

Modelo de gestión conjunta de los recursos hídricos en el sistema de la Marina Alta. Optimización y planes de actuación frente a la sequía.



Máster Universitario en
Gestión Sostenible y
Tecnologías del Agua

Trabajo Fin de Máster

Autor:

Diego Clavería Campillo

Tutor/es:

Miguel Fernández Mejuto

Nuria Boluda Botella



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Junio 2018

Esta publicación ha sido realizada con el apoyo financiero de la Generalitat Valenciana y la ayuda del Vicerrectorado de relaciones internacionales a través de la beca para TFM sobre los objetivos de desarrollo sostenible. El contenido de dicha publicación es responsabilidad exclusiva de la Universidad de Alicante y no refleja necesariamente la opinión de la Generalitat Valenciana.



**GENERALITAT
VALENCIANA**

Conselleria de Transparència,
Responsabilitat Social,
Participació i Cooperació

Resumen

La provincia de Alicante se caracteriza por la irregular distribución de los recursos hídricos y los recurrentes periodos de sequias. Esta situación ha llevado en muchos casos a una sobreexplotación de los recursos disponibles, con los impactos medioambientales que ello supone. Este trabajo pretende mediante el análisis de datos obtenidos por el Área de Ciclo Hídrico de la Diputación de Alicante, crear un modelo de gestión basado en el análisis y la simulación del funcionamiento de diversos acuíferos de la comarca de la Marina Alta y el parque natural de la Marjal de Pego-Oliva. Esto permitirá establecer normas de explotación sostenibles ambiental y económicamente para el sistema, y evaluar la resiliencia del mismo ante situaciones de escasez hídrica, que en muchos casos pudieran estar relacionadas con escenarios de cambio climático.

Abstract

The province of Alicante is characterized by the irregular distribution of water resources and recurrent periods of drought. This situation has caused in many cases an overexploitation of available water resources, with the environmental impacts that this entails. This work analyzes data obtained from the *Área de Ciclo Hídrico de la Diputación de Alicante*, to create a management model based on the analysis and simulation of different aquifers in the region of La Marina Alta and the natural park called Marjal de Pego-Oliva. This makes it possible to establish environmentally and economically sustainable exploitation norms for the system, and evaluate the resistance of the system in situations of water stress, which in many cases is related to climate change.

Agradecimientos

El agradecimiento más importante es sin duda para mi tutor Miguel Fernández Mejuto, por el apoyo, por todo lo aprendido, por la paciencia y por confiar en mí para hacer las prácticas y desarrollar este trabajo dentro del Área de Ciclo Hídrico de Diputación de Alicante.

A mi tutora Nuria Boluda Botella, por ayudarme a poder realizar estas prácticas y por sus revisiones del trabajo.

Agradecer a Héctor, Rebeca y en general a todo el departamento de Ciclo Hídrico, toda la ayuda prestada y el haberme hecho sentir tan cómodo desde el primer día.

A la Generalitat Valenciana y el Vicerrectorado de Relaciones Internacionales por su financiación, que ha ayudado a que este trabajo salga adelante.

A los técnicos de ALJIBE, por solucionar todas las dudas que han ido apareciendo con su aplicación informática.

A mi familia, por el apoyo y los ánimos durante todo este año de master.

Índice

1.INTRODUCCIÓN	1
1.1. <i>El recurso agua</i>	1
1.2. <i>La provincia de Alicante: Marina Alta</i>	2
1.3. <i>Herramientas de gestión: GEHMA</i>	5
2.OBJETIVOS	6
3.METODOLOGÍA	7
3.1. <i>Acuífero de Mediodía</i>	8
3.1.1. <i>Diseño del Modelo de Gestión del Acuífero de Mediodía</i>	14
3.2. <i>Acuífero de Parcent</i>	19
3.2.1. <i>Diseño del modelo de gestión del acuífero de Parcent</i>	23
3.3. <i>El sistema de la Marjal de Pego-Oliva</i>	25
3.3.1. <i>Acuífero de Almudaina-Alfaro-Segaria</i>	26
3.3.2. <i>Albuerca-Mustalla</i>	28
3.3.3. <i>Parque natural de La Marjal de Pego-Oliva</i>	30
3.4. <i>Diseño del modelo de gestión del sistema de la Marjal de Pego-Oliva</i>	32
3.4.1. <i>Diseño del modelo de gestión de Almudaina-Alfaro-Segaria</i>	33
3.4.2. <i>Diseño del modelo de gestión de Albuerca-Mustalla</i>	37
3.4.3. <i>Diseño del Parque natural de la Marjal de Pego-Oliva</i>	39
4.RESULTADOS	41
4.1. <i>Simulación del sistema Marjal de Pego-Oliva</i>	41
4.2. <i>Escenarios simulados en el sistema Marjal de Pego-Oliva</i>	45
4.2.1. <i>Escenarios simulados: Aumento de la demanda en 10 hm³</i>	48
4.2.2. <i>Escenarios simulados: Aumento de la demanda en 20 hm³</i>	49
4.3. <i>Simulación de los sistemas de Mediodía y Parcent</i>	50
4.3.1. <i>Sistema Mediodía</i>	50
4.3.2. <i>Sistema Parcent</i>	52
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
6.BIBLIOGRAFÍA	55
7. ANEJOS	58
<i>Anejo nº1. Datos climáticos mensuales y descargas del Acuífero de Mediodía.</i>	58
<i>Anejo nº2. Datos de infiltración mensuales y descargas del Acuífero de Almudaina-Alfaro.</i>	64
<i>Anejo nº3. Datos de infiltración y balance hidrológico del Acuífero de Albuerca-Mustalla.</i>	68
<i>Anejo nº4. Datos de Aportes y descargas del Acuífero de Parcent.</i>	71
<i>Anejo nº5. Datos para el cálculo de las demandas hídricas del Parque de la Marjal.</i>	72
<i>Anejo nº6. Datos y gráficas adicionales de resultados</i>	76

Índice de figuras

Figura 1. Precipitación media anual (mm) en la provincia de Alicante para el periodo 1955-1995.	3
Figura 2. Acuíferos de la marina alta estudiados en el presente trabajo junto con la Marjal de Pego-Oliva.	7
Figura 3. Delimitación del acuífero de Mediodía.	8
Figura 4. Yetograma anual para la serie de precipitación 1950-2004 de la estación de Vall de Laguart-Fontilles.	11
Figura 5. Mapa de los puntos del agua del acuífero de Mediodía.	13
Figura 6. Interfaz general de la aplicación GEHMA para el acuífero de Mediodía.	14
Figura 7. Principales propiedades del elemento infiltración agua de lluvia.	15
Figura 8. Principales propiedades del elemento infiltración agua de escorrentía a través del río Ebo.	16
Figura 9. Principales propiedades del elemento Acuífero dentro del modelo del acuífero de Mediodía.	16
Figura 10. Curva de llenado para el acuífero de Mediodía.	17
Figura 11. Principales propiedades del elemento Manantiales dentro del modelo del acuífero de Mediodía.	17
Figura 12. Principales propiedades del elemento Demanda urbana dentro del modelo del acuífero de Mediodía.	18
Figura 13. Delimitación de los acuíferos de Cocoll y Parcent.	19
Figura 14. Puntos de agua, entradas y salidas al acuífero de Parcent.	22
Figura 15. Interfaz general de la aplicación GEHMA para el acuífero de Parcent.	23
Figura 16. Curva de llenado y principales propiedades del elemento Acuífero de Parcent.	24
Figura 17. Valores de explotación en los sectores de Benichembla y Piscinas.	24
Figura 18. Mapa hidrogeológico del acuífero Almudaina-Alfaro-Segaria.	26
Figura 19. Delimitación del acuífero de Albuerca-Mustalla.	28
Figura 20. Localización de La Marjal de Pego-Oliva.	30
Figura 21. Interfaz general de la aplicación GEHMA para el sistema de la Marjal de Pego-Oliva.	32
Figura 22. Interfaz general de la aplicación GEHMA para el acuífero de Almudaina-Alfaro-Segaria.	33
Figura 23. Principales propiedades del elemento acuífero Almudaina-Alfaro-Segaria.	34
Figura 24. Curva de llenado para el acuífero de Almudaina-Alfaro-Segaria.	34
Figura 25. Valores de Coeficiente de Almacenamiento por sectores para el acuífero de Almudaina-Alfaro-Segaria.	35
Figura 26. Resumen de las demandas para los primeros catorce meses en los municipios de Gorga y Planes.	35
Figura 27. Valores de drenaje hacia la Finca del Rosario para el año 2005.	36
Figura 28. Interfaz general de la aplicación GEHMA para el acuífero de Albuerca-Mustalla.	37
Figura 29. Curva de llenado y principales propiedades del elemento Acuífero de Albuerca-Mustalla.	38
Figura 30. Propiedades del elemento manantial en la aplicación GEHMA.	38
Figura 31. Zonificación del PORN - Pego-Oliva.	39
Figura 32. Balance medio para el sistema Marjal de Pego-Oliva tras la simulación.	41
Figura 33. Volúmenes de entradas y salidas de los acuíferos de Almudaina y Albuerca.	42
Figura 34. Balance de entradas y salidas (en hm ³) para el acuífero de Albuerca-Mustalla.	43
Figura 35. Balance de entradas y salidas (en hm ³) para el acuífero de Almudaina-Alfaro.	43
Figura 36. Ejemplo de aportes y demandas (en hm ³) hídricas de la Marjal para la serie modelizada.	44
Figura 37. Caudales en el río Bullens (hm ³ /año) tras satisfacer la demanda de la Marjal.	44
Figura 38. Esquema general del escenario de aumento de la demanda en la aplicación GEHMA.	46
Figura 39. Caudales estimados para el río Racons. Realizado a partir de los datos del informe.	47
Figura 40. Caudales del río Racons tras una demanda adicional de 10 hm ³ para los primeros trece años de la serie.	48
Figura 41. Caudales del río Racons tras una demanda adicional de 20 hm ³ para los primeros trece años de la serie.	49
Figura 42. Balance medio para el acuífero de Mediodía tras la simulación en situación estándar.	50
Figura 43. Balance medio para el acuífero de Mediodía tras la simulación en situación de sequía.	51
Figura 44. Garantía a nivel anual para los últimos años de la serie.	51
Figura 45. Balance medio para el acuífero de Parcent tras la simulación en situación estándar.	52
Figura 46. Balance medio para el acuífero de Parcent tras la simulación en situación estándar.	53

1. INTRODUCCIÓN

1.1. *El recurso agua*

A lo largo de la historia los asentamientos humanos se han localizado en emplazamientos que reunían una serie de condiciones ventajosas para su persistencia. Entre ellas, posiblemente la fundamental era que siempre tuvieran agua para satisfacer sus necesidades, en cantidad suficiente y con la calidad adecuada. Esto se consiguió en los primeros estadios de la civilización, ubicando los núcleos urbanos y los campos de labor en el entorno de ríos y manantiales que presentaban incluso en las épocas más desfavorables unos caudales mínimos capaces de satisfacer las necesidades de agua que demandaba la población para su subsistencia (UNESCO. 2003).

El agua es en España un recurso escaso y de irregular distribución en el tiempo y en el espacio, con períodos recurrentes de sequía y frecuencia de inundaciones, a lo que se añade el impacto del cambio climático. Con el crecimiento progresivo de la población y de las actividades que ésta desarrolla se produce un gran incremento en la demanda del recurso hídrico. La construcción de nuevas obras de regulación o el incremento de la capacidad de las ya existentes no son por sí solas, soluciones para resolver los problemas relacionados con el agua, y es que la explotación de las aguas superficiales y subterráneas se ha caracterizado durante muchos años por una gestión aislada e independiente de cada uno de esos orígenes (DPA. 2011a). Ante esta situación y para resolver los problemas sobre la gestión del agua se hace imprescindible la correcta regulación y asignación de los recursos hídricos disponibles, tanto naturales (subterráneas y superficiales) como no naturales (desalación y reutilización), con actuaciones que contemplan la gestión de la demanda a través de la introducción de medidas de ahorro que reduzcan el consumo. Este tipo de actuaciones se integran dentro de lo que denominamos el uso conjunto de los recursos hídricos, de los que Alicante es un ejemplo paradigmático, donde se pretende mediante la planificación hidrológica del dominio público hidráulico, intensificar y mejorar los conocimientos que se tienen de una determinada zona así como diversificar las fuentes de agua que han de atender a una demanda, gestionando de forma racional la misma (Dir. 2000/60/CE del Consejo, del 22 de diciembre de 2000).

Si se analiza la situación de España en el ámbito de la Unión Europea, se observa que la precipitación equivale a un 85% de la media (808 mm), pero con una evapotranspiración potencial de las más altas del continente (862 mm, frente a la media de 568 mm), lo que da lugar a uno de los valores de escorrentía más bajos de todos los países considerados (MMA. 1998). España, además, posee una gran variabilidad de ecosistemas acuáticos propiciada por una amplia variedad de escenarios hidrológicos, que incluyen zonas con un clima netamente semiárido como es el caso de gran parte de la provincia de Alicante, donde la gestión del agua es especialmente importante.

1.2. *La provincia de Alicante: Marina Alta*

La provincia de Alicante se sitúa en el contexto climático mediterráneo, y presenta regiones subhúmedas en el tercio septentrional y semiáridas en el resto del territorio.

Si nos fijamos en la figura 1, en las regiones subhúmedas, las precipitaciones pueden superar los 1000 mm/año, ligadas en general a cortos períodos de lluvias muy intensas, mientras que en el resto de regiones de carácter semiárido la principal característica es la escasa precipitación, cuyos valores medios son inferiores a los 300 mm/año (DPA & IGME. 2015a). En ambas zonas, los períodos de lluvias suelen concentrarse en eventos puntuales muy intensos, generalmente en otoño, que pueden ocasionar importantes avenidas. En contraposición a estos episodios de lluvia intensa, el clima alicantino se caracteriza por la frecuencia con la que se presentan las sequías (DPA. 2010), lo cual, sumado a la acción antrópica, hace que amplias zonas de la provincia de Alicante sean susceptibles de degradación progresiva a causa de la pérdida de vegetación, erosión o salinización.

Respecto a la precipitación y evapotranspiración, se observa un marcado déficit hídrico que alcanza su máximo hacia el sur de la provincia y disminuye de forma progresiva hacia el norte. Este balance es indicativo de un proceso de aridificación ambiental que afecta a cerca de un 75% de la superficie provincial, y que se traduce en una disminución del desarrollo biológico y un aumento en la demanda de agua para la producción agrícola (DPA. 2011b). Se trata, por tanto, de un territorio de elevada presión sobre los recursos hídricos, sobre todo en épocas estivales, donde la actividad humana se ve incrementada en gran medida por el turismo.

La Marina Alta se constituye por 33 municipios y tiene una extensión total de 759 km². Se sitúa al norte de la provincia de Alicante, en su límite con la provincia de Valencia y tiene una población de derecho algo superior a 175.000 habitantes, número que aumenta considerablemente durante los meses estivales, superando los 600.000 debido a la actividad turística en la franja costera (DPA. 2011b). Este es uno de los factores que más incide en la problemática para el aprovechamiento y utilización de los recursos hídricos del territorio. Esta gran variabilidad existente en la demanda, con los incrementos estacionales, dificulta la capacidad para conocer la población real que se quiere abastecer. Este aspecto es un condicionante de mucho peso a la hora de gestionar los recursos hídricos y es un elemento importante a considerar tanto a lo referido al dimensionado de infraestructuras de abastecimiento urbano (que tienen que ser muy superiores al que requiere la población habitual), como a lo referido a distribución y diversificación de los puntos de captación.

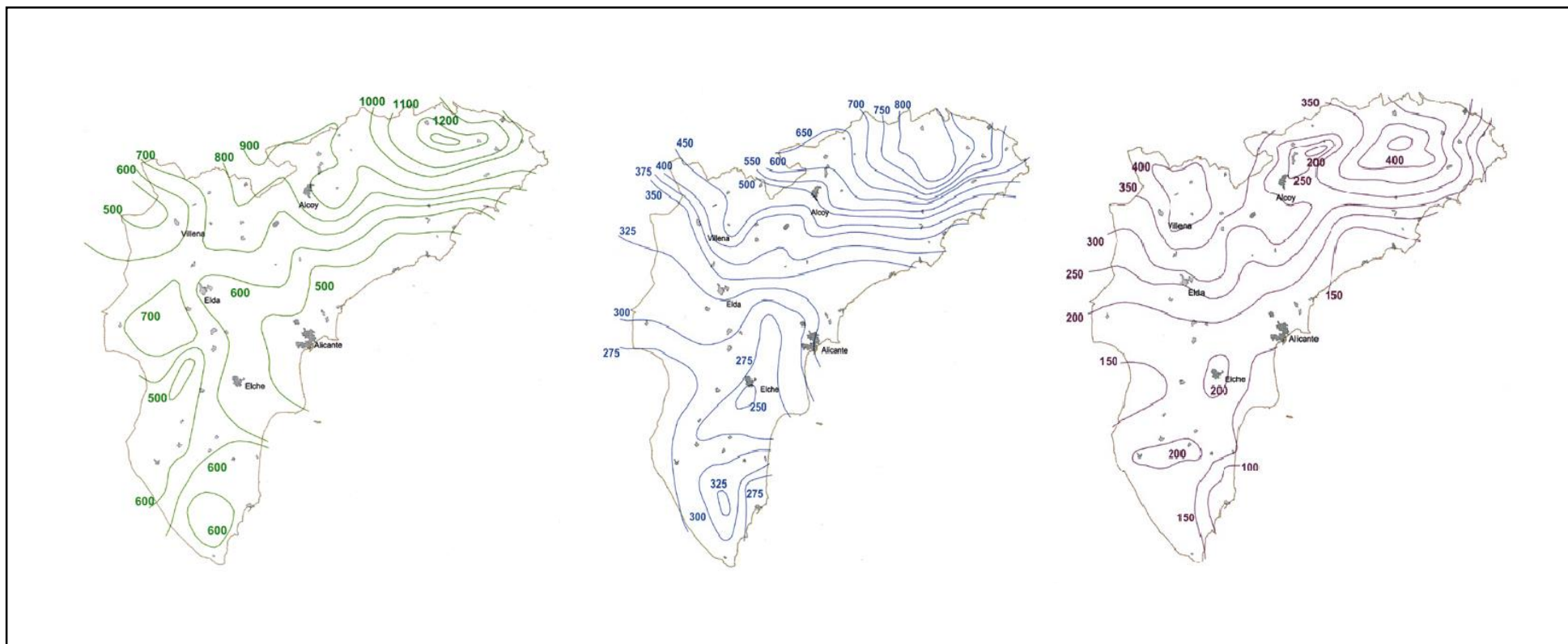


Figura 1. Precipitación media anual (mm) en la provincia de Alicante para el periodo 1955-1995. En la figura se muestran de izquierda a derecha: año húmedo, año medio y año seco. (DPA & IGME. 2015a).

Como se ha comentado anteriormente el déficit hídrico característico de la provincia es menos intenso en esta región, donde las precipitaciones oscilan de unas áreas a otras, alcanzando 1.000 mm anuales en la zona de Pego. El territorio presenta también una intensa actividad agrícola, con un total de 8.000 ha de regadío dedicadas casi en su totalidad al cultivo de cítricos, correspondiendo el resto a cultivos herbáceos. Estas circunstancias implican la existencia de importantes necesidades hídricas, entre las que hay que contabilizar también las de tipo medioambiental, ligadas fundamentalmente a la zona húmeda de la Marjal de Pego-Oliva.

Por otra parte, la comarca presenta una distribución desigual de la población y de las superficies regables, con fuertes contrastes territoriales que derivan en un acusado desequilibrio en el reparto de las necesidades hídricas (DPA. 2011b). Así, mientras que en los municipios de la costa o próximos a ella se generan fuertes demandas, en el interior apenas existen, debido a la escasa población y la carencia de zonas válidas para el cultivo. Como consecuencia de esto las áreas litorales con gran desarrollo de actividad agrícola necesitan una cantidad importante de recursos que deben ser compatibilizados con el abastecimiento urbano.

Existe otra característica de la Marina Alta que es importante destacar, y es que, aunque la comarca comparte acuíferos con otras circunvecinas y no se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica del Júcar, sí forma parte de esta demarcación y depende administrativamente de la CHJ. Se puede afirmar que todos los recursos consumidos en ella son recursos propios, es decir, se generan dentro de sus límites geográficos y son suficientes para cubrir sus demandas. Según CHJ (2005) la alimentación de los acuíferos del sistema de explotación Marina Alta se produce fundamentalmente por la infiltración del agua de lluvia, y en menor medida por la infiltración de los excedentes de riego y bombeos. En el borde costero existe infiltración del río Girona, Ondara-Denia, y del río Gorgos.

Respecto a las demandas y aprovechamientos, en la Marina Alta las demandas hídricas teóricas para uso urbano establecidas en el año 2006 a partir de datos de población ascendían a un total de 33 hm³/año (DPA. 2015). En lo que a demandas agrícolas teóricas se refiere, en los últimos años se ha afrontado un importante programa de modernización agrícola mediante el que se ha transformado la mayor parte de los regadíos tradicionales. El consumo actual destinado a áreas regables de la Marina Alta se encuentra próximo a los 44 hm³/año (DPA. 2011b).

1.3. Herramientas de gestión: GEHMA

A la hora de desarrollar un modelo de gestión de este tipo, donde se manejan gran cantidad de datos que caracterizan los acuíferos, humedales y ríos, es necesario disponer de varias herramientas que nos permiten trabajar con toda la información obtenida. Este tipo de herramientas se llaman Sistemas de Soporte a la Decisión (SSD). Para este proyecto se ha utilizado la aplicación informática *GEHMA* (Gestión Hídrica Medio Ambiental) desarrollada por la Diputación de Alicante-Ciclo Hídrico en colaboración con el Instituto Geológico y Minero de España. Este software ha sido desarrollado para la simulación de modelos de gestión conjunta entre aguas subterráneas y superficiales (DPA & IGME. 2008). La aplicación está especialmente orientada a analizar procesos de interés medioambiental relacionados con las aguas subterráneas, hecho que no suele contemplarse en otras aplicaciones de características similares, incluyéndose en este caso la posibilidad de trabajar con humedales y caudales ecológicos.

Esta herramienta permite la incorporación de series de datos propios relacionados con el modelo que se está trabajando, pudiendo desarrollar acuíferos capaces de recibir y descargar agua través de los ríos, manantiales, flujos subterráneos, retornos o bombeos, todo ello con datos reales procedentes de la base de datos del área de Ciclo Hídrico de Diputación de Alicante. Además permite incorporar varios elementos que ayudan a mejorar el resultado del modelo, calibrando los parámetros de estado y las descargas naturales con datos de piezometría e hidrogramas.

Dentro de la importancia de la gestión ambiental que ya se ha comentado, resulta especialmente interesante la posibilidad que nos da *GEHMA* de incorporar elementos de demanda ecológica de recursos hídricos en cauces y como éstos se relacionan con las aguas subterráneas, o la interacción con humedales y su relación con otros sistemas hídricos como son los atmosféricos, subterráneos y superficiales.

2. OBJETIVOS

Este trabajo tiene como objetivo principal evaluar la resiliencia de los acuíferos del norte de la provincia de Alicante ante situaciones de sequía, que eventualmente puedan estar agravadas por cambio climático. Para ello se han establecido una serie de objetivos parciales:

1- Recopilar el conocimiento más actualizado sobre los acuíferos de la Marina Alta en la provincia de Alicante.

2- Definir y caracterizar los principales acuíferos de la Marina Alta con un sistema de soporte a la decisión que permite plantear esquemas de gestión adecuados a la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible.

3- Plantear diferentes escenarios para los acuíferos estudiados, en los que se evalúe su comportamiento mediante simulaciones, ante situaciones de aumento de la demanda y de reducción de las precipitaciones.

3. METODOLOGÍA

Para desarrollar la metodología de este trabajo, se han definido y diseñado dentro de la aplicación informática GEHMA, los acuíferos de mayor entidad y claves para el abastecimiento de la comarca de la Marina Alta en la provincia de Alicante. Estos acuíferos son: Mediodía, Parcent, Almodaina-Alfaro-Segaria y Albuerca-Mustalla (figura 2). A todo ello hay que sumarle el humedal artificial de la Marjal de Pego-Oliva, que como se verá, tiene una importante relación con algunos de estos acuíferos y es de gran interés desde el punto de vista medioambiental.

Dada la relación con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de este trabajo, todos los elementos han sido definidos y diseñados dentro de la aplicación informática GEHMA, realizando un modelo completo con simulaciones que nos ha permitido desarrollar un plan de gestión muy ligado al parque natural de la Marjal de Pego-Oliva y a los problemas de sequía tan habituales en la provincia de Alicante.

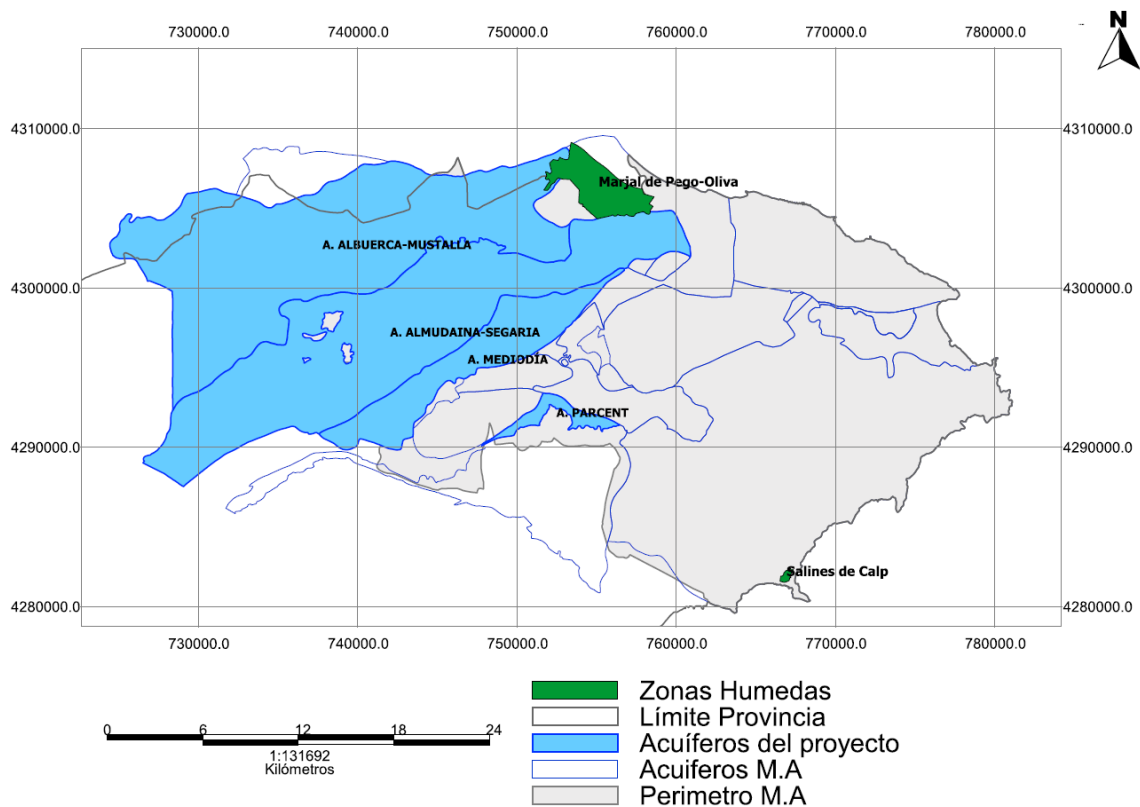


Figura 2. Acuíferos de la marina alta estudiados en el presente trabajo junto con la Marjal de Pego-Oliva.

