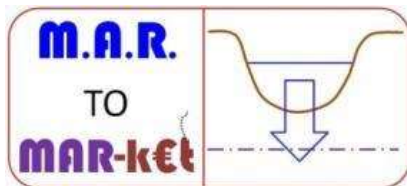


# Gestión de la recarga y recomendaciones prácticas ¿Cómo manejarlo?

Dr. Enrique Fernández Escalante  
Dr. Jon San Sebastián Sauto



\*<http://www.marsol.eu>



# INTRODUCCIÓN

**-Soluciones Tecnológicas obtenidas de la experiencia de MAR en Los Arenales**

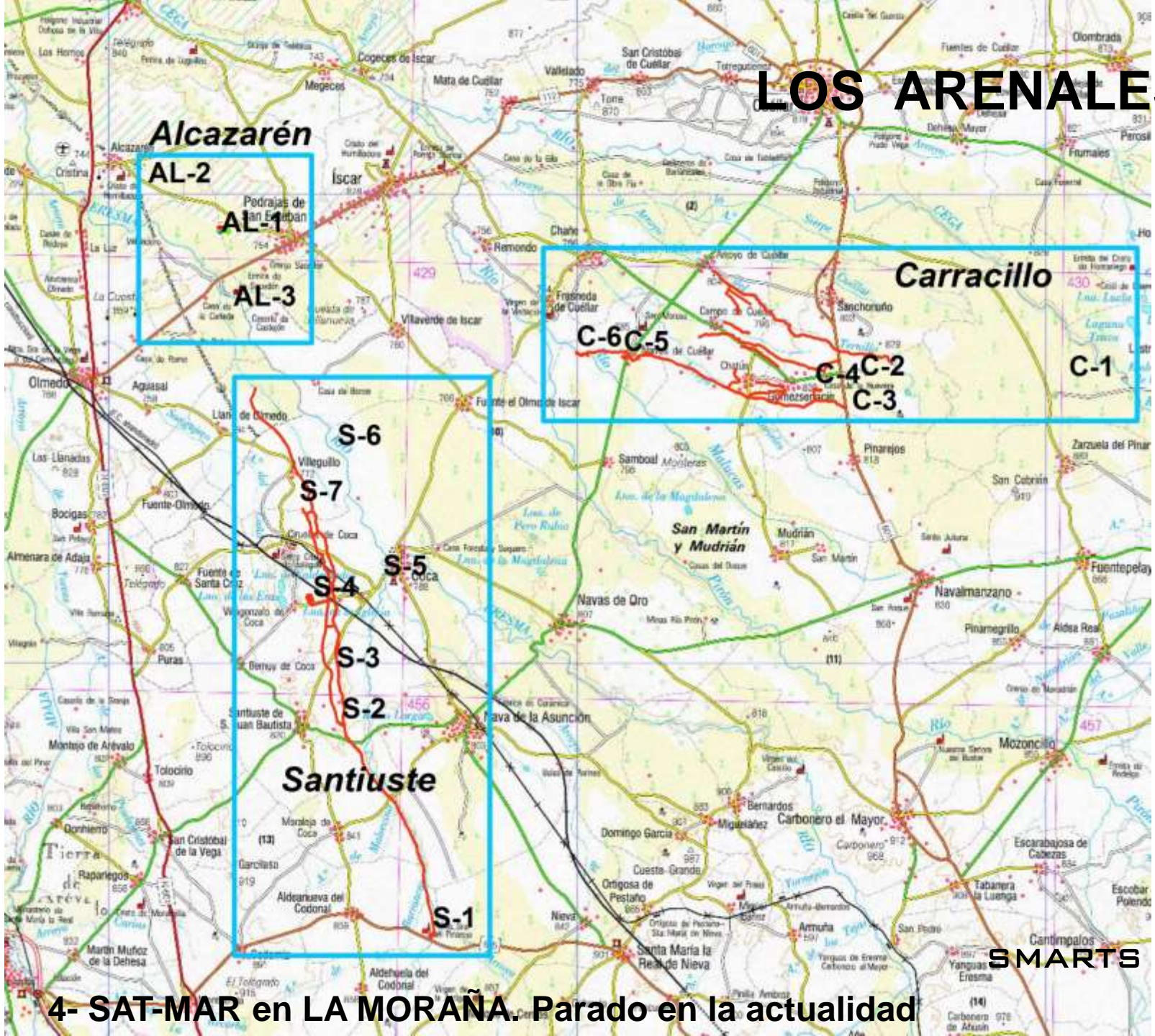
**- Recomendaciones:**

- constructivas**
- operativas / prácticas**
- medioambientales**

