

ROBLES, V.; ROJAS, D.; BENAVENTE, J. y CASTILLO, A. (2013)  
"Riego de chopera en la Vega de Granada"

En: "Experiencias de reutilización en el marco del programa Consolider-Tragua".  
Capítulo 6: 81-98

# riego de chopera en la vega de granada (granada)

**expe  
rien  
cias** **prácticas  
de reutilización**  
en el marco del programa  
consolider-tragua

## autores

Instituto del Agua UGR  
Virginia M<sup>a</sup> Robles-Arenas  
Diego Rojas  
José Benavente

CSIC-Instituto del Agua UGR  
Antonio Castillo

## colaboradores

ASAJA-Granada  
Iacopo Benedetti

Instituto del Agua UGR  
Luís Sánchez

Grupo R7

capítulo





## INTRODUCCIÓN

En este documento se sintetizan las experiencias llevadas a cabo en el acuífero de la Vega de Granada en el marco del Proyecto CONSOLIDER-TRAGUA. La superficie de este acuífero ha sido explotada agrícolamente desde antiguo, lo que ha favorecido el asentamiento humano en su territorio a lo largo de la historia y el desarrollo de las prácticas de regadío. A este respecto, existen evidencias de la utilización de aguas residuales urbanas en el regadío desde el siglo XIV.

En la Vega de Granada persisten sistemas de regadío tradicional que implican la utilización de aguas residuales urbanas tratadas y sin tratar, las cuales se incorporan directa o indirectamente a las principales acequias de riego. Durante las últimas décadas los recursos para riego han dejado de proceder principalmente de los cursos superficiales para incluir cada vez más las aguas subterráneas y las aguas residuales tratadas en mayor o menor grado. Estos cambios, junto con el desarrollo de la agricultura intensiva, entre otras actividades antrópicas, influyen tanto en la calidad como en la cantidad de los recursos hídricos subterráneos.

En particular, el estudio se ha llevado a cabo en una finca privada, sembrada de chopos (*Populus sp.*) y regada por inundación con aguas residuales urbanas tratadas, ubicada unos 7 km al oeste de la ciudad de Granada (anejo: mapa 1). Las tareas llevadas a cabo incluyen el seguimiento de las propiedades físico-químicas tanto del suelo como del acuífero en el área de estudio durante el año 2011. Estas experiencias han sido realizadas por miembros del Grupo de Hidrogeología del Instituto del Agua de la Universidad de Granada con la finalidad de alcanzar los objetivos marcados en el convenio firmado entre ASAJA-Granada y dicho grupo.

### La Vega de Granada y su agricultura

La comarca conocida como Vega de Granada se localiza en la parte central de la provincia de Granada (anejo: mapa 1). Esta fértil vega ha sido explotada agrícolamente desde antiguo, tanto por sus bondades climáticas, como por la calidad de sus suelos y la abundancia de las aguas procedentes de Sierra Nevada. En estos momentos, cuenta con 40 municipios y una población permanente de unos 528.000 habitantes (INE; datos 2010). 18 de estos municipios se localizan en la zona de vega en sentido estricto, es decir, en la llanura aluvial, destacando por sus dimensiones y densidad de población el núcleo urbano de la ciudad de Granada.

La superficie de regadío en la zona de vega ha disminuido en las últimas décadas, desde la cerca de 20.000 hectáreas de los años 60 del siglo pasado, a poco más de 12.000 en la actualidad. A ello ha contribuido la ocupación del suelo (anejo: mapa 2) para usos urbanos

## experiencias

### prácticas de reutilización en el marco del programa consolidider tragua

e industriales y el abandono de explotaciones por sus bajas rentabilidades, aunque las producciones agrícolas son de las más altas de España para tierras de vegas de medias a altas.

Destacan dos grandes periodos de apogeo de la agricultura en la Vega relacionados con cultivos de carácter industrial. El primero, desde finales del s. XVIII hasta principios del s. XIX, por laboreo de cáñamo y lino (industria textil). El segundo, desde finales del s. XIX hasta el primer tercio del s. XX, por la siembra de remolacha (industria azucarera). En época más reciente, el cultivo del tabaco tuvo también cierta relevancia.

Hoy día la agricultura como recurso económico en la Vega de Granada se encuentra en recesión por causas diversas derivadas del bajo precio de los productos, aunque las producciones son muy buenas. Tensionan también las rentabilidades, alta demanda y elevadas plusvalías del cambio de uso del suelo de agrícola a residencial, recreativo, comercial, infraestructuras viarias o industrial, lo que está desplazando las actividades agrarias como ya se ha comentado.

No obstante, continúan existiendo explotaciones donde se cultiva maíz y choperas sobre todo, con parcelas minoritarias de cereal, hortalizas y frutales. Existen varias decenas de comunidades de regantes que, desde muy antiguo, asocian a todos los agricultores de la Vega, organizadas desde sus fuentes de regadío.

Actualmente, son numerosos los movimientos y corrientes impulsoras de figuras de protección, que persiguen la conservación del valor patrimonial, etnográfico y medio ambiental de la Vega de Granada. A este respecto, se trata de conservar este pulmón verde y productivo próximo a la ciudad de Granada, como un recurso renovable, agrícola y ambientalmente.

## El acuífero

Los primeros estudios hidrogeológicos sobre el acuífero de la Vega de Granada cuentan ya con más de 50 años, y fueron llevados a cabo por la FAO a finales de los años 60. A ellos siguieron las actividades de control de diferentes organismos, como el IGME, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir e incluso la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en épocas más recientes. Desde la década de 1980 la Universidad de Granada y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas han realizado proyectos, tesis doctorales y numerosas publicaciones sobre este acuífero.

