración es inapreciable, y sus únicos recursos anuales son éstos, más los procedentes de la escorrentía superficial de la Mesa de Prades (1 hm³/año) y el agua embalsada en el Pantano de Riudecanyes, que recibe además 5,5 hm³/año del Ciurana, a los que hay que añadir los 0,6 hm³/año de vertidos urbanos.

Anualmente el pantano de Riudecanyes exporta 9,5 hm³/año que se utilizan en el abastecimiento de las poblaciones (especialmente Reus, que utiliza 3,5 hm³/año) y regadíos del Baix Camp. El resto de los recursos de la unidad (31 hm³/año) se eliminan por el flujo superficial a través de las rieras de La Selva, Maspujols, Alforja, Riudecols y además barrancos existentes.

Los escasos recursos subterráneos en la unidad se limitan a los que se encuentran en los aluviones de los barrancos y en las zonas meteorizadas de las rocas, que originan las numerosas fuentes existentes, siempre de poco caudal (menos de 1 m³/h). Estas se encuentran situadas en el contacto de los diques porfídicos con las granodioritas y/o pizarras, actuando a veces como barreras impermeables, originando la surgencia de las aguas que circulan en las diaclasas y zonas de alteración de estas rocas, o a veces, en los casos en que los diques actúan como «acuíferos», cuando se encuentran fisurados por la meteorización, en las superficies de contacto con la roca (pizarras y granodioritas) que los engloba.

Estas circunstancias han favorecido la construcción de un gran número de galerías cuyos trazados siguen paralelamente a estas superficies de contacto, y dan caudales comprendidos entre los 10 y 20 m³/h en épocas favorables puesto que en verano su caudal desciende en gran medida.

El consumo de aguas para el abastecimiento de las poblaciones (Maspujols, Alforja, Vilaplana, Argentera, etc.) y escasos regadíos de la zona, se realiza fundamentalmente a través de manantiales, galerías de mina, y raras veces por pozos excavados en los aluviones de los barrancos. El volumen de agua utilizada es de 0,7 hm³/año de los cuales se retorna en forma de escorrentía superficial en los barrancos 0,6 hm³/año.

La inexistencia de un acuífero con entidad, dadas las características hidrogeológicas de la unidad, determina la falta de reservas, y sólo se han de considerar los recursos anuales de origen meteórico.

5.3.2.2. Unidad Montroig-Reus-Alcover

Después de la etapa de compresión experimentada durante el levantamiento de la Cordillera Prelitoral, se sucede un periodo de distensión en el que por intersección de fallas normales se originan las fosas de Reus y Valls. Sincrónicamente al hundimiento, se fueron rellenando con sedimentos miocénicos de naturaleza marina en episodios de comunicación con el mar, y terrígenos en los de emersión. Al final del mismo, en el Plioceno se produjo una regresión generalizada en la que los sedimentos que se depositan lo hacen en un medio fluvio-torrencial, generándose ya en el cuaternario, varios sistemas de piedemonte en los bordes de la cordillera.

Estos piedemontes junto con los materiales fluvio-torrenciales constituyen un acuífero de entidad regional, el cual se encuentra intensamente explotado.

Además de este acuífero existe otro profundo, cuya piezometría sólo se conoce en la franja costera y que se corresponde con los sedimentos marinos del Mioceno. Su funcionamiento es prácticamente desconocido.

Es la segunda unidad más externa del sistema 74, con una superficie de 376 Km² (la mayor es la cuenca de Barberá con 395 Km²) encontrándose en cabeza, respecto a recursos y utilización de agua.

Posee una pluviometría media de 575 mm lo que suponen 216,2 hm³/año de lluvia, de los cuales, aproximadamente el 12% (27 hm³/año) se infiltran, el 16% (35 hm³/año) forman la escorrentía superficial del sistema y el 72% restante se elimina por evapotranspiración.

Los recursos anuales de la unidad se complementan con 52 hm³/año prove-

nientes de la suma de varios conceptos (flujo subterráneo, 8 hm³/año, infiltración de aguas residuales, 4,4 hm³/año, e infiltraciones de aguas superficiales, 39,5 hm³/año), que se detallan en los mapas, Esquema de funcionamiento y Recursos y Esquema de Balance.

El flujo subterráneo tiene una dirección perpendicular al mar, excepto en las zonas en donde el río Francolí y su aluvial drenan lateralmente al acuífero. Las transmisividades son muy variables, teniendo valores máximos de 2.000 a 3.000 m²/día en los puntos donde predominan las gravas, y valores mínimos de 10 a 50 m²/día en los lugares donde el predominio es de arcillas y limos (véase el mapa de transmisividades). Estas variaciones influyen en los caudales de extracción, estando en relación directa con el contenido conglomerático de la columna atravesada.

Las rieras Maspujols, Alforja, Riudecanyes, Rifà y Llastres-Dobia, actúan como áreas de recarga, existiendo en muchas de ellas vertidos de aguas residuales importantes tales como la de Barenys, que recibe los residuos líquidos de Reus. Este hecho que hidráulicamente no es muy patente por la pequeña recarga que supone, sí que tiene especial importancia en la calidad del agua en el entorno de dichos puntos.

