

*Comunicación Técnica*

## **Recuperacion de acuíferos sobreexplotados por la puesta en servicio del programa A.G.U.A. en las cuencas mediterráneas**

**Autor principal:** Ramón Cuitó Sabaté

Institución: ACUAMED  
Teléfono: 911 024 700  
E-mail: rcuito@acuamed.com

**Otros autores:**

## **1.- INTRODUCCIÓN.**

El Programa A.G.U.A tiene por objeto resolver las carencias en la gestión, en la disponibilidad y en la calidad del agua, particularmente en las cuencas mediterráneas.

La innovación tecnológica permite, cada vez más, un mayor ahorro y eficiencia del uso del agua, y favorece asimismo la preservación y la restauración de los ecosistemas asociados al agua, como son los acuíferos.

Dentro de las actuaciones urgentes aprobadas por el Real Decreto Ley 2/2004 y por la Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio del Plan Hidrológico Nacional, se incluyen varias encaminadas a la recuperación de acuíferos.

Entre ellas podemos destacar las que se describen en este artículo, todas ellas en fase de construcción o de licitación de las obras, exceptuando las relativas a la comarca del Campo de Tabernas que se encuentran en fase de proyecto.

En los cuatro casos se trata de actuaciones ubicadas en el sureste español, en regiones de gran crecimiento económico basado en el turismo y en las explotaciones agrícolas intensivas enormemente tecnificadas.

En los cuatro casos también, el desarrollo está afectando de manera irreversible a los acuíferos que aportan los recursos hídricos necesarios para que se produzca ese crecimiento.



**Figura 1.- Situación de las actuaciones descritas.**

Las actuaciones que se describen, prevén la recuperación de los acuíferos aportando nuevos recursos a los sistemas de explotación, fundamentalmente procedentes de la desalación de agua de mar.

El efecto beneficioso es doble: por una parte se limita la extracción de agua procedente del acuífero que se sustituye por el agua aportada; por otra parte se acelera la recarga del acuífero con la infiltración de los retornos de riego realizados con aguas externas al sistema.

## **2.- DESALACIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL CAMPO DE DALÍAS (ALMERIA)**

El sistema de acuíferos del Campo de Dalías es la fuente principal de suministro de agua en el Poniente Almeriense, tanto para riego, principal factor de consumo, como para el abastecimiento.

El acuífero del Campo de Dalías se encuentra en el ámbito territorial de la Cuenca Mediterránea Andaluza (antiguamente Confederación Hidrográfica del Sur), en la provincia de Almería, y fue declarado provisionalmente sobreexplotado en 1986 por la disminución de las reservas y la aparición de fenómenos de intrusión marina.

La política de extensión de los regadíos y los cultivos bajo plástico ha tenido una notable influencia en la evolución de estos acuíferos, que ha afectado al recurso disponible y a su calidad.

De hecho, las extracciones para el regadío en el Campo de Dalías aumentaron considerablemente en los años 50, alcanzando los 30-35 hm<sup>3</sup> en 1963/64 y los 55-60 hm<sup>3</sup> en 1973/74, tendencia que continuaría de forma acelerada en los siguientes años. Así, en el año 1981/82 la extracción fue de 97 hm<sup>3</sup>; durante el período 1984/85 – 1993/94 el volumen medio extraído del acuífero fue de 114 hm<sup>3</sup> y en el año 1994/95 de 130 hm<sup>3</sup>. En los últimos años la tendencia ha sido la de aumentar proporcionalmente al crecimiento de la superficie cultivada.

La Confederación Hidrográfica del Sur, tras la declaración definitiva de sobreexplotación en 1995, elaboró un Plan de Ordenación (4) cuyo objetivo era corregir esta situación y donde se contemplaba la reducción de las extracciones, y su sustitución con recursos regulados en el embalse de Beníñar, procedentes de la reutilización de aguas residuales y procedentes de la desalación de agua de mar.



**Fotografía 1.-Vista aérea del Campo de Dalías.**

Los recursos hídricos actualmente disponibles en el Campo de Dalías son fundamentalmente los procedentes del embalse de Beníñar y los regulados por el sistema acuífero del Campo de Dalías.