**- Cabe avanzar la importancia de los “usuarios finales” en la gestión (elemento clave en Los Arenales)**

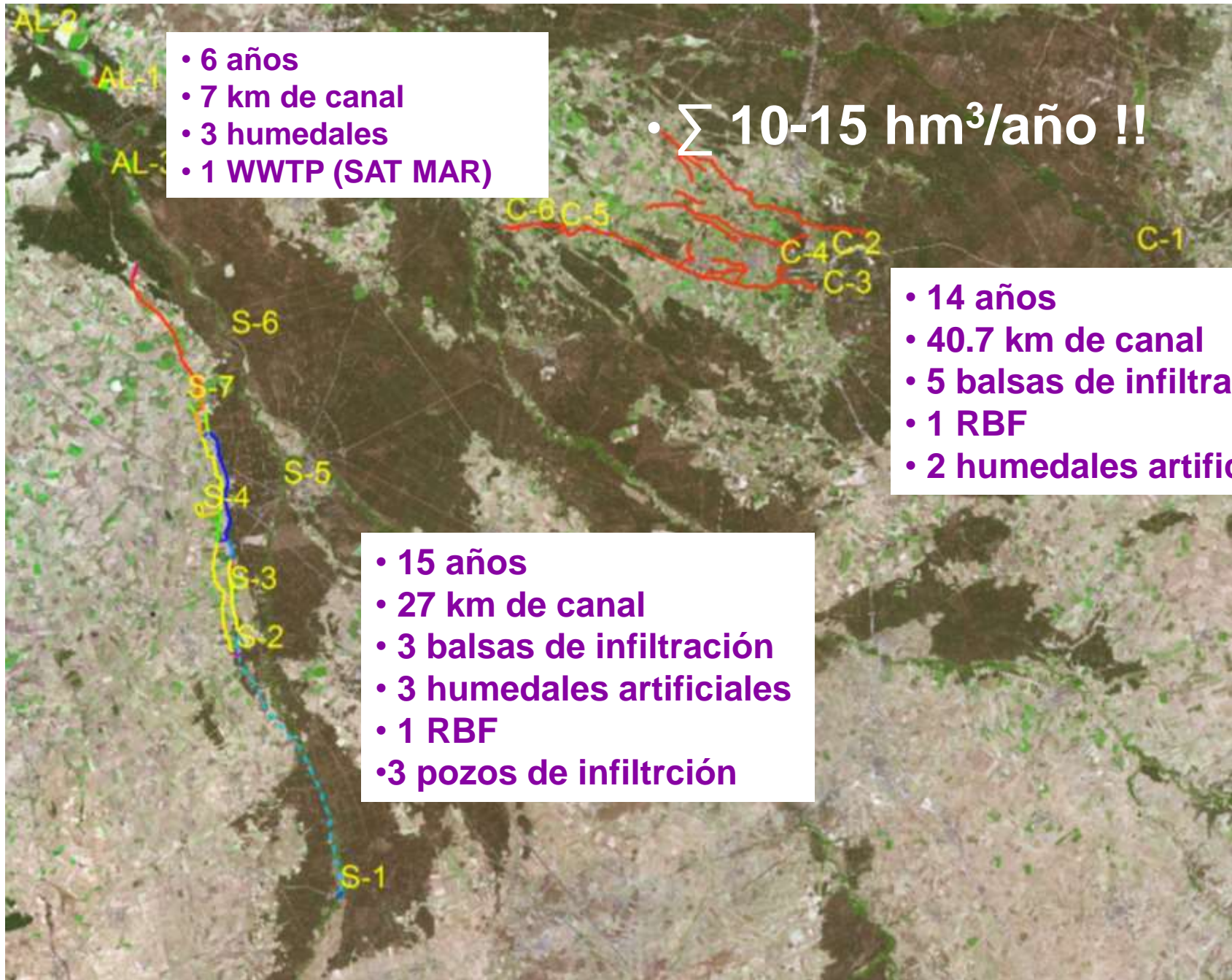


# LOS ARENALES



4- SAT-MAR en LA MORÑA. Parado en la actualidad

SMARTS



- 6 años
- 7 km de canal
- 3 humedales
- 1 WWTP (SAT MAR)

•  $\Sigma$  10-15 hm<sup>3</sup>/año !!

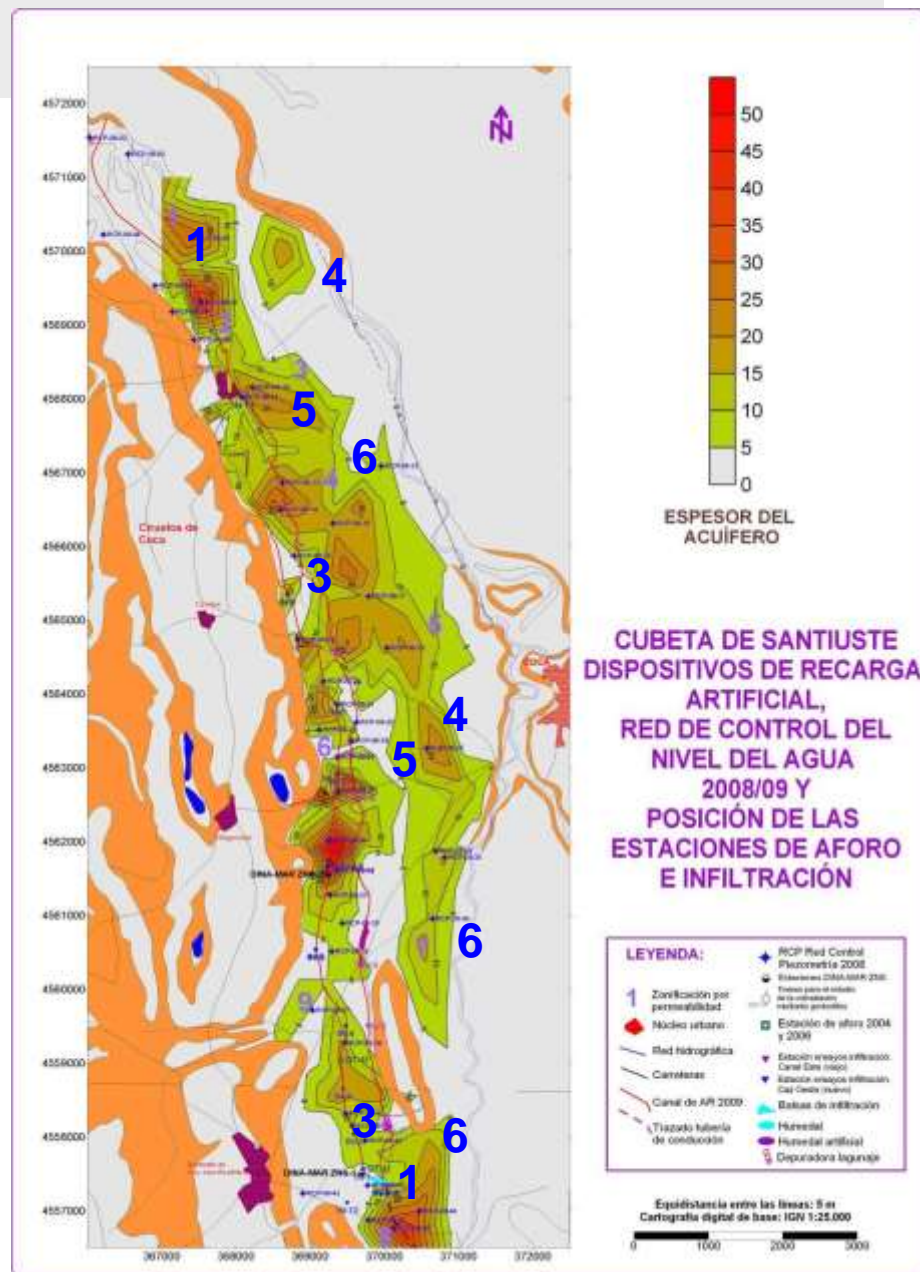
- 14 años
- 40.7 km de canal
- 5 balsas de infiltración
- 1 RBF
- 2 humedales artificiales

