APLICACIONES PROPUESTAS EN LA PROVINCIA DE ALICANTE

Depuración de aguas residuales en Murla

Depuración de aguas residuales en Benimarfull

Depuración de aguas residuales en Sella

Sistema de regeneración y regulación subterránea de aguas residuales para su reutilización urbana en San Juan de Alicante

Almacenamiento subterráneo y recuperación (ASR) en el futuro Parque de Actividades Innovadoras del Mediterráneo (PAIM) del Triángulo

Utilización del espacio subterráneo para el control y mantenimiento de zonas húmedas en el Clot de Galvany (Triángulo Alicante-Elche-Santa Pola)

Aplicaciones propuestas en la provincia de Alicante

A LO LARGO DE LOS ULTIMOS CUATRO AÑOS, se han venido realizando, por la Excma. Diputación Provincial de Alicante y el Instituto Tecnológico Geominero de España, una serie de estudios aplicados a la provincia de Alicante, sobre la viabilidad de incorporación de nuevas técnicas para el saneamiento, depuración y reutilización de aguas residuales así como empleo del subsuelo en la gestión de recursos hídricos y mejora medioambiental.

En este capítulo se exponen sintéticamente las aplicaciones propuestas, que actualmente se encuenrran en diferente grado de avance. Algunas requieren la realización de investigaciones geológicas e hidrogeológicas de detalle, otras necesitan la realización de sondeos que confirmen los datos necesarios para diseño y proyecto y, finalmente, otras aplicaciones están ya a nivel de propuesta de realización.

Las propuestas cubren un amplio abanico de las técnicas expuestas en los capítulos anteriores, mostrando con ello que la provincia de Alicante no sólo cumple las condiciones de déficit hídrico y estatus medioambiental apropiados, sino que en algunos casos reúne también condiciones geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas para que sean de aplicabilidad dichas técnicas.

En el cuadro siguiente se enumeran las aplicaciones planteadas, especificando su localización, objetivo, tecnología aplicable y estado de avance. Deriban de los siguientes proyectos ejecutados desde 1991:

LOCALIZACION	OBJETIVO	TECNOLOGIA PROPUESTA	ESTADO DE AVANCE
Murla	Depuración de aguas residuales urbanas	Fosa séptica + Humedal	Propuesta de realización
Benimarfull	Depuración de aguas residuales urbanas	Fosa séptica + Humedal	Propuesta de realización
Sella	Depuración de aguas residuales urbanas	Humedal	Propuesta de realización
San Juan- Campello	Tratamiento terciario, regulación y reutilización urbana	Infiltración rápida + Almacenamiento subterráneo con recuperación (ASR)	Ensayo piloto + Propuesta de realización
Triángulo Alicante -Elche-Santa Pola	Regulación y reutilización urbana y recreativa	Almacenamiento subterráneo con recuperación (ASR)	Ensayo piloto
Clot de Galvany (Elche)	Gestión de espacio natural y reutilización	Humedal + Control hidrodinámico de acuífero	Sondeo de investigación
Cuencas Neógenas Sur de Alicante	Eliminación de salmuera de desaladora y lixiviados de RSU	Inyección en sondeos profundos (ISP)	Sondeo de investigación y Propuesta de realización
Benferri	Eliminación de salmuera de plantas de ósmosis inversa	Inyección en sondeos profundos (ISP)	En marcha investigación/ensayo
Calpe	Eliminación de aguas residuales urbanas	Inyección en sondeos profundos ISP	Sondeo de investigación + Propuesta de realización
Valle del Serpis	Tratamiento de alpechines	Infiltración lenta y evaporación	Propuesta de realización
Orihuela	Regulación, reutilización urbana y mejora medioambiental	Almacenamiento subterráneo con recuperación (ASR)	Propuesta de realización
Elda	Tratamiento terciario, regulación y reutilización urbana	Humedal +almacenamiento subterráneo con recuperación (ASR)	Propuesta de realización

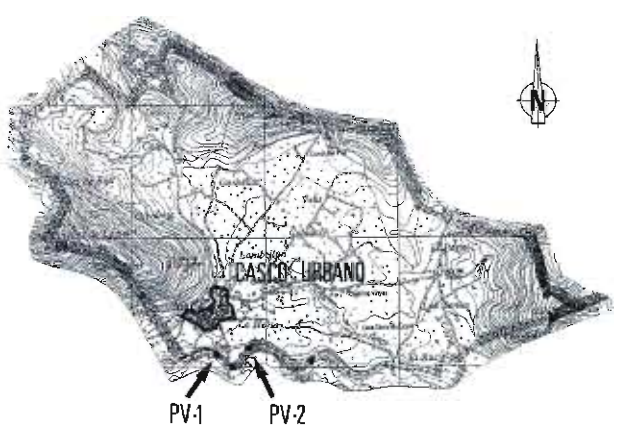
- Utilización de estructuras geológicas profundas para la gestión de residuos líquidos y devolución del agua al ciclo hidrológico. Provincia de Alicante.
- Diseño de las instalaciones y proceso de acondicionamiento de un sistema de eliminación de alpechines mediante infiltración controlada en formaciones de baja permeabilidad. Valle del Serpis (Alicante).
- Directrices para la depuración en municipios de población inferior a 10.000 habitantes, actualmente sin depuradora.
- Viabilidad del almacenamiento subterráneo y recuperación (ASR) de aguas residuales en el Campo de Elche. Evaluación preliminar.
- Nuevas tecnologías para el saneamiento, depuración y reutilización de las aguas residuales en la provincia. Viabilidad de aplicación en Medio Vinalopó, Vega Baja y Villajoyosa.

Depuración de aguas residuales en Murla

Murla es un pequeño municipio de la Marina Alta situado en la cabecera del Valle del Pop, con una población actual de 330 habitantes (en descenso en los últimos treinta años), cuya principal actividad es la agrícola, especialmente cultivo de almendros y cítricos. No existe ninguna actividad industrial, a excepción de una pequeña almazara. Durante los meses de verano se produce un aumenro de población que se cifra en unos 200 habitantes, correspondiente al período vacacional de emigrantes originarios de este municipio.

El término municipal posee un alto valor paisajístico, siendo los elementos más significativos el cauce del río Jalón o Gorgos, la Loma del Castillo, el Valle de Fontelles y la montaña del Penyal del Laguarr.

El saneamienro de aguas residuales se realiza mediante una red que cubre todo el casco urbano. Las escasas viviendas diseminadas tienen sistemas individuales de infiltración en el subsuelo, alguno con fosa séptica previa. La red de Murla es de tipo unitario, confluyendo en dos colectores independientes, que sirven a dos sectores diferentes. El caudal de cada uno de los sectores vierte al río Jalón, sin tratamiento previo. La red incorpora los teboses del lavadero público y la fuente del pueblo. El vertido se realiza con un colector de alejamiento de 300 m, que vierte las aguas por un acantilado de unos 15 metros de salto. La producción de agua residual se estima en 104 m³/día, que incluyen los 26 m³/día del lavadero. Hay que significar que esta producción sufre un incremento del 40% en período de verano (Julio y Agosto).