3.1. Acuífero de Mediodía

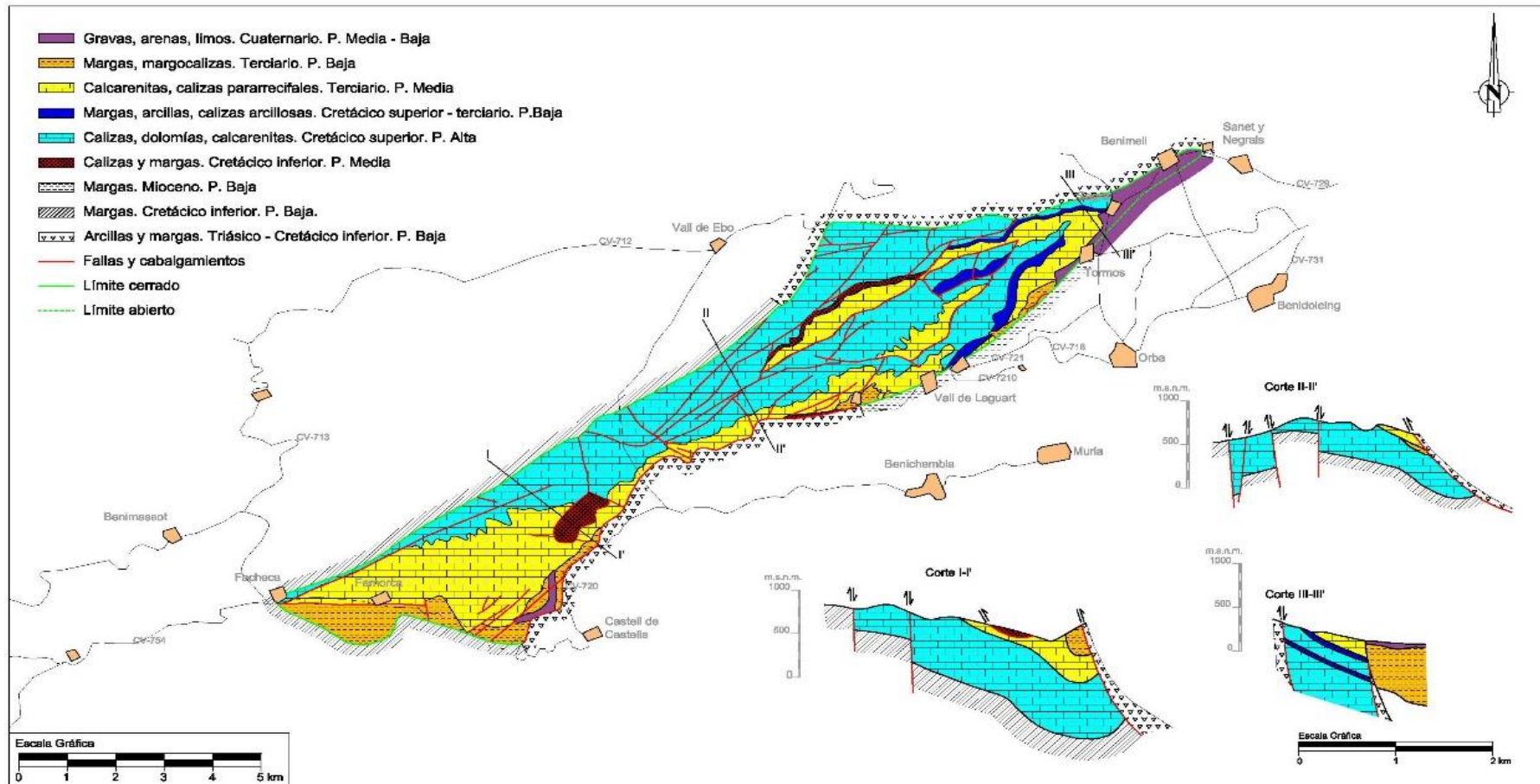


Figura 3. Delimitación del acuífero de Mediodía. (DPA & IGME, 2009).

El acuífero de Mediodía (Figura 3) con una extensión de 42 km² se localiza en el extremo nororiental de la provincia de Alicante y queda integrado dentro del sistema de explotación Marina Alta, en el sector suroriental de la Cuenca del Júcar. Comprende la totalidad de las cuencas de los ríos Girona y Gorgos y constituye afloramientos permeables en casi el 100% de su superficie (DPA & IGME. 2013). El acuífero tiene una conductividad eléctrica que rara vez supera los 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un contenido en sulfatos y cloruros normalmente inferior a 40 mg/L (DPA & IGME. 2015b). Por otro lado, en lo que a nitratos se refiere, destaca el pozo Molí Nadal (consultar apartado *descargas* del anejo 1) con valores de nitratos por encima de 50 mg/L, valor que contrasta con las concentraciones del resto de puntos de muestreo, que en ningún caso superan los 20 mg/L. Esta contaminación localizada tiene un origen de tipo agrícola, como resultado de la aplicación excesiva de fertilizantes a base de compuestos nitrogenados en superficies de cultivo (Azarbe. 2006).

A la hora de realizar el modelo del acuífero de Mediodía se han de tener en cuenta varios factores que afectan a su funcionamiento hidráulico, como son las fuentes de alimentación, las descargas naturales, las descargas debidas a los bombeos que se dan en el acuífero o las características propias del acuífero (cota inicial, cota de muro, etc..).

En primer lugar, se dispone de aportaciones que alimentan el acuífero y son principalmente la infiltración producida por el agua de lluvia y la infiltración de la escorrentía superficial a lo largo del cauce del río Ebo (o Girona), en la que contribuye de forma importante la presa de Isbert a través de cuyo vaso permeable se produce la recarga artificial del sistema (IGME. 2001).

En el modelo se ha trabajado en un periodo de tiempo que va desde octubre del año 1950 hasta septiembre de 2005, por tanto, ha sido necesario conocer las series de aportaciones mensuales para todo este periodo. Esta información se recoge principalmente del informe realizado por la Diputación Provincial de Alicante en el año 2007 titulado *Actualización de los modelos de simulación numérica en los acuíferos de Barrancones y Mediodía, implantación en el sistema de información hidrológica*, del cual se obtuvieron los parámetros de precipitación y temperatura a nivel diario de la estación termopluviométrica de Vall de Laguart-Fontilles durante el periodo ya señalado. A partir de estos datos, en el informe se determinaron los valores de infiltración por el método de Thornthwaite modificado y la escorrentía superficial.

Este método consiste en estimar la lluvia útil o precipitación eficaz, descontando a la precipitación la evapotranspiración real mediante un balance hídrico del suelo realizado para toda la serie histórica de datos. Los resultados del balance dependen de la evapotranspiración potencial, que a su vez depende de la temperatura media, y de la capacidad de retención del agua en el suelo. En una segunda etapa se calcula la infiltración a partir de la lluvia útil a la que se le descuenta la

escorrentía superficial. Cuando la lluvia útil supera un determinado umbral se produce escorrentía superficial (MEC. 2013).

Es importante destacar que los parámetros para calcular la infiltración fueron calibrados de manera que las aportaciones globales al acuífero sean similares a las salidas en régimen natural sin explotaciones (DPA & IGME. 2009).

Para entender bien el funcionamiento del acuífero debemos fijarnos en la serie de precipitación (Figura 4) para los años en los que se está trabajando.

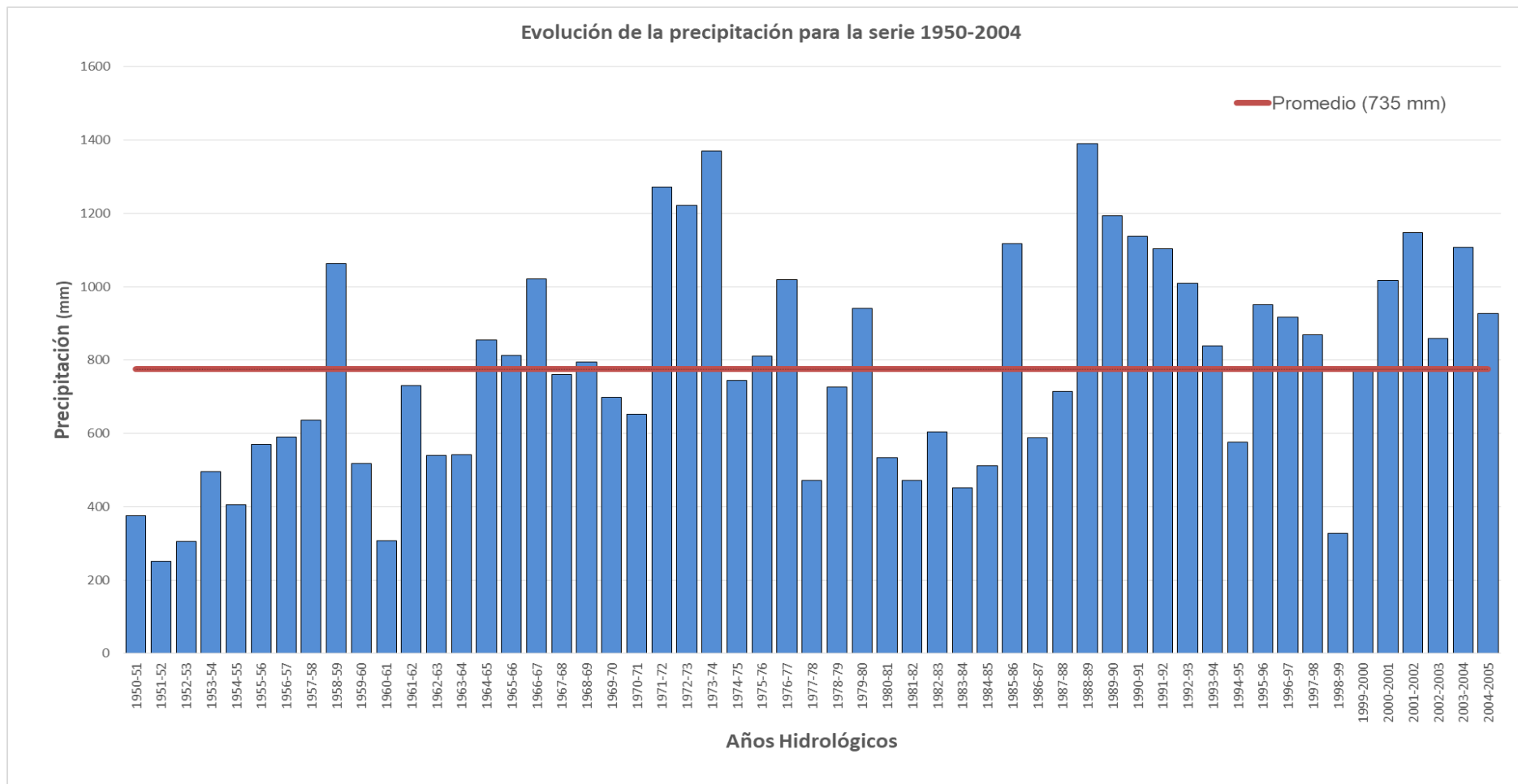


Figura 4. Yetograma anual para la serie de precipitación 1950-2004 de la estación de Vall de Laguart-Fontilles. Realizada a partir de los datos del informe DPA 2007a

Si nos fijamos en estos datos vemos como en la primera etapa (desde 1950 hasta 1964) hay una marcada sequía. Evidentemente este periodo tiene una repercusión sobre los niveles del acuífero de Mediodía con un déficit acumulado sobre la media entorno a 3500 mm que repercute tanto en los niveles del acuífero como en los caudales de salida de los manantiales. Además de este primer periodo seco podemos ver otro de similares características, aunque de menor duración que va desde el 1980 al 1985 con un déficit acumulado de 1060 mm.

Se aprecian también dos periodos húmedos claramente diferenciados. Uno inicial de tres años de duración, entre 1971-72 y 1973-74 que, aunque es relativamente corto, alcanza al final un superávit acumulado sobre la media de 1040 mm. El otro período húmedo es bastante más largo, se inicia en 1.988-89 y finaliza al final del período analizado. Tiene 17 años de duración, aunque entre los años 1994-1995 y 1998-1999 está interrumpido por un período que puede clasificarse de indiferenciado. El superávit acumulado sobre la media al final de este periodo húmedo es de 3000 mm.

La relación de puntos de agua que se dan en el acuífero de Mediodía en el periodo de 1950-2004 se ha obtenido de la base de datos existente en el Departamento de Ciclo Hídrico de la Diputación de Alicante (DPA. 2007a). De aquí se han seleccionado los puntos de interés más relevantes para el estudio del acuífero Mediodía en lo que se refiere a piezometría, drenaje y su evolución.

Respecto a las salidas naturales de Mediodía las podemos clasificar como la del manantial Cava-Bolata, el manantial Sagra y el caudal cuaternario de río Girona donde se estimaron las salidas naturales del acuífero en régimen no influenciado, es decir, sin recarga o filtración de otro acuífero, evapotranspiración o bombeos.

Por otro lado, están las descargas por los bombeos para los distintos usos. Para la realización del modelo se ha considerado que el volumen de agua bombeado es equivalente a la demanda de agua por parte de la población. Estas descargas se realizan en un total de 21 explotaciones que quedan reflejadas en la figura 5, pueden observarse todos los sondeos y manantiales que se han tenido en cuenta para el modelo y conforman las descargas del acuífero.

También es importante tener en cuenta que hay una considerable demanda para riego que se abastece en gran medida del agua resultante de los manantiales del acuífero.

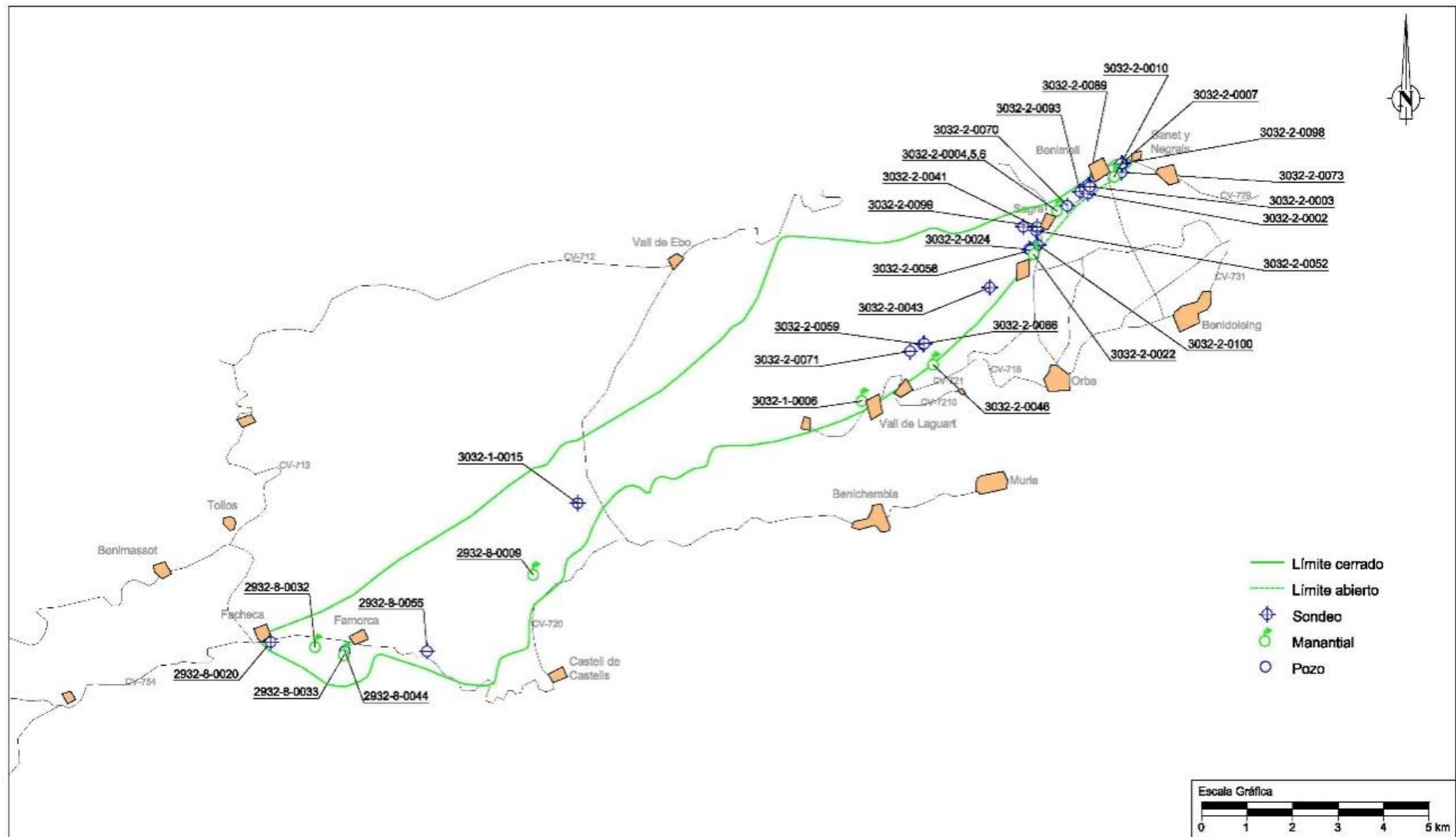


Figura 5. Mapa de los puntos del agua del acuífero de Mediodía (DPA & IGME, 2009).

3.1.1. Diseño del Modelo de Gestión del Acuífero de Mediodía

La aplicación GEHMA permite mediante su interfaz diseñar el modelo de explotación de un acuífero teniendo en cuenta los factores que determinan su funcionamiento hidráulico. Otra utilidad importante que nos da esta aplicación y se ha usado en este diseño, es la posibilidad de añadir capas de representación vectorial tipo shp, disponibles en la página web del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Este tipo de capas sirven para representar objetos espaciales dentro de la aplicación informática, lo que permite en este caso, diferenciar y georreferenciar municipios y ríos del área de estudio.

Para el diseño de este primer acuífero, el elemento central es el propio acuífero de Mediodía, conectado de forma lógica a varios elementos de aporte y descarga de agua como son la infiltración directa por agua de lluvia, los aportes del río, las descargas naturales por manantiales, las descargas por bombeo debido a la demanda urbana y las tomas de riego a los manantiales (figura 6). Estos elementos son generados a partir de los datos recopilados de las series históricas de la Diputación Provincial de Alicante (ver apartado 3.1.), de manera que una vez adaptados e introducidos se obtiene una base de datos con la que poder realizar las simulaciones de funcionamiento del acuífero.

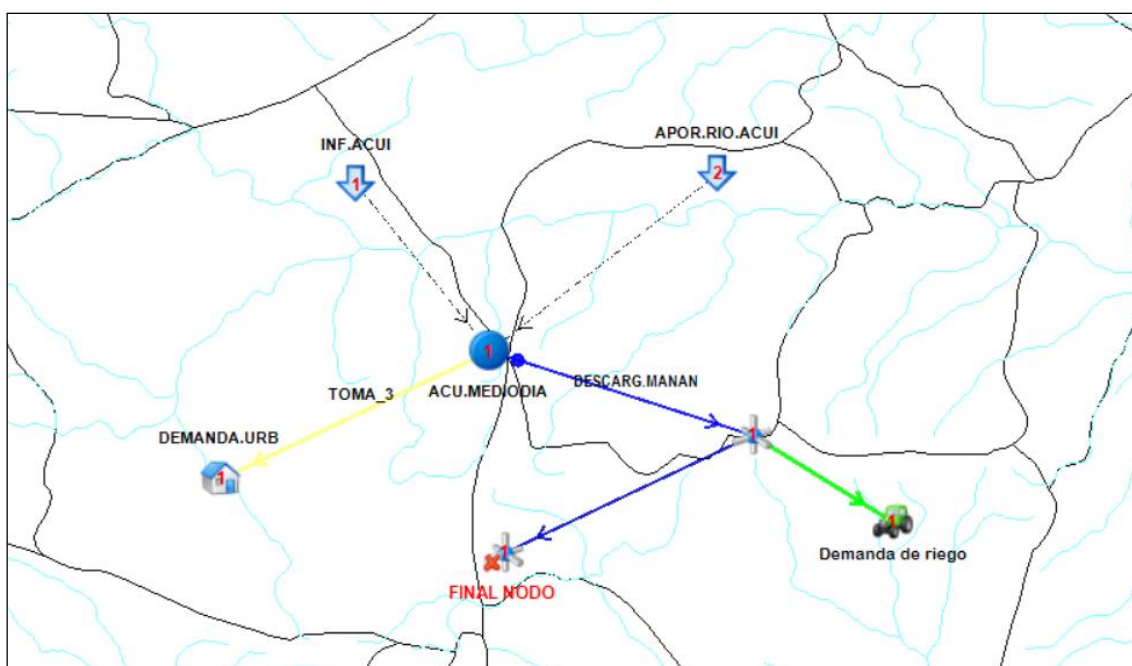


Figura 6. Interfaz general de la aplicación GEHMA para el acuífero de Mediodía.

Para entender bien el funcionamiento del acuífero se va a proceder a explicar de manera independiente cada uno de los elementos que se han comentado, destacando sus respectivos formularios de propiedades, que hacen que ese elemento sea funcional a la hora de realizar la simulación.

Tanto en la figura 7 como en la figura 8 podemos ver las propiedades de los elementos: infiltración de agua de lluvia e infiltración por escorrentía a través del río Ebo y el vaso permeable de la presa de Isbert. En lo que respecta al primer elemento se ha introducido la serie de infiltración en mm para el periodo estudiado incluido en el apartado 3.1. Otro dato importante a tener en cuenta es cuál será el nodo (o elemento) receptor de esas aportaciones. En nuestro caso ese nodo es el propio acuífero de Mediodía, principal receptor de la infiltración de lluvia. Opcionalmente se pueden introducir las coordenadas UTM del elemento para poder tener un esquema general georreferenciado.

	Fecha	Inf.Acuífero (mm)
1	10/1950	11,587
2	11/1950	0,000
3	12/1950	0,000
4	01/1951	0,000
5	02/1951	0,000
6	03/1951	29,265
7	04/1951	49,482
8	05/1951	11,164
9	06/1951	0,000
10	07/1951	0,000
11	08/1951	0,000
12	09/1951	2,068
13	10/1951	1,453
14	11/1951	0,000

Figura 7. Principales propiedades del elemento infiltración agua de lluvia dentro del modelo del acuífero de Mediodía.

De la misma manera que para la infiltración de lluvia son introducidos los datos de infiltración por escorrentía, cuya serie de aportación es la correspondiente a la cantidad de agua por escorrentía superficial que llega al río Ebo y a la presa de Isbert (expresada en mm) y se infiltra hasta el acuífero de Mediodía, al que de nuevo consideramos el nodo receptor. Destacar que estos valores de la serie de escorrentía han sido calibrados para ajustar la infiltración media, para ello se ha usado un coeficiente de 0.4 de manera que el 60% del agua de escorrentía se pierde y por tanto no llega a infiltrar en el acuífero.

Datos del nodo Aportación		Fecha	Aport.Río Acuífero (mm)	
Texto		1	10/1950	0,200
Nombre	APOR.RIO.ACUI	2	11/1950	0,000
Fuente	Arial	3	12/1950	0,000
Ver nombre	<input checked="" type="checkbox"/>	4	01/1951	0,000
Serie de aportaciones	Escorrentía	5	02/1951	0,000
Número	2	6	03/1951	38,800
Coordenadas X	751529	7	04/1951	10,400
Coordenadas Y	4294478	8	05/1951	0,000
Nodo receptor	ACU.MEDIODIA	9	06/1951	0,000
		10	07/1951	0,000
		11	08/1951	0,000
		12	09/1951	0,000
		13	10/1951	0,000
		14	11/1951	0,000

Figura 8. Principales propiedades del elemento infiltración agua de escorrentía a través del río Ebo dentro del modelo del acuífero de Mediodía.

Como se ha comentado, el elemento central es el propio acuífero de Mediodía. Las propiedades que vemos en la figura 9 son las correspondientes a este acuífero y son imprescindibles a la hora de calibrar el modelo. Los valores de cota, superficie y coeficiente de almacenamiento que se muestran han sido obtenidos de varios informes técnicos del Área de Ciclo Hídrico de Diputación de Alicante (DPA. 2007a y DPA. 2009).

Texto		Nodo	
Nombre	ACU.MEDIODIA	Tipo	Acuífero
Fuente	Arial	Número	1
Ver nombre	<input checked="" type="checkbox"/>	Coordenadas X	748123
Serie de calibración	Pendiente de asignación	Coordenadas Y	4291819
Cota inicial	102 m.s.n.m.	Prioridad	1
Cota del muro	-100 m.s.n.m.	Superficie	42 km ²
Cota crítica	-50 m.s.n.m.	Coficiente de almacenamiento	0,002

Figura 9. Principales propiedades del elemento Acuífero dentro del modelo del acuífero de Mediodía.

Como podemos ver, el coeficiente de almacenamiento es muy bajo, con valores de almacenamiento libre muy próximos a 0.002 para una superficie del acuífero de 42 km².

Siempre que sea posible, es conveniente generar una curva de llenado o de reservas a partir de los datos de niveles frente a volumen almacenado, con el objetivo de conseguir una modelización más precisa. La curva de llenado generada en la aplicación para el acuífero de Mediodía se muestra en la figura siguiente.

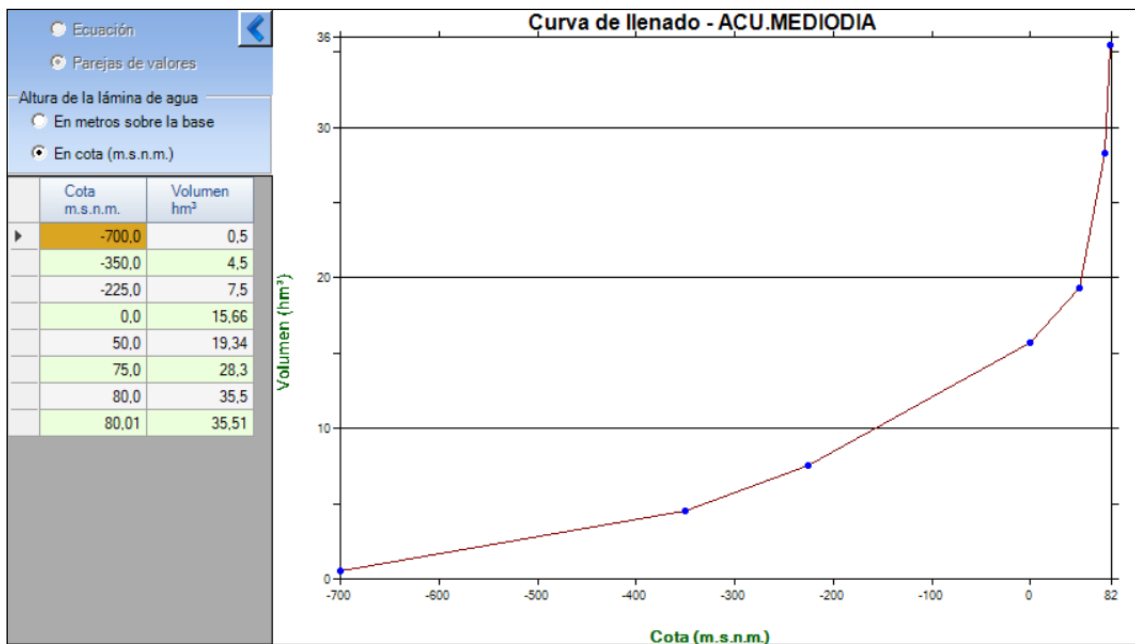


Figura 10. Curva de llenado para el acuífero de Mediodía

En lo que respecta a las salidas de carácter natural, se deben principalmente a los manantiales de Cava y Bolata, Sagra y el manantial cuaternario del río Girona. Sus principales propiedades quedan recogidas en la figura 11, donde se han agrupado los datos de los manantiales para obtener unos caudales medios mensuales expresados en hm^3 y un coeficiente de agotamiento que depende de las condiciones iniciales y de los parámetros del propio acuífero.

Figura 11. Principales propiedades del elemento Manantiales dentro del modelo del acuífero de Mediodía.

El último elemento del esquema es el correspondiente a las demandas (figura 12). En este caso los datos de demanda están directamente relacionados con las descargas por bombeo, es decir, se ha considerado que los volúmenes de la demanda son iguales a los volúmenes extraídos en las distintas estaciones de bombeo. En lo referente al coeficiente de consumo, que se define como la

fracción de recurso no consumida que se devuelve al sistema después del abastecimiento, se considera irrelevante, ya que este trabajo, como se ve en la figura 5, no va más allá del elemento *demanda urbana* y por tanto solo estudia la evolución del sistema hasta este punto.

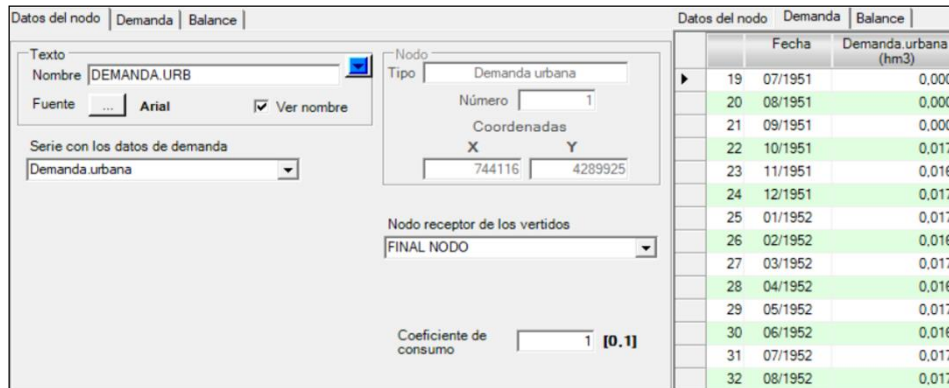


Figura 12. Principales propiedades del elemento Demanda urbana dentro del modelo del acuífero de Mediodía.