Los volúmenes que puede garantizar el embalse de Beníñar se estiman en 15 hm<sup>3</sup>/año (6), aunque históricamente la aportación media anual se ha situado en el entorno de los 10 hm<sup>3</sup>.

Diversos estudios realizados en el ámbito del Campo de Dalías (4) cifran la recarga del acuífero en torno a los 76 hm<sup>3</sup>/año, siendo los recursos propios totales disponibles de unos 78,7 hm<sup>3</sup>/año.

Por tanto la disponibilidad total de recurso, desde una perspectiva de explotación sostenible, se cifra en 93,7 hm<sup>3</sup> anuales.

Considerando las necesidades urbanas, las del regadío y las correspondientes a otros usos, fundamentalmente turísticos, se ha estimado una demanda total (6) de 143,85 hm<sup>3</sup> anuales en el año 2010; demanda que en las previsiones más desfavorables, alcanza los 178,75 hm<sup>3</sup> en el año 2025. El balance aporta pues un déficit de unos 50 hm<sup>3</sup> anuales.

Para paliar este déficit y evitar la sobreexplotación del acuífero, el programa AGUA prevé obtener recursos procedentes de una serie de actuaciones, todas ellas incluidas en la Ley 11/2005 y encomendadas por el Ministerio de Medio Ambiente a ACUAMED:

En primer lugar se prevé la incorporación al sistema de 10 hm<sup>3</sup> anuales procedentes de la reutilización de las aguas depuradas de Adra, El Ejido y Roquetas, proyectándose la aplicación de los tratamientos terciarios correspondientes, y su distribución a los centros de consumo. Esta actuación se encuentra en fase de construcción en la actualidad.

Por otra parte se ha proyectado la construcción de una desaladora de agua de mar para completar el déficit estimado en el abastecimiento y en el regadío, con una capacidad de producción de 30 hm<sup>3</sup> al año ampliable a 40 hm<sup>3</sup>.

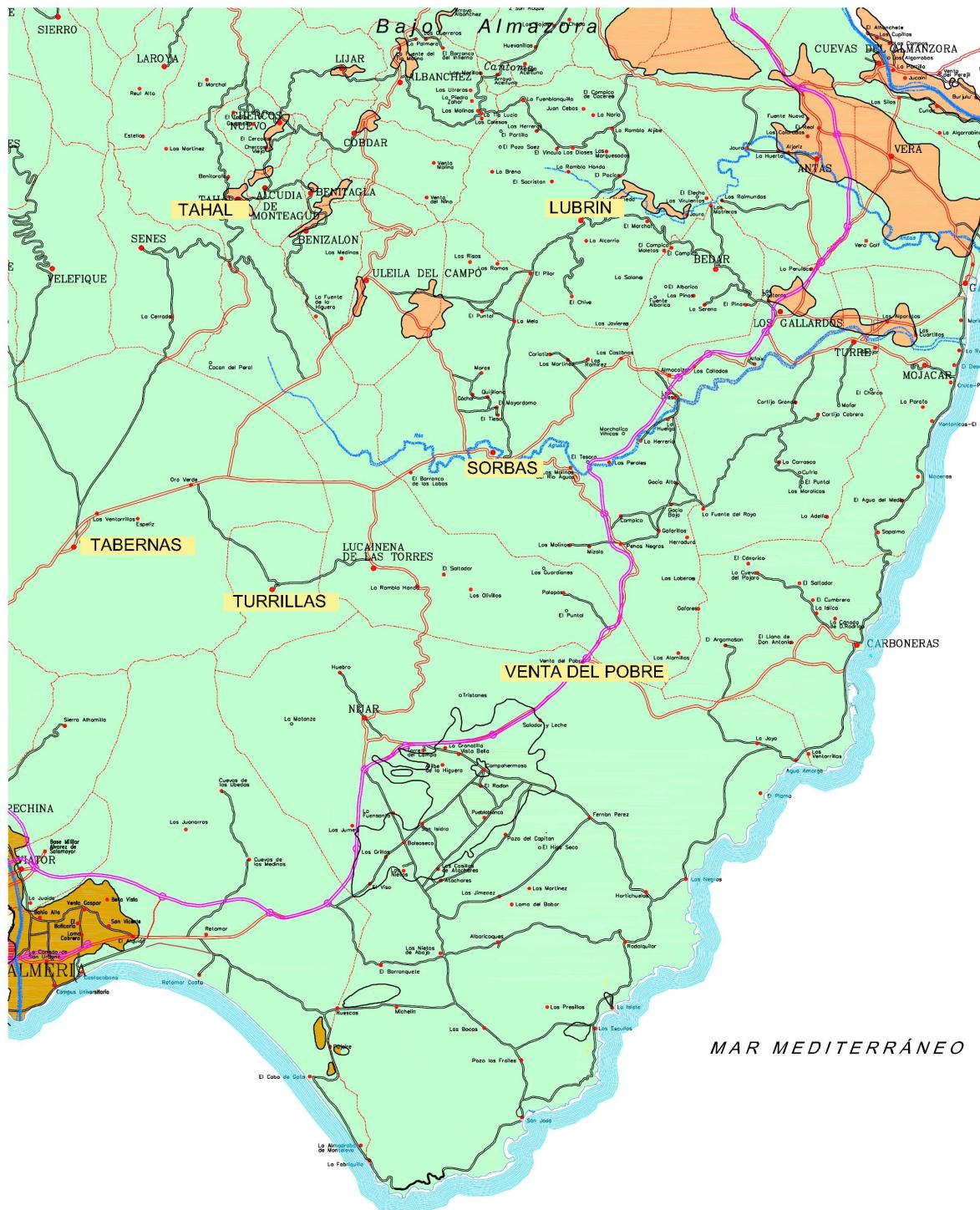
Este conjunto de actuaciones permitirá la sustitución progresiva y ordenada de los volúmenes extraídos del acuífero del Campo de Dalías, contribuyendo a la recuperación del mismo.