Murla. Situación de los vertidos actuales

Con intención de dotar a este municipio de un sistema de depuración, se realizó un estudio de viabilidad de los diferentes sistemas que se adaptaran a la situación real del mismo, teniendo en consideración la existencia de algunas limitaciones tales como:

- Se excluye de la red de saneamiento el residuo de la almazara existente.
- En las proximidades del cauce del Jalón existen cultivos de naranjos que podrían reutilizar el efluenre de la depuradora.
- El río Jalón se infiltra aguas abajo recargando acuíferos de importancia regional a su paso por el municipio de Jalón, por lo que ha de reducirse en lo posible la carga contaminante vertida. La exigencia de tratamiento estimado supone una reducción de DBO del 75% y de SS del 90%.
- No serán de aplicación sisteinas con necesidad de mano de obra muy especializada o gastos de explotación elevados.
- No existen condiciones topográficas e hidrogeológicas favorables para sistemas de infiltración en el terreno o de flujo superficial.
- El estado de la red de saneamiento requiere alguna mejora y la unificación de los dos ramales colectores.

La selección de emplazamientos está condicionada por la orografía y la proximidad del núcleo urbano a los límites del término municipal. El emplazamiento más ventajoso se sitúa junto al cauce del río, al pie del punto de vertido más lejano, donde existe disponibilidad de terrenos de escaso valor. Con ello se facilita la unificación de colectores sin necesidad de bombeo, se aleja del núcleo urbano y se acerca a la zona de posible reurilización.

De acuerdo con todos estos criterios se seleccionaron tres líneas de tratamiento:

Línea 1: Fosa Séptica + Aireación Natural + Humedal Artificial
Línea 2: Lechos de turba
Línea 3: Lechos bacterianos

En el análisis comparativo de las tres alternativas se tuvieron en consideración los siguientes aspectos:

- Rendimiento alcanzable y estabilidad de rratamiento
- Simplicidad de operación y mantenimiento
- Impacto ambiental
- Valoración económica

Bajo la mayoría de los aspectos la solución más favorable resultó ser la incluida en la línea 1, caracterizada por:

- Alto rendimiento depurador: 91% en DBO_5, que queda reducida, en condiciones de carga contaminante media, a 27 mg/l, y 98% en SS, que se reducen a 5 mg/l.
- Sencillez y economía en operación y mantenimiento, al utilizar procesos totalmente naturales, sin aportes de energía, reactivos o repuestos.

• Fácil adaptación a variaciones en las condiciones meteorológicas. A este respecto se selecciona como variedad de humedal el de flujo subsuperficial, con el fin de evitar problemas de heladas.
• Excelente adaptación medioambiental y paisajística, con empleo de vegetación autóctona.
• Ventajosas condiciones económicas, ya que con inversiones del orden de 16.7 MPts (frente a 23 MPts del lecho de turba y los 14.3 MPts del lecho bacteriano) tiene un coste específico de traramiento de 18 pts/m^3 (frente a 22 pts/m^3 del lecho de turba y las 34 pts/m^3 del lecho bacteriano). En las cifras de inversión se incluye la necesidad de adaptación de la red de saneamiento, que es del orden de 5.3 MPts.

El sistema propuesto consta de las siguientes instalaciones:

1. *Pretratamiento*: separación de sólidos mayores con reja de desbaste.
2. *Fosas sépticas*: tratamiento que reduce la carga contaminante al 50%.
3. *Aireación*: en una cascada, mediante caída del efluente séptico, aprovechando la ropografía del lugar.
4. *Humedal construido*: a base de cultivo de juncos o carrizos (también podrían plantarse especies autóctonas, como las cañas), con régimen de flujo subsuperficial.

El agua a la salida puede ser vertida al río, o desviada para riego hacia las fincas adyacentes.

Depuración de aguas residuales en Benimarfull

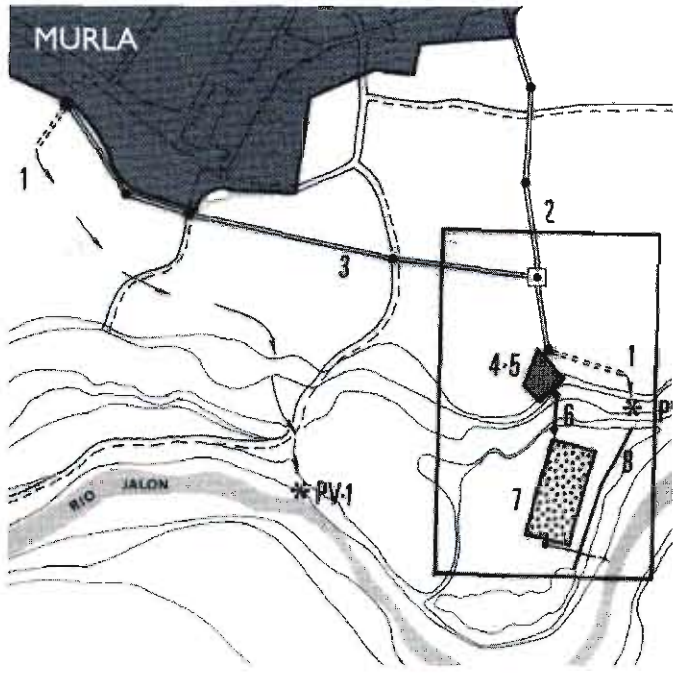
Con dimensiones muy similares a Murla, el núcleo de Benimarfull presenta otra opción para la introducción de sistemas de depuración natural. La población (400 habitantes) es, en este caso, muy estable. Actualmente vierte las aguas sin depuración al Barranco de la Jovada en un punto próximo al casco urbano. La red de saneamiento es bastante buena, por lo que no necesita adaptación ni mejora.

El análisis comparativo realizado para alternativas similares a las de Murla, conduce a la selección de una línea similar de tratamiento, con excepción de la aireación natural, que no se puede introducir al carecer de condiciones topográficas adecuadas. Las mismas consideraciones de rendimiento, simplicidad y medio ambiente son aplicables. La inversión estimada en la consrrucción del sistema se eleva a 9.8 MPts, con unos costes de operación y mantenimiento anuales de 640.000 pts. En la figura se presenta un esquema de la disposición de las instalaciones en el emplazamiento propuesto.

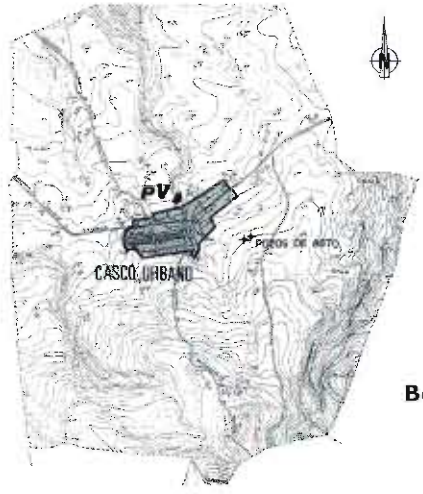
Depuración de aguas residuales en Sella

El municipio de Sella pertenece a la comarca de la Marina Baja y se localiza en la cabecera del Valle del río Sella. Cuenra con una población de unos 550 habitantes, en su mayoría agrupados en el núcleo urbano. La variación estacional es grande, pudiendo duplicarse la población en los meses de Julio y Agosto.