Todas las salidas del sistema y sus caudales medios quedan recogidos en el anejo 1 del apartado 7.

Existen otros factores a tener en cuenta, como son los volúmenes máximos de las conducciones que salen del acuífero, el volumen máximo de las conducciones de los manantiales hacia la demanda o los rangos de prioridad que se dan para obtener el recurso. Respecto este último aspecto se ha dado prioridad (siempre que ha sido posible) a la obtención del agua de los manantiales, con el ahorro energético y la reducción de emisiones que ello supone. Solo se ha recurrido a los bombeos directos del acuífero en caso de que las demandas hídricas no se puedan satisfacer exclusivamente por los manantiales.

3.2. Acuífero de Parcent

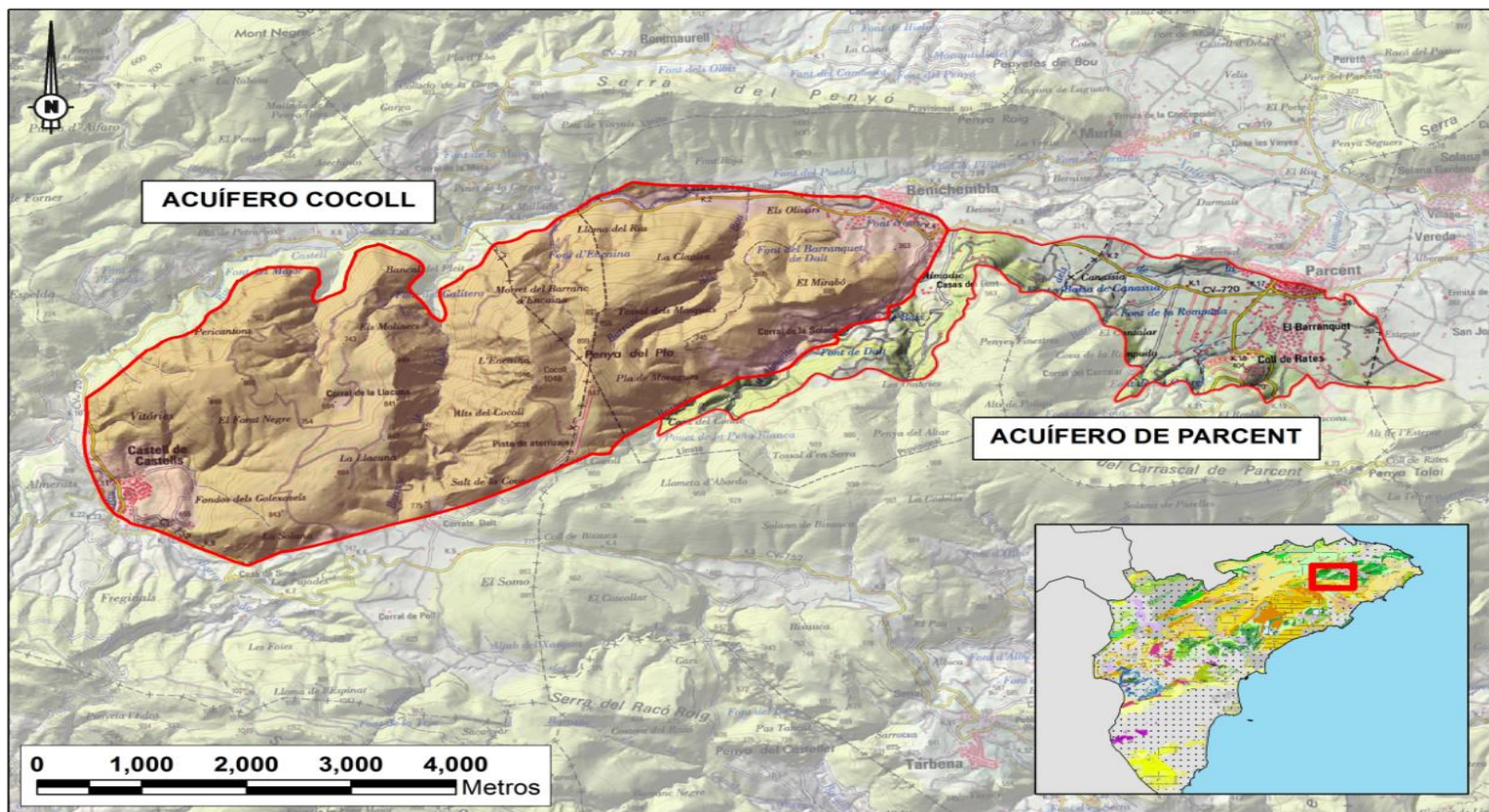


Figura 13. Delimitación de los acuíferos de Cocolí y Parcent. (ALJIBE. 2017)

El acuífero de Parcent se ubica también en la Marina Alta, entre la falda de la sierra de Carrascal y el Valle del río Jalón. En su mitad occidental queda limitado al norte por el barranco de Almadich y en su mitad oriental por las planicies detríticas del valle del río Jalón (DPA. 2003). Principalmente se encuentra cautivo y subyacente al resto de los acuíferos de la zona lo que hace difícil el determinar su verdadera extensión, la cual se estima según varios informes entorno a los 6 km² sin apenas afloramientos permeables. Presenta una calidad del agua apta para todos los usos, aunque estacionalmente algunas captaciones presentan arrastres de limos de la formación carbonatada, por lo que se han instalado plantas de eliminación de finos junto a los pozos de abastecimiento localizados en Parcent (DPA & IGME. 2015e).

La recarga del acuífero, dada la escasa extensión de afloramiento permeable, procede prácticamente en su totalidad de los aportes laterales del acuífero de Cocoll a través del borde occidental (Figura 13).

El acuífero Cocoll tiene una extensión permeable de 15,1 km², se alimenta de la infiltración directa de las precipitaciones, mientras que la descarga tiene lugar fundamentalmente por transferencia lateral al acuífero de Parcent y por salidas hacia el río Jalón, manantiales y bombeos.

Para el modelo de este acuífero de Parcent se ha trabajado en una serie que va desde 2002 a 2016. Se han recopilado datos termo-pluviométricos de la estación de Vall de Laguart-Fontilles hasta 2007, y de 2007 hasta 2016 se han utilizado datos de la estación de Orba.

Se considera que la alimentación del sistema está muy condicionada por la climatología, caracterizada por importantes eventos de gota fría. En su mayor parte procede de la infiltración directa de las precipitaciones sobre el acuífero de Cocoll y su posterior transferencia al acuífero de Parcent a través de su borde occidental (ALJIBE. 2017). La recarga sobre los materiales del acuífero de Cocoll se ha calculado con el modelo de Thornthwaite de igual manera que en los casos anteriores. Para ello se han utilizado los datos de precipitación y temperatura completados para el periodo de 15 años ya descrito.

De acuerdo con el informe elaborado por ALJIBE en 2017, la recarga media transferida de Cocoll a Parcent para este periodo se estima en 2,5 hm³/año. Las salidas, del mismo orden de magnitud, tienen lugar por las extracciones realizadas a través de los sondeos de abastecimiento y regadío en dos sectores: sector Benichembla, al N, y sector Piscina, al SE. En régimen natural la descarga del acuífero se realiza por salidas laterales ocultas hacia el detrítico de Jalón y a través del manantial de La Alberca, ubicado en el Tossal de San Isidro (nº 3032-600-99), que surge de forma esporádica cuando el nivel freático alcanza cotas excepcionalmente altas. Es importante destacar que la piezometría del acuífero se caracteriza por presentar unas oscilaciones estacionales muy acusadas.

Las explotaciones por bombeos para abastecimiento y regadío suponen la principal salida de aguas subterráneas, por lo que su correcto conocimiento en cuanto a volumen y distribución es fundamental para analizar las evoluciones piezométricas registradas y hacer funcionar el modelo. Los volúmenes de bombeo han sido estimados en numerosas ocasiones, utilizando promedios y datos anuales conocidos en función de la distribución porcentual de cada mes y del grado de explotación de cada sondeo, todo ello recogido en el informe ya mencionado.

Se han considerado cuatro puntos de explotación, tres de los cuales están situados al sureste de Benichembla. Estos tres puntos son: El pozo de San Antonio (nº 3032-200-35), el pozo de Corralet (nº 3032-500-04) y el pozo de Manuel Torres (nº 3032-600-11). Estos pozos se explotan de manera conjunta, y se utilizan fundamentalmente para abastecimiento urbano a Benisa. Como se verá en la serie histórica, el volumen extraído se ha mantenido por encima de los 0,8 hm³/año durante prácticamente todo el periodo, exceptuando ciertos años donde el nivel piezométrico descendió drásticamente y solo se mantuvo el bombeo del pozo Manuel Torres.

Por otro lado, el último de los cuatro puntos de explotación se ubica al sur de Parcent junto a la piscina municipal y se compone por un conjunto de pozos (nº 3032-600-14, nº 3032-600-15 y nº 3032-600-16) que también se explotan de forma conjunta para el abastecimiento de Parcent, Jalón, Llíber y Alcalalí además de los regadíos del Valle del Pop, con un volumen más o menos constante del orden de 0.5 hm³/año (ALJIBE. 2017).

A modo de resumen del funcionamiento hidráulico del acuífero de Parcent tenemos la figura 14, en la que se muestran las entradas, salidas del sistema y la ubicación de los puntos de explotación comentados.

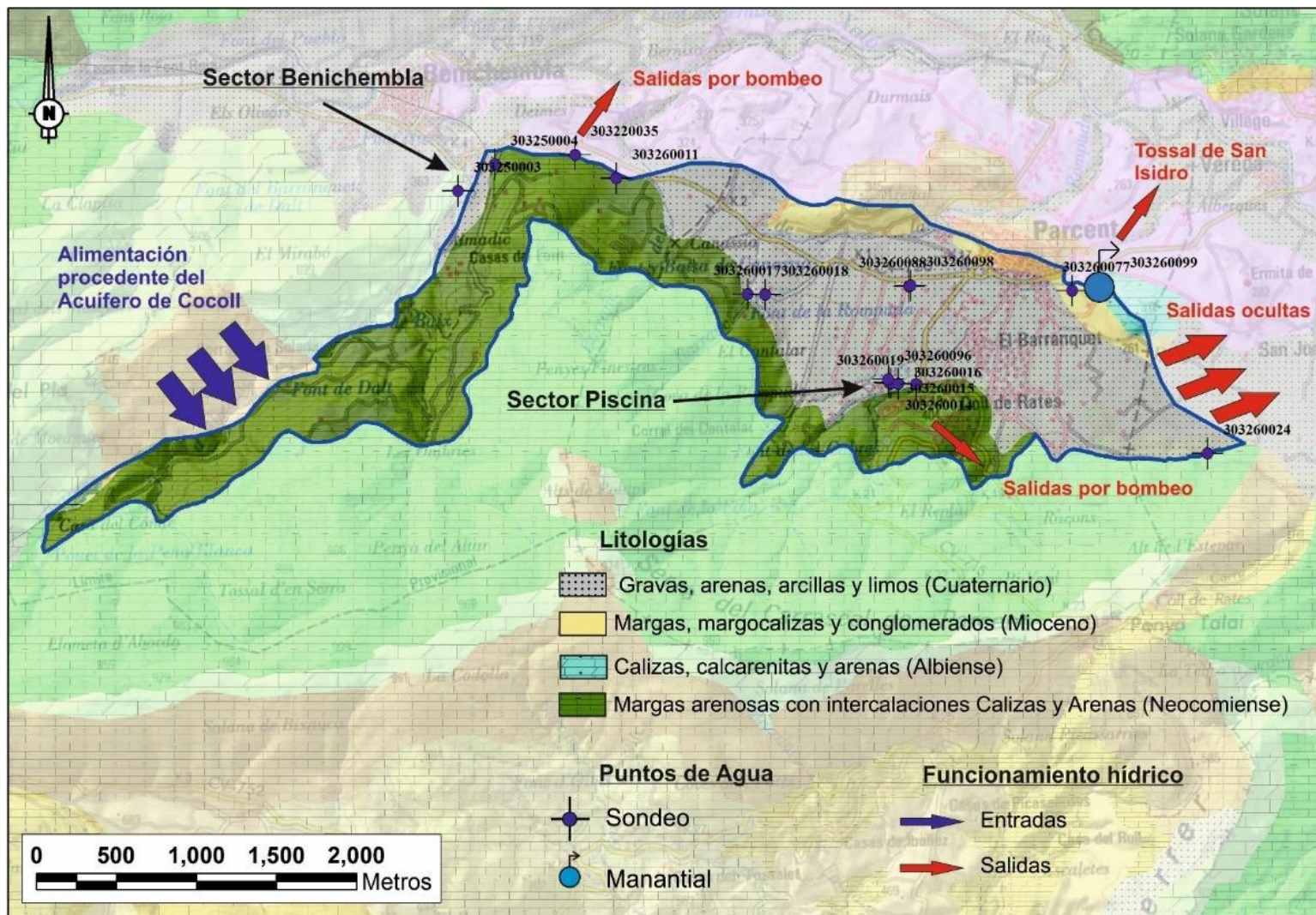


Figura 14. Puntos de agua, entradas y salidas al acuífero de Parcent. (DPA & ALJIBE, 2017)

3.2.1. Diseño del modelo de gestión del acuífero de Parcent

Para el diseño del modelo del acuífero de Parcent se ha procedido de igual manera que en el caso anterior, añadiendo las capas shp de ríos y municipios de la provincia de Alicante, que aunque no tienen ninguna influencia en el modelo ni en los resultados sirven para caracterizar la ubicación del acuífero dentro de la Marina Alta. En la figura 15 vemos el interfaz general del modelo creado mediante GEHMA. Partiendo del elemento acuífero se han ido añadiendo el resto de componentes junto con todas las propiedades que afectan al funcionamiento hidráulico de cada uno de ellos.

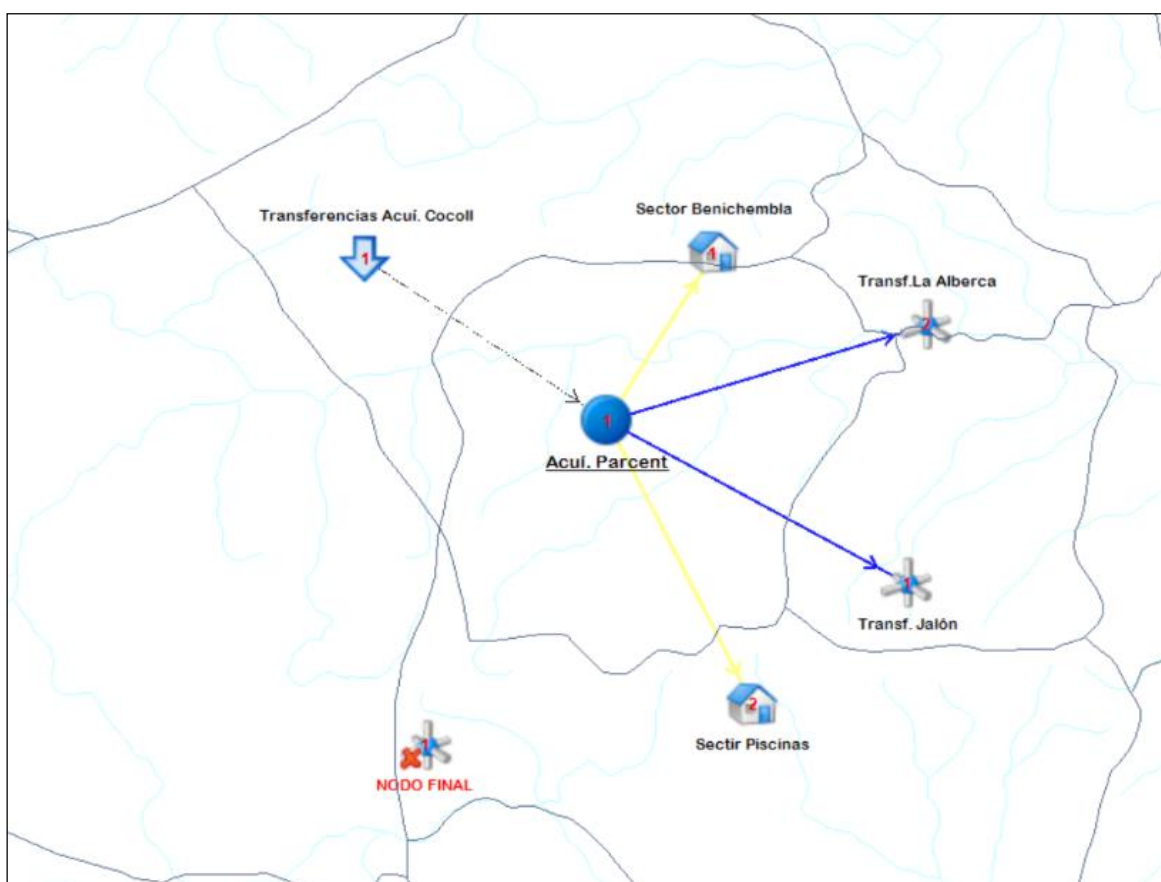


Figura 15. Interfaz general de la aplicación GEHMA para el acuífero de Parcent.

Como se ha comentado, la principal particularidad de este acuífero es que los aportes hídricos provienen prácticamente en su totalidad de las transferencias laterales del acuífero vecino de Cocoll. Esto ha sido representado en el esquema con el elemento de entrada al sistema denominado *Transferencias.Acuí.Cocoll* al cual se le ha asignado la serie histórica con los valores en hm^3 de dichas transferencias en el periodo trabajado.

Entre las propiedades que componen el elemento al acuífero de Parcent (Figura 16) merece la pena destacar el coeficiente de almacenamiento, al que se ha considerado de tipo confinado y se le ha asignado un valor medio para el acuífero de 0,0001 a partir de los valores parciales descritos en el informe de ALJIBE.

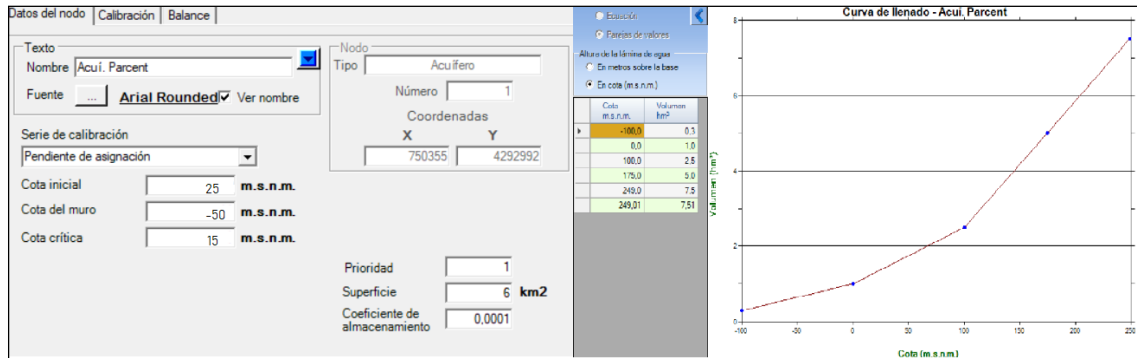


Figura 16. Curva de llenado y principales propiedades del elemento Acuífero de Parcent.

Si continuamos con el esquema podemos observar cuatro salidas principales del acuífero, dos elementos de explotación (o demanda) y otros dos de salidas naturales del acuífero. En lo referente a las explotaciones y como ya se ha descrito en el apartado 3.3, se ha distinguido entre cuatro puntos de explotación. Para el diseño en GEHMA, los tres primeros puntos se han agrupado en el elemento de demanda denominado *Sector Benichembla*. Por su parte, el cuarto y último punto que engloba tres pozos de explotación conjunta se ha insertado en el programa como el elemento de demanda *Sector Piscinas*.

A modo de resumen en la figura 17 vemos algunos de los valores de explotación (en hm³/mes) introducidos en el modelo para los dos sectores trabajados. En el apartado 7 de anejos pueden ser consultados los valores anuales de explotación.

	Fecha	Sector Piscinas (hm3)		Fecha	Sector Benichembla (hm3)		
▶	1	01/2002	0,039	▶	1	01/2002	0,058
	2	02/2002	0,106		2	02/2002	0,065
	3	03/2002	0,039		3	03/2002	0,073
	4	04/2002	0,142		4	04/2002	0,040
	5	05/2002	0,118		5	05/2002	0,050
	6	06/2002	0,192		6	06/2002	0,094
	7	07/2002	0,157		7	07/2002	0,129
	8	08/2002	0,230		8	08/2002	0,120
	9	09/2002	0,197		9	09/2002	0,124
	10	10/2002	0,172		10	10/2002	0,109
	11	11/2002	0,118		11	11/2002	0,099
	12	12/2002	0,077		12	12/2002	0,091
	13	01/2003	0,050		13	01/2003	0,085
	14	02/2003	0,050		14	02/2003	0,076

Figura 17. Valores de explotación (hm³) para los primeros catorce meses de la serie en los sectores de Benichembla y Piscinas.

Con respecto a las dos salidas naturales del acuífero, en el diseño se ha generado un elemento para cada una de ellas. El elemento *Transf. La Alberca* hace referencia a las salidas producidas a través del manantial La Alberca y el elemento *Transf. Jalón* está relacionado con las salidas

laterales ocultas hacia el detrítico de Jalón. Todo ello teniendo en cuenta las series de transferencias asociadas a cada uno de ellos.

3.3. El sistema de la Marjal de Pego-Oliva.

Para poder realizar una correcta simulación del sistema de la Marjal de Pego-Oliva y entender su funcionamiento, se ha decidido integrar los tres elementos más importantes que lo conforman. En este apartado se van a explicar las principales características de los acuíferos de Almudaina-Alfaro-Segaria y Albuerca-Mustalla y del propio parque natural de la Marjal de Pego-Oliva. Estos tres elementos están profundamente interrelacionados como se irá viendo a lo largo de los siguientes puntos y resulta imprescindible conocerlos para desarrollar un correcto diseño del modelo.

3.3.1. Acuífero de Almodaina-Alfaro-Segaria

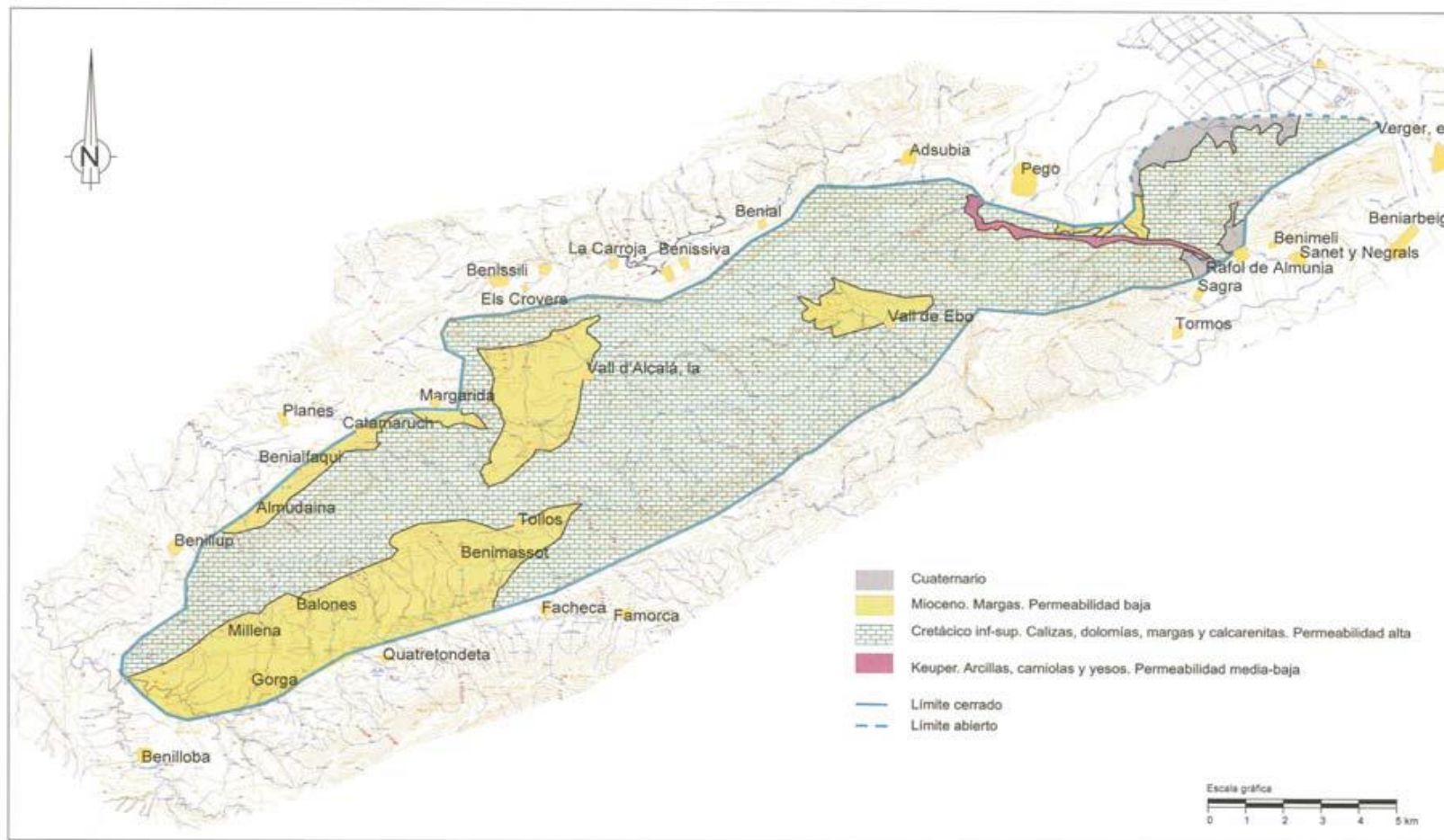


Figura 18. Mapa hidrogeológico del acuífero Almodaina-Alfaro-Segaria (DPA, 2008).

El acuífero kárstico de Almudaina-Alfaro-Segaria (figura 18) presenta una extensión de unos 143 km² de afloramientos permeables y se localiza en la comarca de la Marina Alta, situada en el extremo nororiental de la provincia. Comprende parte de las sierras de Almudaina, Alfaro, La Carrasca, Mediodía y Segaria, desde las cercanías de Benilloba hasta Vergel (DPA. 2007b). Existe algún punto de muestreo de este acuífero que sí ha presentado problemas de calidad en parámetros físico-químicos, como es el caso del pozo *El Pollo*, en el cual se han detectado problemas de turbidez durante periodos de fuertes lluvias, donde se produce arrastre de materiales como limos o arcillas (Proaguas. 2015), pero en términos generales podemos hablar de un acuífero en el que no existen problemas relevantes de contaminación, entre otras razones por encontrarse en una zona de orografía abrupta poco apta para cultivos y asentamientos de población. Consecuentemente, su contenido en nitratos rara vez supera los 50 mg/L (DPA & IGME. 2015c).

La alimentación del sistema procede de la infiltración del agua de lluvia a través de los afloramientos permeables. Por otro lado, las descargas se producen en todo el acuífero mediante bombeos y de forma natural por el sector nororiental. En este sector nororiental la descarga se realiza de forma visible a través del río Racons, con un caudal medio de 1042 L/s (DPA. 2008) y de manera oculta hacia dos sectores: la Finca Oriol (o del Rosario) y al acuífero detrítico de Pego; siendo ésta última de escasa entidad. Señalar que en la Finca Oriol o del Rosario se producen actualmente bombeos continuados con el objetivo de bajar el nivel freático y desecar las parcelas. Para la calibración del modelo se ha trabajado con una serie histórica que va desde octubre de 1950 hasta septiembre de 2006 y se han utilizado las evoluciones termo-pluviométricas a nivel mensual pertenecientes a la estación de Vall de Laguart-Fontilles y los valores de las salidas naturales que se han podido medir o estimar en el acuífero por diferentes métodos. Gran parte de esta información se recoge en el informe de 2007 realizado por el área de ciclo hídrico de la Diputación Provincial de Alicante titulado *Propuesta para la utilización de aportaciones no reguladas del embalse subterráneo Almudaina-Alfaro-Segaria* y su posterior revisión de 2008, donde se determinaron valores de recarga del acuífero a partir del método de Thornthwaite modificado. También han sido necesarios los volúmenes extraídos por bombeos. De estos volúmenes, los correspondientes al pozo de *El Pollo* y al pozo de *Benialfaqui* sirven de abastecimiento para las localidades de Gorga y Planes respectivamente. Por otro lado, están los bombeos que tienen como objetivo satisfacer las demandas de riego. Estos bombeos se dan en nueve pozos, siete de los cuales están ubicados en la localidad de Pego, uno en Denia y otro en Ráfol. Hay que tener en cuenta que son captaciones con explotaciones reducidas y que no han estado funcionando durante todo el periodo modelizado (1950 – 2006). Aun con la escasa relevancia de estas explotaciones en el conjunto de los recursos totales del acuífero, para el diseño se han tenido en cuenta los datos de explotación más recientes en las bases de datos de Diputación de Alicante. Todos los pozos y sus volúmenes de extracción quedan recogidos en el anejo nº2.