### **3.- CONDUCCIÓN DE LA VENTA DEL POBRE AL CAMPO DE TABERNAS (ALMERÍA).**

La comarca de Campo de Tabernas, se sitúa en el sector oriental de la Cuenca Mediterránea Andaluza, en la provincia de Almería.

Una de las principales características de la comarca es su climatología extremadamente adversa para la generación de recursos hídricos. De hecho, la precipitación media anual oscila entre 200 y 300 mm/año, la más baja del territorio peninsular, y la evapotranspiración de referencia en torno a los 800 mm anuales, lo que convierte a esta región en una de las más áridas de España.

En esta comarca se sitúan los municipios de: Alcudia de Monteagudo, Benitagla, Benizalón, Castro de Filabres, Gergal, Lubrín, Lucainena de las Torres, Olula de Castro, Senes, Sorbas, Tabernas, Tahal, Turrillas, Uleila del Campo y Velefique, con una población de derecho total, en el año 2005, cercana a los 12.000 habitantes.



**Figura 2.- Comarca del Campo de Tabernas.**

Actualmente la comarca se abastece de un “rosario” de captaciones subterráneas junto a unas pocas superficiales de tal manera que es prácticamente imposible garantizar el suministro en volumen (en los meses de estiaje principalmente) y en calidad (durante todo el año aunque también principalmente en los meses de estiaje).

Desde el punto de vista hidrogeológico, la comarca se ubica sobre las unidades hidrogeológicas situadas en las estribaciones meridionales de la sierra de los Filabres, en la fosa de Sorbas-Tabernas y en el acuífero de Bacares, en la vertiente septentrional de la sierra Alhamilla. Las unidades hidrogeológicas se denominan en el Plan Hidrológico de la cuenca como: U.H. 06.07 "Bedar Alcornia"; U.H. 06.08 "Río Aguas"; y U.H. 06.09 "Campo de Tabernas".

De acuerdo con el Atlas Hidrogeológico de Andalucía, el conjunto de las unidades hidrogeológicas de la región tiene una recarga anual cifrada entre 13,5 y 17 hm<sup>3</sup>, teniendo la principal fuente de recursos de la comarca, la unidad U.H. 06.09, una capacidad de recarga estimada de 5 hm<sup>3</sup> al año.

