

IV. RECARGA ARTIFICIAL EN EL ACUIFERO DE ORBA

Caracterización de la problemática existente e hipótesis de gestión propuestas

El Acuífero de Orba

Excedentes hídricos disponibles para efectuar operaciones de recarga artificial en el acuífero de Orba

El Modelo matemático de Orba

Actuaciones de recarga artificial realizadas en el Barranco de Fontilles

Nuevas alternativas de recarga artificial

Propuesta de actuaciones y construcción de obras

RECARGA ARTIFICIAL EN EL ACUÍFERO DE ORBA

CARACTERIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA EXISTENTE E HIPÓTESIS DE GESTIÓN PROPUESTAS

El acuífero de Orba, situado en el extremo Norte de la provincia de Alicante dentro del término municipal que lleva su mismo nombre, constituye una pequeña unidad carbonatada permeable de 6 km² de superficie asociada a la llanura aluvial del río Girona.

La baja disponibilidad hídrica que presenta este acuífero, en torno a los 3'5 hm³/a, no ha sido óbice para que se explote desde hace casi treinta años. Los bombeos realizados en el acuífero, tanto para usos agrícolas como para usos relacionados con el abastecimiento urbano, han dado lugar en algunos momentos a situaciones que se pueden catalogar como de sobreexplotación. Durante el periodo que abarca desde 1978 a 1983 el acuífero llegó a presentar déficit de hasta 0'5 hm³/a.

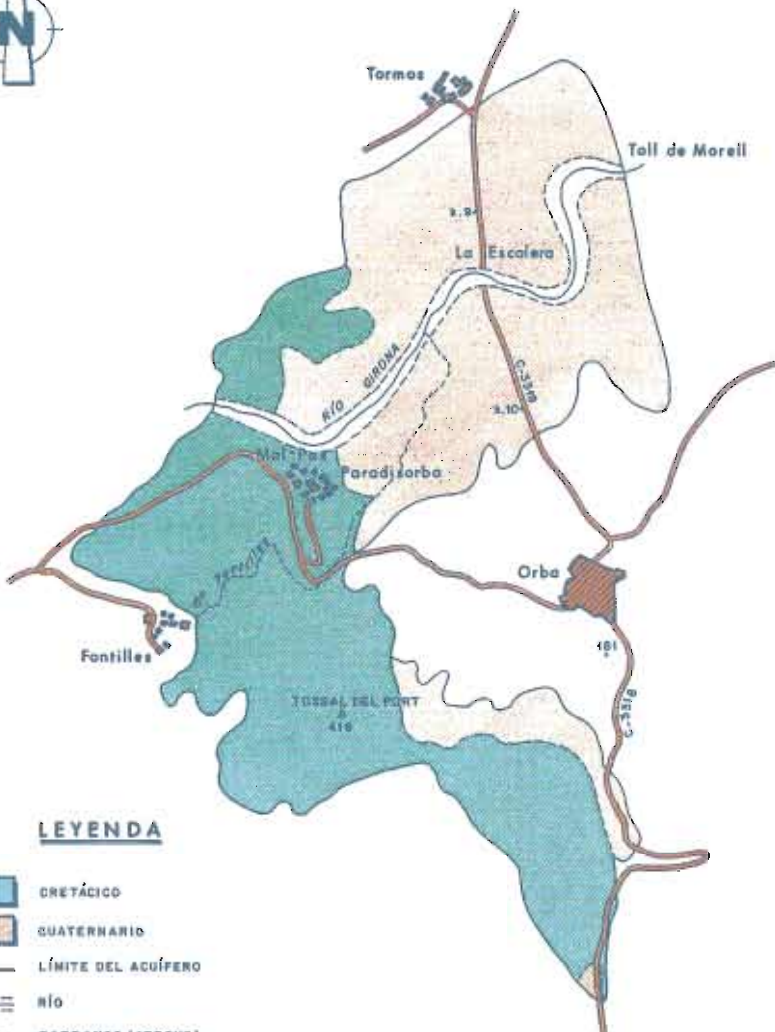
La futura gestión del acuífero debería encaminarse hacia la adaptación de las explotaciones a la recarga natural, de tal forma que el balance final acumulado para un ciclo de varios años presente siempre un ligero superávit. Esta forma de proceder, que guarda relación directa con un uso sostenible del acuífero, puede permitir explotar importantes cantidades de agua en años secos y reservar excedentes hídricos en años húmedos.