3.3.2. Albuerca-Mustalla

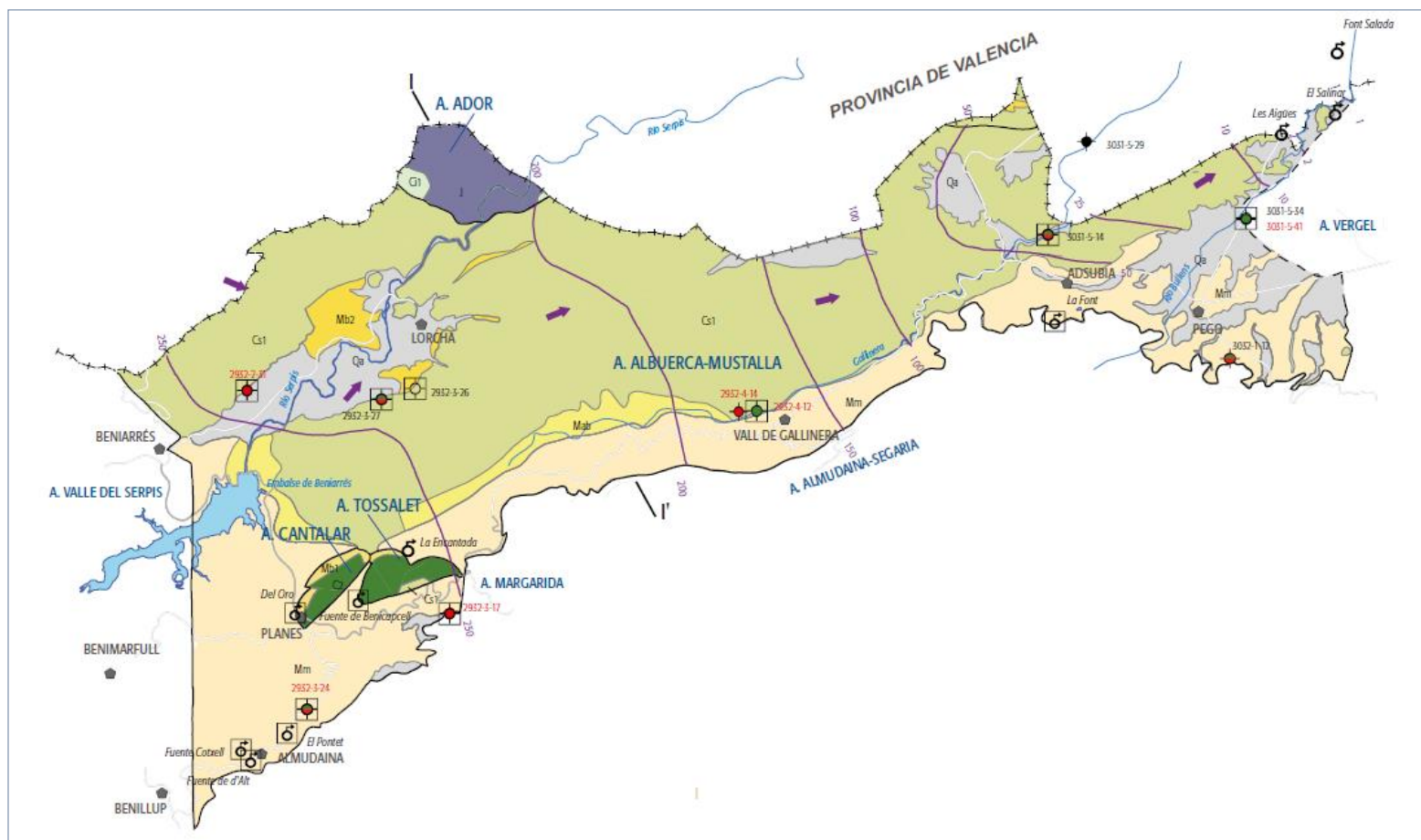


Figura 19. Delimitación del acuífero de Albuerca-Mustalla (DPA & IGME, 2015c)

Al igual que el acuífero de Almudaina, el acuífero de Albuerca-Mustalla (figura 19) es de gran importancia por su relación con La Marjal de Pego-Oliva. Está situado al norte de la provincia de Alicante, extendiéndose parcialmente por el sur de la de Valencia. Tiene forma alargada con una longitud de 29 km y una anchura media de 5,7 km lo que supone una extensión superficial de 165 km², de los cuales 140 km² corresponden a afloramientos en superficie de materiales permeables (DPA & IGME. 2015c). La recarga del acuífero se produce, en orden de importancia, por infiltración del agua de lluvia, por la infiltración del río en el embalse de Beniarrés, y por los retornos de riego sobre materiales permeables.

La descarga tiene lugar en el sector oriental mediante los manantiales El Salinar, Les Aigües, y Salado que confluyen en el río Bullens. Otras salidas se producen por bombeos urbanos y agrícolas, y de forma subterránea al acuífero de Vergel, que como veremos, está directamente relacionado con la marjal de Pego-Oliva.

El agua subterránea captada en este acuífero se emplea para regadío y abastecimiento urbano, siendo el consumo industrial muy reducido. En Alicante abastece a las poblaciones de Adsubia, Almudaina, Beniarrés, Benillup, Lorxa, Pego, Planes y Vall de Gallinera.

Respecto a la calidad del acuífero, en el sector más oriental (sierra de Mustalla) se observan niveles de salinidad muy elevados, con máximos en el manantial de Font Salada, en el que se han superado en algunos momentos los 6.000 ppm. En el manantial El Salinar, el contenido en cloruros varía normalmente entre los 500 y 1.500 mg/L alcanzando máximos cercanos a los 3.000 mg/L (Proaguas. 2015). Exceptuando las aguas de este extremo oriental, podemos considerar las aguas del acuífero como de buena calidad química para todos los usos.

Según el método Drastic desarrollado por la agencia de protección del medio ambiente de Estados Unidos (Aller L., T. et al. 1987), la vulnerabilidad de este acuífero es en general alta. Esto implica que se debe controlar todas aquellas actividades potencialmente contaminantes de las aguas subterráneas, en especial, aquellas localizadas en las áreas de influencia de las captaciones de abastecimiento público.

Para la calibración del modelo se ha trabajado con una serie histórica similar a la del acuífero de Almudaina-Alfaro-Segaria, desde octubre de 1950 hasta septiembre de 2006, utilizado las evoluciones termo-pluviométricas a nivel mensual pertenecientes a la estación de Vall de Laguart-Fontilles. Los valores de las salidas naturales que se han podido medir o estimar en el acuífero por diferentes métodos y sirven de base para la calibración del modelo, se recogen en el informe del año 2009 elaborado por ALJIBE consultores.

3.3.3. Parque natural de *La Marjal de Pego-Oliva*

El Parque Natural de La Marjal de Pego-Oliva (Figura 20) es una zona húmeda situada entre las provincias de Valencia y Alicante, con una extensión de 14.34 km². Se caracteriza por una gran biodiversidad y la excelente calidad de sus aguas, así como su cantidad. Su origen y características tiene mucho que ver la presencia de dos importantes acuíferos y con dos ríos principales que recorren el marjal: el Bullent o Vedat, en la parte norte, y el Racons o Molinell, en la sur (DPA. 2007c). El hecho que la zona tenga las mayores precipitaciones de la provincia influye notablemente en la mayor presencia de la lámina de agua, además, encontramos numerosos afluentes y manantiales (IGME. 2011).

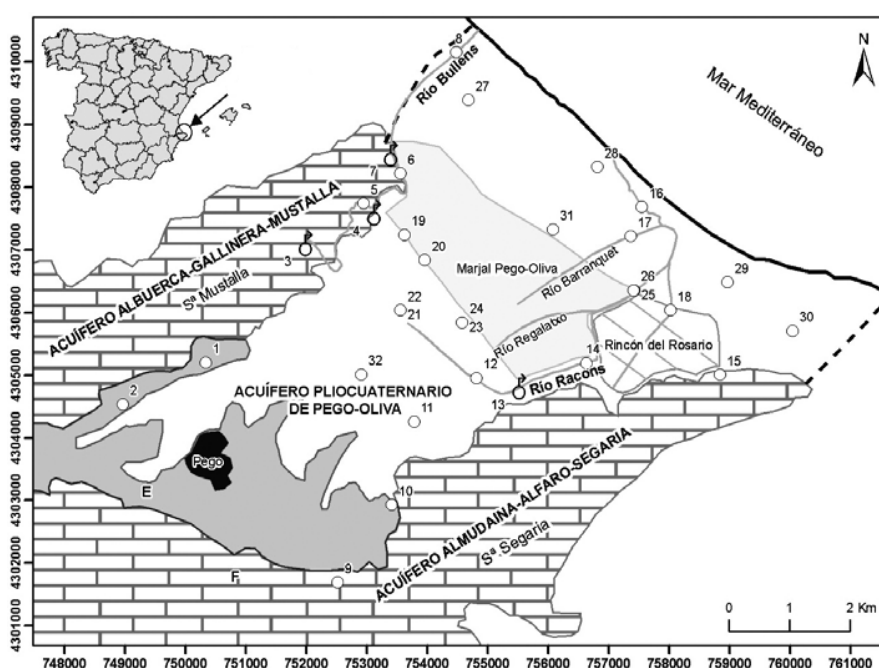


Figura 20. Localización de La Marjal de Pego-Oliva (Ballesteros, B. J. et al., 2009).

Resulta especialmente interesante destacar los diversos aprovechamientos relacionados con los acuíferos de Almodaina-Alfaro-Segaria y Albuerca-Mustalla, donde la zona húmeda de La Marjal de Pego-Oliva juega un papel importante. La Marjal no está conectada hidráulicamente con el acuífero de Almodaina, ya que la zona que ocupa se extiende sobre materiales de muy baja permeabilidad constituidos por turbas, limos, arcillas y arenas. Sin embargo, sí que existe una interacción entre el humedal y los caudales que el acuífero drena al río Racons y el acuífero detrítico de Pego-Oliva. De hecho, en ciertas épocas, reducidas áreas de La Marjal se encharcan mediante operaciones artificiales de embalsamiento, denominadas “paradas” en las que se aprovechan volúmenes procedentes del Río Racons (DPA. 2007c). En el caso del acuífero de Albuerca-Mustalla existe una relación hídrica, ya que parte de la alimentación de la Marjal

procede de este sistema, dando lugar al río Bullent, cuyo caudal se genera a partir de los manantiales y surgencias.

Dentro de los aprovechamientos que se dan, destacan los relacionados con la agricultura. Tras revisar el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) y consultar con uno de los técnicos responsables del parque natural, se puede afirmar que dentro de la Marjal encontramos una superficie de cerca de 300ha destinada al cultivo de arroz. También se observan cultivos de verano y hortofrutícolas que en conjunto llegan a ocupar un área cercana a las 295ha. Aprovechamientos agrícolas aparte, existe una pequeña demanda ambiental-recreativa en la zona de La Marjal, que es preciso conservar. Además, próxima a la desembocadura se sitúa la toma de la potabilizadora de Denia con un caudal de 2.70 hm³/año.

Otro aspecto importante dentro de las demandas hídricas de la Marjal es el relacionado con la fauna, donde destaca el caso del fumarel cariblanco (*Chlydonias hibrida*). Esta especie se encuentra dentro de la zona de especial protección del parque, donde establecen colonias de cría en nidos flotantes, anclados a la vegetación semi-sumergida y necesitan de unos niveles más o menos estables de la lámina de agua, ya que una variación brusca de estos puede inundar los nidos o dejarlos en seco, favoreciendo el acceso a los predadores y perdiendo, en ambos casos, los huevos o los pollos (GVA. 2016).

Dada la intención de este trabajo, cobran especial importancia los aspectos ambientales entorno a este lugar, amparado internacionalmente por el convenio Ramsar (humedales de importancia internacional especialmente como hábitats de aves acuáticas), está declarada zona ZEPA (zona de especial protección para las aves), zona LIC (lugar de interés cultural) y forma parte de la red ecológica europea Red Natura 2000. La ley de espacios naturales protegidos de la Generalitat Valenciana declara la Marjal como parque natural y en 1999 se aprueba el PORN del Parque Natural Pego-Oliva, sustituido por un nuevo PORN aprobado en diciembre de 2004 (GVA. 2016).

Todas estas figuras de protección no hacen más que ratificar la importancia de La Marjal de Pego Oliva como ecosistema regulador de regímenes hidrológicos y como poseedor de recursos culturales, económicos y ambientales.

3.4. Diseño del modelo de gestión del sistema de la Marjal de Pego-Oliva

Como ya se ha comentado, existe una importante relación entre los acuíferos de Almudaina y Albuerca con el parque natural de la Marjal de Pego-Oliva. Para hacer más comprensible la metodología de trabajo, en este apartado se va a proceder a explicar el diseño de cada uno de los acuíferos y de la Marjal por separado, aunque es importante tener en cuenta que a la hora de realizar la simulación final para obtener los resultados se ha trabajado con un modelo que agrupa los tres elementos, de manera que se tienen en cuenta las características propias de cada uno de ellos y el cómo interactúan entre sí. El esquema final del modelo dentro de la aplicación GEHMA es el presentado en la figura 21, donde se pueden observar todos los nodos, las entradas y las salidas de los sistemas.

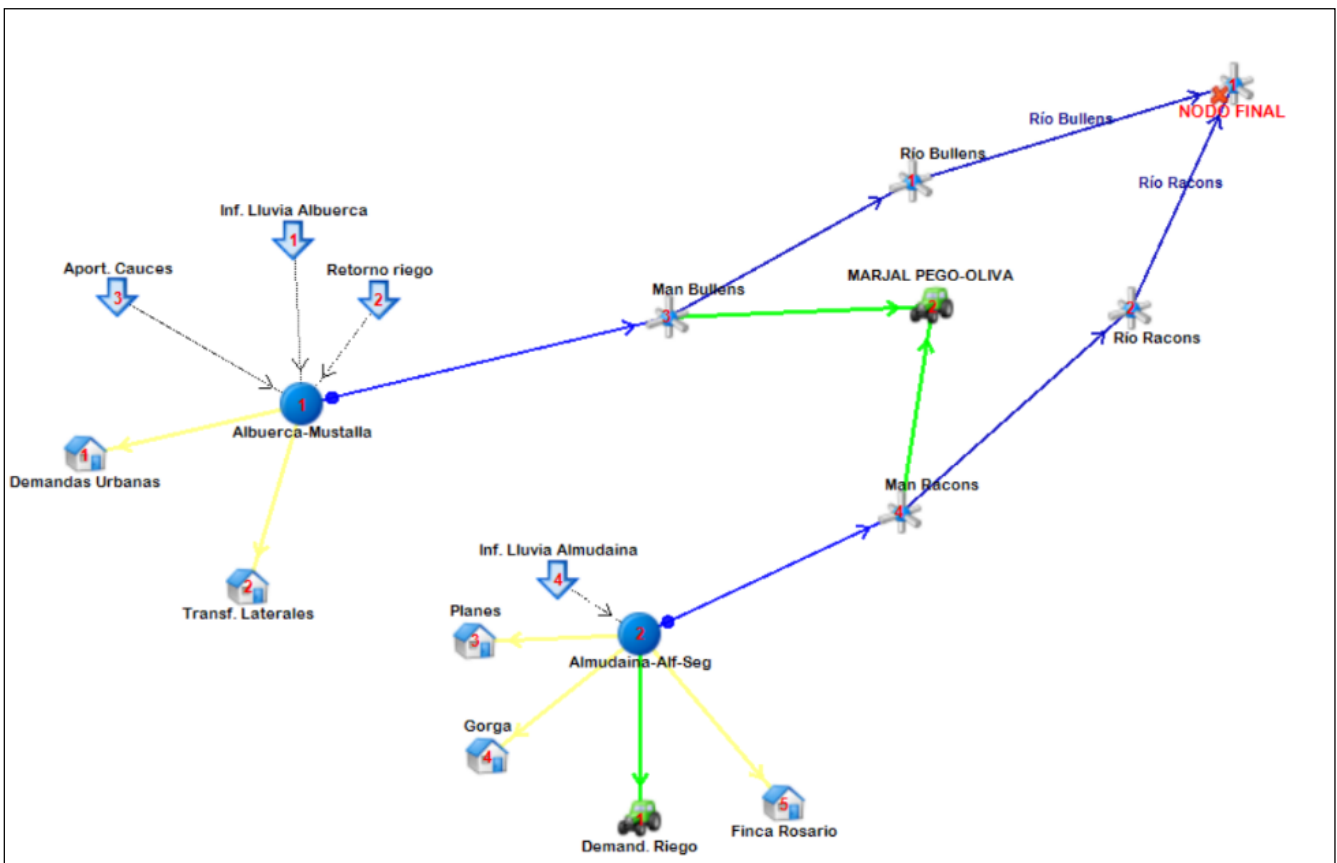


Figura 21. Interfaz general de la aplicación GEHMA para el sistema de la Marjal de Pego-Oliva

3.4.1. Diseño del modelo de gestión de Almudaina-Alfaro-Segaria

El diseño del acuífero de Almudaina-Alfaro-Segaria es de los más complejos debido al gran número de elementos que afectan a su funcionamiento hidráulico y han de ser tenidos en cuenta en el modelo (figura 22). De todos estos elementos, muchos son puntos de descarga existentes a lo largo de todo el acuífero, con usos diversos y de orígenes tanto naturales como antrópicos. Además, destaca la relación del acuífero con el humedal costero de la Marjal de Pego-Oliva, ya que, aunque su importancia no es muy significativa en términos de volumen de agua, si lo es ambientalmente como se ha destacado en el apartado anterior.

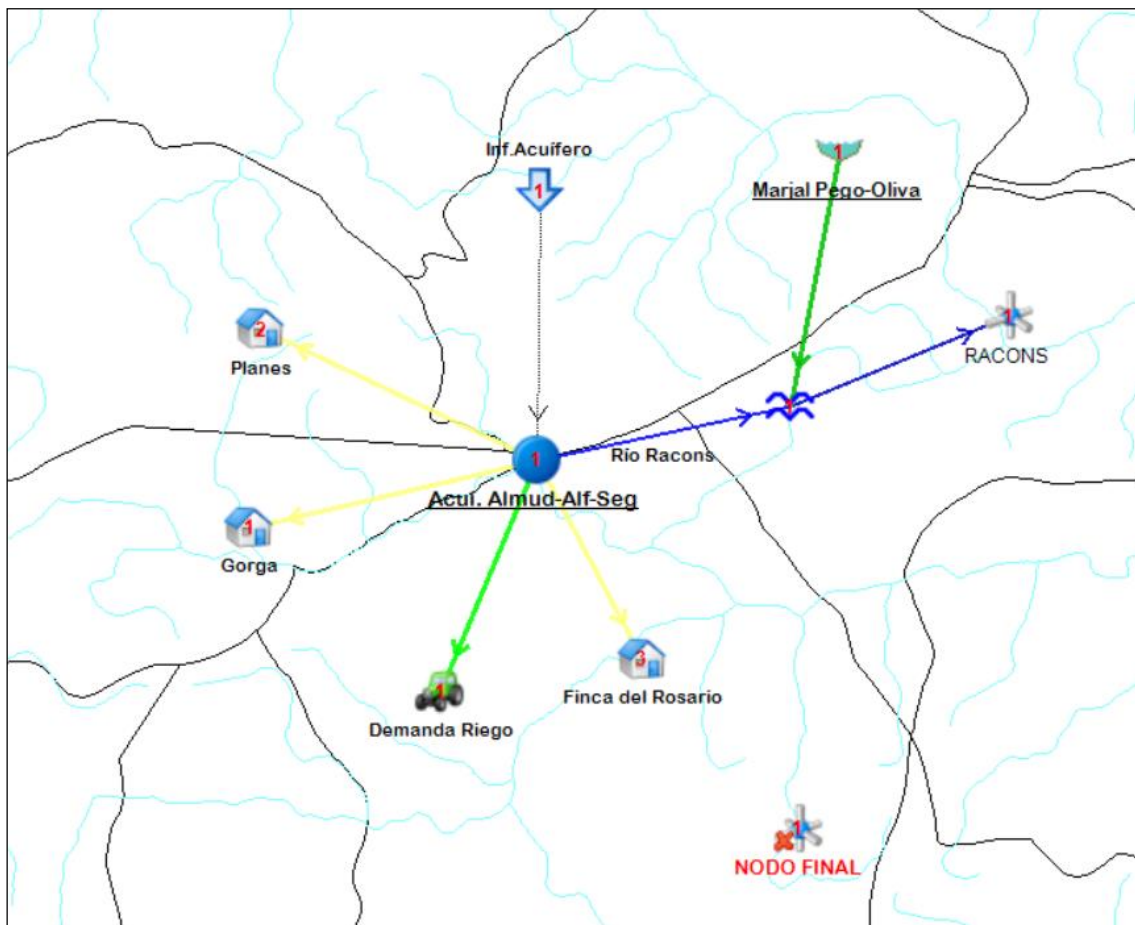



Figura 22. Interfaz general de la aplicación GEHMA para el acuífero de Almudaina-Alfaro-Segaria.

Para realizar el diseño de este acuífero dentro de la aplicación GEHMA se ha comenzado generando el elemento central *Acuíf. Almud-Alf-Seg* el cual se ha completado añadiendo todas las propiedades que caracterizan el acuífero y que quedan resumidas en la figura siguiente.

Datos del nodo | Calibración

Texto
 Nombre 
 Fuente Ver nombre

Nodo
 Tipo
 Número
 Coordenadas
 X Y

Serie de calibración

Cota inicial **m.s.n.m.**
 Cota del muro **m.s.n.m.**
 Cota crítica **m.s.n.m.**

Prioridad
 Superficie **km2**
 Coeficiente de almacenamiento

Figura 23. Principales propiedades del elemento acuífero Almudaina-Alfaro-Segaria

De los datos recogidos en la figura 23, destacan los 143 km² de superficie permeable que posee el acuífero. Este valor está relacionado directamente con la capacidad de recarga debido a la infiltración de agua de lluvia, que como veremos llega a ser de cerca de 58 hm³/año.

Igual que en el caso de Mediodía, durante el diseño se generó la curva de llenado característica de este acuífero (figura 24).

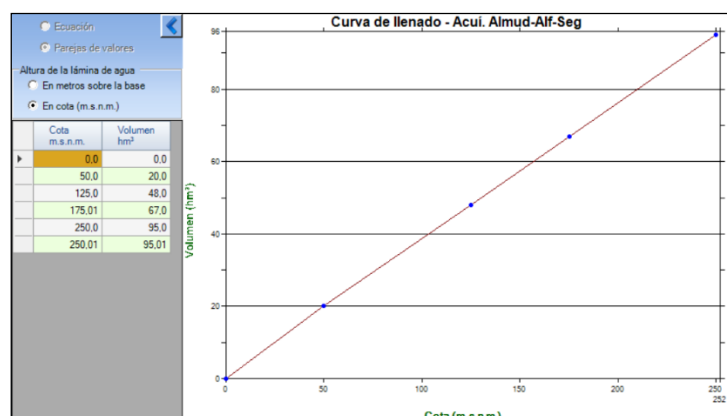


Figura 24. Curva de llenado para el acuífero de Almudaina-Alfaro-Segaria.

También resulta interesante el valor del coeficiente de almacenamiento. Es evidente que un acuífero de estas características y dimensiones no presenta un único coeficiente para toda su extensión. Dado que la aplicación solo nos deja introducir un único valor, se ha procedido a determinar la media ponderada de los diferentes coeficientes de almacenamiento que presenta el

acuífero. Según la bibliografía citada en el apartado 3.2, el acuífero presenta seis grandes zonas con distinto coeficiente de almacenamiento (figura 25), cuyos valores van desde valores de 0,05 o 0,01 en el sector nororiental hasta valores de 0,002 en la zona más occidental, obteniendo finalmente un valor promedio de 0,0048.

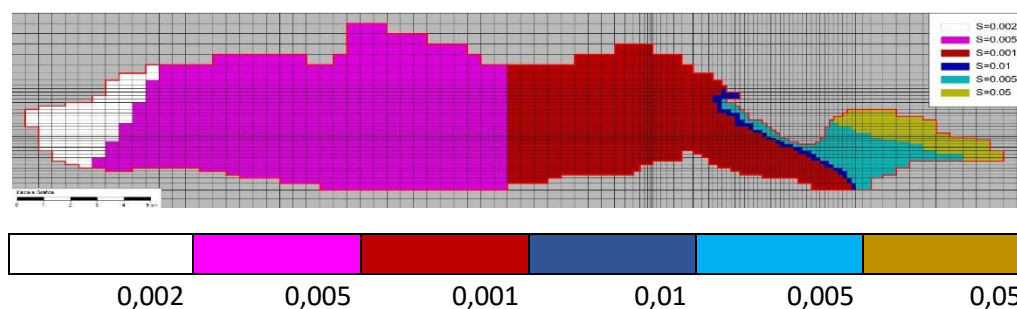


Figura 25. Valores de Coeficiente de Almacenamiento por sectores para el acuífero de Almudaina-Alfaro-Segaria. Realizada a partir de los datos de DPA. 2007b.

Como se ha comentado, son numerosos los puntos de descarga del acuífero. Es por ello que en este trabajo se ha decidido agrupar varios de estos puntos en un solo elemento dentro de la aplicación. Como se ve en la figura 22 se ha diferenciado entre las extracciones por bombeo para el abastecimiento del municipio de Planes, para el abastecimiento del municipio de Gorga, las extracciones para regadío, las salidas ocultas a la Finca del Rosario y las salidas hacia el río Racons.

Los municipios de Planes y Gorga se abastecen del agua procedente de los pozos de Benialfaquí y el Pollo respectivamente, de los cuales se conoce su serie histórica de explotación mensual para el periodo modelizado (figura 26). Esta información obtenida de la base de datos de Diputación de Alicante, ha permitido asociar a cada uno de estos elementos su serie de explotación dentro de la aplicación.

	Fecha	Gorga (hm3)		Fecha	Planes (hm3)
▶	1 10/1950	0,003	▶	1 10/1950	0,002
	2 11/1950	0,000		2 11/1950	0,002
	3 12/1950	0,000		3 12/1950	0,001
	4 01/1951	0,005		4 01/1951	0,001
	5 02/1951	0,002		5 02/1951	0,001
	6 03/1951	0,003		6 03/1951	0,001
	7 04/1951	0,002		7 04/1951	0,001
	8 05/1951	0,002		8 05/1951	0,001
	9 06/1951	0,002		9 06/1951	0,002
	10 07/1951	0,003		10 07/1951	0,004
	11 08/1951	0,004		11 08/1951	0,005
	12 09/1951	0,003		12 09/1951	0,003
	13 10/1951	0,003		13 10/1951	0,002
	14 11/1951	0,000		14 11/1951	0,002

Figura 26. Resumen de las demandas para los primeros catorce meses en los municipios de Gorga (izquierda) y Planes (derecha).

Para las demandas de riego se ha procedido de manera muy similar al ejemplo anterior. En este caso se han agrupado en el elemento *Demandas Riego* los nueve pozos de explotación para regadío. Para ello, se ha calculado el valor medio mensual entre los nueve pozos, pudiendo así, asignar una única serie histórica al elemento en la aplicación GEHMA.

Como se ha descrito en el apartado 3.2, dentro de las salidas naturales, el drenaje hacia la Finca del Rosario adquiere especial importancia dado su volumen.

	Fecha	Finca del Rosario (hm3)
652	01/2005	0,640
653	02/2005	0,574
654	03/2005	0,474
655	04/2005	0,412
656	05/2005	0,365
657	06/2005	0,497
658	07/2005	0,665
659	08/2005	0,922
660	09/2005	0,836
661	10/2005	1,078
662	11/2005	0,707
663	12/2005	1,822

Figura 27. Valores de drenaje hacia la Finca del Rosario para el año 2005.

Para representar estas salidas en el modelo ha sido necesario conocer las transferencias que se dan desde el acuífero de Almudaina-Alfaro hacia la Finca del Rosario.

Dada la gran cantidad de años que abarca la serie en la que se está trabajando, no es posible conocer todos estos valores de transferencias para cada uno de los meses. Por ello, se ha procedido a utilizar solo los datos más recientes disponibles. A modo de ejemplo de los valores mensuales de drenaje hacia la Finca que se dan en uno de los años de la serie se puede consultar la figura 27.

En el sector nororiental la descarga se realiza de forma visible a través del río Racons, elemento indispensable a la hora de determinar los caudales ecológicos asociados al acuífero. Para el cálculo de las salidas del acuífero al río Racons, se ha considerado que todos los aportes subterráneos del acuífero al río se producen fundamentalmente en el tramo comprendido entre una estación foronómica situada aguas arriba y una segunda estación aguas abajo.