El acuífero detrítico cuaternario de la Vega de Granada es uno de los más importantes de Andalucía, atendiendo a la superficie que ocupa (unos 200 km<sup>2</sup>) y a la cuantía de sus recursos renovables, del orden de 160 hm<sup>3</sup> a<sup>-1</sup>. Se enclava en la vasta depresión intramontañosa



de la Depresión de Granada, dentro del ámbito geológico de las Cordilleras Béticas. El material acuífero es de origen detrítico-aluvial (gravas, arenas, limos y arcillas con importantes cambios de facies en la horizontal y en la vertical), con espesores superiores a los 250 m en el sector central. Los límites laterales están constituidos, mayoritariamente, por materiales neógeno-cuaternarios, mientras que el sustrato lo constituyen materiales neógenos, posiblemente miocenos, todos ellos poco permeables (anejo: mapa 3).

Desde el punto de vista hidrográfico, forma parte de la subcuenca del Alto Genil, dentro de la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir. Sus principales aportaciones proceden de la infiltración de aguas superficiales y del retorno de regadíos (del orden de  $110 \text{ hm}^3 \text{ a}^{-1}$ ), mientras que solo una parte minoritaria procede de la infiltración de la precipitación ( $25 \text{ hm}^3 \text{ a}^{-1}$ ). Los aportes laterales ocultos están posiblemente infravalorados, pero son también minoritarios (se estiman en otros  $25 \text{ hm}^3 \text{ a}^{-1}$ ). A nivel general, la descarga principal se produce por surgencias, en el sector occidental, a los ríos Genil y Cubillas (del orden de  $115 \text{ hm}^3 \text{ a}^{-1}$ ), mientras que la explotación neta por bombeos es moderada (del orden de  $45 \text{ hm}^3 \text{ a}^{-1}$ ).

Así pues, una de las singularidades de este acuífero es que aproximadamente el 75 % de sus recursos son externos (no propios), procedentes del retorno de riegos y de la infiltración de las aguas superficiales que circulan por cursos naturales y a lo largo de la kilométrica red de acequias existente sobre su superficie desde tiempos históricos. No obstante, los caudales de recarga varían mucho, no solo en el espacio, sino también en el tiempo. Con el paso de los años tienden a disminuir por la destrucción e impermeabilización de acequias, limitación y "optimización" de las dotaciones de riego y regulación de las aportaciones de cabecera por embalses y explotación de acuíferos.

En lo referente a la hidrodinámica del acuífero, en el mapa 4 anexo a este documento se muestra la piezometría elaborada para este informe, con datos de abril y mayo de 2011. La dirección de flujo es Este-Oeste, con la presencia de un conoide de depresión bajo la vertical de la confluencia de los ríos Beiro y Dílar con el Genil. Esta depresión fue detectada por primera vez en la década de los 80. El gradiente hidráulico es, en general, muy bajo, excepto en el sector Nororiental y en los bordes del acuífero, donde la disminución de la permeabilidad eleva los gradientes. La transmisividad hidráulica media es muy elevada, del orden de  $4.000 \text{ m}^2 \text{ día}^{-1}$ , con valores máximos, del orden de  $40.000 \text{ m}^2 \text{ día}^{-1}$ , en el sector centro-oriental.

En los últimos años, el aumento de la población y de la demanda asociada, junto con periodos de sequía, han consolidado a este acuífero como un valioso embalse estratégico de abastecimiento urbano. Actualmente hay construida una batería con una quincena de sondeos, que pueden llegar a bombear hasta  $1.500 \text{ l s}^{-1}$  para abastecimiento de la ciudad de Granada y su área de influencia.

## experiencias

prácticas de reutilización en el marco del programa consolider tragua

### Zona de Estudio

La finca privada objeto de estudio se localiza en el término municipal de Granada, bajo dominio de la Comunidad de Regantes de la Acequia Gorda del Genil. Ocupa aproximadamente 3 ha. Los chopos tienen entre 3 y 5 años, con un marco de plantación de 4 x 4 m. Su finalidad es la producción de madera, y en función de la tasa de crecimiento serán talados a la edad de 10 años. El riego se realiza exclusivamente con agua procedente de la EDAR "Oeste-Los Vados" por inundación, con una frecuencia de riegos quincenal durante los meses de verano. Durante el período de estudio no se aplicó ningún producto agroquímico.

En la EDAR "Oeste-Los Vados" se llevan a cabo los siguientes procesos: pretratamiento (retirada de sólidos, grasas, arenas), decantación primaria, tratamiento biológico mediante balsas de aireación y decantación secundaria. La EDAR se localiza aproximadamente a un kilómetro de distancia de la parcela (Figura 6.1), discurriendo el agua tratada en la mayor parte del recorrido por canales abiertos.

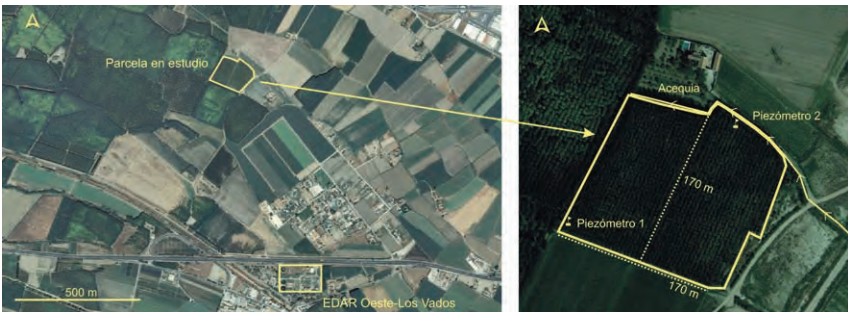


Figura 6.1. Localización y dimensiones de la finca en estudio

## DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA Y EDAFOLÓGICA

### Materiales y métodos

Para conocer las modificaciones que ocasiona la aplicación de aguas residuales tratadas sobre el suelo de la finca de estudio, así como para determinar el tipo de suelo y las características físico-químicas de la zona no saturada y saturada del acuífero, se procedió a finales de enero de 2011 a la perforación de dos taladros de 15 m de longitud y 101 mm de diámetro, con recuperación de testigo continuo. Posteriormente quedó instalada en su interior una tubería de PVC, con un diámetro de 75 mm para el sondeo 1 y de 63 mm para el sondeo 2, para per-



mitir su utilización como piezómetros de control, tanto para realizar el seguimiento de la evolución piezométrica, como para la recogida de muestras de agua mediante hidrocaptadores.