Conseguir un balance hídrico equilibrado no sólo se puede lograr a través de una ordenación del volumen de agua bombeado, sino también mediante la aplicación de la técnica de la recarga artificial del acuífero que favorece el mantenimiento e incremento de las reservas de agua subterránea. En este sentido se han efectuado estudios conducentes a determinar la evolución hidrodinámica del acuífero de Orba, conocer los excedentes hídricos superficiales disponibles y asociados al acuífero, y valorar, mediante un modelo matemático específico, las posibilidades de efectuar recarga artificial. Estos estudios se han completado con el planteamiento y ejecución de proyectos reales, como el efectuado en el Barranco de Fontilles.

Los resultados obtenidos en la actuación de recarga artificial ya ejecutada son discretos. La ampliación de las experiencias a otras áreas donde se puedan emplear aguas superficiales procedentes del río Girona, a través de los excedentes que vierte la presa de Isbert, presentan unas excelentes expectativas en base a los estudios realizados.

Si bien en la actualidad se encuentran equilibradas las entradas y salidas hídricas en el acuífero de Orba y el periodo en que se produjo la aparición de déficit en el balance de agua coincidió con la explotación de sondeos destinados al abastecimiento de la populosa urbe turística de Calpe, sondeos actualmente en desuso, este equilibrio es sumamente inestable y puede romperse por cualquier pequeño aumento de la demanda, tanto para riego como para abastecimiento, o por la sucesión de años secos con escaso aporte de recarga natural al acuífero, por lo que el planteamiento de efectuar actuaciones de recarga artificial en este acuífero es de indudable interés.

ACUÍFERO DE ORBA



LEYENDA

-  CRETÁCICO
-  CUATERNARIO
-  LÍMITE DEL ACUÍFERO
-  RÍO
-  BARRANCO (ARROYO)
-  INFRAESTRUCTURAS VIARIAS
-  ZONAS URBANAS

Base Topográfica: Mapa IGN a escala 1:25.000

EL ACUÍFERO DE ORBA

El acuífero de Orba está formado por calizas cretácicas, con distintos grados de fisuración, dispuestas sobre un nivel de margas del Cretácico inferior que actúan como sustrato impermeable. Parte del acuífero se encuentra recubierto por los terrenos que conforman el acuífero aluvial del río Girona con el cual tiene conexión hidráulica.

La geometría de la unidad hidrogeológica se corresponde con un pequeño compartimento tectónico situado entre las sierras del Peñón y Castell de la Solana, que alcanza espesores que superan los 500 metros. Los límites laterales del acuífero son complejos, estando asociados a discontinuidades tectónicas que, en general, ponen en contacto las formaciones impermeables del sustrato con los materiales del acuífero.

La naturaleza del acuífero es libre existiendo zonas donde pasa a tener distintos grados de confinamiento. Los parámetros hidráulicos del acuífero, que se conocen a través de la ejecución de un bombeo de ensayo, presentan un valor de transmisividad de 1.500 m²/día y un coeficiente de almacenamiento de $9 \cdot 10^{-3}$.

La alimentación del acuífero se produce mediante un sistema multiproceso: infiltración directa del agua de lluvia, infiltración a través del cauce del río Girona en el tramo en que éste atraviesa la formación permeable de Orba, transferencia vertical de agua desde el acuífero aluvial suprayacente del río Girona en la zona en que se superpone al de Orba y retorno de regadíos.

La descarga del acuífero se produce a través de las extracciones que tienen lugar en el acuífero y, cuando el nivel supera una determinada cota, mediante el drenaje del agua hacia el detrítico del río Girona, dando lugar a la alimentación lateral del acuífero de la Plana de Gandia-Denia.

Según la tipología climática del año hidrológico en curso, la recarga media anual del acuífero es muy variable. Así para años húmedos alcanza valores de 5'3 hm³, para años de tipo medio de 3'7 hm³ y finalmente para años secos de 2 hm³.

Los años con explotación media inferior a los recursos naturales del acuífero, que, además, coinciden con un carácter pluviométrico algo lluvioso, presentan incrementos de las reservas del acuífero en torno a los 0'40 hm³/año (años anteriores a 1974 y años comprendidos entre 1989 y 1992). En cambio, los años con un régimen de explotación estable equivalente a los recursos naturales del acuífero (años 1975-1980 y 1993-1998) no denotan incremento o decremento alguno en el balance hídrico. Se debe considerar que hasta el año 1988 se extraían del acuífero 2'5 hm³/a para abastecimiento a Calpe.