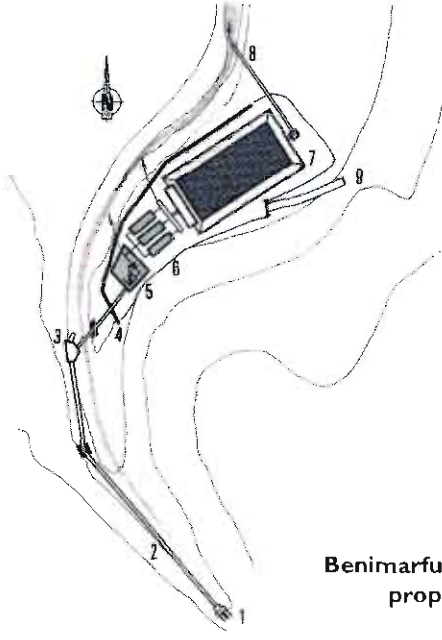
La red de saneamiento se encuentra en buen estado, pero las instalaciones de depuración se encuentran fuera de servicio desde hace más de 15 años. La estimación de producción



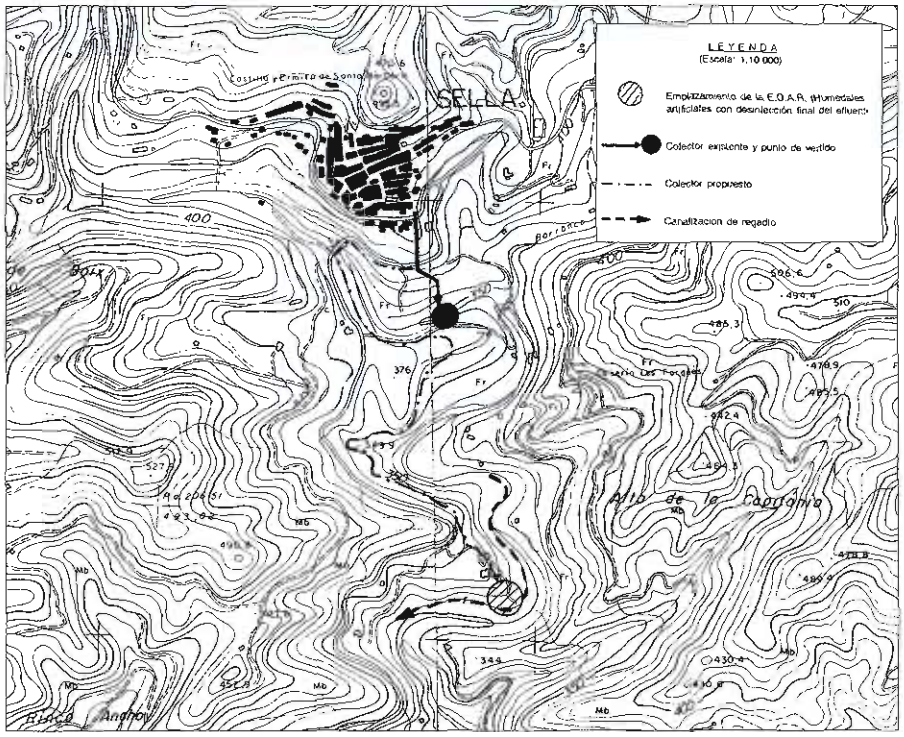
Murla. Solución propuesta



Benimarfull. Punto de vertido



Benimarfull. Solución propuesta



Sella. Solución propuesta

de aguas residuales, en una proyección para el año 2.012, es de 96 m^3/día para régimen estable y 240 m^3/día para las puntas (Julio y Agosto). El total anual estimado es de 44.000 m^3.

Actualmente las aguas residuales vierten directamente al Barranco de Tagarina, muy próximo al río Sella, con el consiguiente deterioro de la calidad ambiental en el entorno del punto de vertido. En principio no existe riesgo de contaminación de aguas subterráneas.

Se ha realizado un estudio de viabilidad de diferentes opciones de tratamiento que se adapten a las condiciones del entorno. Para ello, se han tenido en cuenta algunos aspectos relacionados con la futura reutilización de los efluentes y la minimización del posible impacto, aguas abajo del río Sella, en el embalse de Amadorio.

A priori se descartaron sistemas de tratamiento riguroso de tipo convencional, por los altos costes de construcción y la complejidad de su operación y mantenimiento. Para el emplazamiento se ha considerado válido el propuesro en las Normas Subsidiarias, coincidente con la opinión de la CHJ, que está situado en la matgen derecha del Sella, a 1.6 km del núcleo urbano.

También son descartables soluciones relacionadas con tratamiento en el terreno (métodos de infiltración o métodos de riego forestal), debido a la ausencia de condiciones adecuadas.

En base a la escasa disponibilidad de terrenos y a las posibilidades de reurilización de efluentes en agricultura, se seleccionaron líneas de tratamiento muy similares a las ya comentadas en los municipios de Murla y Benimarfull, basadas en lechos biológicos, lechos de turba y humedales. El análisis de los parámerros técnicos relacionados con el rendimiento en la depuración no permitía una selección clara, al ser muy similares para las tres opciones. Tampoco los datos económicos, ligeramente favorables a los humedales, parecían suficientes para la toma de decisión. Sin embargo, la buena adaptación de un sistema de humedales a las características del emplazamiento, con sucesión de terrazas a distinto nivel, así como la afinidad de la vegetación aplicable a estos humedales con las especies autócronas, permitió seleccionar definitivamente esta solución. El impacto ambiental de su implantación sería francamente menor que el de las otras dos opciones.

Se seleccionó un sistema de humedales artificiales, con superficie de agua libre. Las aguas procedentes del pretratamiento, se hacen pasar por zanjas con especies vegetales del tipo junco, aneas o cartizos, con elevado índice de evapotranspiración y buena asimilación de metales y compuestos nutrientes. Las zanjas deben impermeabilizarse y acondicionarse, rellenándolas con un lecho de material permeable que sustente la vegetación.

La superficie calculada de humedal es de 1300-1600 m^2, y el tiempo de residencia, de 3 a 7 días.