Otro de los aspectos más importantes y que caracterizan este acuífero es la presencia de El parque natural de La Marjal de Pego-Oliva, que dentro de la aplicación se ha introducido como un nodo de tipo *demanda de riego*. Aunque la Marjal de Pego-Oliva se podría considerar un humedal, se ha decidido insertarlo dentro del modelo como una demanda, por lo ya explicado en el apartado 3.3.3. Así pues, se le han asignado las propiedades que caracterizan a estos elementos.

Por último, el río Racons puede aportar parte de su volumen a la Marjal. Este es un factor muy importante dentro del modelo, y dadas las características de la Marjal, se ha introducido como un caudal ecológico.

3.4.2. Diseño del modelo de gestión de Albuerca-Mustalla

El diseño del acuífero de Albuerca-Mustalla (figura 28) tiene la peculiaridad que el elemento central *Acuí. Albuerca-Mustalla* recibe los aportes de tres fuentes distintas, como son: La infiltración de agua de lluvia, la infiltración por los cauces, la cual se considera que se produce a través del río Serpis y el retorno de riegos producido durante el periodo que va desde abril a agosto.

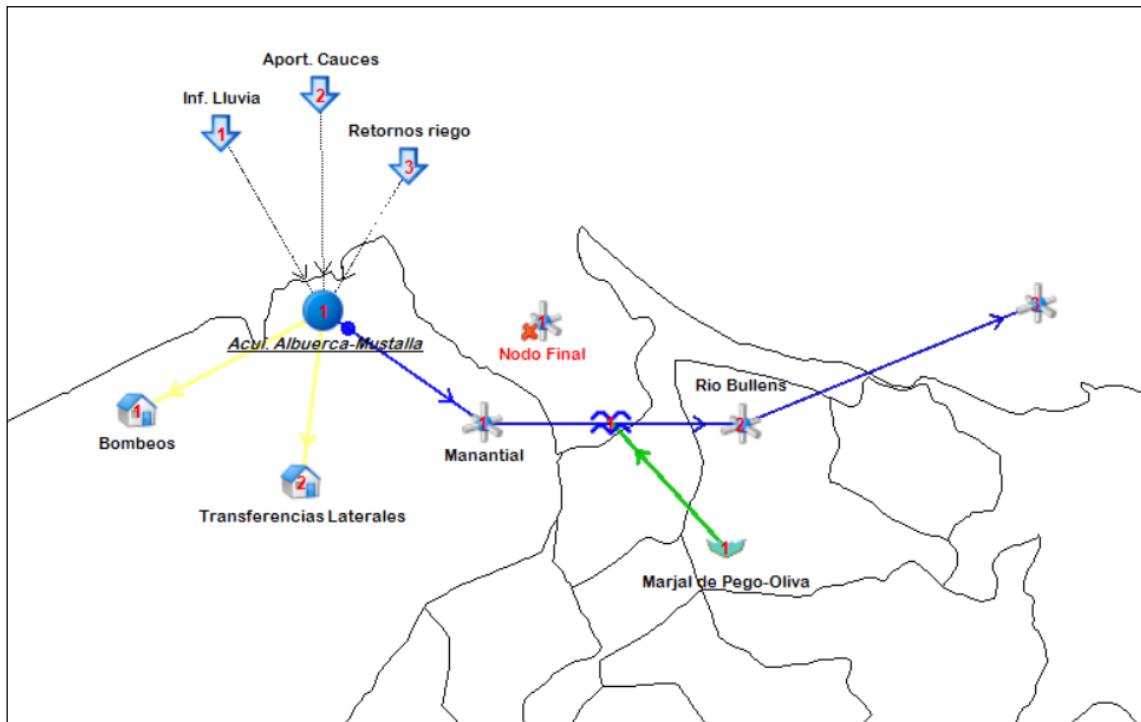


Figura 28. Interfaz general de la aplicación GEHMA para el acuífero de Albuerca-Mustalla.

Igual que en la metodología de diseño de los acuíferos anteriores, se ha rellenado la tabla de propiedades del acuífero y su curva de llenado siguiendo la bibliografía citada (figura 29). Como podemos ver, este es un acuífero de gran superficie permeable y con un elevado coeficiente de almacenamiento en comparación con el resto de acuíferos trabajados.

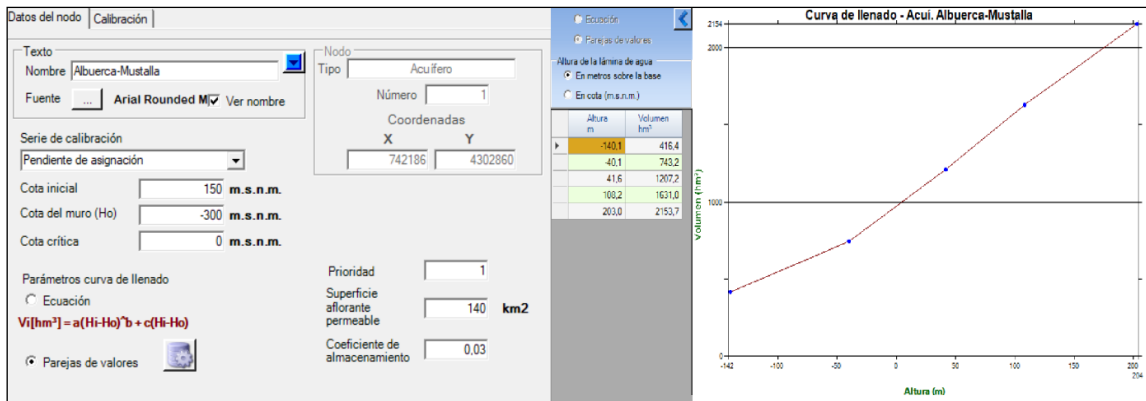


Figura 29. Curva de llenado y principales propiedades del elemento Acuífero de Albuerca-Mustalla.

Respecto a las salidas del sistema, los bombes del acuífero para abastecimiento urbano de las poblaciones nombradas en el apartado 3.3.2, han sido agrupados en un solo elemento denominado *bombes*. A este elemento se le ha asignado una serie con los datos históricos de explotación para la serie trabajada, obteniendo de media, un volumen de exportación de 12 hm³ anuales para abastecimiento.

Dentro del esquema hay otro elemento de salida, que es el correspondiente a las transferencias laterales al acuífero de Vergel. Este elemento ha sido considerado como una demanda, de manera que se le ha asignado una serie con los volúmenes estimados que son transferidos de un acuífero a otro. En este caso, las estimaciones anuales de volumen transferido son de 7 hm³, los cuales han sido repartidos entre los doce meses del año para generar una serie compatible con la aplicación GEHMA y poder realizar la simulación.

La última de las salidas del sistema Albuerca-Mustalla es la correspondiente a las salidas naturales por los manantiales que confluyen en el río Bullens. Esta salida es de especial importancia, ya que la Marjal de Pego-Oliva satisface parte de sus demandas hídricas con los aportes de este río. Las propiedades del nodo correspondiente a la salida natural de tipo manantial se muestran en la figura siguiente (figura 30), donde se pueden observar los valores asignados para el coeficiente de agotamiento del acuífero y la cota de salida fijada.

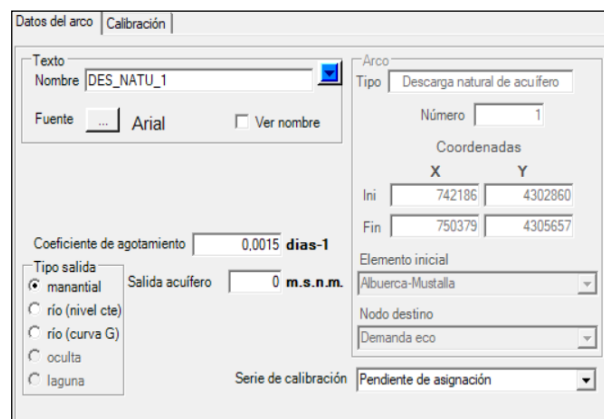


Figura 30. Propiedades del elemento manantial en la aplicación GEHMA.

3.4.3. Diseño del Parque natural de la Marjal de Pego-Oliva

Como se ha descrito anteriormente, la zona húmeda de la Marjal recibe aportes hídricos de los ríos Bullens y Racons. Para poder diseñar este humedal dentro del modelo, resulta imprescindible conocer esas demandas hídricas, a las que vamos a considerar, dada la importancia ambiental que tienen, como caudales ecológicos. Muchas de estas demandas de agua están asociadas a los cultivos tradicionales que se dan en la Marjal, donde, por ejemplo, los procesos de inundación, no solo permiten la siembra del arroz, sino que favorecen el desarrollo de una flora y fauna característica, que debe ser conservada como parte del patrimonio que ofrece este parque natural.

Con todo lo anterior, se procedió a determinar qué tipos de cultivos se dan en la Marjal y que superficie tiene cada uno de ellos. Para ello, y tras contactar con uno de los técnicos del parque, se consultó el visor cartográfico de la Generalitat (figura 31).

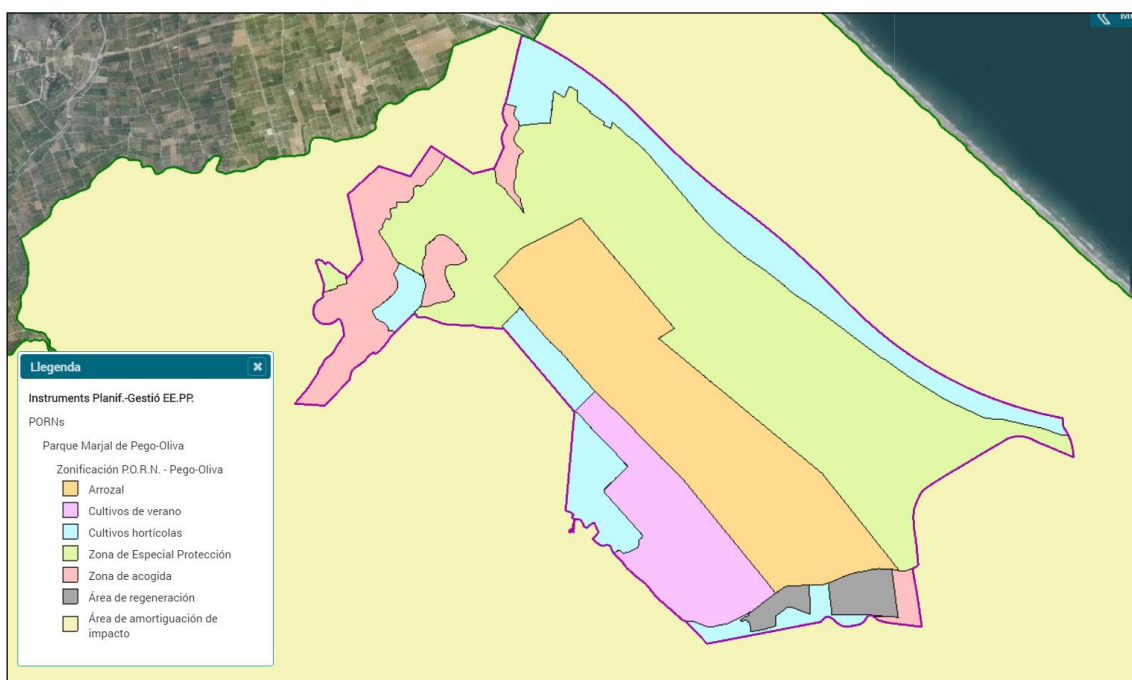


Figura 31. Zonificación del PORN - Pego-Oliva. (ICV. 2018)

Una vez conocida la superficie de los distintos cultivos, es necesario determinar las dotaciones medias que requieren cada uno de ellos. Para ello se consultó la memoria de usos y demandas de la demarcación hidrográfica del jugar (CHJ. 2013), donde se establece un valor promedio de: 9500 m³/ha/año para cultivos de arroz, 5000 m³/ha/año para cultivos de verano, 3900 m³/ha/año para cultivos hortofrutícolas y de 500 m³/ha/año para la vegetación natural (pasto).

Para desarrollar un modelo lo más preciso posible y conocer las demandas globales, no basta con conocer las superficies y dotaciones medias de cada uno de los cultivos. Existen otros factores de especial importancia que hay que tener en cuenta, como es el caso del *coeficiente único del cultivo* (K_c). El coeficiente único K_c incorpora las características del cultivo y los efectos promedios de la evaporación en el suelo. En definitiva, este coeficiente es una expresión de los efectos promedios en el tiempo de la evapotranspiración del cultivo (FAO. 1977). Por otro lado, resulta evidente que el valor de K_c no es constante para todas las etapas de crecimiento del cultivo. Durante el período de crecimiento del cultivo, la variación del coeficiente K_c expresa los cambios en la vegetación y en el grado de cobertura del suelo. Destacar también que para obtener los valores de K_c en este trabajo, se han elegido dentro del grupo de los cultivos hortofrutícolas la serie de valores correspondientes al naranjo como los valores de referencia, por ser el cítrico más característico de la zona de la Marjal.

Conocidos los distintos valores de K_c y la duración de cada una de las fases del desarrollo del cultivo a partir del informe elaborado por Richard G. Allen et al., en 2006 junto con las demandas hídricas y la superficie ocupada por cada uno de los cultivos de la Marjal, es posible elaborar una serie de demandas globales para introducir dentro del modelo; en la que se especifican los requerimientos hídricos del parque natural para cada uno de los meses del año. Estos valores obtenidos quedan recogidos en el anejo número 5, donde destaca el valor de 6.24 hm³ anuales de demandas hídricas en la Marjal.

4. RESULTADOS

En este apartado se muestran los resultados obtenidos para el denominado sistema de la Marjal de Pego-Oliva y para los acuíferos de Mediodía y Parcent tras realizar la simulación dentro de la aplicación GEHMA. En la primera parte se muestran los resultados obtenidos teniendo en cuenta todas las series y propiedades de los acuíferos de Almudaina-Alfaro, Albuerca-Mustalla y la Marjal de Pego-Oliva y se plantean dos escenarios de aumento de la demanda en el sistema. En el segundo apartado se muestra el resultado de la simulación para los acuíferos de Mediodía y Parcent, suponiendo un escenario de sequía donde se verá cómo afectaría esto a las demandas asociadas a los acuíferos.

4.1. Simulación del sistema Marjal de Pego-Oliva

Antes de iniciar la simulación se han realizado una serie de comprobaciones, evitando que se den recorridos cíclicos o que falte alguna característica o propiedad obligatoria en algún elemento, etc. Los resultados se presentan en balances del sistema en forma de tablas con datos en hm³. En la figura 32 se muestra el balance medio del sistema, el cual corresponde al caudal medio anual circulante en el sistema.

Balance_Global		Balance_Medio						
NODO	TIPO	ENTRADAS (hm ³ /año)	SALIDAS (hm ³ /año)	VARI. ALMACEN (hm ³)	DEMANDA (hm ³ /año)	CONSUMO (hm ³ /año)	GARANTIA (%)	
Inf. Lluvia Albuerca	Entrada al sistema		46,566					
Retorno riego	Entrada al sistema		2,886					
Aport. Cauces	Entrada al sistema		4,873					
Inf. Lluvia Almudaina	Entrada al sistema		59,435					
Río Bullens	Nodo simple	29,031	29,031					
Río Racons	Nodo simple	40,106	40,106					
Man Bullens	Nodo simple	34,862	34,862					
Man Racons	Nodo simple	40,515	40,515					
Albuerca-Mustalla	Acuífero	54,325	53,862	25,939				
Almudaina-Alf-Seg	Acuífero	59,435	59,898	-25,952				
Demand. Riego	Demanda de riego	2,608	0,000		2,608	2,608	100	
MARJAL PEGO-OLIVA	Demanda de riego	6,240	0,000		6,240	6,240	100	
Demandas Urbanas	Demanda urbana	12,000	12,000		12,000	0,000	100	
Transf. Laterales	Demanda urbana	7,000	7,000		7,000	0,000	100	
Planes	Demanda urbana	0,025	0,025		0,025	0,000	100	
Gorga	Demanda urbana	0,030	0,030		0,030	0,000	100	
del rosario	Demanda urbana	16,720	16,720		16,720	0,000	100	
	TOTAL	407,810	407,810	-0,013	44,623	8,848	100	

Figura 32. Balance medio para el sistema Marjal de Pego-Oliva tras la simulación

En los elementos que almacenan agua (como es el caso de los acuíferos) se indica también la variación de almacenamiento entre el inicio y el final de la simulación. Como se puede observar la variación de almacenamiento se puede considerar nula, debido a que los acuíferos están en equilibrio.

Para conseguir ese valor de prácticamente 0 en la variación y hacer que el modelo sea más fiel a la realidad, se ha tenido que calibrar el parámetro α (coeficiente de agotamiento) de los manantiales del acuífero de Albuerca-Mustalla. Este parámetro explica la inercia del acuífero, es decir, la manera en que se descarga el acuífero con el paso del tiempo.

Para entender mejor esta variación de almacenamiento, resulta interesante ver de manera gráfica cómo han ido variando a lo largo de toda la serie las entradas y salidas de los acuíferos. Esto queda representado en la figura 33.

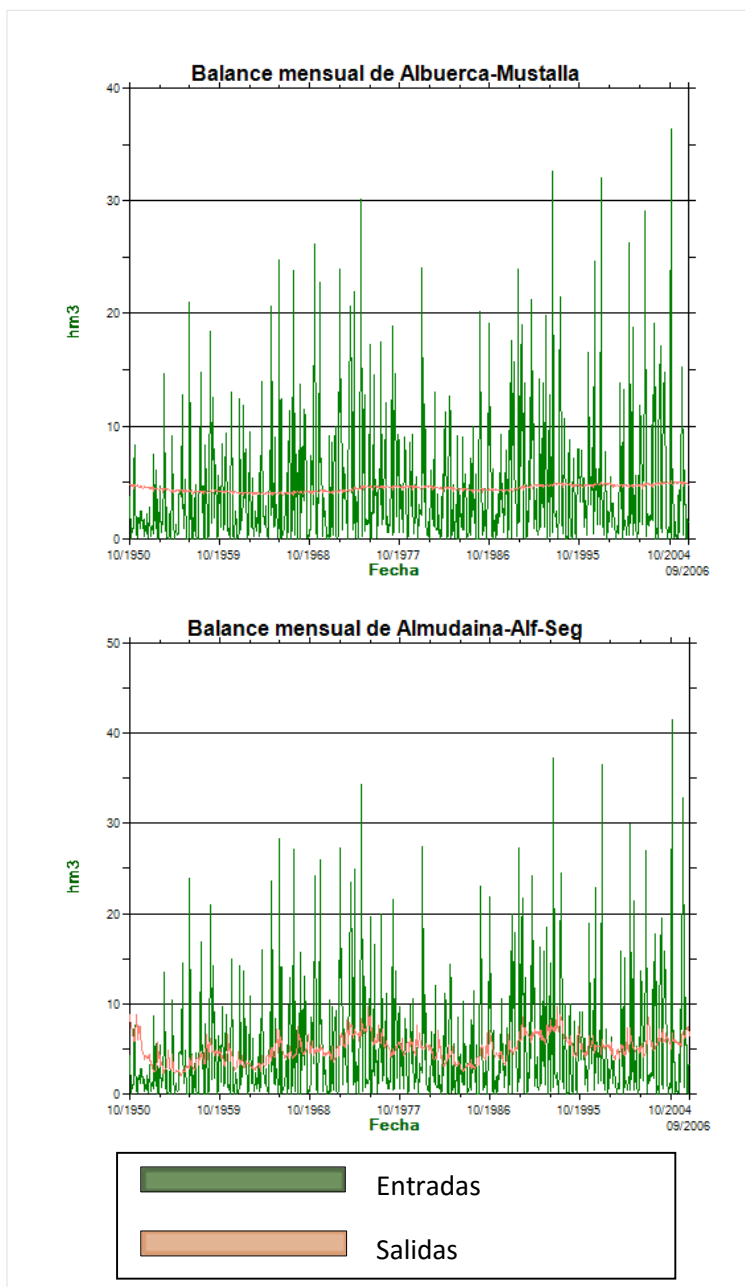


Figura 33. Volúmenes de entradas y salidas de los acuíferos de Almadaina y Albuerca durante el periodo modelizado.

Como se puede ver en la figura, ambos acuíferos presentan una fuerte oscilación en las entradas, debido en gran parte a la dependencia de las precipitaciones. A nivel global, el acuífero de Albuerca presenta unas entradas para el total de la serie de 3042 hm³, mientras que el acuífero de Almadaina muestra un valor ligeramente superior, con 3328 hm³ para toda la serie modelizada.

Respecto a las salidas, si se aprecia una mayor diferencia. Albuerca-Mustalla muestra una evolución de las salidas mucho más lineal y estable en el tiempo, mientras que los valores en el acuífero de Almadaina oscilan mucho más. Esta mayor fluctuación es debida, principalmente, a la variación a lo largo del tiempo de los volúmenes de salida a través de los manantiales que llegan al río Racons. En el anejo 6 se puede consultar de manera independiente la evolución temporal de las salidas del acuífero de Almadaina.

Otro aspecto interesante que nos ofrece esta primera simulación es el poder ver como las demandas asociadas a los acuíferos quedan cubiertas sin ningún problema por los aportes que recibe el propio acuífero (figura 34 para el acuífero de Albuerca y figura 35 para el de Almudaina).

Datos del nodo		Calibración	Balance	
Global		Anual	Mensual	
	NODO	TIPO	ENTRADAS	SALIDAS
▶	Inf. Lluvia Albuerca	APO(Apo)	2607,691	
	Retorno riego	APO(Apo)	161,617	
	Aport. Cauces	APO(Apo)	272,898	
	Man Bullens	NSI(Nat)		1952,267
	Demandas Urbanas	URB(Tom)		672,000
	Transf. Laterales	URB(Tom)		392,000
		TOTAL	3042,206	3016,267
	VARC. ALMA			25,939

Figura 34. Balance de entradas y salidas (en hm^3) para el acuífero de Albuerca-Mustalla

La figura 34 muestra para toda la serie simulada los volúmenes (en hm^3) de entrada según su origen y los volúmenes demandados. Las entradas al acuífero ofrecen un volumen suficiente de recurso para satisfacer tanto las demandas urbanas como las transferencias laterales que se dan en el acuífero. El resto del recurso sale a través de los manantiales en dirección al río Bullens.

Datos del nodo		Calibración	Balance	
Global		Anual	Mensual	
	NODO	TIPO	ENTRADAS	SALIDAS
▶	Inf. Lluvia Almudaina	APO(Apo)	3328,359	
	Man Racons	NSI(Nat)		2268,843
	Planes	URB(Tom)		1,398
	Gorga	URB(Tom)		1,678
	Finca Rosario	URB(Tom)		936,346
	Demand. Riego	RIE(Tom)		146,045
		TOTAL	3328,359	3354,311
	VARC. ALMA			25,952

Figura 35. Balance de entradas y salidas (en hm^3) para el acuífero de Almudaina-Alfaro

De igual manera que en el ejemplo anterior, el acuífero de Almudaina cubre todas sus demandas con las aportaciones del propio acuífero. Los volúmenes sobrantes terminan en el río Racons por los distintos manantiales.

Como se ha comentado en el apartado de diseño de la Marjal, se han estimado unas necesidades hídricas para el parque natural de alrededor de 6.24 hm³. Si dentro de la simulación nos movemos al elemento de la Marjal de Pego-Oliva, se puede observar como el río Bullens satisface 5.831 hm³/año, lo que supone un 93.44% del total de las demandas de la Marjal. El 6.56% restante lo aporta el río Racons con 0.409 hm³/año (figura 36). Estos porcentajes se mantienen a lo largo de toda la serie.

	Fecha	NSI(Tom) Man Bullens	NSI(Tom) Man Racons	TOTAL ENTRADAS
▶	50-51	5,831	0,409	6,240
	51-52	5,831	0,409	6,240
	52-53	5,831	0,409	6,240
	53-54	5,831	0,409	6,240
	54-55	5,831	0,409	6,240
	55-56	5,831	0,409	6,240
	56-57	5,831	0,409	6,240
	57-58	5,831	0,409	6,240
	58-59	5,831	0,409	6,240
	59-60	5,831	0,409	6,240
	60-61	5,831	0,409	6,240
	61-62	5,831	0,409	6,240
	62-63	5,831	0,409	6,240

Figura 36. Ejemplo de aportes y demandas (en hm³) hídricas de la Marjal para la serie modelizada.

Es importante destacar también, que esta demanda desde la Marjal, no supone una reducción importante del volumen de agua que circula por el río Bullens. Se puede observar la cantidad de recurso disponible en el río tras satisfacer las demandas de la Marjal (figura 37), para el año 63-64, que es el más seco de la serie, la reducción de volumen en el río Bullens es de solo 6.240 hm³.

Datos del nodo		Volúmenes	Balance		
Global		Global	Global		
Anual		Global	Global		
Mensual		Global	Global		
Fecha	ACU(Nat) Albuera-Mustalla	TOTAL ENTRADAS	RIE(Tom) MARJAL PEGO-OLIVA	NSI(Rio) Río Bullens	
59-60	31,574	31,574	6,240	25,334	
60-61	30,603	30,603	6,240	24,363	
61-62	30,116	30,116	6,240	23,876	
62-63	29,856	29,856	6,240	23,616	
63-64	29,506	29,506	6,240	23,266	
64-65	29,667	29,667	6,240	23,427	
65-66	30,058	30,058	6,240	23,818	
66-67	30,396	30,396	6,240	24,156	
67-68	31,179	31,179	6,240	24,939	
68-69	31,185	31,185	6,240	24,945	
69-70	31,951	31,951	6,240	25,711	
70-71	31,312	31,312	6,240	25,072	
71-72	32,538	32,538	6,240	26,298	

Figura 37. Caudales en el río Bullens (hm³/año) tras satisfacer la demanda de la Marjal

4.2. Escenarios simulados en el sistema Marjal de Pego-Oliva

En este punto se van a plantear dos situaciones distintas de aumento de la demanda para el sistema Almudaina-Alfaro-Segaria. Para las dos simulaciones se han considerado bombeos adicionales de 10 y 20 hm³/año, con el siguiente régimen de explotaciones:

- 7% para los meses de octubre a mayo, ambos incluidos.
- 10% en junio y septiembre
- 11% en julio
- 13% en agosto

Además de esa demanda adicional, para cada una de las simulaciones se ha añadido otra pequeña demanda de 2.7 hm³/año que se corresponde al caudal utilizado por la potabilizadora de Denia. Para esta demanda se ha considerado un régimen de explotación similar al de los bombeos descritos anteriormente. El esquema general del modelo dentro de la aplicación informática queda representado en la figura 38.