Las muestras de suelo obtenidas de los testigos fueron utilizadas para la caracterización del suelo y el establecimiento del back-ground de partida. El resto de muestras de suelo fueron tomadas mediante barrenas manuales tras los sucesivos riegos. Estas últimas fueron muestras compuestas recogidas a 0,1, 0,3, 0,6 y 0,9 m de profundidad. En todas ellas, sobre la fracción de suelo que atraviesa el tamiz de 2 mm, se realizaron las siguientes determinaciones: contenido en materia orgánica, carbonatos, conductividad eléctrica (CE) y pH. Sobre los testigos se determinó la textura y concentración de nitritos, entre otros. Se ha contado con 70 muestras de suelo y realizado un total de 500 determinaciones.

### Resultados y discusión

La textura del suelo, en las dos perforaciones realizadas a testigo continuo, es franca, característica de zonas aluviales. En ambos testigos se reconoce hasta los 3 m de profundidad un tramo franco-arcillo limoso, al que sigue un tramo de 8 m franco-arenoso en el sondeo 1 y de 12 m en el número 2. Los últimos 4 m del sondeo 1 fueron predominantemente franco-arcillosos.

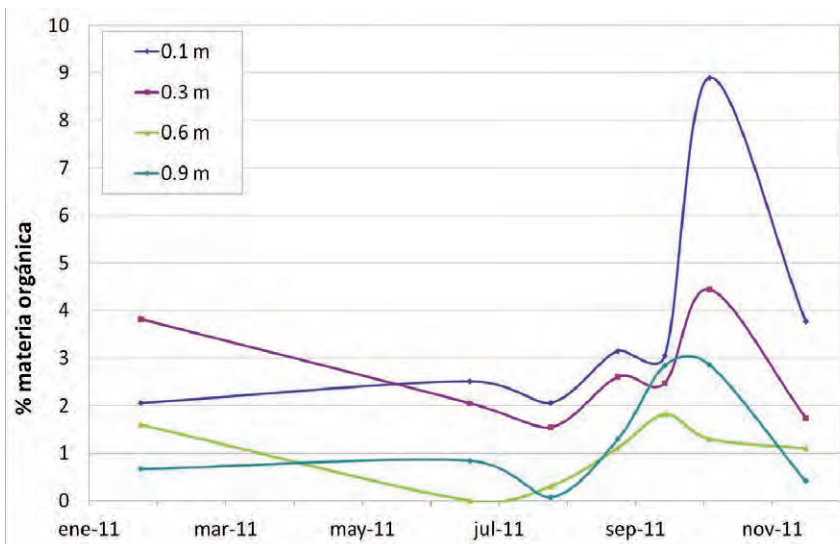


Figura 6.2. Evolución temporal del contenido en materia orgánica en el suelo a diferentes profundidades

En la figura 6.2 se muestra la variación temporal del contenido en materia orgánica (MO) tras la aplicación de los sucesivos riegos. A medida que se suceden los riegos se fue incrementando la cantidad de MO., tal y como era de esperar. No obstante, la última muestra (noviembre), tomada un mes después del último riego, ofreció menores contenidos, consecuencia del cese del aporte que suponían los riegos, junto con la degradación por descomposición, especialmente elevada en el mes de octubre de 2011, que fue especialmente templado. En lo que respecta a la distribución en la vertical, el mayor contenido se reconoce en las muestras más superficiales, si bien se han hallado niveles altos a diferentes profundidades. Ello es consecuencia de la dinámica de los medios sedimentarios de carácter aluvial, con episodios de inundación donde la vegetación y materia orgánica precedente queda enterrada bajo nuevos sedimentos.

El contenido en nitritos es detectable en los testigos de sondeo de ambos piezómetros hasta 0,9 m de profundidad, alcanzando la máxima concentración entre los 0,3-0,6 m, con concentraciones entorno a 30 mg l<sup>-1</sup>. Por lo que respecta al pH, este aumenta en profundidad desde 7,5 a 8,4, posiblemente por el incremento en la proporción de sedimentos carbonatados.

Para conocer la distribución espacial de los materiales en el subsuelo, se realizaron dos tomografías eléctricas (dispositivo Wenner-Schlumberger; AB-192 con 64 electrodos -Figura 6.3-, AB-240 con 80 electrodos, ambos de paso 3). El objetivo era realizarlas cuando el suelo se encontrase relativamente seco, transcurridos 10 días del riego anterior.

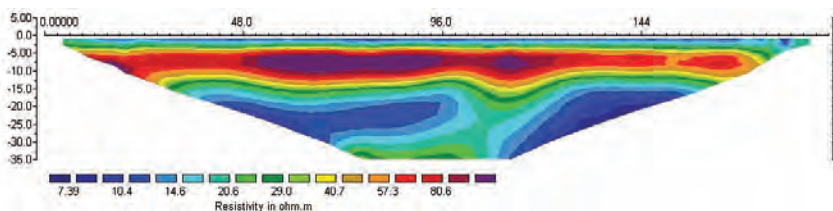


Figura 6.3. Resultado de la tomografía realizada en el lado norte de la finca en estudio

En los dos perfiles realizados se observa un primer tramo arcilloso de unos 3-4 m de espesor, sobre una capa de arenas y gravas de 10-12 m de potencia. Bajo esa capa se reconoce otro nivel de arcillas. Dada la buena correlación lateral de los materiales, las tomografías permiten dar una continuidad espacial a los datos 1-D proporcionados por los testigos.