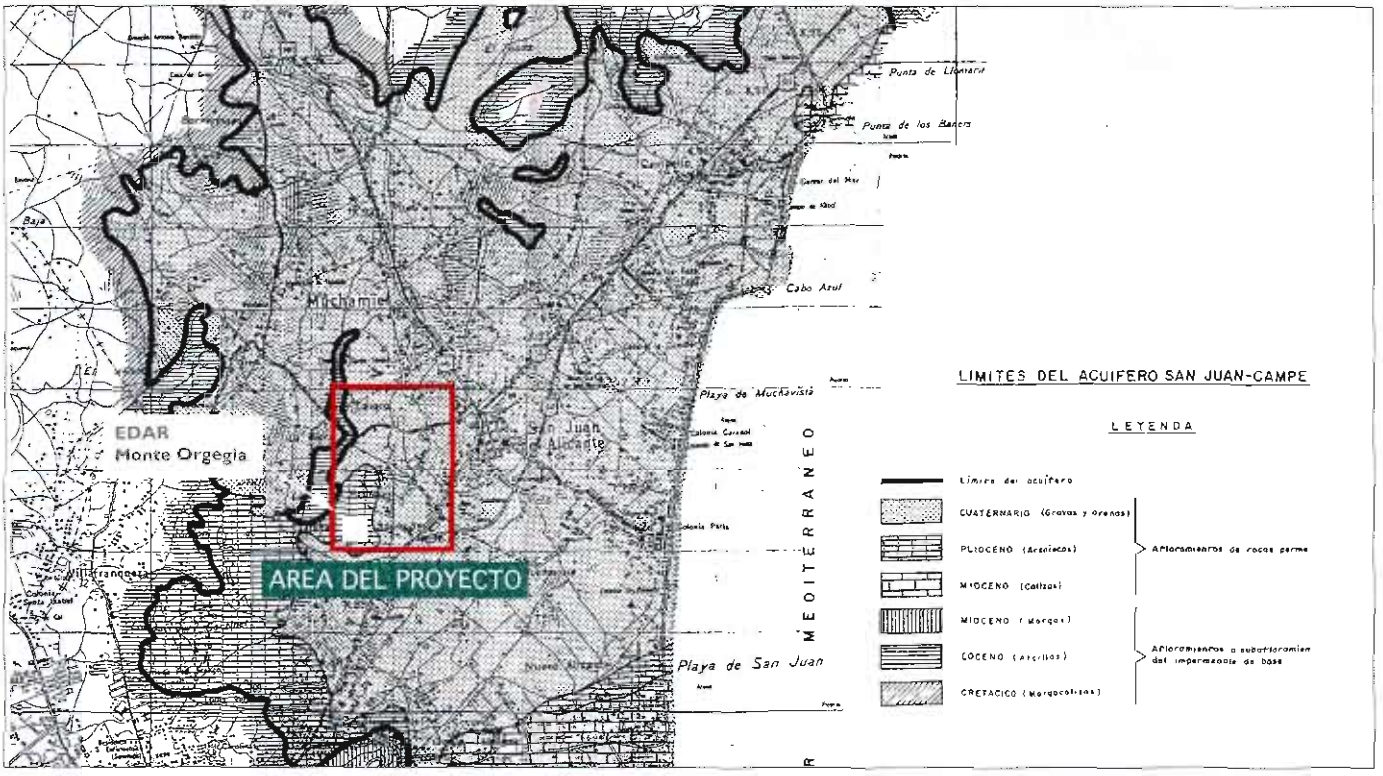
Las características estimadas del efluente (62 mg/l de DBO_5 y 58 mg/l de SS) permiten asimilarlo a un efluente de secundario, que tras una desinfección podría ser aplicado al riego de los cultivos existentes en la zona. El coste de la construcción del sistema se eleva a 28 MPts y el coste de depuración, a 15 prs/m^3. La situación topográfica del emplazamiento conlleva la construcción de un colector de 1600 m y un coste de 20 MPts, cuyo mantenimiento supone un coste anual de 720.000 pesetas.

Sistema de regeneración y regulación subterránea de aguas residuales para su reutilización urbana en San Juan de Alicante

El objetivo final de esta propuesta es obtener, a partir del efluente de una depuradora convencional, agua apta para ser usada en zonas urbanas en las que se puede producir el contacto directo con las personas, y por lo tanto, con objetivos de calidad muy exigentes. Los caudales a utilizar en el sistema propuesto son actualmente excedentarios del plan de reutilización agrícola existente.

Los posibles usos contemplados del agua abarcan riego de parques públicos y campos de golf, limpieza de calles, control de polvos, extinción de incendios y usos recreativos.

El lugar propuesto para la implantación del sistema es San Juan de Alicante, una zona densamente poblada y con gran actividad turística en la temporada de verano. Este área fue seleccionada tras una revisión de posibles emplazamientos con requisitos de viabilidad técnica. Está ubicada en la Comarca del Alicantí, dentro de los límites de un acuífero superficial salino que no tiene ningún uso



San Juan. Situación y contexto hidrogeológico

actual, y que puede presentar buenas condiciones para el desarrollo de un sistema de almacenamiento y recuperación.

La estación depuradora de aguas residuales de Monte Orgegia constituye una fuente excelente de efluente secundario durante prácticamente todo el año. En la actualidad da servicio a una población de 150.000 habitantes en épocas de punta. Los datos disponibles indican que el volumen medio anual de efluente tratado supera los 7 hm^3. Hoy día, una parte importante de este efluente es reutilizado en agricultura, pero todavía se vierten al mar, mediante emisario, una media de 5.000 m^3/día en épocas de invierno, que se transforman en 12.000-15.000 m^3/día en verano.

En el subsuelo de la zona existe una secuencia de materiales más o menos permeables de tipo detrítico o calcarenítico, que pueden permitir la aplicación de técnicas como la de infiltración rápida en superficie, y almacenamiento y recuperación en capas algo más profundas.

Actualmente no se conoce ningún uso de las aguas del acuífeto. Según los datos hidroquímicos disponibles, su contenido de sólidos disueltos totales (TSD) es del orden de 3000-6000 mg/l, representado en la composición aniónica por cloruros y sulfatos fundamentalmente. El contacto de este acuífero con el mar ha dado lugar a la intrusión marina a lo largo de la costa, detectada hasta 3 km al interior.

A partir de estos datos, se ha elaborado una propuesta para la puesta en marcha de un ensayo piloto en el que se gestione una parte de los efluentes actualmente vertidos. En principio, se ha previsto una capacidad de 1000 m^3/día, si hien podría incrementarse una vez comprobado el buen funcionamiento del sistema.

Con este sistema se pretende aportar la capacidad de tratamiento y almacenamiento necesarios para obtener la máxima regeneración del agua. Para ello, se combinan las técnicas conocidas como tratamiento en suelo-acuífero y almacenamiento-recuperación en acuífero (TSA y ASR). Su diseño conceptual, reflejado en la figura, se describe a continuación.