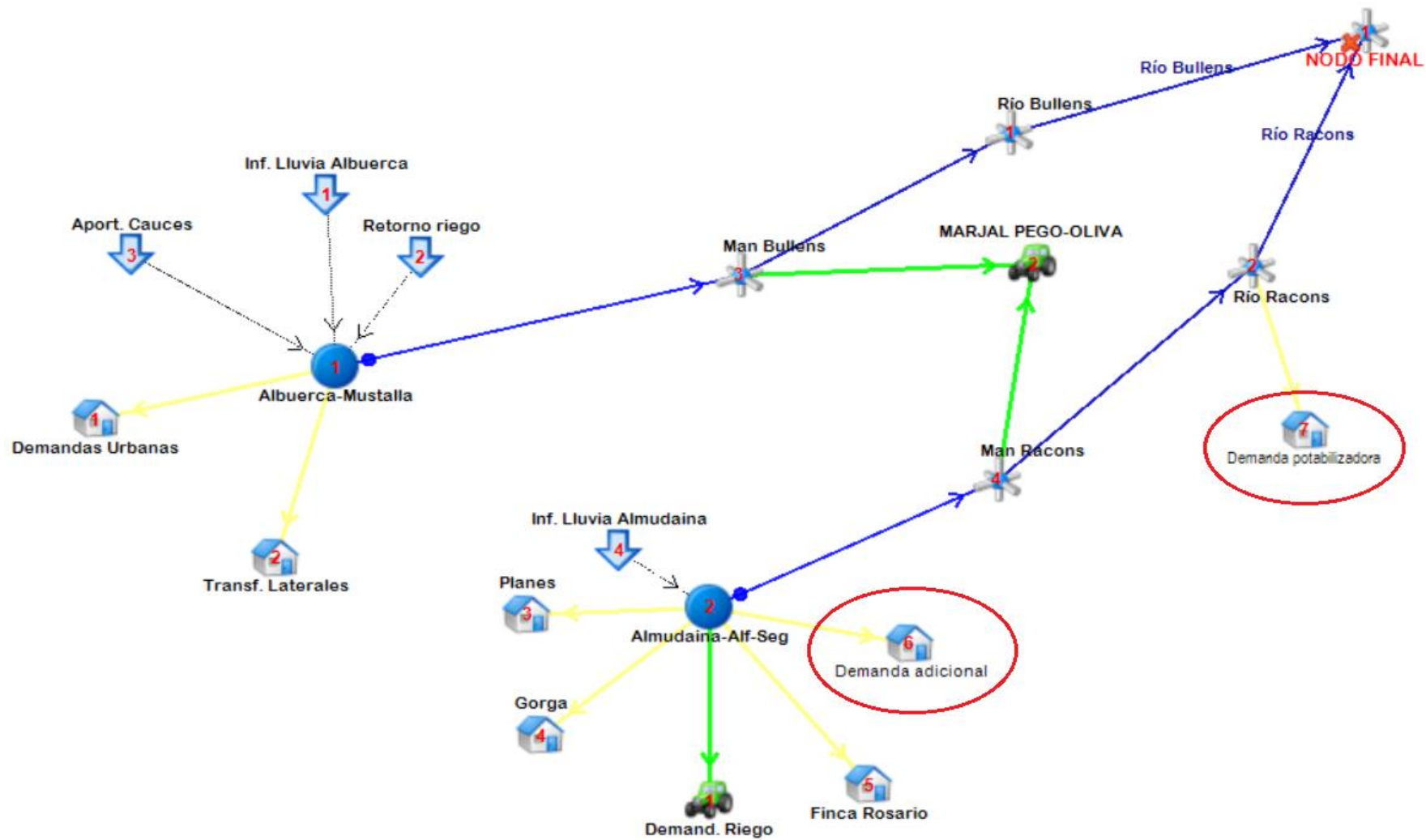


Figura 38. Esquema general del escenario de aumento de la demanda en la aplicación GEHMA. Destacados en rojo quedan las demandas adicionales añadidas respecto al modelo original

Las simulaciones se han realizado a nivel mensual para una serie futura de la misma longitud que la utilizada para la calibración, es decir de 56 años hidrológicos. Mediante las simulaciones se pretende observar cómo afectaría un posible aumento de la demanda a los caudales del río Racons. Es importante tener en cuenta que no se puede aprovechar todo el volumen de agua que circula por un río, se deben establecer unos caudales mínimos ecológicos. Este hecho permite acordar un manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos, estableciendo la calidad, cantidad y régimen del flujo de agua requerido para mantener los componentes, funciones, procesos y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos (IRSEFC. 2007).

En este trabajo se ha considerado el caudal del año más seco de la serie trabajada como el caudal mínimo que debe circular por el río Racons. Si nos fijamos en la figura 39 vemos que este valor es de 14.57 hm³/año. La tabla completa con los caudales estimados se puede consultar en el anexo 2.

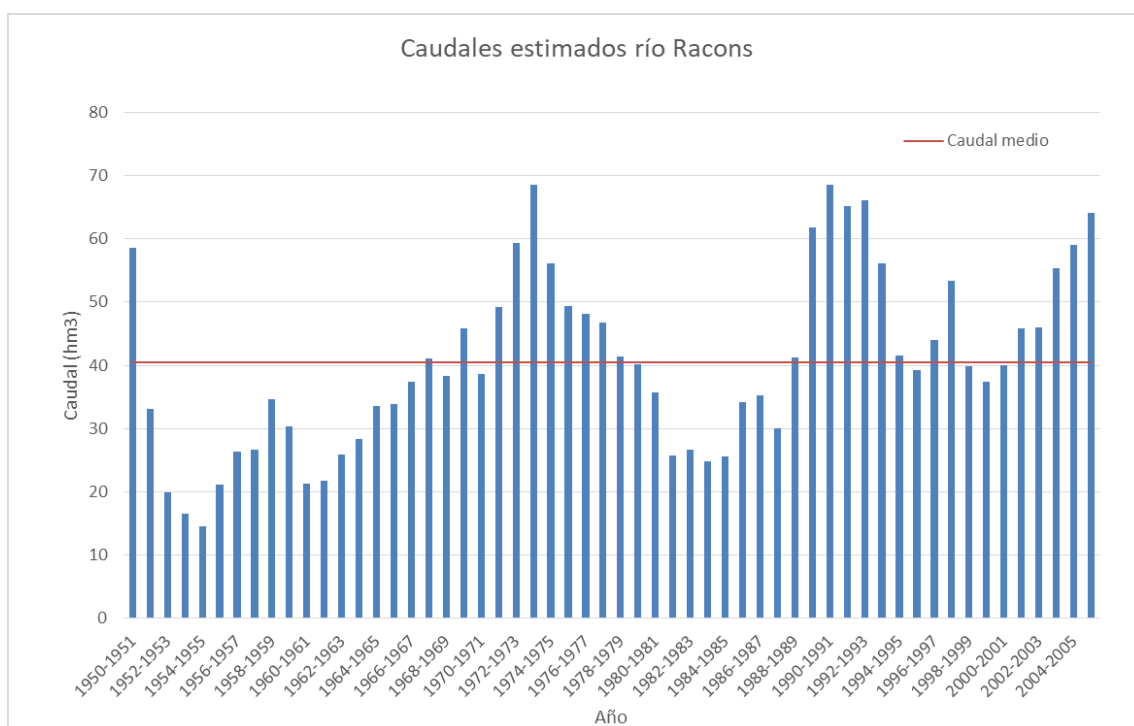


Figura 39. Caudales estimados para el río Racons. Realizado a partir de los datos del informe DPA.2007b

4.2.1. Escenarios simulados: Aumento de la demanda en 10 hm³

En este primer escenario se ha supuesto un aumento adicional de las explotaciones del acuífero de Almudaina-Alfaro de 10 hm³ y una demanda en el tramo final del río Racons de 2.7 hm³. Tras realizar la simulación con estos nuevos elementos, se observan variaciones en los caudales del río Racons, que, en algunos casos, quedan por debajo del caudal ambiental considerado como óptimo (figura 40).

Fecha	ACU(Nat) Almudaina-Alf-Seg	TOTAL ENTRADAS	RIE(Tom) MARJAL PEGO-OLIVA	NSI(Rio) Río Racons
50-51	56,737	56,737	0,409	56,328
51-52	27,930	27,930	0,409	27,521
52-53	12,571	12,571	0,409	12,162
53-54	7,742	7,742	0,409	7,333
54-55	5,082	5,082	0,409	4,673
55-56	11,759	11,759	0,409	11,350
56-57	16,936	16,936	0,409	16,527
57-58	16,931	16,931	0,409	16,522
58-59	24,746	24,746	0,409	24,337
59-60	20,457	20,457	0,409	20,048
60-61	11,128	11,128	0,409	10,719
61-62	11,759	11,759	0,409	11,350
62-63	16,051	16,051	0,409	15,642

Figura 40. Caudales del río Racons tras una demanda adicional de 10 hm³ para los primeros trece años de la serie.

En esta figura se muestran los primeros años de la serie tras el aumento adicional de la demanda de 10 hm³. Como se muestra, los valores de la última columna nos muestran los caudales en hm³ que circulan por el río, entre los que destacan algunos valores por ser inferiores a los 14.57 hm³ que hemos considerados como óptimos.

Es importante destacar que los únicos valores que quedan por debajo del valor óptimo se encuentran en los primeros años de la serie. De estos años se dispone de pocos datos precisos y en muchos casos los valores iniciales del modelo surgen de estimaciones y aproximaciones, por lo que estos primeros valores de la serie no llegan a ser representativos de la realidad. Además, de los 56 años que componen la serie trabajada, solo 6 muestran un valor inferior al óptimo. Esto supone que más del 89% de los años el caudal del río Racons está por encima del óptimo considerado.

Si nos desplazamos al tramo final del río Racons, donde surge la demanda adicional de 2.7 hm³ de la potabilizadora de Denia, la cantidad de años que quedan por encima del óptimo se reduce ligeramente, pasando a ser del 80%. En este caso, hay que tener en cuenta que al tratarse del tramo final del río, esta reducción de caudal se ve compensada en gran medida por los aportes de agua de mar. Así bien, la cantidad de años cuyo caudal se encuentran por encima del óptimo sigue siendo muy elevado y al tratarse de un caudal óptimo, habría un margen por debajo de este valor de 14.57 hm³, en el que no se producirían efectos ambientales adversos. Destacar que en los 11 años con un caudal inferior al óptimo en el último tramo, 8 de ellos disponen de un caudal considerable, superior a 9 hm³.

4.2.2. Escenarios simulados: Aumento de la demanda en 20 hm³

En este segundo escenario de aumento de la demanda, se ha procedido de manera similar al ejemplo anterior, pero simulando con una demanda adicional de 20 hm³ en lugar de 10 hm³. En el tramo final del río se ha añadido también la toma adicional 2.7 hm³.

En la figura 41 podemos ver cómo afecta este aumento de la demanda a los 13 primeros años de la serie.

	Fecha	ACU(Nat) Almudaina-Alf-Seg	TOTAL ENTRADAS	RIE(Tom) MARJAL PEGO-OLIVA	NSI(Rio) Río Racons
▶	50-51	54,977	54,977	0,409	54,568
	51-52	22,648	22,648	0,409	22,239
	52-53	4,871	4,871	0,399	4,472
	53-54	3,564	3,564	0,409	3,155
	54-55	2,275	2,275	0,119	2,156
	55-56	8,353	8,353	0,409	7,944
	56-57	10,706	10,706	0,409	10,297
	57-58	9,065	9,065	0,409	8,656
	58-59	16,907	16,907	0,409	16,498
	59-60	11,650	11,650	0,409	11,241
	60-61	2,349	2,349	0,074	2,275
	61-62	7,910	7,910	0,409	7,501
	62-63	9,698	9,698	0,409	9,289

Figura 41. Caudales del río Racons tras una demanda adicional de 20 hm³ para los primeros trece años de la serie.

Como vemos en la última columna, este aumento de la demanda ha provocado un descenso muy notable en los caudales del río Racons respecto de la situación estándar representada en la figura 39. Varios años de la serie muestran valores muy inferiores a los 14.54 hm³ considerados óptimos. Si hacemos un análisis completo, la simulación nos muestra que de los 56 años que componen la serie, el 71% de los años, el río tiene un caudal igual o superior al óptimo.

En lo que al tramo final del río se refiere, la reducción de los caudales del río Racons es todavía más notable al añadir la demanda de 2,7 hm³. Analizando la simulación se ha visto que, de los 56 años de la serie, 22 de ellos muestran caudales por debajo del óptimo en este tramo final, suponiendo esto un 39% del total. También destaca el hecho de que entre los 22 años con caudales por debajo del óptimo, 10 de ellos muestran valores inferiores a los 6 hm³ e incluso durante el año 54-55 el caudal no llega al 1 hm³.

En este caso, teniendo en cuenta el aumento de años en la serie que presentan un caudal inferior al óptimo y viendo que los valores para el caudal quedan muy por debajo de los 14.54 hm³, no podemos afirmar que una explotación adicional de 20 hm³ sea sostenible ambientalmente.

4.3. Simulación de los sistemas de Mediodía y Parcent

Para los dos últimos acuíferos estudiados, se va a plantear un escenario de sequía. Se trata de un escenario que podría darse en la provincia de Alicante en un futuro próximo como consecuencia del cambio climático y se plantea con la intención de ver cómo afectaría a las demandas asociadas a los acuíferos, una reducción de la precipitación del 10%.

4.3.1 Sistema Mediodía

Escenario Actual

Antes de proceder con el escenario de sequía, es importante ver cuál es la situación normal del acuífero de Mediodía. Para ello se ha realizado una primera simulación en situación estándar a partir de todo lo desarrollado en el apartado de metodología (3.1). En la figura 42 vemos el balance medio de la serie, que sirve de resumen de la situación actual del acuífero.

Balance_Global		Balance_Medio						
	NODO	TIPO	ENTRADAS (hm ³ /año)	SALIDAS (hm ³ /año)	VARI. ALMACEN (hm ³)	DEMANDA (hm ³ /año)	CONSUMO (hm ³ /año)	GARANTIA (%)
▶	FINAL NODO	Nodo final	4,255					
	INF.ACUI	Entrada al sistema		10,266				
	APOR.RIO.ACUI	Entrada al sistema		4,395				
	MANANTIAL	Nodo simple	11,537	11,537				
	ACU.MEDIODIA	Acuífero	14,662	14,655	0,365			
	Demanda de riego	Demanda de riego	10,399	0,000		10,399	10,399	100
	DEMANDA.URB	Demanda urbana	3,118	3,118		3,118	0,000	100
		TOTAL	43,971	43,971	0,365	13,518	10,399	100

Figura 42. Balance medio para el acuífero de Mediodía tras la simulación en situación estándar

En primer lugar vemos como los aportes que recibe el acuífero se estiman en 14.65 hm³/anuales, de los cuales 11.53 hm³/año salen a través de los manantiales y 3.12 hm³/año son bombeados para satisfacer las demandas urbanas. El aspecto más relevante en este caso es el hecho de que las aportaciones por infiltración y los aportes del río al acuífero, son capaces de satisfacer las demandas tanto de riego como urbanas, con una garantía del 100%. También podemos afirmar que el acuífero de Mediodía se encuentra en situación de equilibrio, sin variaciones importantes interanuales en el almacenamiento.

Otro aspecto interesante se observa en la evolución de las demandas de abastecimiento, con una fuerte tendencia al aumento desde finales de la década de los 80 (anejo 6).

Escenario de sequía

Conocido el balance medio actual de Mediodía se ha realizado una simulación en la que se han reducido en un 10% los valores de la serie de precipitación sobre el acuífero de Mediodía.

En la figura siguiente se muestra de nuevo el balance medio del acuífero tras lanzar la simulación con los cambios comentados.

Balance_Global		Balance_Medio						
	NODO	TIPO	ENTRADAS (hm ³ /año)	SALIDAS (hm ³ /año)	VARI. ALMACEN (hm ³)	DEMANDA (hm ³ /año)	CONSUMO (hm ³ /año)	GARANTIA (%)
▶	FINAL NODO	Nodo final	3,118					
	INF.ACUI	Entrada al sistema		9,240				
	APOR.RIO.ACUI	Entrada al sistema		3,956				
	MANANTIAL	Nodo simple	10,094	10,094				
	ACU.MEDIODIA	Acuífero	13,195	13,212	-0,915			
	Demanda de riego	Demanda de riego	10,094	0,000		10,399	10,094	94
	DEMANDA.URB	Demanda urbana	3,118	3,118		3,118	0,000	100
		TOTAL	39,620	39,619	-0,915	13,518	10,094	97

Figura 43. Balance medio para el acuífero de Mediodía tras la simulación en situación de sequía

Lógicamente, las entradas al sistema en este escenario se han reducido hasta los 13.19 hm³/año (de los 14.66 hm³/año que había en situación normal). Aunque como podemos ver, la garantía para abastecimiento urbano sigue siendo del 100%, llama la atención que con una reducción de solo el 10% en las precipitaciones, empiezan a aparecer problemas de garantía en el suministro de agua para riego, que ha pasado del 100% al 94%.

Si analizamos la garantía a nivel anual, vemos como el porcentaje de recurso disponible para riego se reduce considerablemente en los últimos años de la serie (figura 44). Esto está directamente relacionado con lo comentado anteriormente; dado que la demanda urbana aumenta en los últimos años y este abastecimiento tiene preferencia sobre el de riego, como consecuencia, se produce una disminución en la garantía de riego en los últimos años del modelo. Destaca también como en algunos años más secos (99-00) la garantía llega a reducirse hasta valores de del 74%.

Fecha	GARANTIA (%)
91-92	90
92-93	87
93-94	91
94-95	86
95-96	95
96-97	91
97-98	84
98-99	89
99-00	74
00-01	95
01-02	93
02-03	78
03-04	92

Figura 44. Garantía a nivel anual para los últimos años de la serie

4.3.2. Sistema Parcent

Escenario actual

Para estudiar los escenarios en el acuífero de Parcent se va a proceder de manera similar a lo visto en el apartado anterior con el ejemplo de Mediodía. En la figura siguiente se muestra el balance medio del acuífero en su situación actual, según el diseño explicado en el apartado 3.2.1.

Balance_Global		Balance_Medio						
	NODO	TIPO	ENTRADAS (hm ³ /año)	SALIDAS (hm ³ /año)	VARI. ALMACEN (hm ³)	DEMANDA (hm ³ /año)	CONSUMO (hm ³ /año)	GARANTIA (%)
▶	NODO FINAL	Nodo final	2,614					
	Transferencias Acuí. Cocoll	Entrada al sistema		2,523				
	Transf. Jalón	Nodo simple	0,331	0,331				
	Transf. La Alberca	Nodo simple	0,052	0,052				
	Acuí. Parcent	Acuífero	2,523	2,614	-1,366			
	Sector Benichembla	Demanda urbana	1,472	1,472		1,499	0,000	98
	Sectir Piscinas	Demanda urbana	0,759	0,759		0,810	0,000	92
		TOTAL	7,752	7,752	-1,366	2,309	0,000	95

Figura 45. Balance medio para el acuífero de Parcent tras la simulación en situación estándar

Como vemos, las transferencias hacia Parcent procedentes del acuífero de Cocoll se estiman en 2.61 hm³/año. De este volumen que llega al acuífero, 1.47 hm³/año son bombeados hacia el sector Benichembla y 0.76 hm³/año hacia Piscinas. El resto son transferencias ocultas hacia el detrítico de Jalón y la Alberca. Destaca en este caso que la garantía de abastecimiento no es del 100% como si ocurría en Mediodía. Si estudiamos la garantía por años, el año 2015 y 2016 que fueron especialmente secos, muestran un porcentaje de garantía del 58% y el 30% respectivamente para el sector piscinas, mientras que para el sector Benichembla el porcentaje de garantía para el año 2015 es del 84% y para el 2016 del 92% (consultar tablas en anejo 6). Esto supone que parte de las demandas en este sector deben ser cubiertas con aportes externos.

Por otro lado, el acuífero de Parcent puede ser considerado como un acuífero ligeramente deficitario, con variaciones interanuales a tener en cuenta en los valores de almacenamiento.

Escenario de sequía

Conocido el balance medio actual en Parcent se ha realizado una nueva simulación en la que se han reducido en un 10% las transferencias del Cocoll a Parcent, debido a una situación de sequía en la que el Cocoll ha recibido menos aportes de lluvia. En la figura siguiente se muestra el balance medio tras introducir este nuevo factor.

Balance_Global		Balance_Medio						
	NODO	TIPO	ENTRADAS (hm ³ /año)	SALIDAS (hm ³ /año)	VARI. ALMACEN (hm ³)	DEMANDA (hm ³ /año)	CONSUMO (hm ³ /año)	GARANTIA (%)
▶	NODO FINAL	Nodo final	2,363					
	Transferencias Acuí. Cocoll	Entrada al sistema		2,271				
	Transf. Jalón	Nodo simple	0,170	0,170				
	Transf. La Alberca	Nodo simple	0,026	0,026				
	Acuí. Parcent	Acuífero	2,271	2,363	-1,375			
	Sector Benichembla	Demanda urbana	1,444	1,444		1,499	0,000	96
	Sectir Piscinas	Demanda urbana	0,723	0,723		0,810	0,000	86
		TOTAL	6,996	6,996	-1,375	2,309	0,000	91

Figura 46. Balance medio para el acuífero de Parcent tras la simulación en situación estándar

Como es de esperar, se han reducido las entradas al acuífero de Parcent hasta los 2.271 hm³ y con ello la garantía de abastecimiento, que ahora se encuentra en un 86% para sector Piscinas y 96% para el sector Benichembla. Si comparamos ahora la garantía a nivel anual con lo visto anteriormente, el año 2015 presenta valores del 57% en Benichembla y del 6% en piscinas, mientras que el 2016 muestra un 14% de garantía en sector piscinas y un 88% en Benichembla.

Ante un escenario de este tipo, sería necesario realizar aportes externos para poder asegurar la demanda a la población durante los años más secos.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A la vista de los resultados obtenidos de los distintos escenarios simulados, podemos concluir que:

La utilización de sistemas de soporte a la decisión (SSD) es útil en acuíferos con varias fuentes de suministro con diversas demandas y restricciones ambientales, de forma que sea posible hacer una gestión orientada al desarrollo sostenible. Los SSD resultan de utilidad tanto para el análisis de alternativas de gestión como el planteamiento de escenarios futuros.

Los acuíferos estudiados están situados en una región de escasez de recursos, sin embargo, en la Marina Alta representa una anomalía positiva en cuanto a los valores de precipitación. Este hecho, combinado con la presencia de extensos acuíferos carbonatados permite el abastecimiento a partir de aguas subterráneas e incluso el excedente de recursos.

Con respecto al acuífero de Parcent, y para el acuífero de Mediodía se puede afirmar que el primero es ligeramente deficitario, dada su intensa explotación en relación a su tamaño y recarga. Para el segundo, se puede afirmar que satisface el 100% de la demanda en el régimen actual. Para ambos acuíferos se ha testado la robustez del abastecimiento ante un escenario de cambio climático, reduciendo en un 10% las precipitaciones. En Mediodía, el descenso de los caudales afecta a la garantía de abastecimiento para riego, que se sitúa en el 94%. En el caso del abastecimiento urbano no se aprecian problemas de garantía. En el caso de Parcent, que ya en la actualidad está al límite de explotación, la garantía bajaría en un escenario de sequía hasta el 91%.

Los acuíferos de Almudaina-Alfaro y Albuerca-Mustalla junto con la Marjal de Pego-Oliva forman un sistema complejo e interrelacionado. Se trata de un sistema excedentario capaz de satisfacer las demandas actuales y las necesidades ecológicas, teniendo un excedente de aguas sin regular. Se han simulado escenarios de aumento de explotaciones para la exportación de recursos. En el escenario de aumento de explotaciones de 10 hm³ el modelo no predice una reducción significativa del caudal del río Racons que pueda tener efectos adversos de carácter medioambiental. En el escenario de explotación de 20 hm³ se muestra que para el 39% de los años de la serie analizada el río Racons dispone de un caudal inferior al óptimo, lo que podría suponer una afección negativa a la flora y fauna dependiente de los flujos de agua de este río.

Teniendo en cuenta la gestión conjunta de los acuíferos estudiados, los excedentes de recurso del sistema de la Marjal, se podrían aplicar en caso de déficit para suplir los defectos de garantía en el acuífero de Parcent.

Dentro del objetivo de mejora de los objetivos de desarrollo sostenible, en el sistema de la Marina Alta, parece adecuado extender los modelos desarrollados a la totalidad de los acuíferos de la Marina Alta, con una doble finalidad:

- Articular un plan de gestión de los recursos hídricos en la Marina Alta, que garantice el acceso a agua de calidad y de forma equitativa a todos los usuarios de la Comarca, que garantice el buen estado de los ecosistemas dependiente de las masas de agua subterráneas.
- Anticipar estrategias de gestión ante posibles escenarios de cambio climático.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ALJIBE. (2009). Determinación del volumen de reservas útiles en los embalses subterráneos de abastecimiento público, para la información continua a los municipios. En *Definición de las curvas de los embalses subterráneos*. Alicante: Ciclo Hídrico, Diputación de Alicante.
- ALJIBE. (2017). Memoria del modelo matemático del Neocomiense de Parcent. En *Servicio para la ejecución de modelos numéricos en los acuíferos parcent y depresión de benisa; modelos de gestión de la vega baja, marina baja y vinalopó; y modelos unicelulares de jijona, cabezón del oro y ventós*. Alicante: Ciclo Hídrico, Diputación de Alicante.
- Allen, R. (2006). *Evapotranspiración del cultivo*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Aller L., T. Bennett, J. H. Lehr, R. J. Petty & G. Hackett (1987). DRASTIC: A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hidrogeologic settings. U.S. Enviromental Proteccion Agency.
- Azarbe Ingeniería. (2006). *Estudio de las causas por contaminación de nitratos en el pozo Molí Nadal*. (pp. 20-24). Ràfol D'Almúnia, Alicante: Diputación de Alicante.
- Ballesteros, B. J. et al., (2009). *Zonas húmedas mediterráneas y acuíferos asociados. Condicionantes hidrogeológicos del Marjal de Pego-Oliva*. (Alicante-Valencia). *Boletín Geológico y Minero*, 120 (3): (pp. 459-478). ISSN: 0366-0176.
- Confederación Hidrográfica del Júcar. (2005). *Delimitación y caracterización de los acuíferos en las masas de agua subterránea de la Confederación Hidrográfica del Júcar*. Confederación Hidrográfica del Júcar, (p.55). 24/04/2018. <http://www.chj.es>
- Confederación Hidrográfica del Júcar. (2013). *Memoria de usos y demandas*. (p.104). Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente.
- Conselleria d'infraestructures, territori y medi ambient, Generalitat Valenciana. (2016). *Memoria de Gestión del Parque Natural de la Marjal de Pego-Oliva*. Recuperado de www.parquesnaturales.gva.es
- Diputación Provincial de Alicante. (2003). Mapa hidrológico provincial de Alicante. Alicante: Ciclo Hídrico
- Diputación Provincial de Alicante. (2007a). Modelo de Mediodía. En *Actualización de los modelos de simulación numérica en los acuíferos de Barrancones y Mediodía, implantación en el sistema de información hidrológica*. Alicante: Diputación Provincial de Alicante.
- Diputación Provincial de Alicante. (2007b). *Propuesta para la utilización de aportaciones no reguladas del embalse subterráneo Almudaina-Alfaro-Segaria, parte I*. Alicante: Diputación provincial de Alicante.
- Diputación Provincial de Alicante. (2007c). Manantiales de La Marjal de Pego-Oliva. En *Los manantiales provinciales, parte dos*. (pp. 31-40). Alicante: Ministerio de ciencia e innovación.

- Diputación Provincial de Alicante. (2008). *Propuesta para la utilización de aportaciones no reguladas del embalse subterráneo Almudaina-Alfaro-Segaria, parte II*. Alicante: Diputación provincial de Alicante.
- Diputación Provincial de Alicante. (2010). Climatología de la provincia de Alicante. Abril 18, 2018, de Ciclo Hídrico. Sitio web: <https://ciclohidrico.com/recursos-hidricos/climatologia/>
- Diputación Provincial de Alicante. (2011a). Actuaciones de uso conjunto realizadas en la provincia de Alicante. En *Desarrollo sostenible, uso conjunto y gestión integral de recursos hídricos*. (p. 27). Alicante: Ministerio de ciencia e innovación.
- Diputación Provincial de Alicante. (2011b). Actuaciones de uso conjunto realizadas en la provincia de Alicante. En *Desarrollo sostenible, uso conjunto y gestión integral de recursos hídricos*. (p. 355). Alicante: Ministerio de ciencia e innovación.
- Diputación Provincial de Alicante. (2015). *Situación de los recursos hídricos y de la garantía de suministro de agua en la marina alta*. Alicante: Ciclo Hídrico.
- Diputación Provincial de Alicante & IGME. (2008) *GEHMA, Programa para la gestión integral de recursos y del medio ambiente hídrico*. Alicante. Diputación Provincial de Alicante.
- Diputación Provincial de Alicante & IGME. (2009). *Determinación de las reservas útiles de los acuíferos Pinar de Camús, Mediodía, Orba y Beniarbeig*. (pp. 62-107). Alicante: Ministerio de ciencia e innovación.
- Diputación Provincial de Alicante & IGME. (2013). Modelo Geológico 3D del acuífero de Mediodía y evaluación de sus reservas totales de agua subterránea. En *Desarrollos metodológicos en geología del subsuelo para caracterización de recursos hidrogeológicos profundos de la provincia de Alicante*. (pp. 7-9). Alicante: Ministerio de economía y competitividad.
- Diputación Provincial de Alicante & IGME. (2015a). Capítulo 2: Climatología. En *Atlas hidrogeológico de la provincia de Alicante*. (p.17). Alicante: Ministerio de economía y competitividad.
- Diputación Provincial de Alicante & IGME. (2015b). Capítulo 15.5: Dominio Hidrogeológico Almudaina-Segaria: Climatología. En *Atlas hidrogeológico de la provincia de Alicante*. (p.115). Alicante: Ministerio de economía y competitividad.
- Diputación Provincial de Alicante & IGME. (2015c). Capítulo 15.2: Dominio Hidrogeológico Almudaina-Segaria: Climatología. En *Atlas hidrogeológico de la provincia de Alicante*. (p.110). Alicante: Ministerio de economía y competitividad.
- Diputación Provincial de Alicante & IGME. (2015e). Capítulo 15.3: Dominio Hidrogeológico Peñón-Solana de la Llosa. En *Atlas hidrogeológico de la provincia de Alicante*. (p.133). Alicante: Ministerio de economía y competitividad.