Un importante factor de recarga de las aguas subterráneas lo constituye el retorno de los riegos procedentes del pantano de Riudecanyes (2,4 hm³/año), hecho que sumado al aumento de las precipitaciones en 1984, ha determinado una subida de 3 hm³ de las reservas en la zona central de la unidad.

Sin embargo, en algunos puntos de la costa los recursos son deficitarios (zona de Miami playa, Salou y La Pineda) originándose la intrusión de agua marina, especialmente intensa en La Pineda. Este déficit se ha producido fundamentalmente por el bombeo excesivo que la industria (en La Pineda), y las urbanizaciones (en Miami playa y Salou) a que han sometido a estas zonas.

Debido a la heterogeneidad de los sedimentos que componen la unidad, que ocasiona variaciones especiales en los parámetros hidrogeológicos, se ha dividido la unidad en seis «parcelas», cada una de ellas con un balance hídrico particular. Por otra parte, esta misma heterogeneidad ocasiona gran incertidumbre a la hora de calcular las reservas subterráneas de la unidad, que no obstante se pueden estimar en un orden de 400 hm³ para el acuífero superior y unos 300 hm³ para el inferior, si bien estas últimas se encuentran a gran profundidad y su explotación sería dificultosa.

5.3.2.3. Unidad Baix Francolí

Al Noroeste del anticlinorio de Tarragona (véase el apartado 5.3.1.7) se extiende esta pequeña cuenca que se delimita por el Norte, desde Perafort-Argilaga hasta la línea divisoria de aguas subterráneas, que coincide a «grosso modo» con la alineación Argilaga-Pallaresos, para descender hasta Tarragona. El límite Oeste lo determina el propio Francolí.

Si desde el punto de vista geográfico, forma parte de la comarca del Tarragonés, hidrogeológicamente pertenece al acuífero del «Baix Camp». El río Francolí es su nivel de base. En el plano de isopiezas se observa que el río drena al acuífero, aunque en pequeñas cantidades.

La existencia, dentro de la unidad, de los dos acuíferos, superior y profundo, obliga a estudiar por separado el funcionamiento de ambos.

El acuífero profundo constituido por las formaciones calcareo-dolomíticas mesozoicas y conglomeráticas del Mioceno basal, tiene en esta área una profundidad entre 100 y 140 m, o lo que es lo mismo entre -80 y -50 m.b.n.m. Los espesores del zócalo calcareo-dolomítico son del orden de los 300-400 m como mínimo, puesto que geológicamente el área se sitúa en el borde Norte de un sinclinal tumbado (véase apartado 5.3.1.7), varias veces fallado por el efecto de la tectogénesis miocénica y postmiocénica.

En el Baix Francolí los plegamientos fueron de tal intensidad, que desde el borde del sinclinal tumbado, se desprendieron grandes bloques que se depositaron en el mar mioceno, posibilitando la existencia de un borde permeable entre el Mioceno basal y el Mesozoico.

Su permeabilidad es muy alta y en ensayos de bombeos se han determinado transmisividades de hasta 15.000 m²/día. En el mapa de isopiezas se observa que el gradiente es muy pequeño, entre 4×10^{-4} y 1×10^{-3} , lo que concuerda con los grandes valores de transmisividad.

En esta unidad se ubica la gran demanda de Tarragona, que ha explotado enormemente los recursos del acuífero profundo. Anualmente se extraen cerca de 7,5 hm³ de la decena de pozos que abastecen la ciudad. Esta sobreexplotación ha generado un déficit que es compensado por la entrada de agua salina.

Los únicos recursos del acuífero inferior son los 3,5 hm³/año provenientes de la Unidad del Baix Gaià, como ya se explicó en el apartado 5.3.1.7. El bombeo es de 7,5 hm³/año lo que origina un déficit de 4 hm³/año que se compensan mediante la intrusión del agua marina, además existe un flujo al mar de 1 hm³/año, con lo que el déficit total es de 5 hm³/año. De éstos 5 hm³/año de intrusión, 3 le entran lateralmente a través del acuífero profundo de la unidad costera de Tarragona, mientras que los otros 2 hm³/año invaden la formación a través de su contacto directo con el mar.

Esta es la razón por la que los pozos antes mencionados bombean aguas con salinidades de hasta 15.000 ppm de Cl⁻ y que las reservas de este acuífero sean inutilizables.

El acuífero superficial en la unidad del Baix Francolí, está constituido por un conjunto de areniscas y gravas, cuya potencia es del orden de 50-70 m, con disposición sinclinoide en algunas zonas.

En los 20 Km² de superficie de la unidad, el acuífero superior recibe anualmente 0,7 hm³ de la infiltración de la lluvia, de acuerdo con una infiltración de 35 l/m². Además se recarga con 2,3 hm³/año del flujo subterráneo del Alt Camp, con 1 hm³/año de recarga de aguas superficiales y 3,8 hm³/año de retorno de riego. Sus recursos suman 7,8 hm³/año, los cuales son inferiores a las salidas, que se desglosan de la siguiente manera: 3,5 hm³/año por efecto del bombeo, 3,7 hm³/año se drenan por el Francolí y por último 2 hm³/año fluyen al mar, en total 9,2 hm³/año. El déficit de 1,4 hm³/año se equilibra por la intrusión marina, especialmente notoria en la desembocadura del Francolí. Por este motivo, las reservas de este acuífero son inutilizables ya que están salinizadas.