Además de las demandas propias de abastecimiento a la población, la comarca ha experimentado y experimentará un notable incremento de la demanda de agua como consecuencia, principalmente, de la puesta en riego de los regadíos de Tabernas y Uleila del Campo; y como consecuencia de la promoción de campos de golf y otras actividades ligadas al desarrollo turístico. Estas demandas superan con creces las de agua de boca.

Los trabajos desarrollados por el Instituto Geológico y Minero de España (11) determinan que en los acuíferos mencionados se aprecia ya una tendencia descendente de los niveles piezométricos y un incremento de la salinidad que responde a una situación en la que las extracciones están superando los recursos renovables de los acuíferos, lo que implica una situación de sobreexplotación.

De hecho las aguas del acuífero 06.09 (Campo de Tabernas-Gérgal), principal fuente de recursos de la comarca, presentan concentraciones elevadas de cloruros y de sulfatos, así como de calcio, sodio y magnesio, por lo que presentan un "*riesgo alto o muy alto de salinización para cultivos y para el agua de abastecimiento*" (5)

En el trabajo citado (11), se llega a la conclusión de que un uso sostenible de las aguas subterráneas en la comarca precisa de una reducción de los bombeos y de una importación de recursos de buena calidad. Al menos para el abastecimiento humano, manteniendo parte de las extracciones de calidad mediocre para el uso agrícola.

De hecho, ya el Plan Hidrológico del Sur de España en su revisión de 2001, contemplaba aportar al sistema 19 hm<sup>3</sup> anuales mediante la reutilización de las aguas de la depuradora de Almería y de otras de la región; y la generación de 8 hm<sup>3</sup> anuales de recursos superficiales construyendo dos presas que regularían el río Andarax: la presa de Canjáyar (con capacidad para regular 5 hm<sup>3</sup>/anuales) y la presa del río Nacimiento (con capacidad para regular 3 hm<sup>3</sup> anuales).

Más recientemente la puesta en marcha y la adquisición por parte de ACUAMED de la desaladora de Carboneras, introduce una nueva posibilidad de aporte de recursos a la comarca a partir de la IDAM y de la conexión existente con las balsas de la Venta del Pobre.

De acuerdo con el análisis de recursos y demandas desarrollado (8), los recursos disponibles y aprovechables en la comarca se cifran como media en 9,53 hm<sup>3</sup> anuales. En el año horizonte (año 2026) la demanda estimada se cifra en 1,31 hm<sup>3</sup>/año para el abastecimiento a poblaciones y 23,18 hm<sup>3</sup>/año destinados al riego. Del balance se deduce un déficit de 14,96 hm<sup>3</sup>/año.

Este déficit podrá ser cubierto parcialmente con aguas tratadas en la desaladora de Carboneras, en donde el recurso disponible es de 8 hm<sup>3</sup>/año. Para poder hacer efectiva esta solución, ACUAMED está desarrollando un Proyecto que consta de los siguientes elementos principales:

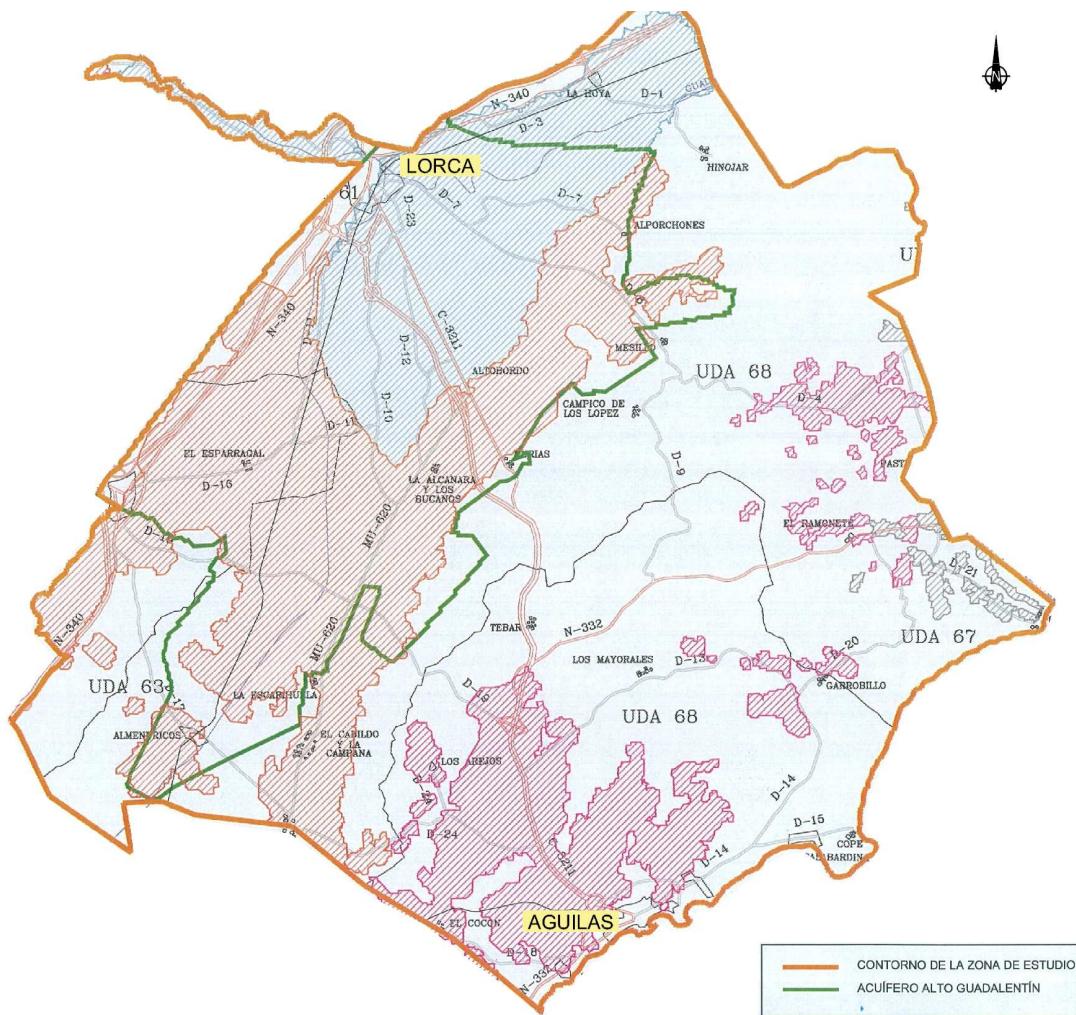
1. La infraestructura necesaria para el transporte del agua entre las balsas de la Venta del Pobre y Turrillas.
2. La infraestructura necesaria para el tratamiento del agua y su distribución hasta los sistemas de abastecimiento a poblaciones.
3. La infraestructura necesaria para la regulación del agua de riego y la conexión de los sistemas que lo precisen.

#### **4.- NUEVA DESALADORA DE ÁGUILAS/GUADALENTÍN.**

La comarca del Alto Guadalentín está constituida por los municipios de Lorca, Aguilas y Puerto Lumbreras, todos ellos en la Región de Murcia.

La superficie total de la comarca es de 2.072 km<sup>2</sup>, siendo la población que habita el territorio de 122.838 habitantes (*población de derecho según el Padrón del año 2002*). La población de hecho se incrementa en verano hasta los 150.000 habitantes.

Dentro del área se sitúan tres zonas regables que el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura, denomina como: UDA 61 (*regadío Tradicional de Lorca que ocupa alrededor de 11.500 has*); UDA 63 (*área sur-oeste de los términos municipales de Lorca y Puerto Lumbreras, con unas 20.000 has de superficie total*); UDA 68 (*zona costera de Aguilas y Lorca, con una pequeña parte en Mazarrón. Ocupa una superficie total de 9.000 has*).



**Figura 3.- Comarca del Alto Guadalentín.**

La demanda actual de agua de la comarca se estima en unos  $116 \text{ hm}^3$  anuales. De ellos, aproximadamente  $16 \text{ hm}^3$ , se destinan al abastecimiento a las poblaciones y  $100 \text{ hm}^3$ , se destinan al regadío.