A pesar de que las tomografías se llevaron a cabo 10 días después del riego, se puede considerar que se han realizado en condiciones de relativa humedad.



## CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA

### Materiales y métodos

Para conocer el impacto que sobre el acuífero ocasiona la aplicación continuada de riego con aguas residuales tratadas en la finca en estudio, se ha procedido a la medida periódica del nivel piezométrico, así como al muestreo del agua subterránea en los dos piezómetros construidos, tanto previamente a la campaña de riegos como a la semana de la aplicación de cada uno de ellos. También se ha muestreado el agua de riego. Se ha contado con un total de 80 muestras de aguas.

En el piezómetro 2 (Figura 6.1) se instaló un data logger (CTD-Diver, Eijkelkamp-Van Essen) para la monitorización del nivel del agua (medida de presión), temperatura y conductividad eléctrica. Los registros se realizaban con frecuencia horaria.

Los análisis efectuados sobre las muestras de aguas incluyen determinaciones microbiológicas y de componentes mayoritarios. Fueron llevados a cabo por un laboratorio comercial homologado. La determinación del contenido en sustancias prioritarias ha sido realizada en el Departamento de Química Física y Analítica de la Universidad de Jaén.

### Resultados y discusión

En la figura 6.4 se han representado los datos registrados por el sensor, instalado en el piezómetro 2, entre abril y diciembre de 2011, junto con las medidas de sonda hidronivel en ambos piezómetros. Son muy evidentes las respuestas piezométricas a cada uno de los eventos de riego monitorizados. La evolución de la CE muestra que de media disminuye unos  $0,2 \text{ mS cm}^{-1}$ , aunque transcurrido un tiempo del cese de los riegos vuelve a aumentar hasta aproximarse a los valores iniciales. La CE media del agua subterránea fue de  $1,6 \text{ mS cm}^{-1}$ , mientras la del agua de riego osciló entre  $0,3-0,7 \text{ mS cm}^{-1}$ .

También se ha constatado que el agua de riego afecta a la temperatura del agua subterránea. Al comienzo de la recarga, la temperatura media del agua subterránea disminuye ligeramente hasta principios de julio, para a continuación ascender, alcanzándose las mayores temperaturas entre los meses de agosto-octubre. La diferencia de temperatura entre ambos extremos es de  $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Esta fluctuación es debida a la variación de la temperatura del agua de riego, condicionada por la temperatura ambiente.

Se ha realizado un muestreo periódico del agua subterránea tras la aplicación de cada una de las tandas de riego, así como del agua de riego. En lo que respecta al agua aplicada,



cabe comentar su alta variabilidad en lo relativo a su caudal y a sus características físico-químicas. Procede indicar que la concentración de amonio oscila entre 10-30 mg l<sup>-1</sup>, compuesto que en la zona no saturada se nitrifica a nitrato. Si este proceso se produce fuera del alcance de las raíces o se genera una cantidad superior a la necesaria por las plantas, el nitrato resultante se lixiviaría hasta el acuífero. A esta concentración de N habría que añadir la fracción orgánica y la de los nitratos, también presentes, que varían entre 10-30 mg l<sup>-1</sup>. Siempre en una cantidad inferior a la media del agua en el acuífero, que para esta zona es de unos 80 mg l<sup>-1</sup> (anejo: mapa 6.5). En la mayoría de las muestras de agua subterránea recolectadas, tanto la concentración de amonio como la de nitrato se encuentran por debajo de 0,05 mg l<sup>-1</sup> y la de nitrato oscila entre 60-90 mg l<sup>-1</sup>.

En lo que respecta al contenido microbiológico, todas las muestras presentan, como es natural, coliformes totales (>400 ufc/100 ml) y bacterias aerobias totales a 22 °C (>300 ufc/100 ml). Por lo que respecta a los estreptococos y coliformes fecales, sólo las dos primeras muestras, tomadas en mayo de 2011 antes del inicio del riego de la chopera de dicho año, una en cada uno de los piezómetros, quedaron exentas de estos indicadores microbiológicos.

Se ha procedido a la evaluación de la presencia y contenido de sustancias prioritarias (2008/105/EC) y otros productos derivados de pesticidas, 57 en total. Se detecta la presencia de 18 de ellas en el agua de riego y de 5 en todas las muestras de agua subterránea extraídas de los piezómetros. Estas últimas son: fluoreno, pyreno, terbutylazina, phenanthereno y chorpyriphos-ethyl, si bien en ningún caso se supera la veintena de ng l<sup>-1</sup>. En el agua de riego se han detectado los plaguicidas diuron, diazinon, oxyfluorfen y terbutrin, que no se encuentran presentes en las muestras de agua de los piezómetros, evidenciando la elevada capacidad remediadora del medio.

## EVOLUCIÓN DEL NIVEL PIEZOMÉTRICO

Se ha introducido este aspecto para hacer énfasis en la repercusión positiva que tienen los riegos no localizados que se practican en esta zona de la Vega sobre el nivel piezométrico. En la figura 6.4 se reconoce cómo se alcanzan las mayores cotas piezométricas en los meses de agosto y septiembre. Dentro de esta tendencia general se observan ascensos acusados en cortos periodos de tiempo (10±3días), consecuencia directa de los riegos aplicados sobre la chopera. Pero, como se ha comentado con anterioridad, la finca en estudio solo se regó en verano, por lo que los ascensos acusados que se muestran antes del mes de junio son resultado del riego en parcelas colindantes, que cuentan con cultivos diferentes y por tanto precisan distintos riegos al de la finca en estudio (espárragos al Norte, y cebollas, maíz y ajos al Sur). Por tanto, los datos de nivel piezométrico registrados corresponden a una medida del nivel piezométrico dinámico, consecuencia de la importante recarga que se induce

mediante el riego en el entorno de la zona monitorizada. De ahí que no se pueda reconocer la tendencia generalizada de ascenso del nivel piezométrico que se está produciendo en el acuífero de la Vega.