El río Francolí tiene particular importancia en el balance hídrico general de la unidad. En su entrada a la misma transporta anualmente 78,7 hm³ y dentro de la unidad aumenta sus recursos en 3 hm³/año procedentes de la escorrentía superficial (1 hm³/año) y del drenaje del acuífero (2 hm³/año). Se le extraen 23,6 hm³/año para el abastecimiento de Tarragona (3,5 hm³/año), ENPETROL (9 hm³/año), y la agricultura (7,2 hm³/año) y pierde por infiltración 1 hm³/año, por lo que en su desembocadura vierte anualmente 57,1 hm³.

5.3.2.4. Plioceno del Alt Camp

Es la parte nor-oriental de la fosa Reus-Valls, por lo que se refiere a su estructura interna morfológica y litológica, no difiere en lo fundamental, del extremo sur-occidental (Unidad Montroig-Reus-Alcover) comentado en el apartado anterior. La divisoria de aguas subterráneas que impone el río Francolí, ha determinado la separación de ambas unidades.

En la unidad, los niveles acuíferos están constituidos por gravas y conglomerados de piedemonte, y por niveles de conglomerados y areniscas de las formaciones pliocénicas continentales.

Las calizas mesozoicas que bordean sus límites Norte y Este actúan como áreas de recarga, desconociéndose la cuantía por drenaje vertical. De hecho, como el salto de la falla Norte es importante, la superficie de contacto entre las calizas de borde y conglomerados de la depresión es muy pequeña, por lo que la recarga vertical ha de ser de escasa entidad.

Las areniscas y calcarenitas del Mioceno marino, cuyos afloramientos se sitúan en el límite sur y llegan hasta Vilarrodona por el N.E, actúan de la misma manera que las calizas mesozoicas del borde nor-oriental, es decir son áreas de recarga, esta vez, favorecida por su mayor permeabilidad.

Posee una extensión de 276 Km² y un coeficiente medio de infiltración de 40 l/m², lo que supone 11 hm³/año de recarga por infiltración directa de las lluvias. De la Unidad Prelitoral Norte recibe mediante flujo subterráneo 5 hm³/año y 0,3 hm³/año de la Unidad Prelitoral Centro, con lo que la suma de recursos subterráneos es de 16,3 hm³/año. En el mapa de isopiezas se observa que el flujo subterráneo de descarga se realiza por el Francolí (9,2 hm³/año), hacia el Baix Gaià (1 hm³/año y Baix Francolí 2,3 hm³/año). Como el bombeo de agua subterránea en la unidad es del orden de 3,8 hm³/año, los recursos quedan equilibrados con las salidas.

El río Gaià en su entrada en la unidad en Pont d'Armentera transporta anualmente 19,9 hm³ y a su paso por ella aumenta un caudal por la escorrentía aportada por los barrancos, en 5,5 hm³/año. En conjunto a la salida de la unidad en Montferri transporta 25,4 hm³/año.

Papel semejante realiza el río Francolí en el límite Oeste de la Unidad, ya que drena directamente 8 hm³/año del agua que transportan los barrancos que fluyen a él, agua que procede de la escorrentía superficial de sus cuencas (6,2 hm³/año) y de los vertidos urbanos (1,8 hm³/año) especialmente los de la ciudad de Valls, en el barranco de la Xamora.

Para el acuífero pliocuaternario existen unas reservas comprendidas entre 50 y 100 hm³.

5.3.3. Subsistemas Conca de Barberá

Se ha dividido el subsistema en dos unidades hidrogeológicas, atendiendo a sus distintas morfoestructuras y litologías. La Unidad «Paleozoico de Poblet-Ulldemolins», abarca la parte suroccidental, y está constituida por los afloramientos paleozoicos, que actúan como zócalo de los sedimentos mesozoicos de la Sierra de Prades.

La segunda unidad, «Conca de Barberà», comprende los terrenos paleóge-

nos del borde oriental de la Depresión del Ebro, correspondientes a sedimentos detríticos continentales.

5.3.3.1. Paleozoico de Poblet-Ulldemolins

Esta unidad consta de una potente serie de 800 a 1000 m de pizarras y conglomerados de edad silúrico-carbonífera, afectada por un metamorfismo de contacto, originado por la intrusión de granitos y dioritas. Sus características petrológicas y texturales son similares a las descritas en el apartado 5.3.2.1. para las rocas de la Unidad del Paleozoico de Alforja-La Selva.

Su importancia estriba en su alta topografía que favorece la abundancia de precipitaciones (de 600 a 700 mm) lo que determina una escorrentía superficial importante (12 hm³/año).

Su contacto con los materiales mesozoicos de la Sierra de Prades permite captar parte de las aguas que se drenan en ella con lo que sus entradas aumentan en 2 hm³/año. Así pues, sus recursos totales suman 14 hm³/año, de los cuales, su práctica totalidad, van a alimentar las cuencas del río Montsant (5 hm³/año) y el Francolí (9 hm³/año).

Debido al carácter impermeable de sus materiales carece de acuíferos propiamente dichos, salvo en los pequeños depósitos cuaternarios acumulados en los valles, que son siempre poco potentes, por lo que los caudales surgentes son de escasa importancia.