- 15 años
- 27 km de canal
- 3 balsas de infiltración
- 3 humedales artificiales
- 1 RBF
- 3 pozos de infiltración

# CUBETA DE SANTIUSTE



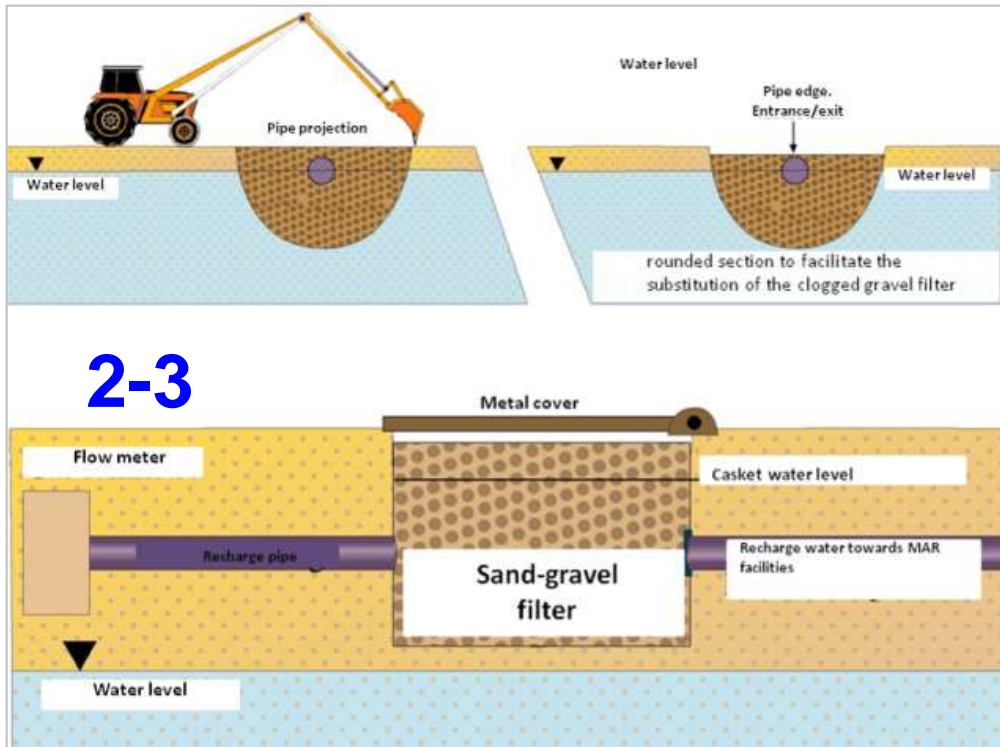
1. USO DE ESTE SECTOR DEL ACUÍFERO COMO “HUCHA” Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN
2. USO DE POZOS COMO DEPÓSITOS EN ZONAS DE BAJA PERMEABILIDAD Y CELDAS DE GESTIÓN
3. POZOS COLECTIVOS EN ZONAS MUY PRODUCTIVAS
4. ALIVIADEROS
5. BUEN EJEMPLO DE ASOCIACIÓN COMO FORTALEZA



# PRE-TRATAMIENTO



1. Embalse con diseño específico
2. Filtración del agua
3. Filtros intermedios
4. Control del pH mediante “inertes”



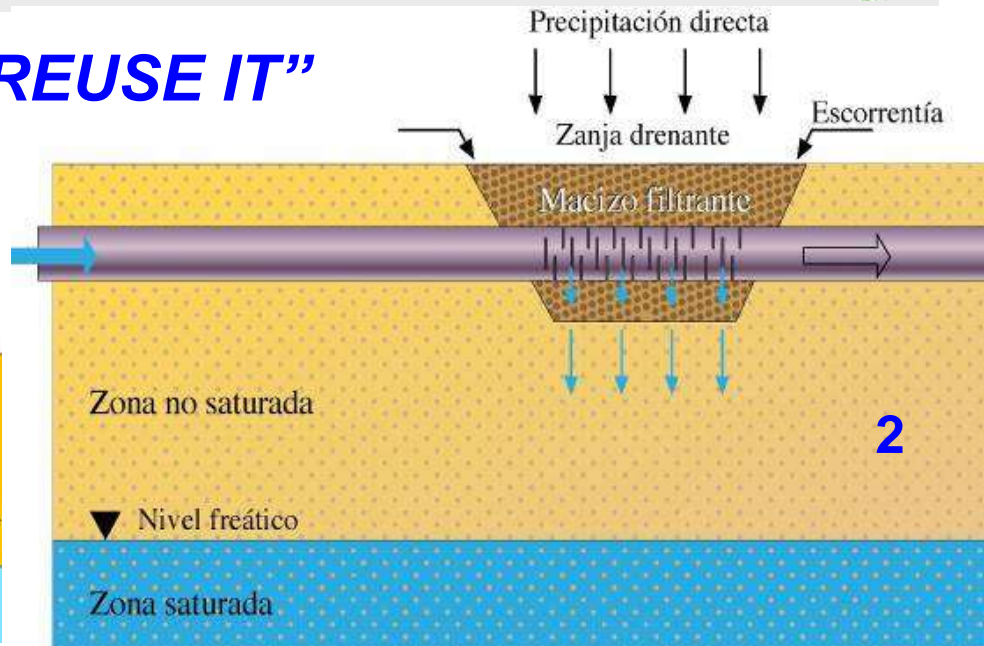
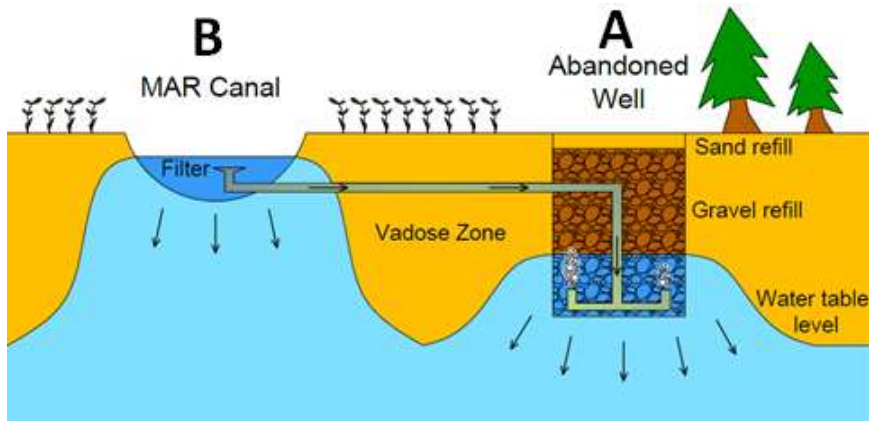
2-3