- Diputación Provincial de Alicante & IGME. (2015d). Capítulo 15.1: Dominio hidrogeológico Albuerca-Mustalla. *En Atlas hidrogeológico de la provincia de Alicante*. (p.103). Alicante: Ministerio de economía y competitividad.
- FAO. (1977). *The state of food and agriculture*. Rome: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Institut Cartogràfic Valencià. (2018). Parque natural de Pego-Oliva [Mapa]. 1:36.000. Recuperado de <http://visor.gva.es/visor/>
- Instituto Geológico y Minero de España. (2001). Evaluación de los recursos hídricos subterráneos. *En Análisis y Ordenación de Recursos Hídricos de la Marina Alta*. (pp. 108-114). Alicante: Diputación Provincial de Alicante.
- Instituto Minero y Geológico de España-. (2011). *Rutas Azules por la provincia de Alicante*. (pp.157-159). Alicante: Ciclo Hídrico, Diputación de Alicante.
- Ministerio de Economía y competitividad. (2013). *Modelo de densidad variable en régimen transitorio del acuífero pego-oliva*. (pp.33-34). Alicante: Diputación Provincial de Alicante.
- MMA. Libro blanco del agua en España (1998). Centro de publicaciones, Secretaría general Técnica, Ministerio de Medio Ambiente.
- Proaguas Costa Blanca S.A. (2015). *Mantenimiento de la red de control de la calidad química de las aguas continentales de la provincia de alicante*. (pp. 56-61). Alicante: Diputación Provincial de Alicante.
- Unión Europea. *Directiva (UE) 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*. Diario oficial de las Comunidades Europeas L 327/1, 22 de Diciembre del 2000.
- UNESCO. (2003). *Water for people, water for life*. *En Executive Summary of the UN World Water Development Report*. Paris: UNESCO/Mundi-Prensa.
- 10th International River Symposium and Environmental Flow Conference, Brisbane, Australia, September, 2007.

7. ANEJOS

Anejo n°1. Datos climáticos mensuales y descargas del Acuífero de Mediodía.

- Precipitación
- Escorrentía
- Infiltración
- Descargas
- Demandas de Riego

Precipitación

PRECIPITACIÓN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Año:	1950												
Año:	1951	13,50	13,70	91,70	101,30	46,30	5,40	2,00	22,70	21,90	56,70	0,50	1,00
Año:	1952	24,30	25,00	3,50	21,80	9,80	6,10	27,80	1,80	42,50	31,30	3,50	4,90
Año:	1953	17,20	7,10	113,40	27,90	10,90	74,00	12,50	0,00	3,40	71,10	37,20	8,80
Año:	1954	40,80	18,70	90,60	178,90	8,30	34,90	1,00	0,00	6,20	33,80	0,20	77,90
Año:	1955	137,60	37,50	25,50	0,00	16,30	8,30	3,60	6,90	59,10	61,60	60,90	57,10
Año:	1956	191,40	67,90	14,80	64,40	47,20	3,00	0,00	0,00	1,90	315,40	51,70	0,00
Año:	1957	58,20	0,00	19,90	33,70	59,50	5,90	0,00	0,00	45,00	77,80	221,80	63,90
Año:	1958	70,80	0,00	18,90	101,80	0,00	76,10	0,00	0,00	5,80	277,00	196,60	115,60
Año:	1959	21,00	188,40	54,40	22,60	79,80	17,10	0,00	6,40	85,40	55,30	39,80	16,70
Año:	1960	127,40	11,70	43,80	15,90	65,30	115,40	10,40	10,90	4,90	25,60	0,00	196,40
Año:	1961	22,60	5,90	0,00	0,00	30,20	13,80	0,00	1,90	11,50	187,70	26,00	12,70
Año:	1962	35,50	48,10	179,00	44,00	98,00	57,00	0,00	7,50	35,00	143,00	84,00	15,00
Año:	1963	82,00	24,50	3,00	21,00	30,00	17,00	8,00	24,00	88,00	4,00	14,00	210,50
Año:	1964	152,50	30,00	42,50	16,00	36,00	20,00	4,50	1,50	10,20	119,00	32,00	311,00
Año:	1965	112,00	67,00	16,00	110,00	14,00	37,00	9,00	2,00	25,50	373,00	0,00	186,50
Año:	1966	1,70	8,40	14,00	23,00	28,00	72,00	0,00	14,00	93,00	171,00	32,00	0,00
Año:	1967	22,00	358,30	38,00	136,00	4,00	92,00	0,00	50,00	118,50	0,00	207,00	39,00
Año:	1968	35,00	78,00	172,00	42,00	135,00	37,00	1,00	2,00	12,00	3,00	22,00	112,00
Año:	1969	99,00	45,00	70,00	320,00	21,00	10,00	0,00	45,00	48,30	343,00	103,00	108,00
Año:	1970	37,00	3,00	55,00	18,00	20,00	8,00	0,00	4,00	0,00	137,60	3,00	128,00
Año:	1971	26,00	6,00	81,50	104,00	122,00	4,00	1,00	5,00	34,00	360,00	170,00	213,00
Año:	1972	44,00	13,00	95,00	64,00	50,00	35,00	0,00	41,00	187,00	165,00	310,00	176,00
Año:	1973	111,00	13,00	329,00	32,00	1,00	46,00	38,00	0,00	1,00	131,00	262,00	453,00
Año:	1974	3,00	173,00	104,00	156,00	9,00	21,00	16,00	20,00	22,00	259,00	2,00	0,00
Año:	1975	35,00	33,00	218,00	28,00	64,00	37,00	2,00	27,00	39,00	94,00	46,00	263,00
Año:	1976	20,00	33,00	75,00	69,00	148,00	23,00	7,00	24,00	8,00	34,00	18,00	90,00
Año:	1977	284,00	5,00	10,00	100,00	179,00	36,00	24,00	113,00	127,00	8,00	73,00	57,00
Año:	1978	44,00	8,00	15,00	110,00	83,00	52,00	2,00	4,00	15,00	129,00	129,00	44,00
Año:	1979	140,00	53,00	7,00	27,00	53,00	67,00	44,00	0,00	33,00	45,00	36,00	31,00
Año:	1980	362,00	126,00	50,00	146,00	94,00	19,00	6,00	3,00	23,00	0,00	83,00	91,00
Año:	1981	27,00	65,00	18,00	159,00	15,00	10,00	10,00	49,00	7,00	13,00	0,00	5,00
Año:	1982	56,00	28,00	147,00	51,00	138,00	0,00	0,00	4,00	30,00	190,00	154,00	1,00
Año:	1983	9,00	73,00	10,00	15,00	2,00	38,00	0,00	112,00	0,00	59,00	52,00	19,00
Año:	1984	13,00	136,00	13,00	51,00	70,00	22,00	0,00	5,00	12,00	38,00	108,00	5,00
Año:	1985	54,00	150,00	57,00	17,00	71,00	0,00	0,00	0,00	12,00	256,00	304,00	92,00
Año:	1986	6,00	13,00	10,00	55,00	27,00	0,00	25,00	42,00	288,00	125,00	177,00	3,00
Año:	1987	71,00	93,00	0,00	16,00	26,00	0,00	7,00	49,00	21,00	39,00	140,00	68,00
Año:	1988	35,00	74,00	9,00	44,00	50,00	96,00	0,00	15,00	144,00	13,00	209,00	1,00
Año:	1989	264,00	125,00	236,00	70,00	59,00	19,00	3,00	31,00	360,00	23,00	171,00	235,00
Año:	1990	286,00	1,00	128,00	170,00	121,00	0,00	6,00	30,00	23,00	188,00	53,00	161,00
Año:	1991	319,00	133,00	154,00	11,00	32,00	54,00	11,00	5,00	17,00	214,00	15,00	30,00
Año:	1992	63,00	208,00	67,00	13,00	243,00	148,00	4,00	0,00	98,00	192,00	3,00	110,00
Año:	1993	9,00	491,00	54,00	32,00	24,00	30,00	23,00	1,50	40,00	185,50	323,50	17,00
Año:	1994	54,00	7,00	11,00	131,00	0,00	8,00	0,60	3,00	99,00	131,50	52,00	6,00
Año:	1995	0,00	45,00	107,00	16,00	6,00	33,50	0,40	97,50	81,50	120,20	49,50	119,00
Año:	1996	114,50	50,00	80,50	13,60	38,00	41,10	4,00	70,50	249,50	77,00	65,00	45,00
Año:	1997	122,50	6,50	37,00	301,50	30,00	76,00	48,00	16,00	93,50	95,00	20,00	482,00
Año:	1998	80,00	25,00	5,00	7,00	94,50	10,00	0,00	13,50	37,00	23,20	51,00	83,50
Año:	1999	16,00	47,60	31,00	22,00	18,00	0,30	15,00	12,00	7,70	119,00	208,00	40,00
Año:	2000	128,00	0,00	200,00	10,00	19,50	9,00	5,00	25,00	5,00	395,00	22,00	45,00
Año:	2001	59,00	282,00	6,00	29,00	69,00	16,00	0,00	10,00	84,00	23,00	179,00	151,00
Año:	2002	49,00	20,00	135,00	160,50	356,00	15,00	2,50	27,00	29,00	18,40	31,00	26,50
Año:	2003	115,00	193,00	24,00	233,70	98,00	0,00	11,00	0,00	108,50	211,00	258,00	17,00
Año:	2004	8,00	74,00	208,00	112,00	181,00	21,00	1,00	0,00	16,00	8,87	170,59	546,68
Año:	2005	0,00	93,00	2,00	35,00	4,20	2,00	4,50	2,00	58,00			

Escorrentía

ESCORRENTIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	Oct	nov	dic
Año: 1950											0,2	0,0	0,0
Año: 1951		0,00	0,00	38,80	10,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70
Año: 1952		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Año: 1953		0,00	0,00	26,40	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	3,10	0,00	0,00
Año: 1954		0,20	0,00	37,70	48,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,00
Año: 1955		57,70	6,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	3,10	6,00	16,50
Año: 1956		82,50	19,40	0,00	2,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	189,60	4,00	0,00
Año: 1957		2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,60	82,90	12,60
Año: 1958		13,20	0,00	0,00	41,00	0,00	28,50	0,00	0,00	0,00	137,00	69,80	35,20
Año: 1959		0,50	63,70	9,80	0,00	18,90	0,00	0,00	0,00	0,10	1,50	6,40	0,00
Año: 1960		60,50	0,00	0,00	0,00	29,00	49,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	108,90
Año: 1961		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	116,00	3,10	0,00
Año: 1962		0,70	4,30	62,40	0,50	14,40	2,70	0,00	0,00	0,00	55,50	15,10	0,00
Año: 1963		27,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,10	0,00	0,00	56,80
Año: 1964		54,20	0,90	5,20	0,00	2,10	0,00	0,00	0,00	0,00	33,30	2,40	178,40
Año: 1965		30,00	26,30	0,00	48,50	0,00	2,80	0,00	0,00	0,00	177,80	0,00	137,40
Año: 1966		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	9,80	86,40	2,80	0,00
Año: 1967		0,00	211,90	9,40	27,00	0,00	17,80	0,00	0,30	50,60	0,00	86,70	5,10
Año: 1968		1,60	13,50	58,50	1,20	47,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,60
Año: 1969		40,10	1,40	5,40	221,10	0,00	0,00	0,00	0,50	1,10	127,90	11,80	45,30
Año: 1970		5,80	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,40	0,00	25,70
Año: 1971		0,40	0,00	11,40	21,80	10,30	0,00	0,00	0,00	0,00	246,70	70,40	104,60
Año: 1972		10,70	0,00	38,80	14,40	0,00	0,00	0,00	0,00	79,10	44,10	155,60	71,70
Año: 1973		53,70	0,00	215,30	0,00	0,00	0,00	2,30	0,00	0,00	34,60	124,70	276,80
Año: 1974		0,00	90,70	17,90	27,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	147,10	0,00	0,00
Año: 1975		4,50	0,20	93,80	0,00	1,80	0,00	0,00	0,00	1,10	36,40	0,00	80,90
Año: 1976		4,40	0,50	29,30	0,00	43,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,10
Año: 1977		159,50	0,00	0,00	16,60	82,10	0,00	0,00	29,10	29,20	0,00	0,00	14,50
Año: 1978		3,70	0,00	0,00	19,00	2,90	0,90	0,00	0,00	0,00	36,40	0,00	5,40
Año: 1979		45,30	2,80	0,00	2,90	2,90	21,00	7,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
Año: 1980		239,40	21,30	11,60	49,90	4,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,70
Año: 1981		4,20	10,60	0,00	58,10	0,00	0,00	0,00	6,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Año: 1982		6,40	0,00	45,60	0,30	61,00	0,00	0,00	0,00	0,60	64,40	0,00	0,00
Año: 1983		0,00	32,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,10	0,00	0,90	0,00	0,00
Año: 1984		0,00	39,70	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00
Año: 1985		8,70	82,50	4,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	194,60	174,30	0,00	43,10
Año: 1986		0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	1,70	0,00	33,20	0,00	0,00
Año: 1987		6,10	21,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,90	94,20	4,00	0,00	4,00
Año: 1988		0,20	29,10	0,00	0,00	0,00	7,10	0,00	0,00	180,60	0,00	0,00	0,00
Año: 1989		106,60	31,30	121,10	5,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	62,40
Año: 1990		129,70	0,00	40,20	73,70	35,70	0,00	0,00	0,00	0,00	77,30	11,30	98,50
Año: 1991		174,50	49,00	52,60	0,00	0,00	5,30	0,00	0,00	46,00	79,40	0,00	0,00
Año: 1992		3,00	121,30	6,30	0,00	155,10	34,90	0,00	0,00	0,00	90,00	0,00	40,20
Año: 1993		0,00	236,90	4,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,30	65,10	163,50	0,10
Año: 1994		8,70	0,00	0,00	56,50	0,00	0,00	0,00	0,00	13,10	17,70	0,80	0,00
Año: 1995		0,00	6,80	46,40	0,00	0,00	0,00	0,00	7,90	163,80	45,70	3,30	38,20
Año: 1996		45,60	6,20	4,30	0,00	0,00	0,00	0,00	8,10	3,90	9,10	12,70	0,20
Año: 1997		27,00	0,00	4,40	167,30	0,10	3,40	1,60	0,00	2,60	25,00	0,00	380,60
Año: 1998		13,90	4,70	0,00	0,00	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,70	23,80
Año: 1999		0,00	3,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,10	98,40	7,30
Año: 2000		52,10	0,00	134,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,80	274,80	0,00	6,00
Año: 2001		9,80	162,90	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	64,90	45,70
Año: 2002		3,80	0,00	38,20	68,30	276,00	0,00	0,00	0,00	18,80	0,00	0,10	0,20
Año: 2003		51,20	101,80	0,00	178,40	36,40	0,00	0,00	0,00	0,00	81,80	119,70	0,00
Año: 2004		0,00	11,40	85,80	33,40	78,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,30	319,10
Año: 2005		0,00	18,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			

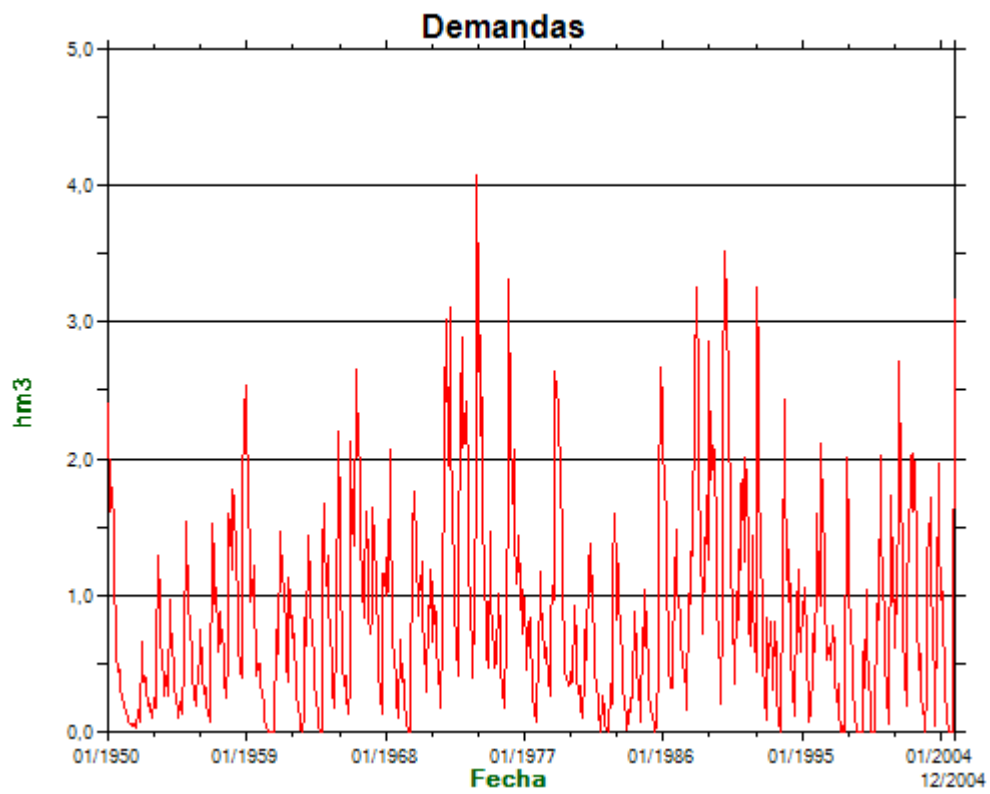
Infiltración (mm)

INFILTRACIÓN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	Oct	nov	dic
Año: 1950											11,59	0,00	0,00
Año: 1951		0,00	0,00	29,27	49,48	11,16	0,00	0,00	0,00	2,07	1,45	0,00	13,16
Año: 1952		4,18	3,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	0,00	2,60	9,51	0,00	0,00
Año: 1953		0,00	0,00	49,08	1,49	0,00	14,86	0,00	0,00	0,00	21,07	6,99	0,00
Año: 1954		18,36	1,97	22,44	74,80	0,00	2,17	0,00	0,00	0,00	5,40	0,00	39,52
Año: 1955		54,90	14,99	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,62	14,63	21,51	22,64
Año: 1956		81,01	28,18	0,48	16,62	9,48	0,00	0,00	0,00	0,00	71,94	18,92	0,00
Año: 1957		32,70	0,00	4,37	0,42	12,71	0,00	0,00	0,00	3,88	35,69	92,18	29,31
Año: 1958		33,56	0,00	3,63	33,65	0,00	21,00	0,00	0,00	0,00	88,69	91,98	61,36
Año: 1959		8,23	83,48	22,26	6,02	30,71	0,76	0,00	0,00	9,42	21,24	14,84	0,20
Año: 1960		37,93	0,49	6,00	0,47	21,14	33,12	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	56,41
Año: 1961		8,91	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	41,12	19,96	0,00
Año: 1962		10,94	19,83	77,80	12,12	30,76	20,25	0,00	0,00	5,31	52,29	31,05	0,12
Año: 1963		27,10	7,18	0,00	0,00	2,03	0,00	0,00	0,11	19,05	0,00	0,05	120,63
Año: 1964		80,22	15,48	14,13	0,00	11,24	1,20	0,00	0,00	0,00	46,78	21,04	103,43
Año: 1965		63,03	21,37	0,21	38,82	0,00	12,05	0,00	0,00	0,00	118,78	0,00	29,34
Año: 1966		0,00	0,00	0,21	2,48	0,44	22,16	0,00	0,00	27,61	50,75	12,04	0,00
Año: 1967		3,75	108,90	17,19	62,84	0,00	22,67	0,00	12,00	34,32	0,00	81,29	22,72
Año: 1968		14,67	41,80	75,08	16,94	39,88	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53,37
Año: 1969		39,14	18,47	30,13	53,36	0,00	0,00	0,00	8,40	10,10	138,08	50,69	42,08
Año: 1970		20,42	0,00	13,95	2,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,83	0,00	66,13
Año: 1971		12,10	0,00	29,85	30,50	44,63	0,00	0,00	0,00	6,06	66,86	56,17	84,82
Año: 1972		17,12	0,17	26,00	19,88	5,19	0,00	0,00	1,96	35,60	69,39	103,25	82,01
Año: 1973		50,25	0,00	73,18	2,22	0,00	0,06	11,56	0,00	0,00	48,50	91,31	150,33
Año: 1974		1,21	47,40	48,76	74,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	55,84	0,00	0,00
Año: 1975		13,57	13,45	77,08	0,89	10,95	1,52	0,00	4,71	9,74	22,03	18,37	154,52
Año: 1976		13,51	9,57	21,13	6,52	49,21	3,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1,75	48,70
Año: 1977		109,93	0,00	0,00	41,62	50,58	5,35	0,00	37,40	49,63	0,00	26,57	23,47
Año: 1978		21,45	0,00	0,00	47,27	24,67	9,39	0,00	0,00	0,20	49,17	28,57	17,00
Año: 1979		70,11	25,04	0,01	4,21	14,84	20,23	15,23	0,00	2,78	7,06	13,07	10,56
Año: 1980		100,89	76,36	28,93	41,00	25,36	0,71	0,00	0,00	3,48	0,00	33,01	39,77
Año: 1981		14,24	29,11	0,04	48,47	0,00	0,00	0,00	14,97	0,00	0,00	0,00	0,00
Año: 1982		25,78	4,32	71,48	14,73	39,19	0,00	0,00	0,00	8,52	80,53	47,99	0,00
Año: 1983		0,00	21,62	0,00	0,00	0,00	2,08	0,00	34,87	0,00	12,74	20,54	0,91
Año: 1984		0,49	63,88	0,00	10,47	2,66	0,06	0,00	0,00	0,00	8,78	58,08	0,00
Año: 1985		25,55	36,95	23,17	0,00	10,16	0,00	0,00	0,00	0,00	49,45	93,86	25,38
Año: 1986		0,52	0,00	0,00	7,33	6,43	0,00	0,00	11,33	55,99	56,74	33,25	0,00
Año: 1987		31,05	50,79	0,00	0,00	3,31	0,00	0,00	12,17	1,21	20,07	45,03	30,83
Año: 1988		18,05	23,69	0,44	3,57	12,17	15,23	0,00	0,00	25,53	0,00	71,26	0,00
Año: 1989		120,58	78,67	77,88	24,87	5,01	0,00	0,00	8,30	97,88	0,06	59,10	148,86
Año: 1990		146,05	0,00	38,21	49,38	40,73	0,00	0,00	5,48	0,00	58,88	18,42	39,44
Año: 1991		117,64	62,01	64,38	0,00	0,00	15,96	0,00	0,00	0,00	77,22	0,00	11,82
Año: 1992		27,11	66,84	41,01	0,00	52,19	39,14	0,00	0,00	22,97	55,41	0,00	36,73
Año: 1993		0,00	221,64	18,20	2,64	0,00	1,58	1,20	0,00	0,54	71,85	125,74	6,56
Año: 1994		23,88	0,00	0,00	45,70	0,00	0,00	0,00	0,00	38,94	58,21	15,37	0,00
Año: 1995		0,00	15,06	42,66	0,00	0,00	0,00	0,00	27,12	24,47	34,12	20,11	62,31
Año: 1996		42,07	20,27	46,26	0,00	4,58	1,90	0,00	21,99	49,09	31,38	28,93	12,22
Año: 1997		71,89	3,55	13,57	89,77	6,30	26,76	11,72	0,00	28,16	40,24	0,82	64,63
Año: 1998		41,88	15,80	0,00	0,00	25,67	0,00	0,00	0,00	11,86	2,40	18,45	31,28
Año: 1999		1,06	13,44	4,98	0,89	4,11	0,00	0,00	0,00	0,00	49,65	67,15	15,37
Año: 2000		60,51	0,00	31,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	66,80	3,34	15,94
Año: 2001		28,00	95,64	0,00	6,75	15,67	0,00	0,00	0,00	22,16	2,86	70,16	76,85
Año: 2002		34,31	4,77	53,86	65,43	44,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	7,11	7,78
Año: 2003		42,87	62,10	1,15	27,72	33,03	0,00	0,00	0,00	42,12	68,33	105,22	4,80
Año: 2004		0,00	37,84	81,94	36,30	44,87	1,77	0,00	0,00	0,54	0,00	46,04	188,72
Año: 2005		0,00	37,88	0,51	9,79	0,00	0,00	0,00	0,00	6,27			

Descargas

Nº Inventario	Naturaleza	Toponimia	Caudal medio (hm³/mes)
3032-2-0002	Sondeo	Fco. Paula	0,006
3032-2-0007	Sondeo	Huerta Benimeli	0,006
3032-2-0024	Sondeo	Tormos	0,002
3032-2-0041	Sondeo	Sagra	0,001
3032-2-0043	Sondeo	Pou des Barrans	0,099
3032-2-0052	Sondeo	Sagra 1	0,003
3032-2-0058	Sondeo	Bolata 1	0,003
3032-2-0059	Sondeo	Isbert 2	0,001
3032-2-0066	Sondeo	Isbert 1	0,002
3032-2-0070	Sondeo	San Sebastián	0,029
3032-2-0071	Sondeo	Lucifer	0,089
3032-2-0073	Sondeo	Sondeo Nuevo	0,001
3032-2-0089	Sondeo	Sondeo Viejo	0,010
3032-2-0093	Sondeo	Molí Nadal	0,001
3032-2-0098	Sondeo	Los Huertos	0,001
3032-2-0099	Sondeo	Tosal de Besa	0,002
3032-2-0100	Sondeo	Bolata 2	0,004
3032-2-0104	Sondeo	Aguas de ráfol	0,002
3032-2-0022	Manantial	Cava + Bolata	0,844
3032-2-0004	Manantial	Sagra	0,168
-	Manantial	Cuaternario Río Girona	0,244

Demandas de riego



Evolución a lo largo de la serie histórica de las demandas de Riego que se abastecen de los manantiales de Mediodía

Anejo n°2. Datos de infiltración mensuales y descargas del Acuífero de Almudaina-Alfaro.