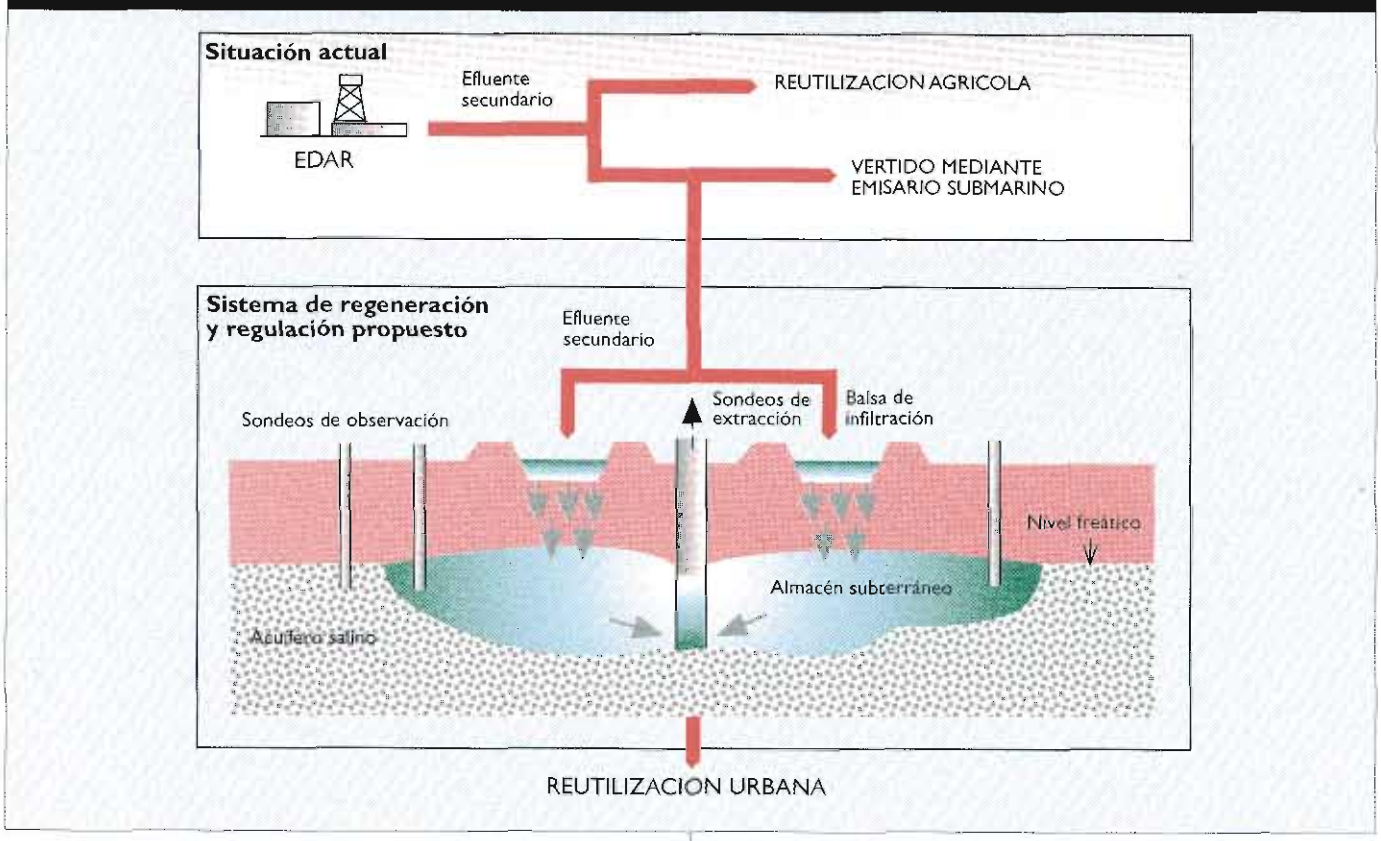
Una parte del caudal dirigido al vertido marino es desviado hacia la planta piloto. Medianre un sistema de distribución se envían cantidades controladas de efluente hacia balsas de infiltración independientes. De acuerdo con la calidad promedio del efluente (DBO_5< 30 mg/l, SS< 25 mg/l), no se considera necesario pretratamiento para el correcto funcionamiento del sistema de infiltración. El efluente infiltrado recibe tratamiento a su paso por el suelo y percola a través de la zona no saturada del acuífero donde obtiene un tratamiento final, hasta que alcanza el nivel freático y se incorpora a las aguas subterráneas. El agua se almacena en los niveles saturados superiores mediante desplazamiento del agua nativa salina. Una vez creada una zona de almacenamiento, el agua renovada se recupera mediante un sistema especialmente diseñado de sondeos múltiples.

Los principales componentes del sistema se describen a continuación:

Sistema de infiltración:

Para la planta piloto que se propone, se ha considerado la construcción de un sistema de infiltración de balsas múltiples, con el fin de disponer de flexibilidad para la realización de ensayos y para su operación. La superficie eficaz de infiltración propuesta ha de ser de aproximadamente 10000 m^2. Estimaciones preliminares basadas en

San Juan. Esquema conceptual del sistema propuesto



datos regionales existentes, indican que un sistema de infiltración de 1 ha podría aportar una capacidad de tratamiento aproximada del orden de 1000 m^3/día.

Los objetivos básicos de calidad para el agua renovada se han fijado de acuerdo con los las directrices para reutilización urbana más recientes (USEPA, 1992), y son los siguientes:

. pH	6-9
. DBO_5	<10 mg/l
. Olor	Ninguno
. Turbidez	< 2 NTU
. Cl_2 residual	0.5-1.0 mg/l

Sistema de distribución del efluente:

Ha de diseñarse un sistema de distribución que permita el control del efluente, desde la toma de la depuradora hasta la conducción de retornos de las balsas. Básicamente constaría de una estación de bombeo para la disrribución; todas las tuberías, válvulas y accesorios necesarios para distribuir adecuadamente el efluente hacia las balsas de infiltración; elementos medidores de caudal; una estación de bombeo de retornos y la tubería de rerorno.

Sistema de recuperación:

El agua renovada se podrá recuperar mediante dos pozos de producción de 8 pulgadas de diámetro nominal. La profundidad y situación de ambos pozos deberá determinarse en función de los datos hidrogeológicos recopilados durante el ensayo. Estos pozos se equiparán con sistemas de bombeo independientes, de manera que puedan operar separadamente.

Sistema de vigilancia de las aguas subterráneas:

La observación permanente de la evolución de la zona de almacenamiento y de la respuesta del acuífero a los ciclos de almacenamiento y recuperación, requiere la construcción de un sistema de vigilancia dentro del emplazamiento de la planta. Así mismo, para evaluar los efectos regionales de la operación sobre el acuífero, es también necesaria la observación de las variaciones de nivel y de calidad del agua fuera de los límites del emplazamiento.

Para la planta piloto propuesta, se ha considerado un sistema de vigilancia compuesto por cuatro sondeos de vigilancia de 6 pulgadas de diámetro nominal, más un conjunto de cuatro piezómetros. La profundidad y situación de los piezómetros y sondeos de observación habrá de determinarse en base a los datos hidrogeológicos recogidos en campo.

En el diseño y construcción de las instalaciones habría de tenerse en cuenta posibles molestias de olores y desarrollo de insectos.

Finalmente, es necesario poner de relieve que el desarrollo del sistema lleva consigo la obtención de, al menos, tres permisos o autorizaciones: del propietario del terreno, de la autoridad en materia de recursos hídricos, y de la licencia municipal de obras.