SMARTS

4

# RECARGA INVISIBLE

1. "DO NOT CLOSE A WELL, REUSE IT"
2. RECARGA IN ITINERE

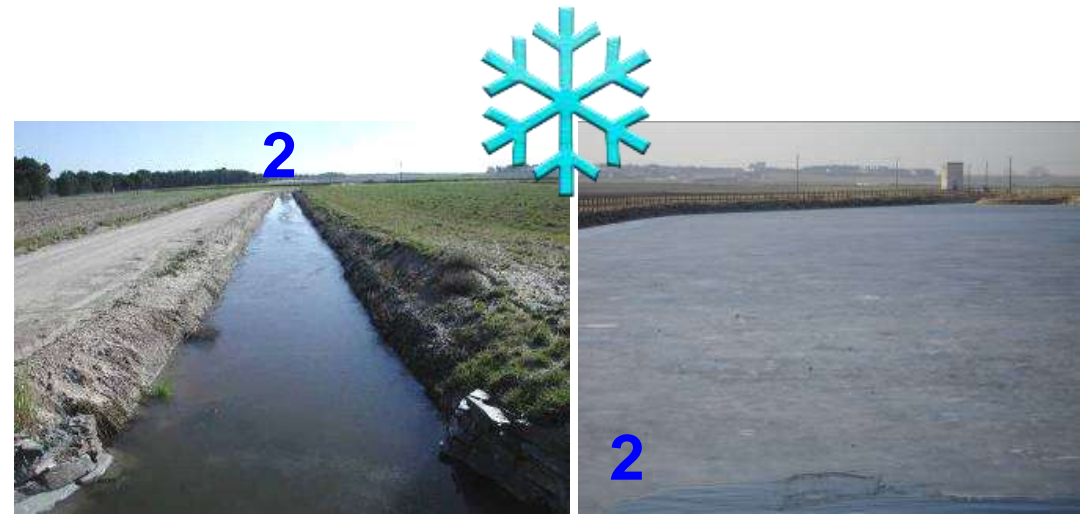


# GESTIÓN PERSONALIZADA



1. CONTROL MANUAL. PREVENCIÓN SITUACIONES EXTREMAS
2. MINIMIZAR LA COLMATACIÓN QUÍMICA

SISTEMA PASIVO  
INTERMITENTE  
REGULADO

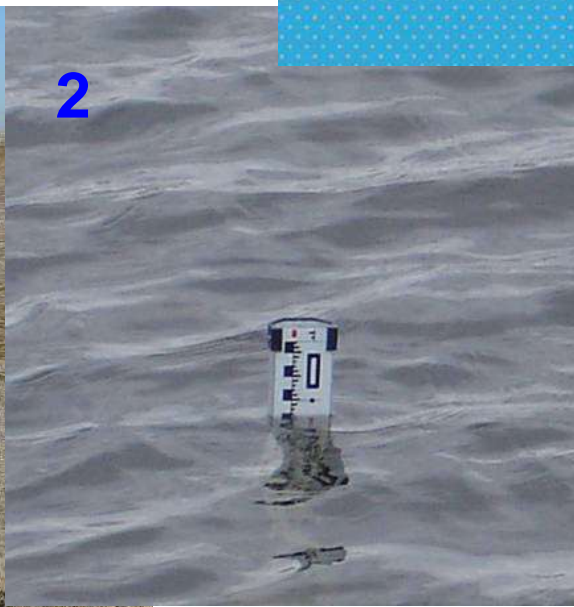
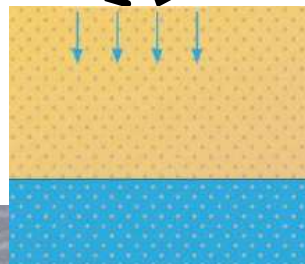