- Infiltración
- Descargas
- Caudales estimados del rio Racons

Infiltración

INF	(53% PP) mm	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	Oct	nov	dic
Año: 1950											30,05	0,27	0,53
Año: 1951		7,16	7,26	48,60	53,69	24,54	2,86	1,06	12,03	11,61	19,72	7,79	19,66
Año: 1952		12,88	13,25	1,86	11,55	5,19	3,23	14,73	0,95	22,53	16,59	1,86	2,60
Año: 1953		9,12	3,76	60,10	14,79	5,78	39,22	6,63	0,00	1,80	37,68	19,72	4,66
Año: 1954		21,62	9,91	48,02	94,82	4,40	18,50	0,53	0,00	3,29	17,91	0,11	41,29
Año: 1955		72,93	19,88	13,52	0,00	8,64	4,40	1,91	3,66	31,32	32,65	32,28	30,26
Año: 1956		101,44	35,99	7,84	34,13	25,02	1,59	0,00	0,00	1,01	167,16	27,40	0,00
Año: 1957		30,85	0,00	10,55	17,86	31,54	3,13	0,00	0,00	23,85	41,23	117,55	33,87
Año: 1958		37,52	0,00	10,02	53,95	0,00	40,33	0,00	0,00	3,07	146,81	104,20	61,27
Año: 1959		11,13	99,85	28,83	11,98	42,29	9,06	0,00	3,39	45,26	29,31	21,09	8,85
Año: 1960		67,52	6,20	23,21	8,43	34,61	61,16	5,51	5,78	2,60	13,57	0,00	104,09
Año: 1961		11,98	3,13	0,00	0,00	16,01	7,31	0,00	1,01	6,10	99,48	13,78	6,73
Año: 1962		18,82	25,49	94,87	23,32	51,94	30,21	0,00	3,98	18,55	75,79	44,52	7,95
Año: 1963		43,46	12,99	1,59	11,13	15,90	9,01	4,24	12,72	46,64	2,12	7,42	111,57
Año: 1964		80,83	15,90	22,53	8,48	19,08	10,60	2,39	0,80	5,41	63,07	16,96	164,83
Año: 1965		59,36	35,51	8,48	58,30	7,42	19,61	4,77	1,06	13,52	197,69	0,00	98,85
Año: 1966		0,90	4,45	7,42	12,19	14,84	38,16	0,00	7,42	49,29	90,63	16,96	0,00
Año: 1967		11,66	189,90	20,14	72,08	2,12	48,76	0,00	26,50	62,81	0,00	109,71	20,67
Año: 1968		18,55	41,34	91,16	22,26	71,55	19,61	0,53	1,06	6,36	1,59	11,66	59,36
Año: 1969		52,47	23,85	37,10	169,60	11,13	5,30	0,00	23,85	25,60	181,79	54,59	57,24
Año: 1970		19,61	1,59	29,15	9,54	10,60	4,24	0,00	2,12	0,00	72,93	1,59	67,84
Año: 1971		13,78	3,18	43,20	55,12	64,66	2,12	0,53	2,65	18,02	190,80	90,10	112,89
Año: 1972		23,32	6,89	50,35	33,92	26,50	18,55	0,00	21,73	99,11	87,45	164,30	93,28
Año: 1973		58,83	6,89	174,37	16,96	0,53	24,38	20,14	0,00	0,53	69,43	138,86	240,09
Año: 1974		1,59	91,69	55,12	82,68	4,77	11,13	8,48	10,60	11,66	137,27	1,06	0,00
Año: 1975		18,55	17,49	115,54	14,84	33,92	19,61	1,06	14,31	20,67	49,82	24,38	139,39
Año: 1976		10,60	17,49	39,75	36,57	78,44	12,19	3,71	12,72	4,24	18,02	9,54	47,70
Año: 1977		150,52	2,65	5,30	53,00	94,87	19,08	12,72	59,89	67,31	4,24	38,69	30,21
Año: 1978		23,32	4,24	7,95	58,30	43,99	27,56	1,06	2,12	7,95	68,37	68,37	23,32
Año: 1979		74,20	28,09	3,71	14,31	28,09	35,51	23,32	0,00	17,49	23,85	19,08	16,43
Año: 1980		191,86	66,78	26,50	77,38	49,82	10,07	3,18	1,59	12,19	0,00	43,99	48,23
Año: 1981		14,31	34,45	9,54	84,27	7,95	5,30	5,30	25,97	3,71	6,89	0,00	2,65
Año: 1982		29,68	14,84	77,91	27,03	73,14	0,00	0,00	2,12	15,90	100,70	81,62	0,53
Año: 1983		4,77	38,69	5,30	7,95	1,06	20,14	0,00	59,36	0,00	31,27	27,56	10,07
Año: 1984		6,89	72,08	6,89	27,03	37,10	11,66	0,00	2,65	6,36	20,14	57,24	2,65
Año: 1985		28,62	79,50	30,21	9,01	37,63	0,00	0,00	0,00	6,36	135,68	161,12	48,76
Año: 1986		3,18	6,89	5,30	29,15	14,31	0,00	13,25	22,26	152,64	66,25	93,81	1,59
Año: 1987		37,63	49,29	0,00	8,48	13,78	0,00	3,71	25,97	11,13	20,67	74,20	36,04
Año: 1988		18,55	39,22	4,77	23,32	26,50	50,88	0,00	7,95	76,32	6,89	110,77	0,53
Año: 1989		139,92	66,25	125,08	37,10	31,27	10,07	1,59	16,43	190,80	12,19	90,63	124,55
Año: 1990		151,58	0,53	67,84	90,10	64,13	0,00	3,18	15,90	12,19	99,64	28,09	85,33
Año: 1991		169,07	70,49	81,62	5,83	16,96	28,62	5,83	2,65	9,01	113,42	7,95	15,90
Año: 1992		33,39	110,24	35,51	6,89	128,79	78,44	2,12	0,00	51,94	101,76	1,59	58,30
Año: 1993		4,77	260,23	28,62	16,96	12,72	15,90	12,19	0,80	21,20	98,32	171,46	9,01
Año: 1994		28,62	3,71	5,83	69,43	0,00	4,24	0,32	1,59	52,47	69,70	27,56	3,18
Año: 1995		0,00	23,85	56,71	8,48	3,18	17,76	0,21	51,68	43,20	63,71	26,24	63,07
Año: 1996		60,69	26,50	42,67	7,21	20,14	21,78	2,12	37,37	132,24	40,81	34,45	23,85
Año: 1997		64,93	3,45	19,61	159,80	15,90	40,28	25,44	8,48	49,56	50,35	10,60	255,46
Año: 1998		42,40	13,25	2,65	3,71	50,09	5,30	0,00	7,16	19,61	12,30	27,03	44,26
Año: 1999		8,48	25,23	16,43	11,66	9,54	0,16	7,95	6,36	4,08	63,07	110,24	21,20
Año: 2000		67,84	0,00	106,00	5,30	10,34	4,77	2,65	13,25	2,65	209,35	11,66	23,85
Año: 2001		31,27	149,46	3,18	15,37	36,57	8,48	0,00	5,30	44,52	12,19	94,87	80,03
Año: 2002		25,97	10,60	71,55	85,07	188,68	7,95	1,33	14,31	15,37	9,75	16,43	14,05
Año: 2003		60,95	102,29	12,72	123,86	51,94	0,00	5,83	0,00	57,51	111,83	136,74	9,01
Año: 2004		4,24	39,22	110,24	59,36	95,93	11,13	0,53	0,00	8,48	4,70	90,41	289,74
Año: 2005		0,00	49,29	1,06	18,55	2,23	1,06	2,39	1,06	30,74	9,00	122,90	50,70
Año: 2006		230,1	65,3	5,4	69,6	75,3	2,1	0	22,2	22,2			

N° Inventario	Municipio	Toponimia	Bombeo medio (hm³/año)
RIEGO			
3031-6-0008	Pego	Ctra. Pego-Vergel	0,16
3031-6-0018	Pego	Motor Tarcó	0,23
3031-6-0079	Pego	Porvenir	0,10
3031-6-0095	Pego	Peña Roja	0,62
3031-6-0097	Pego	Justo pozo Tarcó	0,13
3032-6-0016	Ráfol	El Salvador	1,05
3031-6-0007	Denia	Raconet	0,04
3031-6-0078	Pego	Peña Roja	0,04
3031-6-0033	Pego	Junto pozo Tarcó	0,20
ABASTECIMIENTO			
2932-3-0024	Planes	Benialfaquí	0,03
2932-6-0028	Gorga	El Pollo	0,02
SALIDAS OCULTAS			
-	Pego	Finca Oriol o del Rosario	16,60

Caudales estimados del río Racons.

Año	Caudal (hm3)
1950-1951	58,60
1951-1952	33,17
1952-1953	19,91
1953-1954	16,48
1954-1955	14,57
1955-1956	21,07
1956-1957	26,39
1957-1958	26,62
1958-1959	34,57
1959-1960	30,37
1960-1961	21,21
1961-1962	21,74
1962-1963	25,96
1963-1964	28,38
1964-1965	33,50
1965-1966	33,93
1966-1967	37,35
1967-1968	41,05
1968-1969	38,27
1969-1970	45,76
1970-1971	38,61
1971-1972	49,18
1972-1973	59,36
1973-1974	68,51
1974-1975	56,10
1975-1976	49,33
1976-1977	48,17
1977-1978	46,82
1978-1979	41,38
1979-1980	40,13
1980-1981	35,77
1981-1982	25,67
1982-1983	26,62
1983-1984	24,79
1984-1985	25,53
1985-1986	34,20
1986-1987	35,20
1987-1988	30,00
1988-1989	41,25
1989-1990	61,76
1990-1991	68,60
1991-1992	65,13
1992-1993	66,17
1993-1994	56,13
1994-1995	41,60
1995-1996	39,18
1996-1997	44,05
1997-1998	53,29
1998-1999	39,83
1999-2000	37,45
2000-2001	39,95
2001-2002	45,85
2002-2003	45,97
2003-2004	55,33
2004-2005	58,97
2005-2006	64,13

Anejo n°3. Datos de infiltración y balance hidrológico del Acuífero de Albuerca-Mustalla.

- Infiltración
- Balance

Infiltración

INF	(43% PP) mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	Oct	nov	dic
Año: 1950											24,38	0,22	0,43
Año: 1951		5,81	5,89	39,43	43,56	19,91	2,32	0,86	9,76	9,42	16,00	6,32	15,95
Año: 1952		10,45	10,75	1,51	9,37	4,21	2,62	11,95	0,77	18,28	13,46	1,51	2,11
Año: 1953		7,40	3,05	48,76	12,00	4,69	31,82	5,38	0,00	1,46	30,57	16,00	3,78
Año: 1954		17,54	8,04	38,96	76,93	3,57	15,01	0,43	0,00	2,67	14,53	0,09	33,50
Año: 1955		59,17	16,13	10,97	0,00	7,01	3,57	1,55	2,97	25,41	26,49	26,19	24,55
Año: 1956		82,30	29,20	6,36	27,69	20,30	1,29	0,00	0,00	0,82	135,62	22,23	0,00
Año: 1957		25,03	0,00	8,56	14,49	25,59	2,54	0,00	0,00	19,35	33,45	95,37	27,48
Año: 1958		30,44	0,00	8,13	43,77	0,00	32,72	0,00	0,00	2,49	119,11	84,54	49,71
Año: 1959		9,03	81,01	23,39	9,72	34,31	7,35	0,00	2,75	36,72	23,78	17,11	7,18
Año: 1960		54,78	5,03	18,83	6,84	28,08	49,62	4,47	4,69	2,11	11,01	0,00	84,45
Año: 1961		9,72	2,54	0,00	0,00	12,99	5,93	0,00	0,82	4,95	80,71	11,18	5,46
Año: 1962		15,27	20,68	76,97	18,92	42,14	24,51	0,00	3,23	15,05	61,49	36,12	6,45
Año: 1963		35,26	10,54	1,29	9,03	12,90	7,31	3,44	10,32	37,84	1,72	6,02	90,52
Año: 1964		65,58	12,90	18,28	6,88	15,48	8,60	1,94	0,65	4,39	51,17	13,76	133,73
Año: 1965		48,16	28,81	6,88	47,30	6,02	15,91	3,87	0,86	10,97	160,39	0,00	80,20
Año: 1966		0,73	3,61	6,02	9,89	12,04	30,96	0,00	6,02	39,99	73,53	13,76	0,00
Año: 1967		9,46	154,07	16,34	58,48	1,72	39,56	0,00	21,50	50,96	0,00	89,01	16,77
Año: 1968		15,05	33,54	73,96	18,06	58,05	15,91	0,43	0,86	5,16	1,29	9,46	48,16
Año: 1969		42,57	19,35	30,10	137,60	9,03	4,30	0,00	19,35	20,77	147,49	44,29	46,44
Año: 1970		15,91	1,29	23,65	7,74	8,60	3,44	0,00	1,72	0,00	59,17	1,29	55,04
Año: 1971		11,18	2,58	35,05	44,72	52,46	1,72	0,43	2,15	14,62	154,80	73,10	91,59
Año: 1972		18,92	5,59	40,85	27,52	21,50	15,05	0,00	17,63	80,41	70,95	133,30	75,68
Año: 1973		47,73	5,59	141,47	13,76	0,43	19,78	16,34	0,00	0,43	56,33	112,66	194,79
Año: 1974		1,29	74,39	44,72	67,08	3,87	9,03	6,88	8,60	9,46	111,37	0,86	0,00
Año: 1975		15,05	14,19	93,74	12,04	27,52	15,91	0,86	11,61	16,77	40,42	19,78	113,09
Año: 1976		8,60	14,19	32,25	29,67	63,64	9,89	3,01	10,32	3,44	14,62	7,74	38,70
Año: 1977		122,12	2,15	4,30	43,00	76,97	15,48	10,32	48,59	54,61	3,44	31,39	24,51
Año: 1978		18,92	3,44	6,45	47,30	35,69	22,36	0,86	1,72	6,45	55,47	55,47	18,92
Año: 1979		60,20	22,79	3,01	11,61	22,79	28,81	18,92	0,00	14,19	19,35	15,48	13,33
Año: 1980		155,66	54,18	21,50	62,78	40,42	8,17	2,58	1,29	9,89	0,00	35,69	39,13
Año: 1981		11,61	27,95	7,74	68,37	6,45	4,30	4,30	21,07	3,01	5,59	0,00	2,15
Año: 1982		24,08	12,04	63,21	21,93	59,34	0,00	0,00	1,72	12,90	81,70	66,22	0,43
Año: 1983		3,87	31,39	4,30	6,45	0,86	16,34	0,00	48,16	0,00	25,37	22,36	8,17
Año: 1984		5,59	58,48	5,59	21,93	30,10	9,46	0,00	2,15	5,16	16,34	46,44	2,15
Año: 1985		23,22	64,50	24,51	7,31	30,53	0,00	0,00	0,00	5,16	110,08	130,72	39,56
Año: 1986		2,58	5,59	4,30	23,65	11,61	0,00	10,75	18,06	123,84	53,75	76,11	1,29
Año: 1987		30,53	39,99	0,00	6,88	11,18	0,00	3,01	21,07	9,03	16,77	60,20	29,24
Año: 1988		15,05	31,82	3,87	18,92	21,50	41,28	0,00	6,45	61,92	5,59	89,87	0,43
Año: 1989		113,52	53,75	101,48	30,10	25,37	8,17	1,29	13,33	154,80	9,89	73,53	101,05
Año: 1990		122,98	0,43	55,04	73,10	52,03	0,00	2,58	12,90	9,89	80,84	22,79	69,23
Año: 1991		137,17	57,19	66,22	4,73	13,76	23,22	4,73	2,15	7,31	92,02	6,45	12,90
Año: 1992		27,09	89,44	28,81	5,59	104,49	63,64	1,72	0,00	42,14	82,56	1,29	47,30
Año: 1993		3,87	211,13	23,22	13,76	10,32	12,90	9,89	0,65	17,20	79,77	139,11	7,31
Año: 1994		23,22	3,01	4,73	56,33	0,00	3,44	0,26	1,29	42,57	56,55	22,36	2,58
Año: 1995		0,00	19,35	46,01	6,88	2,58	14,41	0,17	41,93	35,05	51,69	21,29	51,17
Año: 1996		49,24	21,50	34,62	5,85	16,34	17,67	1,72	30,32	107,29	33,11	27,95	19,35
Año: 1997		52,68	2,80	15,91	129,65	12,90	32,68	20,64	6,88	40,21	40,85	8,60	207,26
Año: 1998		34,40	10,75	2,15	3,01	40,64	4,30	0,00	5,81	15,91	9,98	21,93	35,91
Año: 1999		6,88	20,47	13,33	9,46	7,74	0,13	6,45	5,16	3,31	51,17	89,44	17,20
Año: 2000		55,04	0,00	86,00	4,30	8,39	3,87	2,15	10,75	2,15	169,85	9,46	19,35
Año: 2001		25,37	121,26	2,58	12,47	29,67	6,88	0,00	4,30	36,12	9,89	76,97	64,93
Año: 2002		21,07	8,60	58,05	69,02	153,08	6,45	1,08	11,61	12,47	7,91	13,33	11,40
Año: 2003		49,45	82,99	10,32	100,49	42,14	0,00	4,73	0,00	46,66	90,73	110,94	7,31
Año: 2004		3,44	31,82	89,44	48,16	77,83	9,03	0,43	0,00	6,88	3,81	73,35	235,07
Año: 2005		0,00	39,99	0,86	15,05	1,81	0,86	1,94	0,86	24,94	3,87	52,85	21,80
Año: 2006		98,94	28,08	2,32	29,93	32,38	0,90	0,00	9,55	9,55			

Balance

BALANCE ACUÍFERO ALBUERCA-MUSTALLA			
ENTRADAS (hm³/año)		SALIDAS (hm³/año)	
Infiltración lluvia	48,00	Manantiales	36.70
Aporte cauces	5,00	Transferencias laterales	7,00
Retornos de riego	2,70	Bombeos	12,00

Anejo n°4. Datos de Aportes y descargas del Acuífero de Parcent.

AÑO	ENTRADAS (hm ³ /año)	SALIDAS (hm ³ /año)		
	COCOLL-PARCENT	BOMBEOS	DETRÍTICO DE JALÓN	TOSSAL DE S. ISIDRO
2002	2.80	2.57	0.00	0.00
2003	4.09	2.59	0.00	0.00
2004	4.19	2.78	0.00	0.00
2005	0.93	2.87	0.00	0.00
2006	2.72	2.77	0.00	0.00
2007	4.55	1.75	0.00	0.00
2008	2.51	1.86	0.05	0.00
2009	3.48	2.01	0.99	0.07
2010	1.76	2.23	0.72	0.37
2011	3.30	2.23	0.00	0.00
2012	2.64	1.95	0.66	0.06
2013	1.86	2.24	0.45	0.00
2014	0.33	2.06	0.00	0.00
2015	0.96	2.08	0.00	0.00
2016	1.73	2.10	0.00	0.00

Anejo n°5. Datos para el cálculo de las demandas hídricas del Parque de la Marjal.

- Datos de superficie y dotaciones medias
- Duración de las etapas de crecimiento
- Valores de Kc
- Demandas de cada zona de la Marjal por hectárea
- Demandas totales de la Marjal

Datos de superficie y dotaciones medias

	Superficie (km2)	Superficie (ha)	Vol. Encharcar (m3)	Altura lamina de agua (m)	Consumo (m3/ha/año)	Fechas de consumo
Zona Arrozal	3	300	1500000	0,5	9500	May-Jun-Jul-Agost
Cultivos de verano	1,031	103,1	0	0	5000	May-Jun-Jul-Agost
Cultivos Hortofrutícolas	1,912	191,2	0	0	3900	Anual
Vegetación natural	8,397	839,7	0	0	500	Anual

Duración de las etapas de crecimiento

	Duración de las etapas de crecimiento (días)					Siembra
	Inic	Des	Med	Final	TOTAL	
Arroz	30	30	60	30	150	Mayo
Cultivos de verano	30	40	50	30	150	Mayo
Cultivos Hortofrutícolas	60	90	120	95	365	Enero
Vegetación natural	10	20	-	-	-	-

Valores de Kc

	Coeficientes del cultivo		
	Kc inicial	Kc med	Kc final
Arroz	1,05	1,2	0,75
Cultivos de verano	0	1,2	0,6
Cultivos Hortofrutícolas	0,7	0,65	0,7
Vegetación natural	0,4	0,85	0,85

Demandas de cada zona de la Marjal por hectárea

ARROZ	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL (m ³ /ha/año)
						1,05	1,13	1,20	1,20	0,98			
DOTACIÓN	71,43	71,43	71,43	71,43	1797,30	1925,68	2054,05	2054,05	1668,92	71,43	71,43	71,43	10000

CULTIVOS DE VERANO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL (m ³ /ha/año)
						0,00	0,75	1,20	1,00	0,90			
DOTACIÓN	71,43	71,43	71,43	71,43	71,43	974,03	1558,44	1298,70	1168,83	71,43	71,43	71,43	5571,42857

HORTOFRUTÍCOLAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL (m ³ /ha/año)
		0,70	0,70	0,68	0,68	0,68	0,65	0,65	0,65	0,65	0,68	0,68	0,68
DOTACIÓN	339,13	339,13	327,02	327,02	327,02	314,91	314,91	314,91	314,91	327,02	327,02	327,02	3900

VEGETACIÓN NATURAL	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL (m ³ /ha/año)
		0,70	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
DOTACIÓN	34,83	42,29	42,29	42,29	42,29	42,29	42,29	42,29	42,29	42,29	42,29	42,29	500

Demandas totales de la Marjal

ARROZ	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL (m3/año)
					1,05	1,13	1,20	1,20	0,98				5,55
DOTACIÓN	21428,57	21428,57	21428,57	21428,57	839189,19	877702,70	916216,22	916216,22	800675,68	21428,57	21428,57	21428,57	4500000,00

CULTIVOS DE VERANO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL (m3/año)
					0,00	0,75	1,20	1,00	0,90				3,85
DOTACIÓN	7364,29	7364,29	7364,29	7364,29	7364,29	100422,08	160675,32	133896,10	120506,49	7364,29	7364,29	7364,29	574414,29

HORTOFRUTÍCOLAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL (m3/año)
	0,70	0,70	0,68	0,68	0,68	0,65	0,65	0,65	0,65	0,68	0,68	0,68	8,05
DOTACIÓN	64841,74	64841,74	62525,96	62525,96	62525,96	60210,19	60210,19	60210,19	60210,19	62525,96	62525,96	62525,96	745680,00

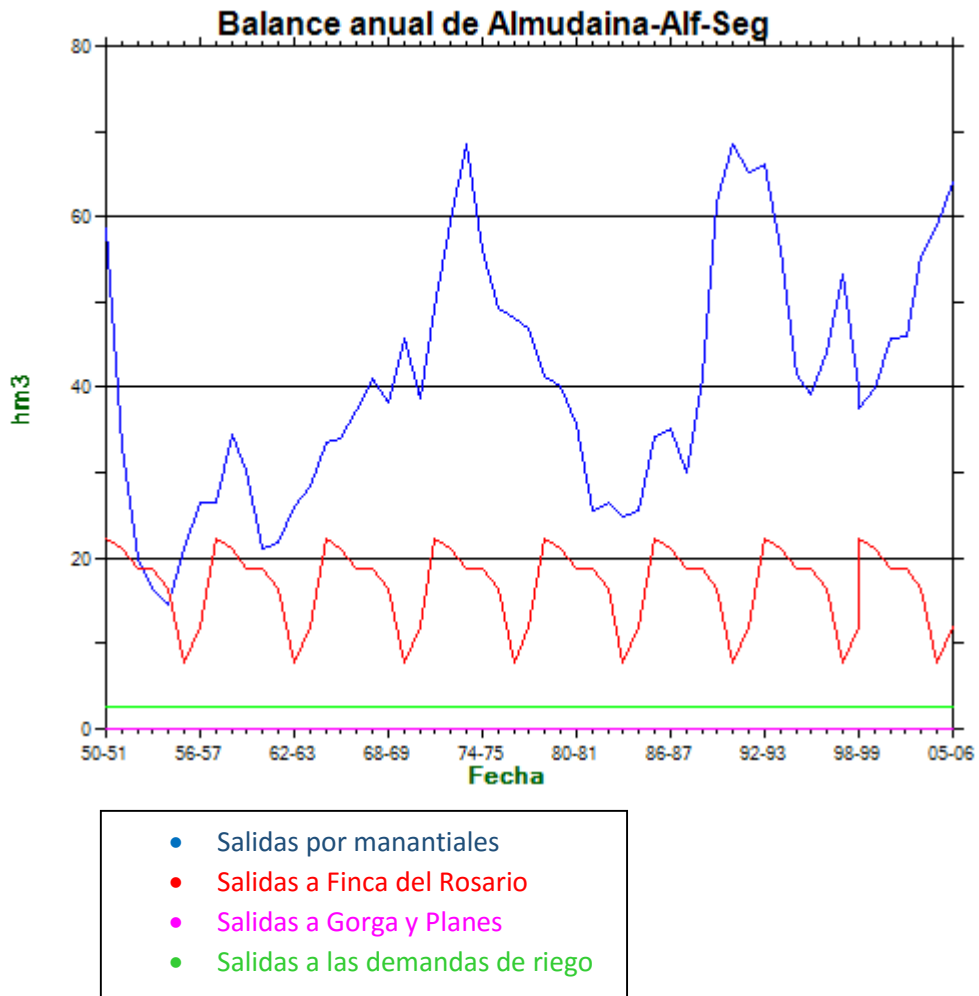
VEGETACIÓN NATURAL	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL (m3/año)
	0,70	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	10,05
DOTACIÓN	29243,28	35509,70	35509,70	35509,70	35509,70	35509,70	35509,70	35509,70	35509,70	35509,70	35509,70	35509,70	419850,00

TOTAL (m3)	6239944,29
TOTAL (hm3)	6,24

Anejo nº6. Datos y gráficas adicionales de resultados

- Evolución de las salidas del acuífero de Almudaina para la serie modelizada (hm³).
- Evolución de las demandas urbanas desde el año 84 al año 97 en el acuífero de Mediodía.
- Balance anual para el Sector Benichembla en situación actual
- Balance anual para el Sector Piscinas en situación actual
- Balance anual para el Sector Benichembla en situación de sequía
- Balance anual para el Sector Piscinas en situación de sequía

Evolución de las salidas del acuífero de Almudaina para la serie modelizada (hm³).



Evolución de las demandas urbanas desde el año 84 al año 97 en el acuífero de Mediodía.

Fecha	URB(Tom) DEMANDA.URB
84-85	2,566
85-86	2,566
86-87	2,566
87-88	2,753
88-89	4,061
89-90	5,291
90-91	5,396
91-92	5,397
92-93	5,396
93-94	5,396
94-95	5,396
95-96	5,492
96-97	5,817

Balance anual para el Sector Benichembla en situación actual

Balance anual de Sector Benichembla

Fecha	ACU(Tom) Acuí. Parcent	TOTAL ENTRADAS	NFI(Ret) NODO FINAL	TOTAL SALIDAS	DEMANDA	CONSUMO	GARANTIA (%)
01-02							
02-03	1,282	1,282	1,282	1,282	1,282	0,000	100
03-04	1,482	1,482	1,482	1,482	1,482	0,000	100
04-05	1,579	1,579	1,579	1,579	1,579	0,000	100
05-06	1,453	1,453	1,453	1,453	1,453	0,000	100
06-07	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389	0,000	100
07-08	1,539	1,539	1,539	1,539	1,539	0,000	100
08-09	1,493	1,493	1,493	1,493	1,493	0,000	100
09-10	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	0,000	100
10-11	1,770	1,770	1,770	1,770	1,770	0,000	100
11-12	1,543	1,543	1,543	1,543	1,543	0,000	100
12-13	1,531	1,531	1,531	1,531	1,531	0,000	100
13-14	1,744	1,744	1,744	1,744	1,744	0,000	100
14-15	1,146	1,146	1,146	1,146	1,427	0,000	84
15-16	1,399	1,399	1,399	1,399	1,512	0,000	92
16-17							
TOTAL	21,023	21,023	21,023	21,023	21,418	0,000	98

Balance anual para el Sector Piscinas en situación actual

Balance anual de Sectir Piscinas

Fecha	ACU(Tom) Acuí. Percent	TOTAL ENTRADAS	NFI(Ret) NODO FINAL	TOTAL SALIDAS	DEMANDA	CONSUMO	GARANTIA (%)
01-02							
02-03	1,436	1,436	1,436	1,436	1,436	0,000	100
03-04	1,335	1,335	1,335	1,335	1,335	0,000	100
04-05	1,357	1,357	1,357	1,357	1,357	0,000	100
05-06	1,382	1,382	1,382	1,382	1,382	0,000	100
06-07	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,000	100
07-08	0,488	0,488	0,488	0,488	0,488	0,000	100
08-09	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411	0,000	100
09-10	0,487	0,487	0,487	0,487	0,487	0,000	100
10-11	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504	0,000	100
11-12	0,497	0,497	0,497	0,497	0,497	0,000	100
12-13	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,000	100
13-14	0,472	0,472	0,472	0,472	0,472	0,000	100
14-15	0,229	0,229	0,229	0,229	0,540	0,000	58
15-16	0,139	0,139	0,139	0,139	0,575	0,000	30
16-17							
TOTAL	10,044	10,044	10,044	10,044	10,791	0,000	92

Balance anual para el Sector Benichembla en situación de sequía

Balance anual de Sector Benichembla

Fecha	ACU(Tom) Acuí. Percent	TOTAL ENTRADAS	NFI(Ret) NODO FINAL	TOTAL SALIDAS	DEMANDA	CONSUMO	GARANTIA (%)
01-02							
02-03	1,282	1,282	1,282	1,282	1,282	0,000	100
03-04	1,482	1,482	1,482	1,482	1,482	0,000	100
04-05	1,579	1,579	1,579	1,579	1,579	0,000	100
05-06	1,453	1,453	1,453	1,453	1,453	0,000	100
06-07	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389	0,000	100
07-08	1,539	1,539	1,539	1,539	1,539	0,000	100
08-09	1,493	1,493	1,493	1,493	1,493	0,000	100
09-10	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	0,000	100
10-11	1,770	1,770	1,770	1,770	1,770	0,000	100
11-12	1,543	1,543	1,543	1,543	1,543	0,000	100
12-13	1,531	1,531	1,531	1,531	1,531	0,000	100
13-14	1,744	1,744	1,744	1,744	1,744	0,000	100
14-15	0,791	0,791	0,791	0,791	1,427	0,000	57
15-16	1,330	1,330	1,330	1,330	1,512	0,000	88
16-17							
TOTAL	20,599	20,599	20,599	20,599	21,418	0,000	96

Balance anual para el Sector Piscinas en situación de sequía

Balance anual de Sectir Piscinas

Fecha	ACU(Tom) Acuí. Percent	TOTAL ENTRADAS	NFI(Ret) NODO FINAL	TOTAL SALIDAS	DEMANDA	CONSUMO	GARANTIA (%)
01-02							
02-03	1,436	1,436	1,436	1,436	1,436	0,000	100
03-04	1,335	1,335	1,335	1,335	1,335	0,000	100
04-05	1,357	1,357	1,357	1,357	1,357	0,000	100
05-06	1,267	1,267	1,267	1,267	1,382	0,000	95
06-07	0,583	0,583	0,583	0,583	0,684	0,000	92
07-08	0,488	0,488	0,488	0,488	0,488	0,000	100
08-09	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411	0,000	100
09-10	0,487	0,487	0,487	0,487	0,487	0,000	100
10-11	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504	0,000	100
11-12	0,497	0,497	0,497	0,497	0,497	0,000	100
12-13	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,000	100
13-14	0,472	0,472	0,472	0,472	0,472	0,000	100
14-15	0,026	0,026	0,026	0,026	0,540	0,000	6
15-16	0,054	0,054	0,054	0,054	0,575	0,000	14
16-17							
TOTAL	9,540	9,540	9,540	9,540	10,791	0,000	86