La evolución del nivel piezométrico del acuífero ha sido muy variable, condicionada por las características hidrodinámicas del acuífero y por la influencia de las extracciones. Así entre el periodo que abarca de los años sesenta hasta los noventa se registra una variación de más de 200 metros, correspondiendo a cotas del agua sobre el nivel del mar que cambian desde los 85-90 metros hasta los -100 metros.

EXCEDENTES HÍDRICOS DISPONIBLES PARA EFECTUAR OPERACIONES DE RECARGA ARTIFICIAL EN EL ACUÍFERO DE ORBA

La aparición de fenómenos de precipitaciones intensas y de corta duración produce importantes aportes de aguas superficiales que presentan una potencialidad hídrica para su uso en actividades de recarga artificial de acuíferos.



30

La escorrentía superficial que lamina el embalse de Isbert constituye una importante fuente de agua para plantear operaciones de recarga artificial en el acuífero de Orba.

La generación de series históricas de precipitación, concretamente para el periodo que abarca desde 1975 hasta agosto de 1998, ha dado como resultado una precipitación media de 810 mm/a con máximas que llegan hasta los 1.598 mm/a y mínimas de 378 mm/a. Mensualmente se llegan a alcanzar precipitaciones máximas de más de 200 mm, llegando incluso en un solo día a superar los 100 mm.

Estas precipitaciones, especialmente las de mayor intensidad, se concentran en muchas ocasiones en unos pocos meses al año con una duración que no sobrepasa un número pequeño de días, pero que provocan la generación de una importante escorrentía superficial que alimenta los ríos y arroyos de la zona, produciendo a su vez un importante aporte de agua en el cauce, susceptible de utilizar mediante actuaciones adecuadas en operaciones de recarga artificial.

El conocimiento de los aportes superficiales al río Girona y sus arroyos tributarios, caracterizados por ser cauces de agua de naturaleza intermitente, es el factor clave para determinar la potencialidad que tienen estos recursos hídricos superficiales, en las zonas donde existe conexión hidráulica con el acuífero de Orba, para la realización de recarga artificial.

El cálculo de la escorrentía superficial mediante el método propuesto por el Soil Conservation Service (S.C.S) de los EE.UU. se ha realizado sobre el tramo de cabecera de la cuenca de río Girona hasta la presa de Isbert. Esta obra hidráulica carece de carácter regulador aunque produce una recarga artificial del acuífero de la Sierra del Mediodía asociada a la alta permeabilidad de su vaso. En los cálculos se han utilizado datos diarios de precipitación para el período que va desde el 1 de octubre de 1974 hasta el 30 de septiembre de 1985, obteniéndose 17 hm³/a como valor de la escorrentía superficial media, con máximos de 3'9 hm³ para el año hidrológico 1974-1975 y mínimo de 0'2 hm³ para el año hidrológico 1977-1978. El número de episodios en los que se produce escorrentía superficial alcanza cifras superiores a los sesenta, aunque sólo en nueve se produce vertido desde la cota de coronación del muro de la presa de Isbert, con un número máximo de días de circulación de agua por el cauce del río Girona, aguas abajo del embalse de Isbert, de cuatro como máximo y uno como mínimo.



31

El dique de vaso permeable construido en el Barranco de Fontilles tiene como objetivo retener parte de la escorrentía superficial que circula por el cauce e infiltrarla en el acuífero.

Los datos suministrados por la sonda de medición automática instalada por la C.H. del Júcar en la presa de Isbert registran vertido de excedentes hídricos por el muro de dicha obra hidráulica permitiendo, a pesar del irregular funcionamiento de este aparato, datar tres episodios completos, desde mayo de 1992 hasta octubre de 1996, con circulación de excedentes hídricos durante cuatro a cinco días para cada episodio.

EL MODELO MATEMÁTICO DE ORBA

Una herramienta de gran utilidad para abordar el comportamiento hidrodinámico de los acuíferos es la elaboración de modelos matemáticos de flujo. Estos modelos permiten simular distintos aspectos relacionados con el funcionamiento del sistema hídrico y/o con la gestión-optimización de los recursos en los embalses subterráneos.