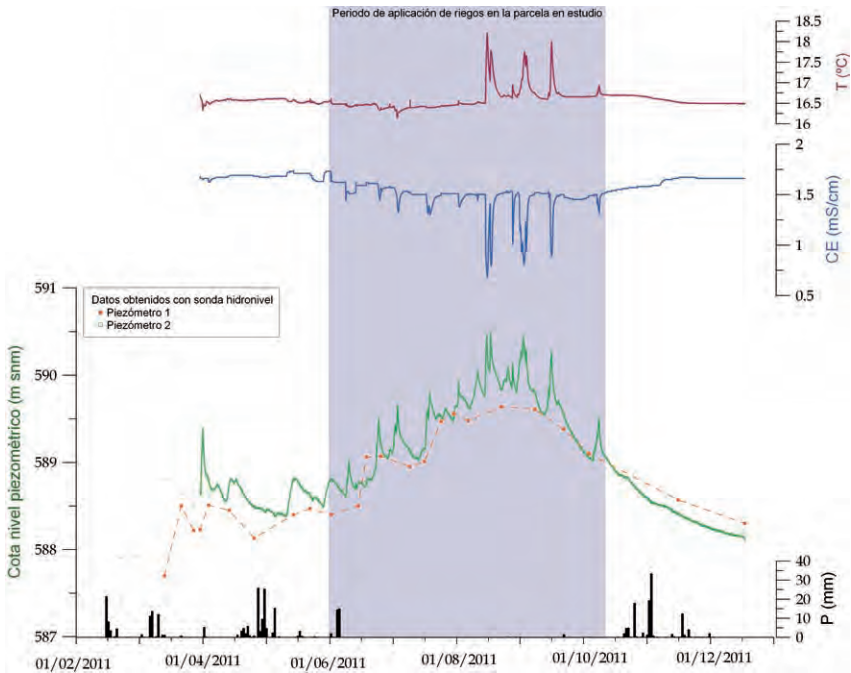


Figura 6.4. Representación de la información almacenada en el data-logger instalado en el piezómetro 2, junto con los datos obtenidos con sonda hidronivel en los dos piezómetros perforados para este estudio

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

La finca objeto de estudio es regada por inundación, con una frecuencia aproximadamente quincenal durante los meses estivales. El agua le llega de la EDAR "Oeste-Los Vados" por un ramal de la acequia Gorda del Genil. En determinados momentos, además del agua de la EDAR puede llevar agua restante de riegos de parcelas localizadas aguas arriba, que desagüen mientras se riega la chopera.

## experiencias

prácticas de reutilización en el marco del programa consolidar tragua



Figura 6.5. a) Ramal y surco de distribución b) surcos a lo largo de las calles c) finca inundada

La finca se encuentra dividida en dos parcelas; ambas se encuentran niveladas y presentan aproximadamente un metro de diferencia de cota. Aparte del talud que las separa, hay un caballón que posibilita la inundación de la superior.

El agua, cuando llega a la parcela, se introduce en un surco paralelo al trazado del ramal (Figura 6.5a), el cual tiene diversas salidas que permiten distribuir de un modo uniforme el agua por todas las calles, ya que éstas a su vez están aradas, reconociéndose otros surcos de menores dimensiones, perpendiculares al ramal, que conducen el agua a lo largo de la calle (Figura 6.5b), hasta la total inundación de la parcela.

El agua entra en la parcela durante 10-12 horas, con un caudal irregular, del orden de  $120 \text{ l s}^{-1}$ , con un máximo de  $250 \text{ l s}^{-1}$ . En el año 2011 se practicaron 9 tandas de riegos, entre junio y octubre. Primero se riega la parcela inferior y al día siguiente la superior.

El riego por inundación es un sistema generalizado en la Vega de Granada para la irrigación de choperas. Este hecho no perjudica a la planta, que tolera muy bien el encharcamiento, al tratarse de una freatofita, y además contribuye a una notable recarga del acuífero subyacente. De hecho, este tipo de retornos de riego, junto con la infiltración inducida desde la densísima red de acequias derivadas de los ríos que discurren por la Vega, y a las que vierten también los emisarios de las EDAR, constituyen el 75 % de las entradas al acuífero.

## CONCLUSIONES

La aplicación de aguas residuales urbanas tratadas para riego agrícola, siempre que se realice bajo control, proporciona una serie de beneficios. El más directo es el relacionado con el aporte de nutrientes y materia orgánica al suelo, lo que contribuye a potenciar la fertilidad y propiedades hídricas. Con ello se minimiza la aplicación de fertilizantes químicos, lo que repercute positivamente tanto en la economía del agricultor y como en la contaminación por nitratos, de más fácil y rápida percolación en los fertilizantes. Además, la aplicación de aguas residuales urbanas al suelo permite beneficiarse de la capacidad depuradora del sistema suelo/planta. Ello disminuye costes de depuración y evita el vertido directo o deficientemente depurado en masas de aguas superficiales.



Por otro lado, el aprovechamiento de los volúmenes disponibles de aguas residuales, como recurso no convencional, incrementa el uso racional y eficiente del agua, especialmente en zonas con escasez de recursos. El uso de estos recursos alternativos alivia la explotación de acuíferos y masas de agua superficial, facilitando la existencia de surgencias naturales y de caudales ecológicos, en cantidad y calidad.

La aplicación de aguas residuales urbanas en agricultura, especialmente en cultivos madereros, ha sido siempre generalizada en amplios territorios, como este de la Vega de Granada. Los riegos son viables dados sus mínimos requerimientos. Aparte de los beneficios anteriormente comentados, se incrementa la recarga incidental o no planificada de los acuíferos subyacente en áreas permeables. En ellos, el deterioro de la calidad es muy tolerable. El quimismo sufre escasas variaciones, mientras que la contaminación microbiológica es efímera y localizada, siempre que el espesor no saturado y la litología de dicha franja sea mínimamente adecuada.