Las fuentes con las que se cubre esta demanda son varias destacando entre ellas el Trasvase Tajo-Segura y, sobre todo, las aguas procedentes del acuífero del Alto Guadalentín, del que se extraen entre  $40$  y  $50 \text{ hm}^3$  anuales.

El acuífero del Alto Guadalentín se extiende por los municipios de Puerto Lumbreras y Lorca. El perímetro del acuífero encierra una superficie de  $956 \text{ km}^2$  y casi la totalidad de la población de la comarca. Sobre el acuífero se sitúan 31.500 has de superficie regable de las UDAs mencionadas con anterioridad.

La explotación del acuífero se remonta a la cultura árabe. Sin embargo, no es hasta la década de los 60, cuando la utilización de modernas bombas sumergidas que permiten elevar el agua desde gran profundidad, posibilitó la explotación intensiva del acuífero.

Este desarrollo tecnológico, junto con la incorporación de zonas regables de Águilas, productoras de tomate de invierno de gran valor económico; y de Pulpí, dispararon la demanda de los recursos hídricos del sistema, conduciendo a que a partir de 1972 se detectasen los primeros síntomas de sobreexplotación y a que en 1979, se declarase un perímetro de protección para todo el Valle.

Por último, la profunda sequía que ha experimentado el sureste español en el periodo 1980-95 influyó notablemente en la explotación del acuífero. Si se analizan los niveles registrados en la red de piezómetros y sondeos, a partir de 1989 se puede observar una continua profundización a razón de 2,5 m por año.

El descenso del nivel de explotación (en la actualidad oscila entre 300 y 400 m) ha llevado al abandono de numerosos pozos debido a la imposibilidad de realizar reperforaciones en los mismos y a la aparición de un problema de surgencia de gases, con consecuencias nefastas para los equipos de bombeo y para la calidad del agua, que presenta un notable incremento de la salinidad (actualmente se encuentra entre 3 y 9 gramos por litro), un contenido anormalmente alto de bicarbonatos, así como altas temperaturas (28 a 32º C).

Este abandono se pone de manifiesto en el hecho de que el volumen extraído a día de hoy del acuífero (entre 40 y 50 hm<sup>3</sup>/año), es aproximadamente la mitad de la extracción de 1989.

La situación descrita es insostenible a corto plazo, téngase en cuenta que la recarga media del acuífero con agua procedente de lluvia, evaluada por el IGME, es de 9 hm<sup>3</sup> anuales.

Para dar solución a esta situación de insostenibilidad y permitir la recuperación del acuífero, ACUAMED ha desarrollado un Proyecto cuyo objetivo es la generación de nuevos recursos mediante la desalación de agua de mar.

En el Proyecto se han analizado las demandas previstas para el año 2015 según el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura, y se han modulado para tener en cuenta la influencia que sobre la demanda agraria tiene el precio del agua.

Con la limitación de que la extracción del acuífero se limite a los 9 hm<sup>3</sup> anuales, que constituyen su capacidad de recarga por infiltración del agua de lluvia, se estima que en el año horizonte (2015), será necesario ampliar la aportación de agua al sistema con 70 hm<sup>3</sup> anuales, que procederán de la desalación de agua de mar.

Dentro de este volumen se incluye la aportación de la desaladora de La Marina, actualmente en construcción, y que aportará 5,6 hm<sup>3</sup>/año a la UDA 68 en su zona más alejada del Valle Alto del Guadalentín.

En consecuencia ACUAMED ha proyectado y licitado las obras necesarias para desarrollar las siguientes dos actuaciones:

- Ampliar la desaladora de la Comunidad de Regantes de Águilas, ya que su sistema de captación impide que pueda funcionar a pleno rendimiento. Con esta actuación se incrementará el volumen de agua desalada de 4,0 a 8,4 hm<sup>3</sup>/año.

- Construir una nueva desaladora en Águilas que permitirá aportar al sistema, en el año horizonte, 60 hm<sup>3</sup> anuales. La construcción se realizará en dos etapas: una primera para producir 40 hm<sup>3</sup>/año y una ampliación futura de 20 hm<sup>3</sup>/año más.