Es una región con escasos cultivos y pequeños y pocos núcleos de población por lo que el consumo de aguas es insignificante.

Las aguas son escasamente mineralizadas, con conductividades entre 450 y 550 μ mhos/cm.

Las reservas de esta unidad son prácticamente nulas por no existir un acuífero regional, y las únicas a considerar son las existentes en las superficies de alteración de granitos y pizarras y las de los cuaternarios de fondo de valles, que en cualquier caso no superan 1 hm³.

5.3.3.2. Conca de Barberá

Tiene una extensión de 395 Km² y está formada por los sedimentos terrígenos de edad terciaria de la Depresión del Ebro.

Está delimitada por las cuencas de los ríos Francolí y Anguera y por su contacto con los materiales paleozoicos y secundarios de las sierras de Prades y Miramar. Este contacto es un gran accidente tectónico, una flexión-falla, que determina un desnivel topográfico entre las sierras y la «conca» de más de 500 m. Este hecho motiva la distinta precipitación que presentan ambas unidades: 400-500 mm en la «Conca» y 600-700 mm en la Sierra.

Así pues, la escasez de precipitaciones sumada a la poca permeabilidad de los materiales terciarios provocan la reducida infiltración que registra anualmente la unidad, apenas 7 hm³/año. Recibe 4 hm³/año de la unidad del Paleozoico de Poblet y de la unidad colgada de Prades-Montral por mediación de los conos de deyección y depósitos de pie de monte, que captan el agua superficial que circula por esas unidades y lo ceden en forma de flujo subterráneo a esta

unidad. Sumando la infiltración y estos aportes, los recursos subterráneos anuales son 11 hm³, de los cuales 6 hm³/año son drenados mediante flujo subterráneo captado por los cauces del Francolí y sus afluentes (véase el mapa de isopiezas). Los 4 restantes son bombeados para el abastecimiento y agricultura, mientras que a través de los manantiales se drena 1 hm³/año.

Las aguas superficiales originadas por las precipitaciones dentro de la propia unidad suman 18 hm³/año que adicionadas a los 7 hm³/año que proceden del Paleozoico de Poblet, hacen un total de 25 hm³. Son evacuados por el río Francolí, que a su vez transporta 7 hm³ del agua captada por flujo subterráneo y 3 hm³ del entorno de vertidos. En conjunto suman 35 hm³ que anualmente fluyen por la salida de la unidad en Vilaverd.

La presencia de yesos de las formaciones margo-arcillosas implica que las aguas infiltradas adquieran elevados contenidos de sulfatos (entre 600 y 1.500 ppm) que las hacen no aptas para el consumo, tanto urbano como agrícola. Por esta razón las reservas subterráneas utilizables son de difícil estimación, y sólo serán aprovechables las existentes en los aluviales del río Francolí y sus afluentes y en aquellos puntos donde la existencia de yesos fuera mínima.

En cualquier caso, dada la poca entidad de los materiales permeables, susceptibles de formar acuíferos, estas reservas serían escasas.

5.3.4. Subsistema Mesa de Prades

Este subsistema está dividido en dos unidades hidrogeológicas, en razón a sus distintos funcionamientos, condicionados por la litología y geomorfología que presentan.

Geomorfológicamente se corresponde con una estructura tabular («mesa»), constituida por los materiales triásicos y liásicos, con buzamientos subhorizontales, que descansan sobre un zócalo paleozoico de granitos y pizarras.

No posee accidentes tectónicos de importancia, salvo una serie de fallas normales en su límite Noroccidental.

Litológicamente está constituido por una serie calizodolomítica, con alternancia de paquetes de areniscas, arcillas y margas (Buntsandstein, Mulschelkalk medio y Keuper), que actúan como impermeables, compartimentando los niveles acuíferos.

5.3.4.1. Unidad colgada de Motllats

Está constituida por dolomías y calizas dolomíticas del Lías, con una potencia entre 140-180 m y separada de la unidad inferior por las arcillas y margas del Keuper (entre 50 y 150 m de potencia). Su superficie es de 22 Km².

La recarga se realiza exclusivamente por las aguas meteóricas, estimándose una infiltración de 2 hm³/año, de los cuales la práctica totalidad se vierte por medio de manantiales situados normalmente en el Keuper. Estos caudales en general son pequeños en la vertiente Sur y mayores en la Norte, debido a la ligera inclinación que presentan los estratos en este sentido, favoreciendo el flujo en esa orientación. Destaca la «Font de la Llodriga» (3317/3/1) en la parte Norte, con un caudal de 47 m³/h. En la meridional los manantiales raramente superan 1 m³/h.

Estas aguas se acumulan en los barrancos que discurren hacia la unidad inferior, en donde una parte se infiltra y otra alimenta a los ríos y torrentes que tienen su nacimiento en esta unidad: Ciurana, Glorieta, Brugent, afluentes del Montsant, etc.

Las poblaciones de La Febró, Capafonts y Montral consumen 0,2 hm³/año de los recursos hídricos de esta unidad, por medio de conducciones y pequeñas represas situadas en las surgencias de estos manantiales.

Al no existir perforaciones que exploten la unidad y desconocerse las curvas de agotamiento de los manantiales, los parámetros hidrogeológicos: transmisividad y coeficiente de almacenamiento se ignoran, por lo que no se pueden determinar las posibles reservas existentes. No obstante, al tratarse de un acuífero colgado, que tienen como única fuente de recarga la lluvia, el depósito subterráneo es prácticamente nulo.