Las inversiones estimadas en la construcción del sistema son del orden de 100 MPts (incluyen los estudios e investigaciones de detalle, así como el diseño de las instalaciones) y los costes de operación y mantenimiento se estiman del orden de 20 pts por m^3 de agua gestionado.

Almacenamiento subterráneo y recuperación (ASR) en el futuro Parque de Actividades Innovadoras del Mediterráneo (PAIM) del Triángulo

El objetivo final de esta propuesta es crear en el PAIM un almacén regulador mediante tecnología ASR, que facilite la gestión hídrica en el Triángulo Alicante-Elche-Santa Pola. El sistema podrá regular agua regenerada destinada a reutilización urbana, o bien recursos generados en plantas desalinizadoras. En este último caso, la recnología juega un papel similar al que tuvo su origen en EE.UU., permitiendo una planificación de las inversiones en plantas desalinizadoras con dimensionamiento óptimo.

Denrro de la planificación urbanística integrada en el medio físico que se propone para el Triángulo, y del actual contexto de escasez de recursos hídricos creado por las prolongadas sequías, el subsuelo puede jugar un importante papel de apoyo al desarrollo, como elemento integrado en la gestión hídrica y medioambiental. El ASR aporta una solución para la regulación a gran escala, tanto para aguas potables, como para agua regenerada, dentro de las propias zonas de desarrollo. Ello añade a la ventaja económica de la regulación in situ, las siguientes ventajas adicionales:

- Posibilidad de empleo de plantas potabilizadoras de menores dimensiones para cubrir las necesidades fluctuantes durante el ciclo anual. En efecto, disponer de gran capacidad de almacenamiento permite diseñar en torno a la demanda media, y evita tener que sobredimensionar para cubrir las puntas de demanda. Ello conduce a una mejor planificación de las inversiones, y genera un importante ahorro en costes constructivos y operacionales.

Este planteamiento es válido tanto si se trata de potabilizadoras para aguas foráneas, como para futuras desaladoras.

- Almacenar agua en un dominio aislado de la actividad proporciona un grado adicional de protección, reduciendo las pérdidas por evaporación y el riesgo de contaminación. Así mismo, en el caso de aguas depuradas, se evitan posibles molestias por olores e insectos.
- Disponer de un gran volumen de agua próximo permite abordar períodos puntuales de escasez o situaciones especiales de emergencia.

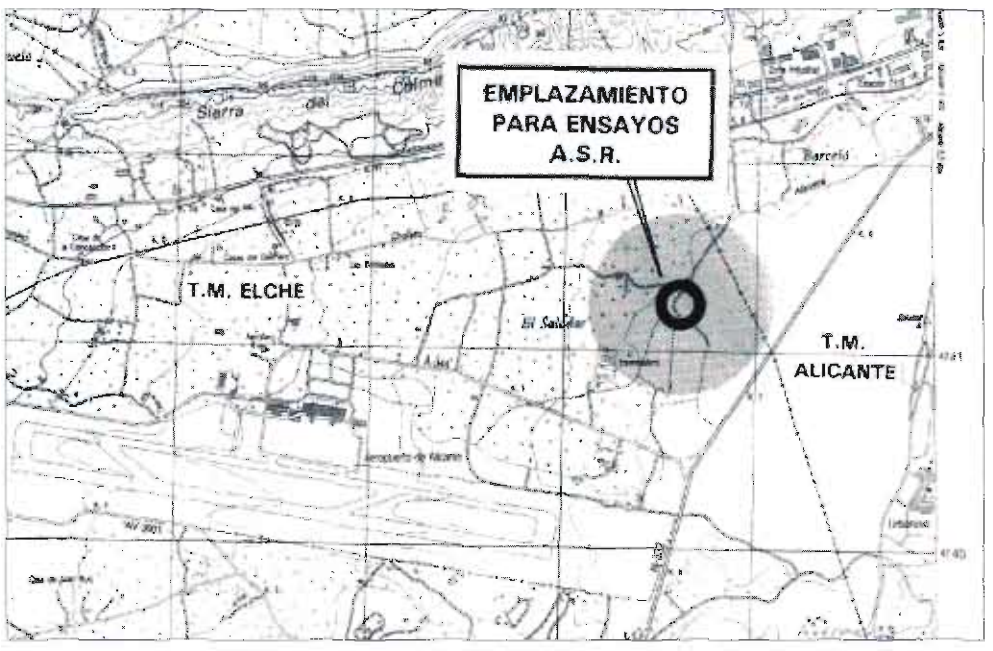
Si el desarrollo de almacenes subterráneos resulta viable, éstos podrían vertebrar el sistema de almacenamiento y distribución de recursos potables o de agua regenerada. Incluso ambas aplicaciones podrían simultanearse en un mismo emplazamienro, si existiesen varios niveles subterráneos independizados, a diferentes profundidades.

Tras los estudios preliminares de viabilidad, se propone la realización de una investigación mediante sondeos, que permita una evaluación de la capacidad de los diferenres almacenes. Estas investigaciones serán también de gran valor para la evaluación de recursos subrerráneos explotables para desalación mediante ósmosis inversa.

Hidrogeológicamente, los objetivos son los niveles permeables del Cuaternario, Plioceno detrítico y Andaluciense calcáreo aflorantes en la Sierra del Colmenar. A priori, las principales expectativas están puestas en 3 niveles calcáreos andalucienses, que se prevén comprendidos entre 120 y 180 m de profundidad, en el emplazamiento propuesto. Las incógnitas a resolver en todos los casos son las potencias útiles, transmisividad, grado de confinamiento vertical y, de un modo especial, la calidad del agua nativa.