El modelo matemático realizado para el acuífero de Orba trata de reproducir, mediante expresiones matemáticas concretas que relacionan a todas las variables implicadas, el fenómeno de la variación de niveles piezométricos del acuífero como consecuencia de la recarga que lo alimenta y del régimen de explotación al que se encuentra sometido. El modelo se fundamenta en el desarrollo de un algoritmo matemático que interpreta el acuífero de Orba como un modelo unicelular de parámetros agregados.

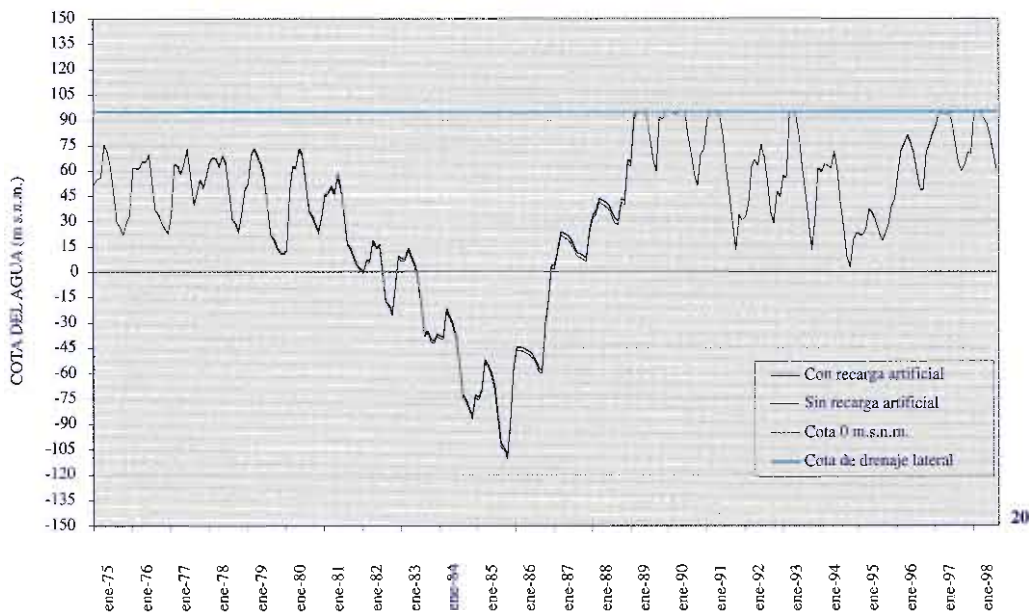
La utilización del modelo matemático desarrollado para el acuífero Orba ha permitido simular los posibles efectos de recarga artificial con aguas superficiales, tanto de las procedentes del río Girona como de las asociadas al Barranco de Fontilles.

ACTUACIONES DE RECARGA ARTIFICIAL REALIZADAS EN EL BARRANCO DE FONTILLES

La existencia de excedentes hídricos potencialmente utilizables para efectuar una operación de recarga artificial en el acuífero de Orba, condujo a la Diputación Provincial de Alicante, en el año 1994, a afrontar una primera experiencia de infiltración artificial en el Barranco de Fontilles, arroyo tributario de río Girona.

La actuación consistió en la realización de un dique de retención de las aguas superficiales circulantes por el barranco, a la altura de la urbanización de Paradisorba. El dique, modificado en su ejecución respecto a lo especificado en el proyecto, tiene una altura de 3,9 metros y una capacidad real de embalsamiento cercana a los 1.900 m³. La tasa de infiltración, calculada al interpretar los datos de descenso de la lámina de agua embalsada, es de 2 m/día.

MODELO MATEMÁTICO DEL ACUÍFERO DE ORBA
Simulación de la recarga artificial con agua procedente del dique del barranco de Fontilles.
Enero 1975-Agosto 1998. (Capacidad de embalse de 1.814 m³)



Evolución piezométrica en el acuífero de Orba para una capacidad de embalsamiento de 1.814 m³ en el dique de recarga artificial del Barranco de Fontilles.

La modesta cantidad de agua que es capaz de retener la instalación, limitada tanto por su baja capacidad de embalsamiento como por la irregularidad temporal en el aporte de escorrentía, provoca que el volumen de agua infiltrado en el acuífero produzca una respuesta casi idéntica a la obtenida para la hipótesis de funcionamiento sin recarga artificial.