5.3.4.2. Unidad colgada de Prades-Montral

Esta unidad está delimitada en su base por la línea de contacto entre la serie triásica, de la cual está formada y el zócalo paleozoico. En su techo, por el nivel impermeable de las margas del Keuper, que la aíslan de la unidad superior.

Abarca una superficie de 160 Km² con una potencia total comprendida entre 370 y 600 m. Recibe 13 hm³/año por infiltración de la lluvia, 2 hm³/año procedentes de la escorrentía superficial de la unidad superior y 25 hm³/año como escorrentía superficial dentro de la propia unidad.

Sus descargas las realiza por medio de manantiales, que como ocurre en la unidad superior, son más importantes en la vertiente Norte. Los caudales de estas fuentes son: la «Font Grossa» (3317/4/11) osciló entre 260 m³/h (abril de 1984) y 50 m³/h (abril de 1985), la «Font Gran» en las mismas fechas daba 846 m³/h y 284 m³/h. Estas fuentes aportan la mayor parte de volumen de agua que transporta el río Brugent, afluente del Francolí. La suma de estas descargas está comprendida entre 12-16 hm³/año. El resto de los recursos, unos 12 hm³/año, se evacúan por medio del flujo subterráneo a través de las formaciones de piedemonte adosadas a los bordes de la unidad.

El abastecimiento de las poblaciones se realiza por medio de canalizaciones en los manantiales, estimándose una utilización de 3,5 hm³/año de los cuales se consume 1 hm³/año y 2,5 hm³/año retornan a los cauces de los barrancos y arroyos, añadiéndose a la escorrentía superficial.

Las aguas son aptas para todo uso, poseen conductividades entre 500-600 μ mhos/cm y son en general de naturaleza bicarbonatada-cálcica-magnésica salvo en los afloramientos del Keuper y Muschelkalk medio, donde son sulfatadas por la influencia de los yesos de esas formaciones.

Las reservas son estimativas, ya que se desconocen los parámetros hidrogeológicos que rigen en la unidad. Atendiendo al posible espesor saturado del Muschelkalk inferior, que actúa como acuífero de base, se han evaluado entre 70 y 100 hm³ con el inconveniente de que se encuentran a profundidades relativamente altas (300-400 m).

5.3.5. Subsistema Llaberia-Pratdip

Está formado por un conjunto de horizontes calcáreos plegados y cabalgantes entre sí. El gran nivel de despegue es el Muschelkalk medio, de naturaleza arcillosa, y por tanto impermeable, lo que origina la surgencia de las fuentes más importantes del subsistema. En las zonas donde no existen afloramientos del Muschelkalk medio, éste se encuentra en general subyacente al Muschelkalk superior, pero en cotas más altas que el nivel regional, existiendo además en dichas zonas una intensa fracturación vertical. Estos factores determinan que el único acuífero con entidad regional sea el Muschelkalk inferior, no obstante para comprender el funcionamiento del subsistema es necesario conocer la hidrogeología de las «areas colgadas» que controlan el drenaje de las aguas infiltradas de la lluvia. Por esta razón el subsistema está dividido en dos unidades: La Unidad de Vandellós y la Unidad Colgada de Llaberia.

5.3.5.1. Unidad Colgada de Llaberia

Está constituida por los materiales cabalgados y «colgados», con una extensión total de 45,5 Km². Tiene dos zonas de drenaje, una hacia la cubeta de Mora y otra hacia el «Baix Camp», que implica la formación de una divisoria de aguas subterráneas según sea el area donde se dirige el flujo subterráneo. La gran altitud de la formación colgada y la práctica inexistencia de sondeos que exploten el acuífero, dificulta la ubicación de dicha divisoria, que a falta de mejores criterios se ha situado en la mitad de los puntos de drenaje más bajos.

La pluviometría de la zona está comprendida entre 550-600 mm lo que representan 4 hm³/año de infiltración, para una tasa de infiltración de 90 l/m² que en su práctica totalidad son drenados por manantiales situados en el Keuper (2,5 hacia la Cubeta de Mora y 1,5 hacia la Unidad de Vandellós). La escorrentía superficial hacia la Cubeta de Mora es de 0,5 hm³/año, y el resto 0,5 hm³/año se dirige hacia la Unidad de Vandellós.

No existe prácticamente consumo de aguas en esta unidad, aunque recientemente se ha instalado una planta embotelladora en el manantial 3318/5/42 «Fontdalt». Las aguas son poco mineralizadas, con conductividades comprendidas entre 330-400 μ s/cm como corresponde a acuíferos colgados con respuesta rápida a las precipitaciones. Son de carácter bicarbonatado cálcico en correspondencia a la naturaleza calcárea del acuífero.

Tomando los valores del coeficiente de almacenamiento calculados mediante ensayos de bombeo en los sondeos del río Dobia, para la Central Nuclear de Vandellós, se han estimado en 15 hm³ las reservas de esta unidad, para un valor de $s = 0,005$.