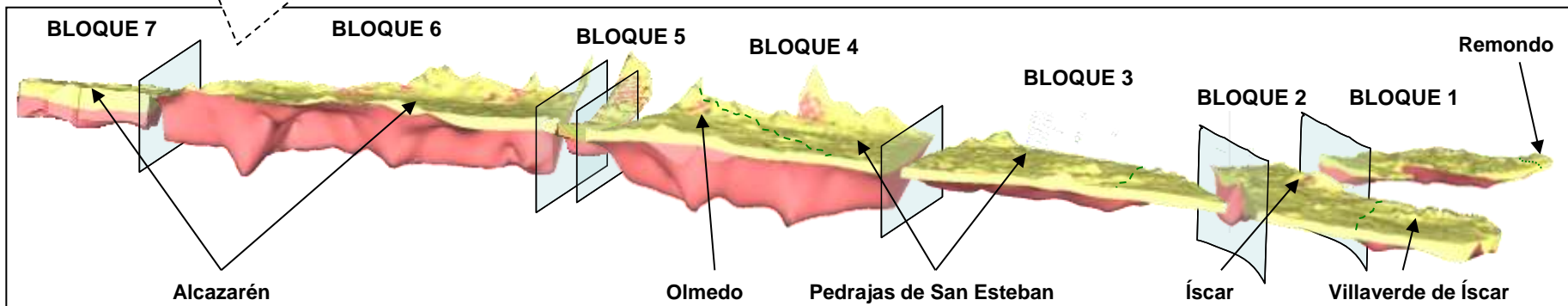
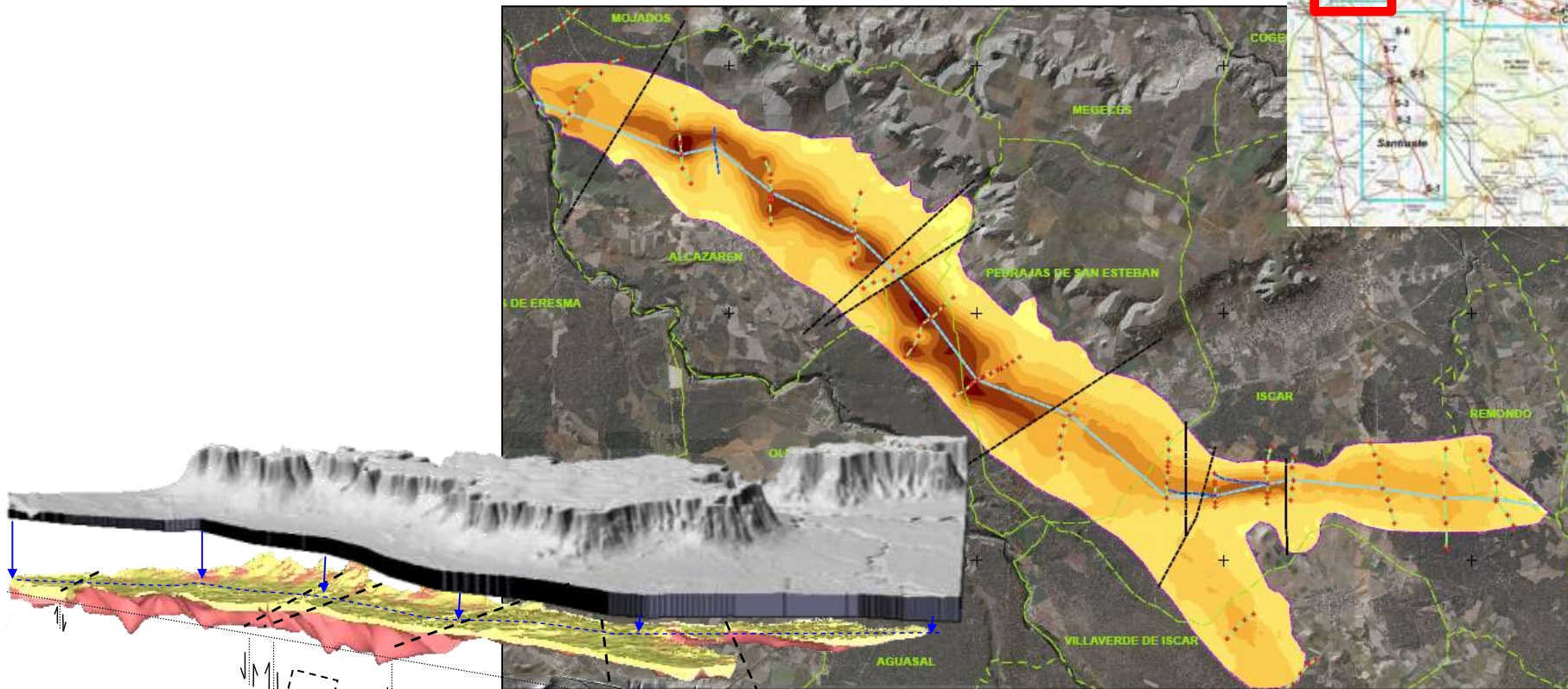
# SATs...