Con esta actuación se prevé la recuperación del acuífero al limitar la extracción de agua en el mismo a su capacidad de recarga por agua de lluvia y al acelerar su recarga con la infiltración de los retornos de riego realizados con aguas externas al sistema.

## **5.- DESALACIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA LAS MARINAS (ALTA Y BAJA)**

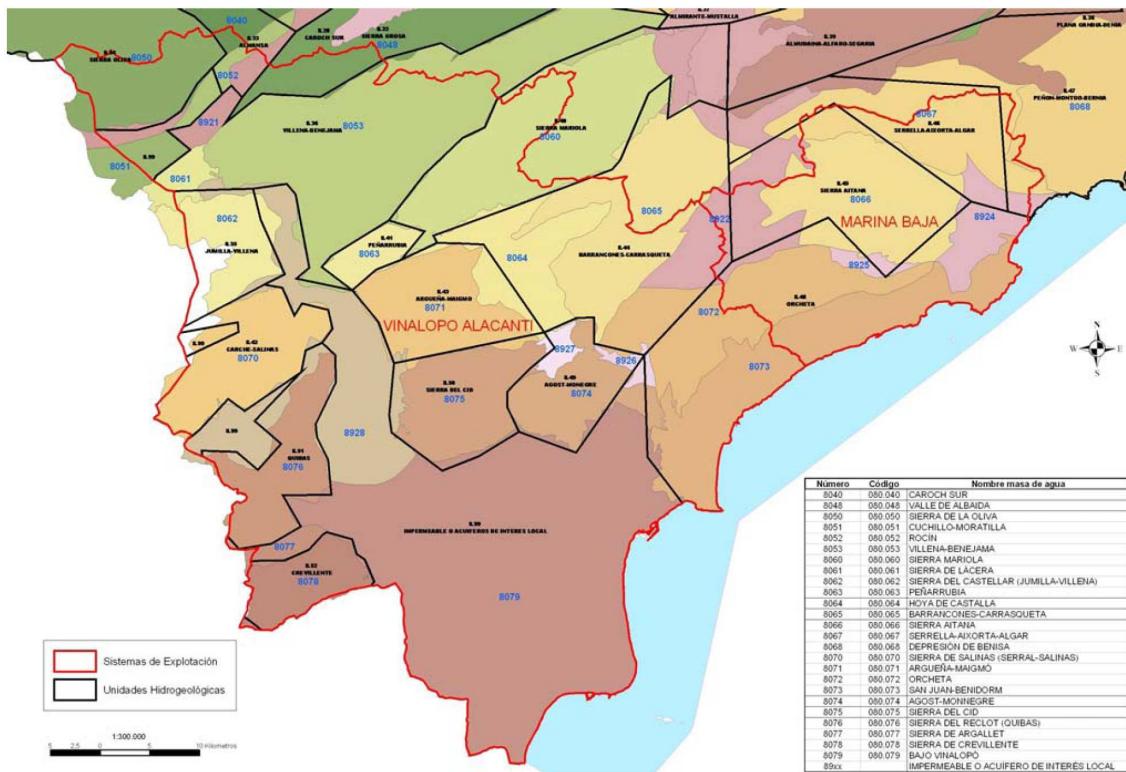
De manera similar a la descrita en los casos anteriores, las comarcas alicantinas de la Marina Alta y, la Marina Baja - L'Alacantí se abastecen en gran medida con recursos subterráneos.

El notable crecimiento de la demanda en los últimos años ha conducido a que los correspondientes acuíferos estén sometidos a procesos de sobreexplotación, intrusión marina y contaminación, principalmente por nitratos.

En el caso de la Marina Alta, y en particular del municipio de Denia, los recursos hídricos aprovechados tienen un origen mixto superficial y subterráneo.

Los recursos superficiales proceden del río Racons o Molinell, que desemboca en el Mediterráneo en el extremo oeste del término municipal. Dichos recursos se tratan en una planta de ósmosis inversa, con una capacidad de producción de 16.000 m<sup>3</sup>/día. Tanto la calidad como el caudal del río sufren constantes cambios por lo que, para no afectar a la planta de tratamiento, las aguas superficiales se mezclan con aguas subterráneas, lo que está conduciendo a la sobreexplotación del acuífero.