5.3.5.2. Unidad de Vandellós

Abarca una superficie de 74 Km² de los cuales 30 pertenecen a afloramientos permeables (Muschelkalk inferior y Muschelkalk superior). El espesor del acuífero es variable y en gran parte desconocido, puesto que existen tres niveles de cabalgamiento del Muschelkalk inferior sobre sí mismo, no obstante, el espesor medio puede estimarse en 100 m.

Tiene una precipitación entre 550-600 mm y una tasa de infiltración el 30%, lo que representa 6 hm³ al año de recarga por las lluvias. Además recibe 1 hm³/año por medio de la infiltración de aguas superficiales, con lo que sus recursos subterráneos anuales suponen 7 hm³.

Los recursos superficiales suman 5 hm³/año, provenientes de la escorrentía y descarga de manantiales de la unidad superior (0,5 y 1,5 hm³/año) y de la escorrentía propia (3 hm³/año).

El drenaje de la unidad se realiza a través del río Dobia, en el que se ha observado, mediante aforos realizados por la C.A.P.O. y el I.G.M.E, que para caudales inferiores a 50 l/s la infiltración en el cauce del río es total, y para caudales entre 50 y 75 l/s es del 90 al 98%. El resto llegan al piedemonte del Baix Camp, en donde a su vez se infiltran. El flujo hacia el Baix Camp para un valor de T = 450 m²/día (obtenida en un ensayo de bombeo en el sondeo 3318/5/45), y para un gradiente de 0,082 es de 6,5 hm³/año.

Por medio de la escorrentía superficial la unidad descarga 4 hm³/año que van a parar al piedemonte de la Unidad Montroig-Reus-Alcover.

El resto de los recursos subterráneos (0,5 hm³/año) son bombeados o consumidos (por medio de manantiales) para el abastecimiento de las poblaciones de Vandellós, Mas Boquera, Mas Riudoms y Pradip, y en la actualidad para abastecer a la Central Nuclear de Vandellós.

Las calidades de las aguas subterráneas son de características similares a las de la Unidad Colgada de Llaberia.

Tomando valores del coeficiente de almacenamiento del orden de 0,005 (obtenidos en el ensayo de bombeo del sondeo 3318/5/45), se han calculado unas reservas de 20 a 30 hm³.

5.4. RECURSOS Y RESERVAS TOTALES

Los recursos totales del sistema provienen de la infiltración directa de las precipitaciones y escorrentía superficial. Se han calculado teniendo en cuenta los parámetros siguientes: estudio de los datos de explotaciones de los acuíferos y coeficientes de escorrentía deducidos de las estaciones de aforos, a partir de estos datos se ha confeccionado el cuadro 5.1. Las reservas se han estimado en base a los coeficientes de almacenamiento, cuando estos eran correctos y se han aplicado valores de carácter general, cuando estos eran desconocidos.

Cuadro 5.1. Recursos hídricos totales en el sistema 74

Subsistemas	74/1	74/2	74/3	74/4	74/5	Total
Aguas subterráneas (infiltración) hm ³ /año	42,6	39,4	8,7	16	10	116,7
Aguas superficiales (escorrentía superf.) hm ³ /año	51,5	79,1	30,0	25,4	4	190,0
TOTAL	94,1	118,5	38,7	41,4	14	306,7

Estas cifras de recursos totales no significan los recursos reales utilizables en el «Camp de Tarragona», puesto que parte de estos, en los subsistemas del Gaià, Mesa de Prades y Llaberia-Pratdip, van al Baix Penedés, cuenca del Ebro y Cardó respectivamente.

5.4.1. Recursos subterráneos por subsistemas

Subsistema del Gaià (74/1).- Anualmente sus recursos subterráneos brutos suman 53,7 hm³, provenientes de la infiltración de las lluvias (42,6 hm³/año), aguas superficiales (9,3 hm³/año) y retorno de riego con aguas superficiales (0,8 hm³/año).

El drenaje del río Gaià (7,2 hm³/año), manantiales de las cabeceras del río Noia (2,5 hm³/año) y riera de Marmellà (1 hm³/año), así como el flujo subterráneo hacia el Baix Camp-Alt Camp (8,8 hm³/año), Baix Penedés (13,5 hm³/año) y al mar (17,8 hm³/año), restan a estos recursos subterráneos un total de 50,8 hm³/año, con lo que sólo quedan 2,9 hm³/año como recursos netos.

Subsistema del «Baix Camp» «Alt Camp» (74/2).- A la infiltración de 39,4 hm³/año se le añaden 40,5 hm³/año de infiltración de aguas superficiales, 8,2 de retorno de riego y 16,8 hm³/año de flujo subterráneo proveniente de otros subsistemas, con lo que los recursos brutos de aguas subterráneas alcanzan la cifra de 104,9 hm³/año.

El drenaje del río Francolí (15,2 hm³/año), los flujos al mar (38,5 hm³/año) y al Baix Gaià (1 hm³/año), sustraen al subsistema 54,7 hm³/año, con lo que los recursos subterráneos netos se cifran en 50,2 hm³/año.

Conca de Barberá (74/3).- Posee unos recursos brutos de 12,7 hm³/año, procedentes de la infiltración de las lluvias (8,7 hm³/año) y de aguas superficiales (3,5 hm³/año) y del flujo subterráneo de la Mesa de Prades (0,5 hm³/año).