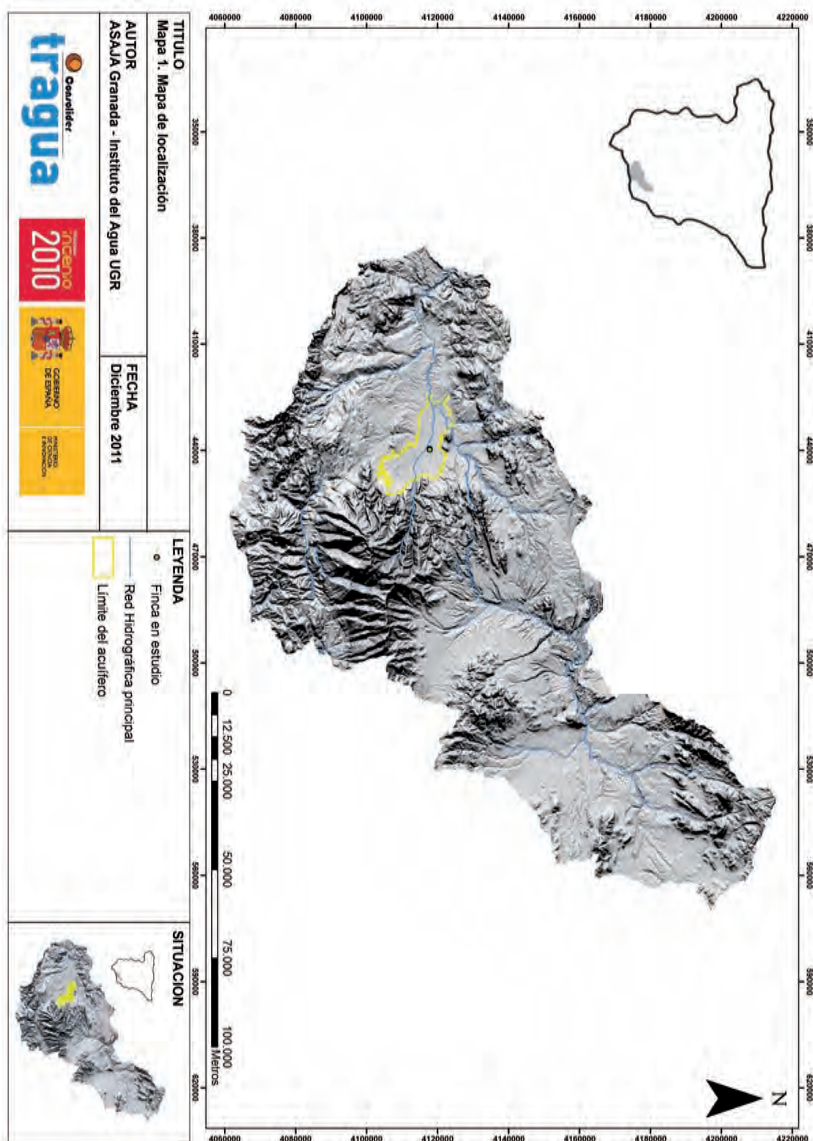
Los riesgos de superar la capacidad depuradora del sistema suelo/planta y de contaminar severamente a las aguas subterráneas se ven aminorados por la pérdida paulatina de permeabilidad del suelo por el depósito natural de la materia orgánica en suspensión. De este modo, una eliminación muy eficiente por decantación y filtración de los sólidos en suspensión, aunque pueda parecer una contradicción, aumenta los riesgos de contaminación de las aguas subterráneas, limitando de paso los beneficios agronómicos de los suelos irrigados.

El riego histórico de choperas en la Vega de Granada con aguas residuales urbanas, incluso sin tratar, ha puesto de manifiesto mayores crecimientos, sin la aparición de enfermedades o limitaciones vegetativas de otro tipo. Los cultivos han estado además exentos de fertilización. Las aguas subterráneas subyacentes, entre 4 y 20 m de profundidad, no han visto deterioradas sus calidades significativamente, con la única limitación de uso para consumo humano por contaminación microbiológica, pero sin aumentos de las concentraciones en nitratos, en comparación con parcelas aledañas no irrigadas con aguas residuales, pero si fertilizadas.