Al simular en el modelo matemático los datos suministrados por la sonda de control automático del nivel del agua situada en el muro del dique, los resultados obtenidos suponen una subida media del nivel piezométrico con recarga artificial, respecto al nivel real en el acuífero, menor de un metro con máximos de 2,6 metros. Los volúmenes totales de agua infiltrada para toda la serie estudiada son de 221.358 m³.

NUEVAS ALTERNATIVAS DE RECARGA ARTIFICIAL

El río Girona a su paso por el término municipal de Orba entra en contacto con las formaciones carbonatadas del cretácico a la altura del paraje denominado Mal-Pass, coincidiendo esta zona con un meandro del río que tiene su cauce formado por gravas sueltas de gran porosidad (estimada una tasa de infiltración de 6 m/día).

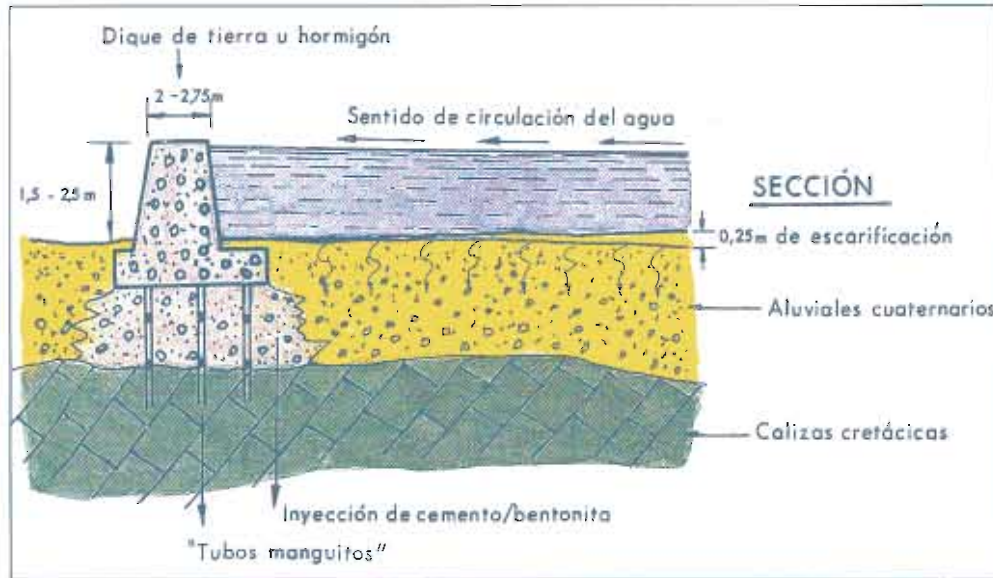
La construcción de dos diques de tierra u hormigón, preferiblemente de este último material, en esta zona del río Girona constituye la solución más favorable a la propuesta de realización de una instalación de recarga artificial. Estos diques deben de estar sujetos a un tratamiento subsuperficial impermeabilizante que impida la pérdida de agua a través de los depósitos cuaternarios. Esta impermeabilización también tiene la misión de facilitar el contacto directo del agua infiltrada con las formaciones permeables carbonatadas subyacentes del acuífero de Orba.



En el contacto de los materiales permeables del acuífero de Orba con el cauce del río Girona podrían construirse diques de retención e infiltración para recargar artificialmente el acuífero.

Mediante una nivelación topográfica se ha establecido la capacidad de embalsamiento de las dos instalaciones, con una altura del muro de 15 metros, en 28.125 m³. Si se toma como