En el caso de la región de la Marina Baja - L'Alacantí el abastecimiento se realiza en gran parte desde captaciones subterráneas estando los recursos disponibles en serio peligro debido a la sobreexplotación de los acuíferos, lo que exige la disponibilidad de nuevos recursos.



**Figura 4.- Comarca de la Marina Baja - L'Alicantí.**

Los recursos hídricos de la zona Vinalopó-L'Alicantí son, prácticamente en su totalidad, de origen subterráneo y se obtienen de los acuíferos situados en las comarcas del Alto y Medio Vinalopó, afectando a catorce unidades hidrogeológicas o masas de agua subterránea. En el caso de la Marina Baja adquieren mayor importancia los recursos superficiales regulados en los embalses de Amadorio y Guadalest.

En la actualidad el balance recursos-demanda es ligeramente deficitario, cuando se calcula con recursos medios anuales. Sin embargo hay que tener en cuenta que estos recursos son muy variables: las precipitaciones medias en la comarca en los últimos 25 años han sido de 450 mm/año, con máximos por encima de los 800 mm y mínimos por debajo de los 200 mm. Esto hace que en años secos se den situaciones de déficit importantes, que en los últimos 10 años han llegado a estar por encima de los 6 hm<sup>3</sup> anuales.

Dicho déficit, en los últimos años, se ha solventado gracias a una dotación de emergencia externa servida por la Mancomunidad de Canales del Taibilla, a través de la conducción Rabasa-Amadorio. El problema se encuentra en que esta dotación proviene de un sistema deficitario, por lo que no se puede garantizar su continuidad y por tanto no se puede garantizar un nivel de explotación sostenible de los acuíferos.

Para corregir esta situación, ACUAMED ha proyectado las plantas desaladoras de la Marina Alta en Denia, y de la Marina Baja en Mutxamel-Campello, con una capacidad de producción respectiva de 24.000 m<sup>3</sup>/día, ampliable hasta 42.000 m<sup>3</sup>/día, y de 50.000 m<sup>3</sup>/día la de la Marina Baja, ampliable hasta 80.000 m<sup>3</sup>/día.

## **6.- REFERENCIAS.**

- (1) BOE (1986). Real Decreto 2618/86 de 24 de Diciembre por el que se aprueban medidas referentes a acuíferos subterráneos sujetos a régimen especial a la entrada en vigor de la Ley de Aguas y declaración provisional de acuíferos subterráneos sobreexplotados o en riesgo de estarlo. BOE (30/12/86), nº 312.
- (2) BOE (1987). Real Decreto 1679/87 de 30 de Diciembre por el que se prorroga la vigencia del Real Decreto 2618/1986 de 24 de Diciembre sobre gestión de acuíferos subterráneos especiales. BOE (31/12/87), nº 313.
- (3) CH Segura (1998). "Plan hidrológico de la cuenca del Segura".
- (4) CHS (2001). "Plan de Ordenación del Campo de Dalías. Almería".
- (5) CHS (2000). Seguimiento y revisión del Plan Hidrológico de la Cuenca del Sur.
- (6) ACUAMED (2005) "Desalación y obras complementarias para el Campo de Dalías (Almería)".
- (7) ACUAMED (2005). "Actuaciones complementarias de reutilización de aguas residuales en el Campo de Dalías".
- (8) ACUAMED (2006). "Proyecto de la conducción de la Venta del Pobre al Campo de Tabernas (Provincia de Almería)"
- (9) ACUAMED (2006). "Desalación y obras complementarias para la Marina Baja-Alicante. Solución Mutxamel".
- (10) ACUAMED (2006). "Desalación y obras complementarias para la Marina Alta. Término Municipal de Denia (Alicante)".
- (11) IGME (2006). "Nota técnica sobre el estado de las unidades hidrogeológicas 06.07. Bédar-Alcornia; 06.08 Alto Aguas; y 06.09 Campo de Tabernas. Provincia de Almería".