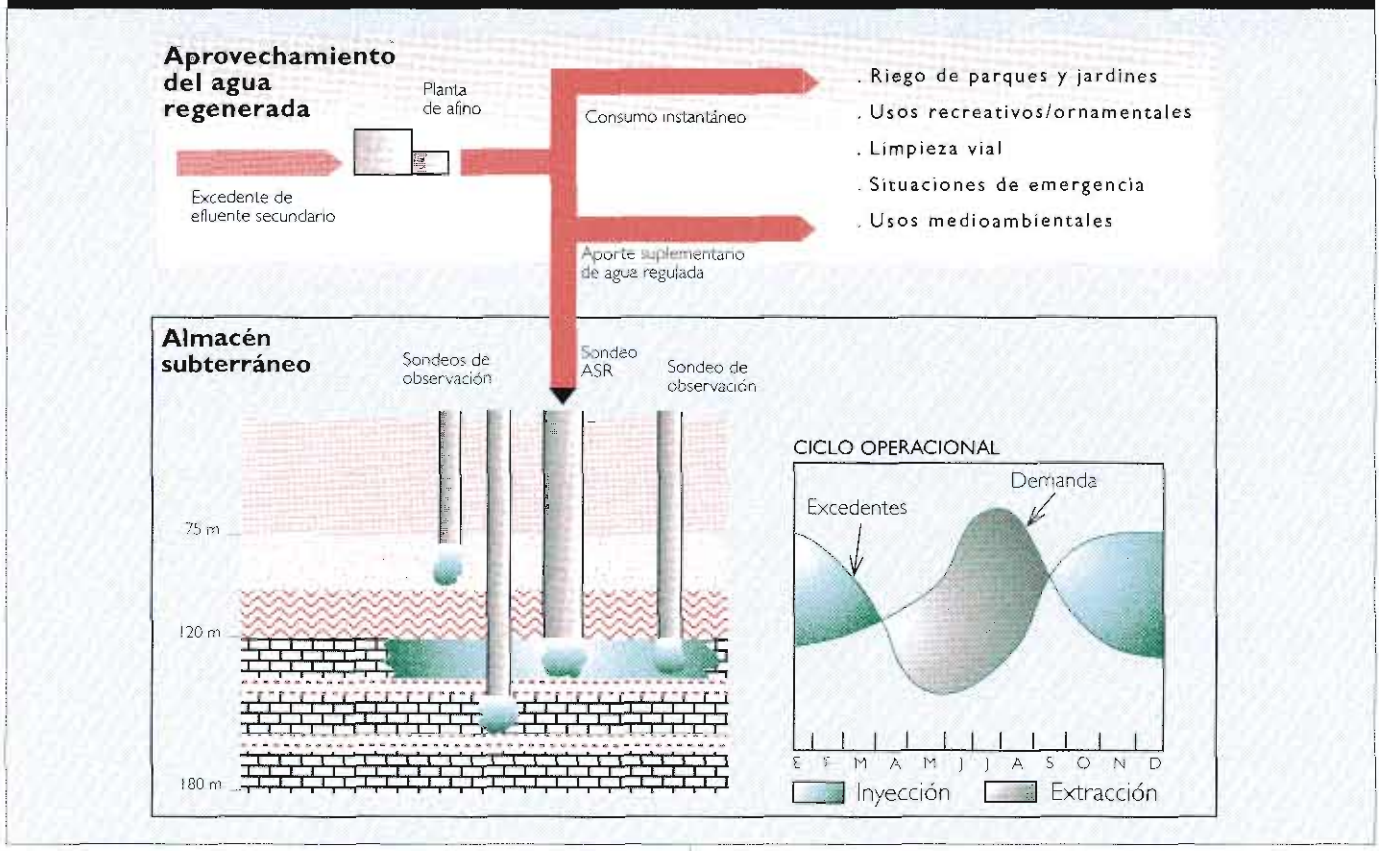
El desarrollo de la investigación ha de realizarse mediante la perforación y ensayo secuencial de 4 sondeos de acabados diferentes, adaptados al objetivo particular de cada uso. Adicionalmente, podría ser necesaria la instalación de algún piezómetro para observar los efectos regionales de la operación sobre el acuífero. El conjunto de sondeos, junto con las cabezas de pozo y los equipamientos de distribución y bombeo en superficie, constituyen una unidad ASR a pequeña escala. Dentro de ella, el elemento principal es el sondeo de producción-inyección de 16" DN, a través del cual se canaliza, en ambos sentidos, la totalidad del agua almacenada.

Terminada la construcción de las instalaciones, ha de procederse a la **realización de los ensayos ASR** que permitan desarrollar espacialmente el almacén subterráneo y determinar su viabilidad técnico-económica. Se propone un programa cíclico de 1 año de duración aproximada, con al menos 4 ciclos, en el que se emplee agua potable, y con un objetivo de eficiencia mínima en la recuperación del 75% al final de la serie de ensayos. El objetivo inicial de capacidad para la instalación piloto así plante-



PAIM. Situación propuesta para la planta piloto ASR.

PAIM. Esquema conceptual de la implantación y funcionamiento de un almacen subterráneo desarrollado mediante tecnología ASR



ada se ha establecido en 50.000-70.000 m³.

Las etapas constructiva y de investigación han de completarse con el equipamiento de los sondeos, incluidas bomba, impulsión, cabeza de pozo y controles de presión y caudal en el sondeo ASR. Así mismo, han de construirse las instalaciones de transporte y bombeo de agua para los ensayos ASR, y de evacuación o reciclado de las aguas producidas durante las etapas de recuperación.

La localización de la investigación propuesta, valorada en 148 MPts, setía el paraje conocido como El Saladar (T.M. de Elche), entre la Sietra de Colmenar y el aeropuerto de El Altet, utilizando unos terrenos de escaso valor, con buena disponibilidad de agua para los primeros ensayos a realizar y con una localización estratégica entre las dos principales fuentes de agua regenerada (EDAR del Rincón del León y de Arenales del Sol).

Utilización del espacio subterráneo para el control y mantenimiento de zonas húmedas en el Clot de Galvany (Triángulo Alicante-Elche-Santa Pola)