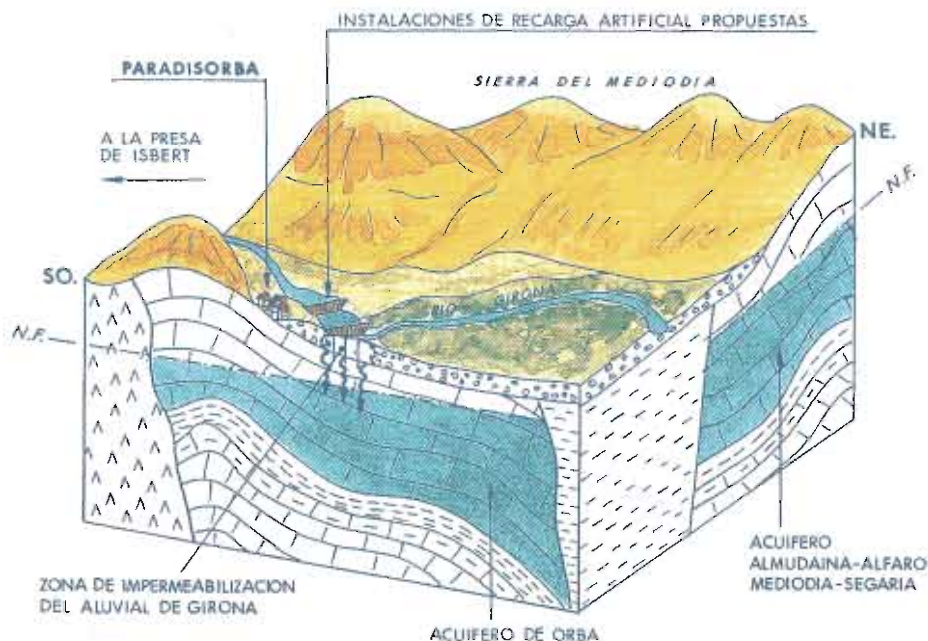
tasa de infiltración en el lecho de las instalaciones el valor de 6 m/día, el volumen de infiltración que se puede generar en un día en las instalaciones propuestas sería de 112.500 m³.



21

Esquema de los diques que se proponen construir en la zona denominada «Paraje de Mal-Pass».

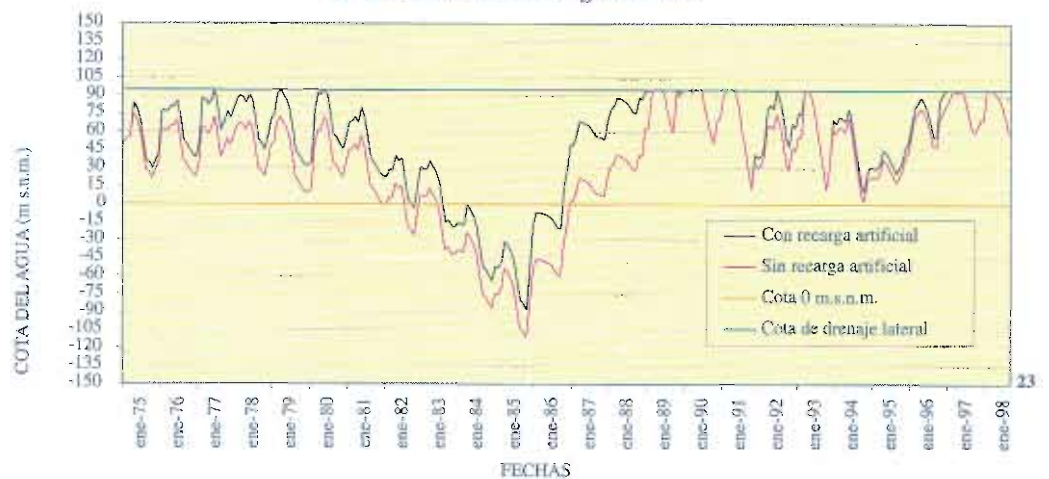
Utilizando nuevamente el modelo matemático de Orba, se procedió a simular el efecto de la recarga artificial sobre el acuífero de Orba con excedentes hídricos procedentes de la presa de Isbert. Para la simulación se han manejado dos tipos de datos obtenidos por diferentes metodologías: unos basados en la generación de excedentes hídricos a partir de un umbral de precipitación (fijado en 240 mm) para el período que abarca desde enero de 1975 hasta agosto de 1988, y el otro basado en cálculos de escorrentía superficial obtenidos mediante el método del S.C.S. de EEUU, para el período comprendido entre octubre de 1974 hasta septiembre de 1985.



22

En el primer caso, mediante la simulación de la recarga artificial se obtuvo una subida media del nivel piezométrico respecto al nivel medido de 18 m, alcanzándose máximos de 47'31 m, y siendo el volumen de agua recargada artificialmente para todo el período analizado de 8,6 hm³.