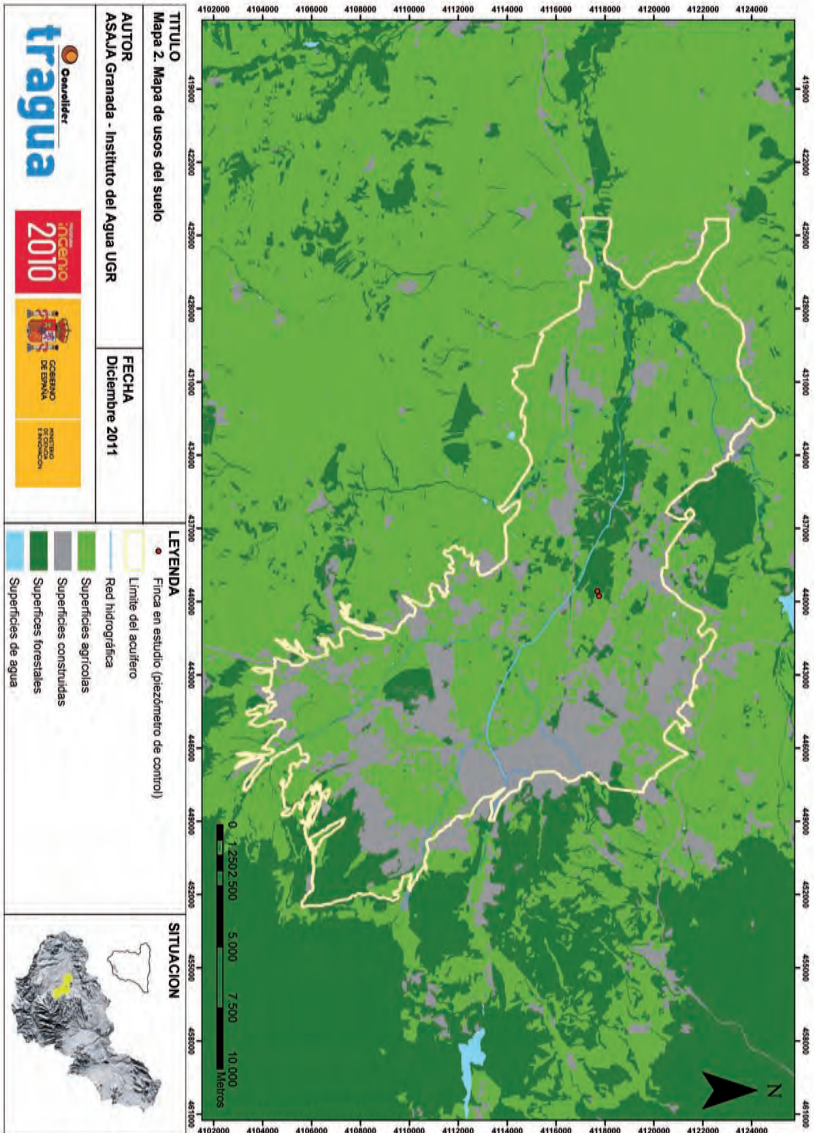
### Agradecimientos

Este trabajo no hubiera sido posible sin la disposición de los propietarios de la finca que nos brindaron la oportunidad de realizar estas experiencias sin objeción alguna, ni sin el inestimable apoyo y colaboración desinteresada del personal de la Comunidad de Regantes de la Acequia Gorda del Genil y de J. G. Vílchez. Agradecemos asimismo a J. Rey y J. Martínez (Universidad de Jaén) la realización de las tomografías eléctricas. Nuestro reconocimiento también a F. J. Martín y colaboradores (Universidad de Granada) por su asesoramiento para la elaboración e interpretación de los datos edafológicos.