- 1- INFILTRACIÓN MÁXIMA CON 200 L/s
- 2- ESPESOR AGUA EN BALSAS MENOR DE 140 cm



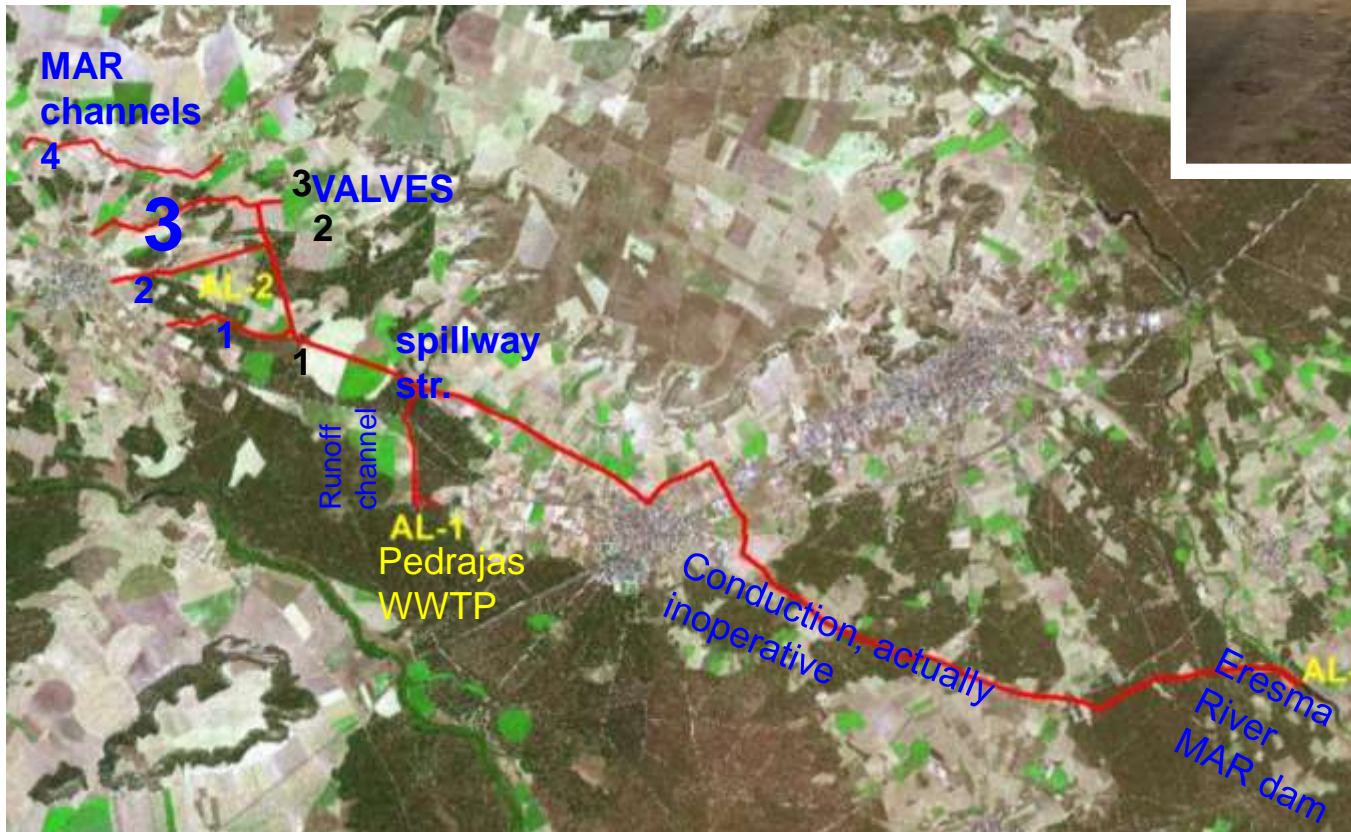
# ALCAZARÉN SAT-MAR



# SOLUCIONES TECNOLÓGICAS. ALCAZARÉN SAT-MAR



1. CANALES CRUZAN FALLAS
2. SEIS PIEZÓMETROS DE CONTROL



Alcazarén MAR facilities on orthophoto



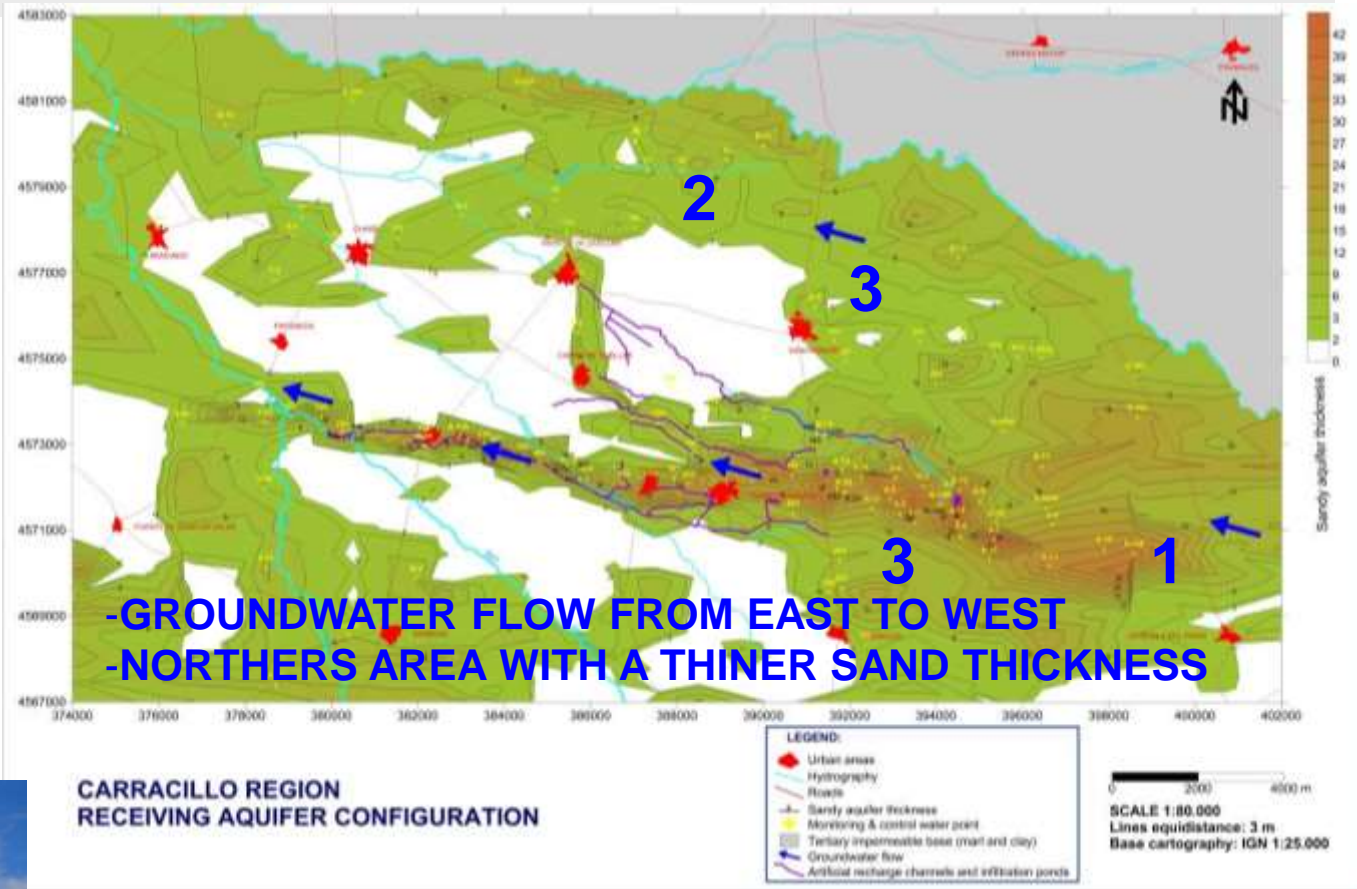
# SOLUCIONES TECNOLÓGICAS. ALCAZARÉN SAT-MAR



1. ALIVIADEROS
2. CANALES TERMINAN EN VIEJOS ARENEROS USADOS COMO BALSAS DE INFILTRACIÓN



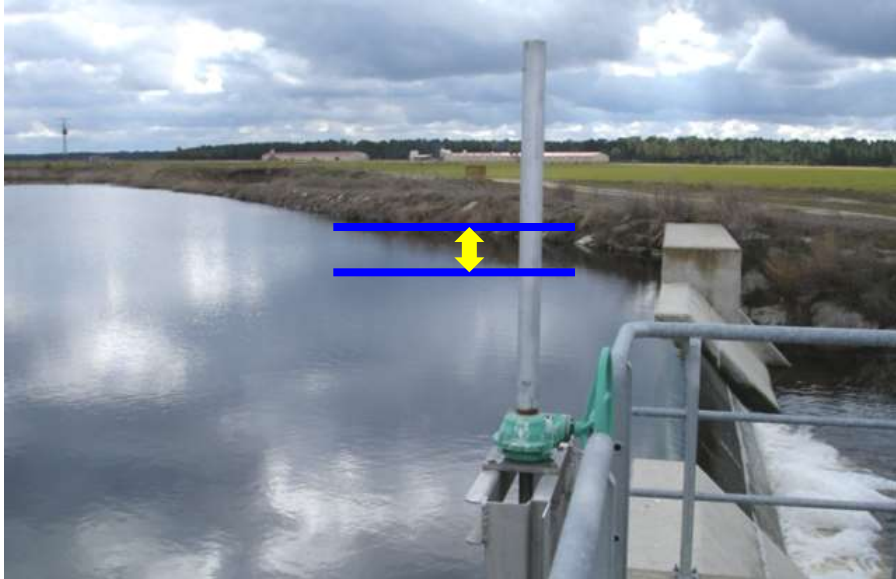
# SOLUCIONES TECNOLÓGICAS. EL CARRACILLO