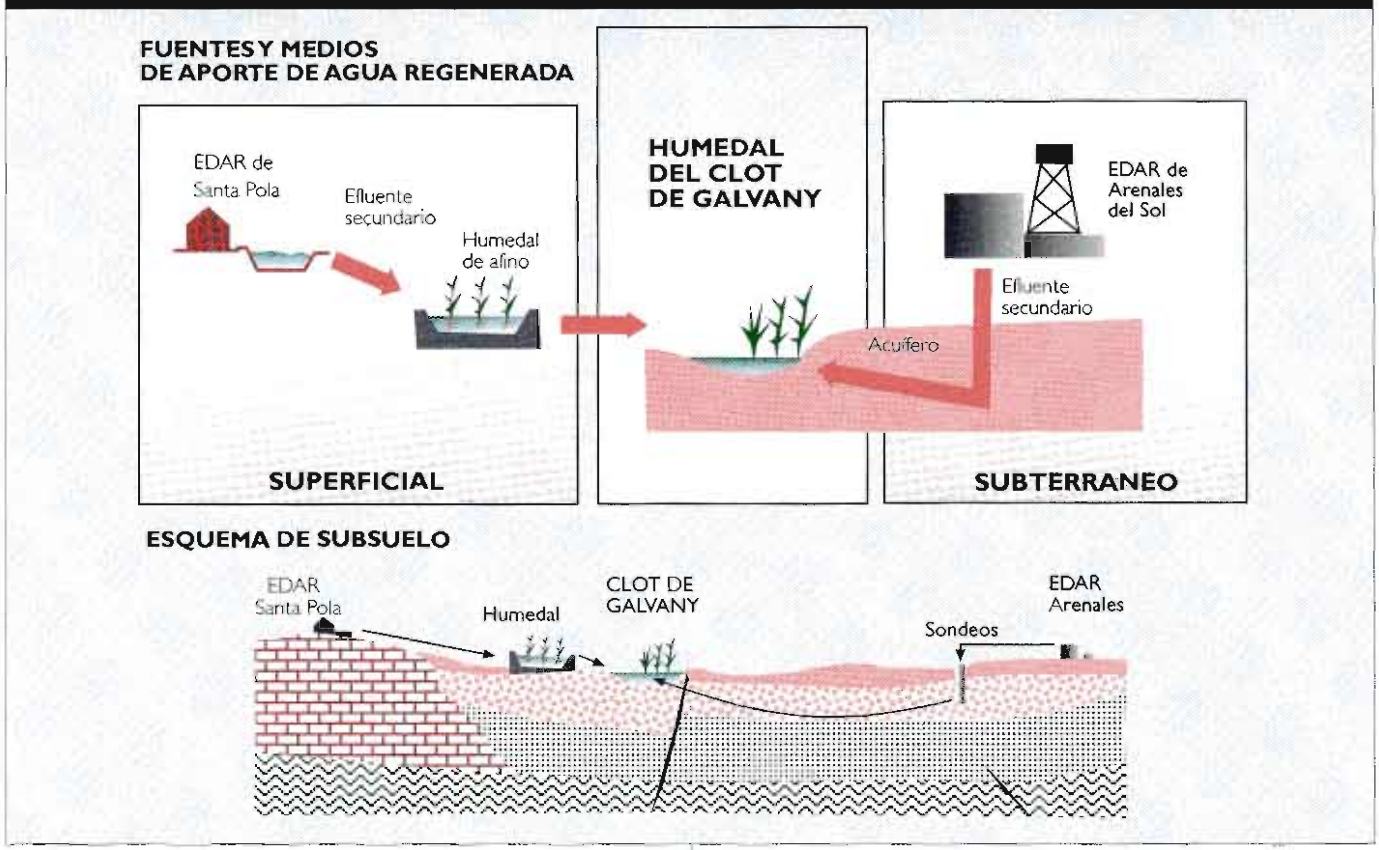
Dentro de la línea de actuaciones encaminadas a la protección y mejora ambiental, se propone desarrollar un sistema de control de la zona húmeda del Clot de Galvany, empleando los dominios hidrogeológicos más superficiales, que tienen estrecha relación hidráulica con la misma. La proximidad de las depuradoras de Arenales del Sol y de Santa Pola, y la ausencia de capraciones de agua subterránea en la zona, facilitan el empleo de agua regenerada para alimentar el humedal, sin interferir en otros usos posibles de las aguas subterráneas. Ello permitirá el mantenimiento y protección de una zona con especial valor medioambienral, potenciando la reutilización de agua regenerada dentro del Triángulo.

Los estudios de subsuelo realizados revelan la existencia de incógnitas relativas a la continuidad lateral de las formaciones geológicas existentes en las proximidades del Clot, debido principalmente a la escasez de afloramientos de materiales anteriotes al Cuaternario. La identificación y caracterización de los niveles transmisivos aportaría un conocimiento fundamental para determinar la viabilidad del sistema. Por ello se propone, como etapa inicial, el reconocimiento directo y ensayo de los acuíferos superficiales mediante un sondeo de investigación hidrogeológica.

La zona elegida para realizar la primera investigación se sitúa en las inmediaciones del Clot, en el paraje conocido como El Cabezo. En esta zona se presentan sucesivos niveles sedimentarios dispuestos subhorizontalmente, entre los que se incluyen niveles de diversa permeabilidad. Hasta los 100 m de profundidad, que es el dominio aproximado que se pretende investigar, es probable la existencia de materiales cuaternarios, pliocenos y andalucienses.

Se estima muy probable la existencia de un caliche cuaternario y un nivel calcarenítico plioceno, como principales niveles transmisivos implicados en la dinámica de las aguas más superficiales. Estos dominios tienen una estrecha relación hidráulica con el humedal del Clot de Galvany. La

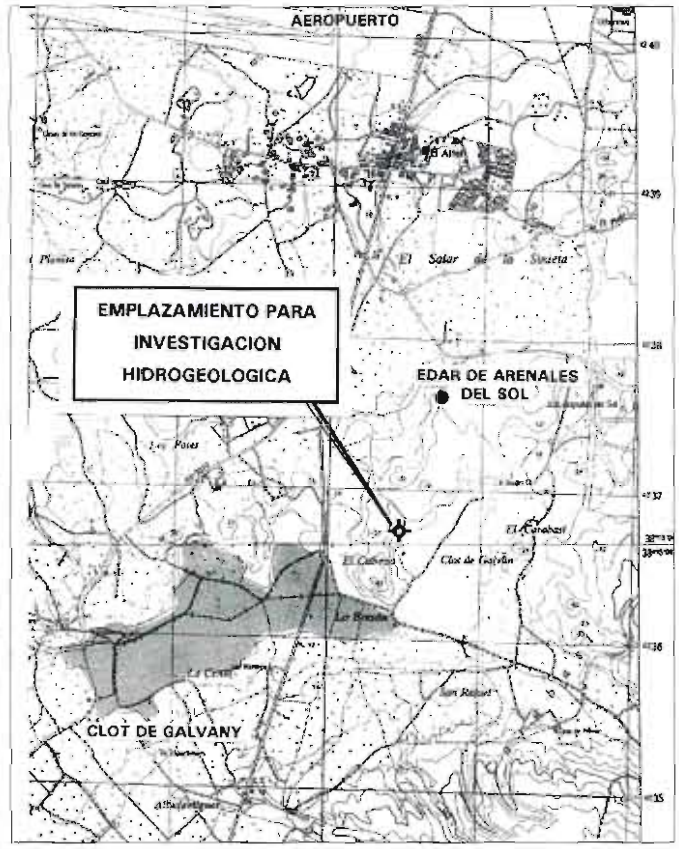
Clot de Galvany. Esquema conceptual de la propuesta



variación de nivel en las lagunas tiene su correspondencia en las oscilaciones de los niveles piezométricos locales y, por tanto, con movimientos del agua subterránea. La capacidad de transportar agua lateralmente y la disponibilidad de un importante volumen para retener o almacenar agua temporalmente, abre la posibilidad de empleat este espacio subtetráneo como medio activo de control y mantenimiento de la zona húmeda. La eficacia de este espacio subterráneo como medio de transporte y regulación dependerá básicamente de su geometría y sus características hidráulicas.

Complementariamente al sistema de control subterráneo, podría introducirse un sistema de afino terciario de las aguas de Santa Pola mediante un tratamiento natural. Las favorables condiciones del medio permitirían el transporte por gravedad de los efluentes de la EDAR de Santa Pola hasta un humedal artificial especialmente diseñado para el tratamiento, asociado en términos paisajísticos a la laguna de Balsareta. Las aguas procedentes del afino se incorporarían a la zona húmeda natural, proporcionando un aporte regulado que colabore a su mantenimiento. El conjunto del humedal de tratamiento y el sistema de regulación/transporte subterráneo constituirían un avanzado medio de control y protección de esta zona especialmente valiosa, con un bajo coste económico y el máximo respeto al entorno natural.

El coste de la investigación hidrogeológica propuesta se ha estimado en 13.6 MPts. A partir de sus resultados podrá evaluarse la inversión necesaria para completar esta iniciativa.



Clot de Galvany. Situación propuesta para la investigación