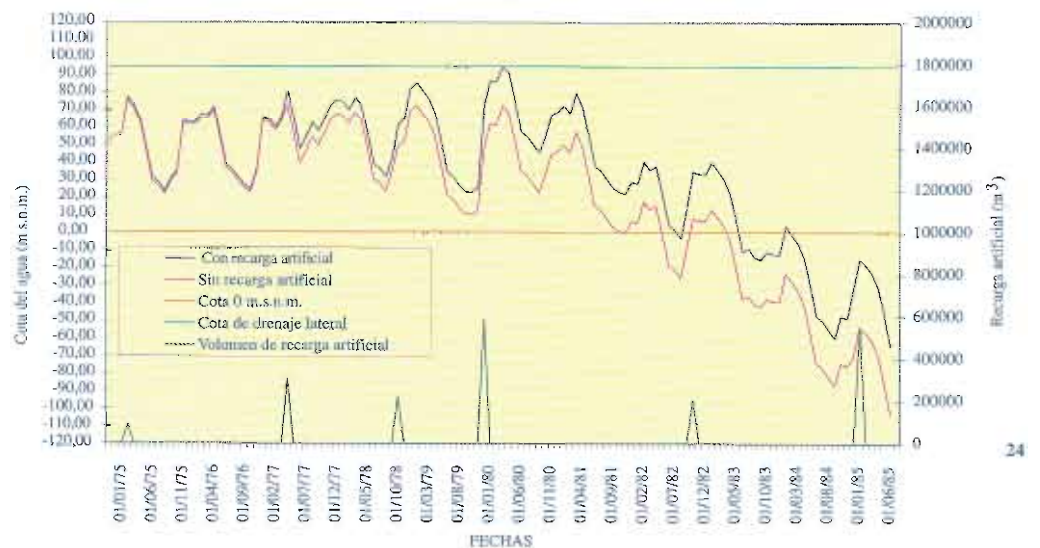
MODELO MATEMÁTICO DEL ACUÍFERO DE ORBA
Simulación de la recarga artificial con agua procedente de excedentes hídricos de la presa de Isbert. Enero 1975-Agosto 1998.



Evolución piezométrica del acuífero de Orba para una recarga artificial en el cauce del río Girona originada por unas precipitaciones superiores a 200 mm. Enero 1975-Agosto 1985.

En el segundo caso se obtuvo una elevación media del nivel piezométrico con respecto a la evolución medida de 17 m alcanzándose máximos de 38 m y un volumen de recarga artificial para todo el período analizado de 19 hm³.

MODELO MATEMÁTICO DE ORBA
Simulación de la recarga artificial con agua procedente de excedentes hídricos de la presa de Isbert basada en el cálculo de la escorrentía superficial. Enero 1975-Septiembre 1985.



Evolución piezométrica del acuífero de Orba para una recarga artificial basada en el cálculo de la escorrentía superficial y volúmenes de infiltración de la recarga artificial. Enero 1975-Septiembre 1985.

PROPUESTA DE ACTUACIONES Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS

Independientemente de las experiencias realizadas hasta el momento, la propuesta de efectuar operaciones de recarga artificial sobre el cauce del río Girona, utilizando aguas sobrantes procedentes de la presa de Isbert, es una de las actuaciones más recomendables que se pueden realizar en estos momentos.

La construcción de la instalación de recarga artificial requerirá la elaboración de estudios hidrogeológicos e hidrológicos complementarios de gran precisión, incluyendo toma de datos en campo que validen los cálculos teóricos realizados hasta la fecha.

Los trabajos y estudios a realizar se desglosan y detallan a continuación:

- Realización de sondeos y catas de reconocimiento e investigación que permitan evaluar el espesor del aluvial cuaternario suprayacente al acuífero carbonatado de Orba en las zonas de embalsamiento asociadas a las instalaciones de recarga propuestas, incluyendo ensayos de permeabilidad a distintos niveles.
- Practicar ensayos de infiltración sobre el cauce del río que permitan establecer la tasa básica de infiltración.
- Elaborar una cartografía geológica e hidrogeológica de detalle (mínimo a escala 1:2.000).
- Realización de estudios geotécnicos en las secciones del cauce más favorables para efectuar la recarga artificial.
- Ejecución del proyecto de construcción de las instalaciones de recarga (incluyendo las operaciones de inyección necesarias para impermeabilizar los materiales aluviales suprayacentes al acuífero de Orba).
- Seguimiento y control de la efectividad de las instalaciones de recarga, incluyendo el mantenimiento de las instalaciones.