Las descargas de aguas subterráneas se realizan por medio del drenaje del Francolí y sus afluentes (6 hm³/año), y por las surgencias de manantiales (2,55 hm³/año).

Así pues, los recursos netos del subsistema son de 4,15 hm³/año).

Mesa de Prades (74/4).- Los únicos recursos subterráneos existentes en este subsistema, son los procedentes de la infiltración de la lluvia, éstos se han calculado en 16 hm³/año.

El drenaje se hace a través de los ríos Montsant-Ciurana que extraen 3,5 hm³/año de la unidad, y que formarán parte de los 9 hm³/año de la regulación del pantano de Ciurana-Riudecanyes. Existe un flujo subterráneo al «Alt Camp» de 3,5 hm³/año, de 2,5 hm³/año al «Baix Camp» y 2,5 hm³/año que van a la Conca de Barberá. Es decir, en total se escapan de la unidad 12 hm³/año. Con lo que los recursos netos utilizables en la propia unidad son de 4 hm³/año.

Llaberia-Pratdip (74/5).- A los recursos que suponen los 10 hm³/año de infiltración de lluvia, se le debe añadir 1 hm³/año de infiltración del río Dobia. La descarga se realiza hacia el subsistema del «Baix Camp» 74/2, al que aporta 6,5 hm³/año mientras que 2,5 hm³/año se van a la Cubeta de Mora (Sistema 61), por consiguiente los recursos netos son de 2 hm³/año.

En el cuadro 5.2. se resumen los recursos netos (sin bombeo) del sistema 74.

Cuadro 5.2. Recursos netos del sistema 74

Subsistema	74/1	74/2	74/3	74/4	74/5	Total
Aguas subterráneas	2,9	50,2	4,2	4,0	2,0	63,3

El bombeo.- El factor que ha provocado el desequilibrio en el sistema 74 es el gran bombeo a que se ha visto sometido. En el cuadro 5.3. se detallan por subsistemas los bombeos.

Cuadro 5.3. Bombeos por subsistemas

Subsistemas	74/1	74/2	74/3	74/4	74/5	Total
Aguas subterráneas	6,7	65,5	4,2	0 (*)	0,5	76,9

* No es bombeo directo, sino de los manantiales.

Comparando los cuadros 5.2. y 5.3. se hace patente que existe un déficit en los subsistemas del Gaià (74,1) y «Baix Camp»-«Alt Camp» (72,2), del orden de los 19,1 hm³/año que se traduce en intrusión salina en la costa y descenso de niveles en el interior, la mayor parte del déficit anual se ha producido en los últimos años, a raíz de la implantación del consumo que la industria hace del agua subterránea.

5.4.2. Recursos de aguas superficiales por subsistemas

La escorrentía superficial aporta al sistema 190 hm³/año a los que hay que añadir el volumen que el drenaje de los acuíferos por los ríos aportan a la red fluvial. Parte de dicho volumen anual está regulado por obras hidráulicas o bien es utilizado directamente para abastecimiento y regadío.

Subsistema del Gaià (74/1).- La aportación por escorrentía superficial es de 51,5 hm³/año, a los que se suman 10,7 hm³/año procedentes del drenaje del río Gaià (7,2 hm³/año) y de manantiales (3,5 hm³/año) y 3,5 hm³/año de la escorrentía del Plioceno del Alt Camp, en total, los recursos brutos de aguas superficiales en el sistema, es pues de 65,7 hm³/año.

De este volumen, el pantano de El Catllar regula 22 hm³/año, se infiltran en los cauces del río Gaià y barrancos 9,3 hm³/año (7,8 y 1,5 hm³/año respectivamente), y hacia el Penedés anualmente se drenan 21,4 hm³/año. El resto, 13 hm³/año se vierten en el mar.

Subsistema del Baix Camp-Alt Camp (74/2).- Existen dos sistemas hidrogeológicos distintos, el Alt Camp que se drena por el Francolí y sus afluentes (excepto la zona oriental, que es drenada por el Gaià), y el Baix Camp, que vierte sus aguas a través de las rieras y barrancos litorales.

La cuenca del Francolí se recarga anualmente con 13,7 hm³ de la escorrentía directa en la superficie del subsistema, con 51 hm³ procedentes de la Mesa de Prades (16 hm³/año) y Conca de Barberá (35 hm³/año), con 15,2 hm³ del drenaje al acuífero, y por último con 1,8 hm³/año de los vertidos de las poblaciones, en total 81,7 hm³/año.

De este volumen se extraen 23,6 hm³/año para el abastecimiento (3,5 hm³/año), industria (9,1 hm³/año) y agricultura (11 hm³/año) -las concesiones existentes en la actualidad son de 25,2 hm³/año, sin embargo para 1984 la cantidad extraída se ha estimado en 23,6 hm³, además, por infiltración en su aluvial el río Francolí pierde 1 hm³/año, por lo que el volumen vertido en la desembocadura es de 51,7 hm³/año. En el caso de que el caudal extraído fuera el total de las concesiones ese volumen teórico sería de 55,5 hm³/año.

Las cuencas de las rieras y barrancos litorales drenan anualmente 67,5 hm³ procedentes de la escorrentía propia del subsistema (61,9 hm³/año), de la escorrentía de la Mesa de Prades y Llaberia-Pratdip (1 y 4 hm³/año), además se importan 5,5 hm³/año del río Ciudarana que son regulados por el pantano de Riudecanyes.