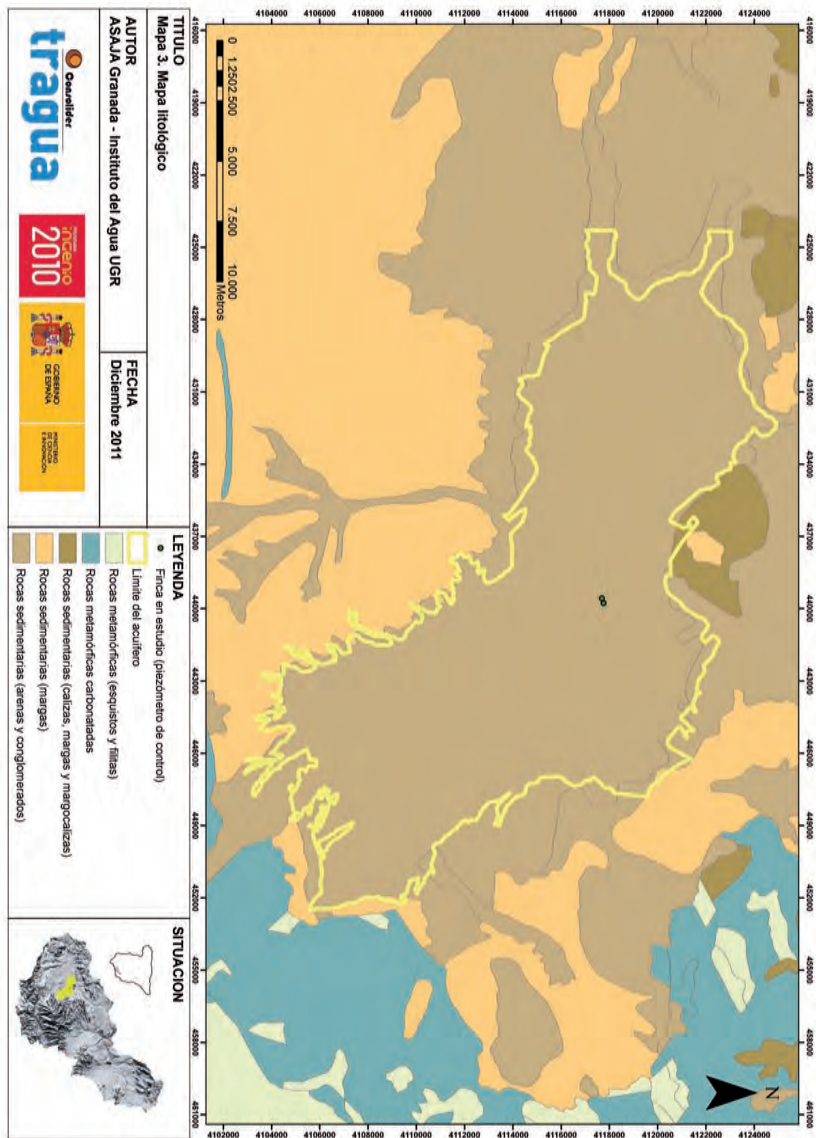
## Anejo



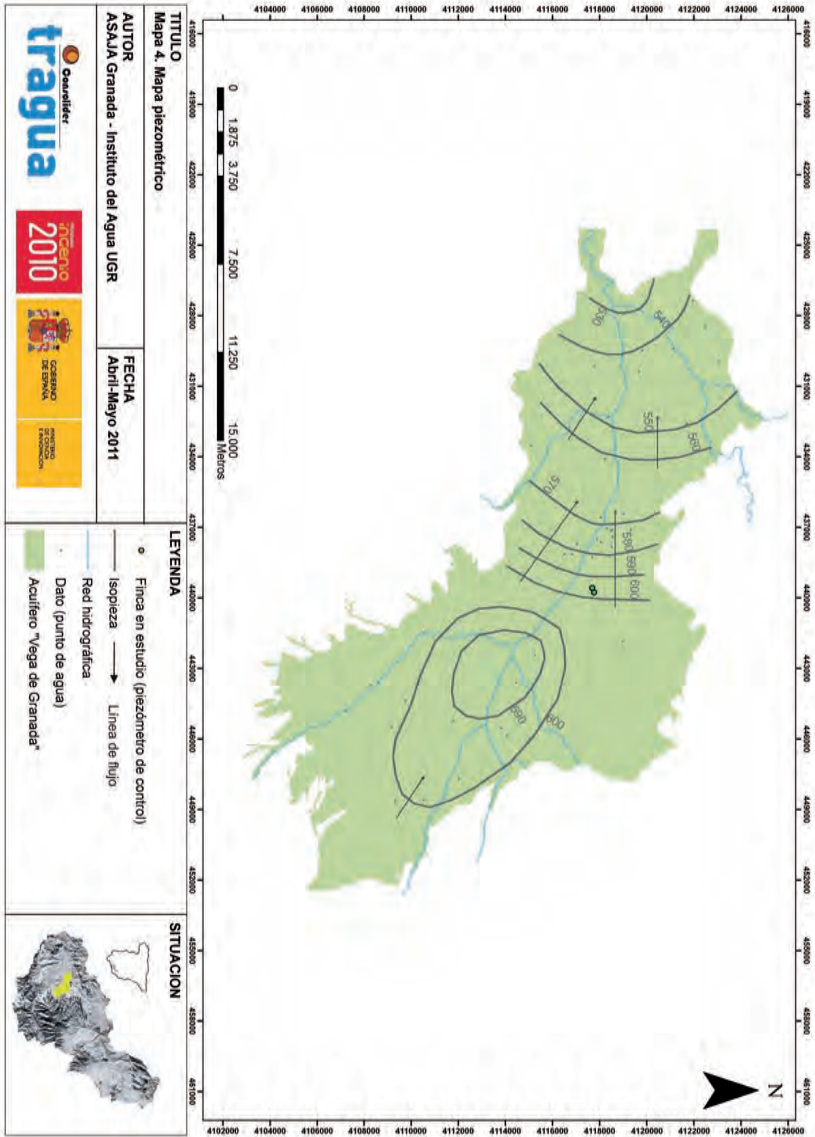
Mapa 6.1: Localización



Mapa 6.2: Mapa de usos del suelo

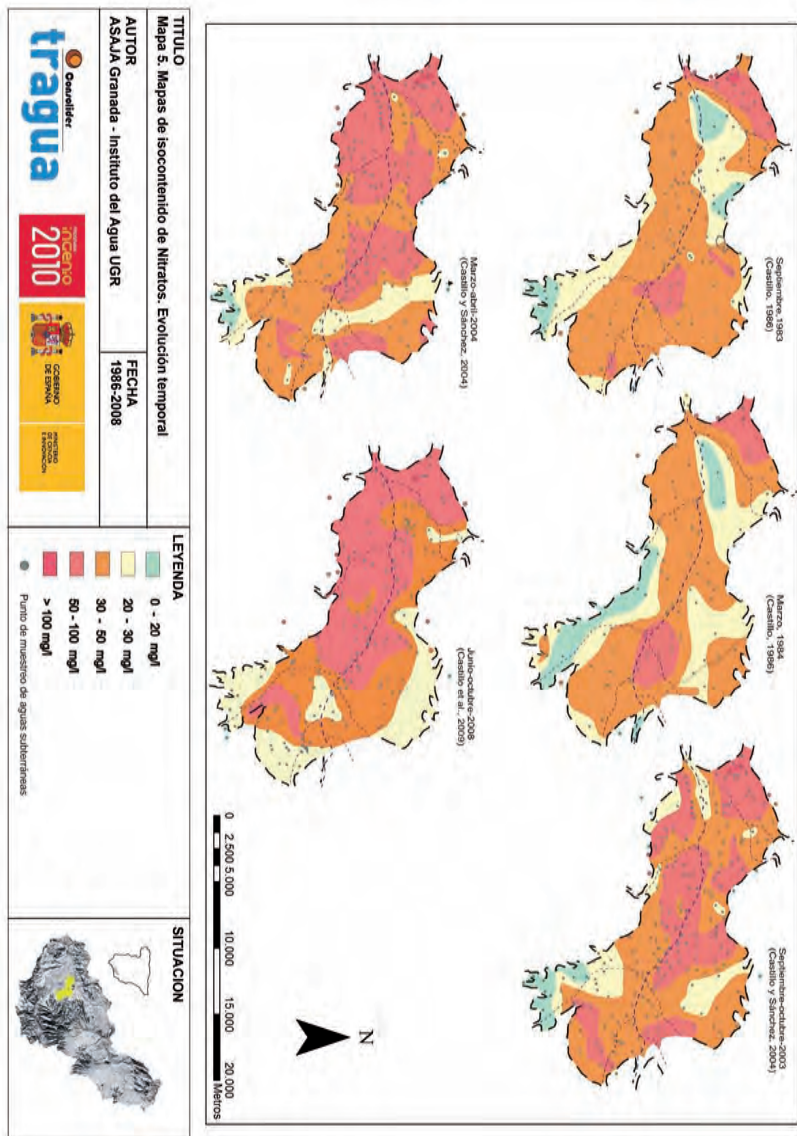


Mapa 6.3: Mapa litológico



Mapa 6.4: Mapa piezométrico





Mapa 6.5: Mapas de isocontenidos de nitratos



editor  
Consolider Tragua

diseño y maquetación  
base 12 diseño y comunicación

ISBN  
978-84-695-4014-5

entidades participantes