1. ACUÍFERO COMO TUBERÍA Y HUCHA DE AGUA
2. DEPÓSITOS SUPERFICIALES
3. DRENAJES. *FISHBACK PIPELINES*
4. POZOS COMO CELDAS DE GESTIÓN



# SUPER-SOLUCIÓN TECNOLÓGICA



**1- NIVEL DE BASE CONTROLADO MEDIANTE UNA PRESA**

**- ELEVACIÓN DEL NIVEL DEL AGUA EN MÁS DE 100 POZOS CON UN AHORRO ENERGÉTICO VALORADO EN 3.000 € (HASTA UN 46%)**



# SANTIUSTE

## MAR SOL. Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought

FP7. Inno-demo call 2013. GA: 619.120



Para que determine el nivel de base del acuífero

[www.marsol.eu/](http://www.marsol.eu/)

## Demostrando la técnica de la recarga gestionada de acuíferos como una solución para la escasez de agua y la sequía



Balsa de infiltración en zona agrícola

### WP5 "DEMO Site 3: ARENALES, Santiuste, Castilla y León.

El objetivo principal es demostrar la eficiencia de la técnica de la recarga gestionada en una zona regable desarrollada, con objeto de alcanzar soluciones tecnológicas avanzadas mediante la I+D+i.

#### TAREAS

- 1: Área de ejecución
- 2: Canales, tuberías y conductos
- 3: Estudios de rehabilitación poroso
- 4: Estudios sobre SAT-AMAR
- 5: Humedales artificiales



Socios participantes:



### WP 13. SOLUCIONES TECNOLÓGICAS Y BENCHMARKING

El objetivo principal es demostrar la eficiencia de la técnica de la recarga gestionada (o MAR) en los "demo sites", con objeto de proporcionar nuevas soluciones técnicas mediante la permanente I+D y comunicación.

#### TAREAS:

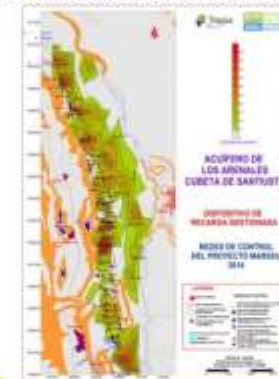
- 1: Soluciones tecnológicas
- 2: Técnicas de recarga y parámetros técnicos
- 3: Directrices de implementación MAR
- 4: Benchmarking (adopción, evolución y agrupamiento)



Socios:



### EL ACUÍFERO. REDES DE CONTROL MARSOL Y DISPOSITIVOS MAR



Nombre	Coordenadas	Descripción	Estado
ACUÍFERO DE LOS ARENALES			
CUBETA DE SANTIUSTE			
DISPOSITIVO DE RECARGA DESTINADA			
REDES DE CONTROL DEL PROYECTO MARSOL			

## SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PROPUESTAS:

BINOMIOS PROBLEMA-SOLUCIÓN

INSTALACIONES DE LA CUBETA DE SANTIUSTE  
PROBLEMAS OPERATIVOS DETECTADOS

CUBETA DE SANTIUSTE. TÉCNICAS SAT Y DISEÑOS ESTRUCTURALES ADOPTADOS

## SOL. TECNOLÓGICAS EN DESARROLLO:

### Operativas:

- Se debe pretratar el agua, evitar batirla y mantener los dispositivos
  - Filtro y decantación en cabecera y filtros intermedios
  - Control del pH del agua (lechos de piedra caliza)
- Evitar desbordamientos mediante gestión de válvulas y aliviaderos
- Profundidad de alerta recomendada: 1,5 m
- Profundidades por encima de ±140 cm de compacta el fondo
- Gestión supeditada a meteorología (lluvias y heladas)
- Tasas de infiltración más altas con caudales en torno a 200 l/s
- Evitar el batido del agua para reducir la entrada de aire al acuífero
- Labrado balsas: distancia caballos: 80 cm

### De gestión:

- Uso del acuífero como almacén y como "tubería"
- Zanjas drenantes y conducciones enterradas en "raspa de pescado"
- Uso del pozo como almacén (zonas menos permeables)
- Perforación de pozos en las zonas de drenaje del acuífero
- Registro de usuarios
- Reducir efecto "desuelgue" al acuífero profundo



"TRIPLEA" DE SANTIUSTE: DEPURADORA-BIOFILTRO- HUMEDAL ARTIFICIAL (2 km)

Control del nivel del agua en balsa

Uso de la tecnología de drenaje para detectar pozos calificados

Solución tecnológica de drenaje de pozos para evitar el batido del agua

Labrado de zanjas en balsa

Solución tecnológica de drenaje de pozos para evitar el batido del agua

NO CIERRES UN POZO: "REUTILÍZALO" (conexión al canal de recarga mediante tubería y relleno de grava)



This initiative takes place in the framework of "FP7-2013-2013-AMAR02 (619.120). Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought (MAR)" with the support of the European Commission, however it reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Más info en: <http://www.dina-mares>

La destrucción de esta placa está penada por la Ley

## Operativas:

- Se debe pretratar el agua, evitar batirla y mantener los dispositivos
  - Filtrado y decantación en cabecera y filtros intermedios
  - Control del pH del agua (lechos de piedra caliza)
- Evitar desbordamientos mediante gestión de válvulas y aliviaderos
- Profundidad de alerta recomendada: 1,5 m
- Profundidades por encima de  $\pm 140$  cm de compacta el fondo
- Gestión supeditada a meteorología (lluvias y heladas)
- Tasas de infiltración más altas con caudales en torno a 200 l/s
- Evitar el batido del agua para reducir la entrada de aire al acuífero
- Labrado balsas: distancia caballones: 80 cm

## De gestión:

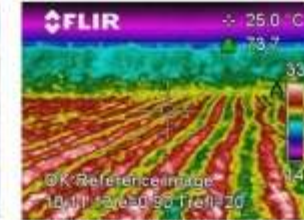
- Uso del acuífero como almacén y como "tubería"
- Zanjas drenantes y conducciones enterradas en "raspa de pescado"
- Uso del pozo como almacén (zonas menos permeables)
- Perforación de pozos en las zonas de drenaje del acuífero
- Registro de usuarios
- Reducir efecto "descuelgue" al acuífero profundo