La práctica totalidad del agua captada por las rieras y barrancos en sus cabeceras, se infiltra al llegar a las formaciones de piedemonte adosadas a la cordillera, éstos recursos superficiales, 35 hm³/año, van a recargar el acuífero plio-cuaternario de la depresión. Como el pantano de Riudecanyes regula anualmente 9,5 hm³ (3,6 hm³/año se utilizan para el abastecimiento de Reus, Vilaseca, etc. y 5,9 para el riego agrícola), quedan como recursos netos 28,5 hm³/año que desembocan directamente al mar por medio de las rieras.

Conca de Barberá (74/3).- La escorrentía propia del subsistema es de 30 hm³/año, a la que se añade la procedente de la Mesa de Prades (3,5 hm³/año); del drenaje al acuífero, el Francolí y sus afluentes aportan a la escorrentía superficial 6 hm³/año; de las surgencias de los manantiales 2,5 hm³/año, y por último, de los vertidos urbanos 3 hm³/año. En total, los recursos hídricos suman 45 hm³/año.

De este volumen, 5 hm³/año van a alimentar el caudal del río Ciurana; de la surgencia de manantiales, se utilizan para abastecimiento 1,5 hm³/año; y 3,5 hm³/año se infiltran en los piedemontes y cuaternarios desarrollados en la base de la Sierra de Prades. Los 35 hm³/año restantes, son drenados hacia el Baix Camp-Alt Camp por el Francolí.

Mesa de Prades (74/4).- La escorrentía propia del subsistema es de 25,4 hm³/año, que sumado al aporte de manantiales (1,8 hm³/año) y vertidos de poblaciones (2,7 hm³/año) dan un volumen anual de recursos superficiales de 29,9 hm³/año. De éstos, 11 hm³/año van a alimentar el río Ciurana, 0,4 hm³/año se consume, y por último 18,5 hm³/año escapan del subsistema, yendo al Baix Camp (4,5 hm³/año), Conca de Barberá (1,5 hm³/año) y río Francolí (12,5 hm³/año).

Llaberia-Pratdip (74/5).- La escorrentía propia del subsistema es de 4 hm³/año, que sumados a 1,5 hm³/año del aporte de manantiales dan unos recursos superficiales de 5,5 hm³/año.

Hacia la Cubeta de Mora se van 0,5 hm³/año, y en las calizas del subsistema se infiltra 1 hm³/año. El resto de los recursos, 4 hm³/año van al Baix Camp, donde se infiltran.

Cuadro 5.4. Recursos netos de aguas superficiales (1984)

Subsistema	Recursos Netos	Observaciones
74/1	13 hm ³ /año	Es la escorrentía al mar.
74/2	38,1 hm ³ /año	28,5 hm ³ /año es la escorrentía al mar vertida por rieras; 9,6 hm ³ /año son los recursos netos vertidos por el Francolí, descontando los 35 hm ³ /año provenientes de la Conca de Barberá y 12,5 hm ³ /año de la Mesa de Prades.
74/3	35 hm ³ /año	Drenados por el Francolí hacia el Baix Camp-Alt Camp.
74/4	18,5 hm ³ /año	12,5 hm ³ /año son drenados por el río Brugent hacia el Francolí, y 6 hm ³ /año es la escorrentía infiltrada en los pies de monte de la Conca de Barberá (1,5 hm ³ /año) y Baix Camp (4,5 hm ³ /año).
74/5	4 hm ³ /año	Infiltrados en el pie de monte del Baix Camp.
TOTAL	108,6 hm ³ /año	No se tienen en cuenta los 22 hm ³ /año regulados por el pantano del Gaiá (subs. 74/1) y los 9,5 hm ³ /año regulados por el pantano de Riudecanyes (subs. 74/2). - Los recursos no regulados y por consiguiente los recursos disponibles son de 108,6 hm ³ /año.

Flujo al mar

El flujo al mar consume parte de los recursos subterráneos. La inexistencia de dispositivos de retención (embalses) provoca que gran parte de los recursos superficiales se pierdan al mar en épocas de lluvias. En el cuadro 5.5. se detallan los flujos al mar.

Cuadro 5.5. Flujo al mar

Subsistemas	74/1	74/2	74/3	74/4	74/5	Total
Aguas subterráneas hm ³ /año	17,8	38,5				56,3
Aguas superficiales hm ³ /año	13,0	85,6				98,6

5.4.3. Reservas

Las reservas totales del sistema se han estimado en base a los valores existentes del coeficiente de almacenamiento, en el balance hídrico, (cuadro 9.1.) se puede ver la distribución de la totalidad de las reservas por unidades.

Algunas de ellas no se han tomado en cuenta debido a la fuerte salinización, y otras oscilan entre valores de 1 a 5 puesto que los coeficientes de almacenamiento aplicados han sido del orden de 1×10^{-3} y 5×10^{-3} .

Las reservas totales se han estimado por tanto entre 470 y 955 hm³.

La explotación actual que sobrepasa a los recursos en el orden del doble, ha vaciado parte de la reserva existente en 1970 y provocado con ello la intrusión salina en la costa y el descenso del nivel piezométrico en el interior.