"TRIPLETA" DE SANTIUSTE: DEPURADORA-BIOFILTRO- HUMEDAL ARTIFICIAL (2 km)



Control del nivel del agua en balsas



Uso de la termografía de infrarrojos para detectar procesos colmatantes



Solución tecnológica en los dispositivos de parada para evitar el batido del agua



Labrado de caballones en balsas



**NO CIERRES UN POZO: "REUTILÍZALO"**  
(conexión al canal de recarga mediante tubería y relleno de grava)



Solución tecnológica de diseño de los canales (taludes e infiltración máxima)







# MARSOL. Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought

FP7. Inno-demo call 2013. GA: 619.120

## mostrando la técnica de la recarga gestionada de acuíferos como una solución para la escasez de agua y la sequía



<http://www.marsol.eu/>

### WP5 "DEMO Site 3: ARENALES, Carracillo, Castilla y León.

El objetivo principal es demostrar la eficiencia de la técnica de la recarga gestionada en una zona regable ampliamente desarrollada, con objeto de alcanzar soluciones tecnológicas avanzadas mediante la I+D+i.

#### TAREAS

- 1: Área de ejecución
- 2: Canales, tuberías y conducciones
- 3: Estudios de climatización pasiva
- 4: Estudios sobre SAT-MAR
- 5: Humedales artificiales



#### Socios participantes:

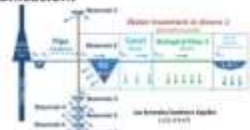


### WP 13. SOLUCIONES TECNOLÓGICAS Y BENCHMARKING

El objetivo principal es demostrar la eficiencia de la técnica de la recarga gestionada (o MAR) en los "demo sites", con objeto de proporcionar nuevas soluciones técnicas mediante la permanente investigación y comunicación.

#### TAREAS:

- 1: Soluciones tecnológicas
- 2: Técnicas de recarga
- 3: Parámetros técnicos
- 4: Directrices de implementación de la técnica MAR
- 5: Benchmarking (adopción, evolución y agrupamiento)



#### Socios:



#### SITUACIÓN

Bajo el sector oriental de la comarca de "El Carracillo" se encuentra situado el acuífero cuaternario superficial, entre los ríos Cega y Pisuerga. Los diferentes dispositivos de recarga gestionada se concentran en los sectores oriental y sur.

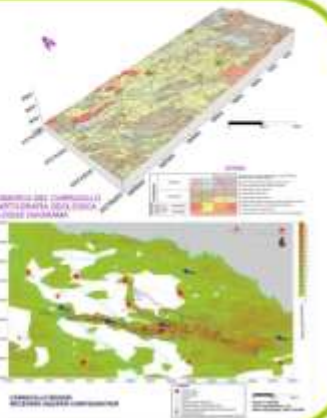
#### EL ACUÍFERO

Se trata de un acuífero Cuaternario de espesor inferior a 30 m y de gran permeabilidad (arenas sobre un sustrato impermeable). Se han diferenciado dos zonas, denominadas "zona almacén" y "paleoforma".

- La "zona almacén" se encuentra en el sector oriental del acuífero. Posee una alta capacidad de almacenamiento de agua.
- La "paleoforma" se sitúa en el sector occidental, bajo una zona regada. Es alargada y estrecha, y está sometida a fuertes extracciones en verano.

#### OBJETIVOS PRINCIPALES

- Estudiar el funcionamiento hidrológico general
- Mejorar la eficiencia hídrica y energética de la agricultura mediante soluciones tecnológicas



## SOLUCIONES TECNOLÓGICAS:

### De diseño:

#### FACTORES EN ESTUDIO PARA LA CONSOLIDACIÓN DEL REGADÍO EN LA ZONA NORTE

Almacenamiento más profundo al sur y más somero al norte

#### CONTROL DEL NIVEL DE BASE DEL ACUÍFERO (PRESA): EL NIVEL DE BASE DEL RÍO INFLUYE EN EL NIVEL DE BASE DE LOS POZOS

Si el nivel del agua está cerca de dos metros por encima del "natural"... ¿cuál es el ahorro de energía en el bombeo de más de 100 pozos para riego?

#### PRETRATAMIENTO DEL AGUA DE RECARGA:

- Filtrado y decantación en cabecera y filtros intermedios
- Control del pH del agua (lechos de piedra caliza)

#### EFICIENCIA POZOS ENTERRADOS CONECTADOS: NO CIERRES UN POZO: "REUTILÍZALO"

- Orografía de la zona y presencia de la zona almacén
- Traslado bajo tubo desde el río Cega hasta el acuífero cuaternario
- Existencia de un punto geográfico alto próximo a los dos sectores
- Línea eléctrica cercana
- Segmentación de las tarifas eléctricas



Lecho de piedra caliza



Pozo que controla el nivel de base del acuífero

### Operativas:

- Se debe pretratar el agua, evitar batirla y mantener los dispositivos
- Evitar desbordamientos mediante gestión de válvulas y aliviaderos
- Profundidad de alerta recomendada: 1,5 m
- Profundidades por encima de 1140 cm de agua provoca que su propio peso compacte las arenas del medio receptor
- Gestión supeditada a meteorología (lluvias y heladas)
- Tasas de infiltración más altas con caudales en torno a 200 l/s
- Labrado balsas: distancia caballos: 80 cm



### De gestión:

- Gestión a cargo de los usuarios para aumentar la efectividad

- Uso del acuífero como almacén y como "tubería"
- Aljibes (en zonas con escaso espesor de arenas) y depósitos elevados
- Zanjias drenantes y conducciones enterradas en "raspa de pescado"
- Uso del pozo como almacén (zonas menos permeables)
- Perforación de pozos en las zonas de drenaje del acuífero
- Registro de usuarios
- Reducir efecto "descuelgue" al acuífero profundo



Pozo como reserva de explotación y almacenamiento



Decantadores en boca de Desembocadero



Decantador en cárcavas

### Corolario SATs

#### Agua de recarga (cantidad)

- Cálculo de la cantidad de agua que se puede almacenar en el acuífero
- Cálculo de la cantidad de agua que se puede infiltrar en el acuífero
- Cálculo de la cantidad de agua que se puede extraer del acuífero
- Cálculo de la cantidad de agua que se puede utilizar en el riego

#### Agua de recarga (calidad)

- Cálculo de la calidad del agua que se puede almacenar en el acuífero
- Cálculo de la calidad del agua que se puede infiltrar en el acuífero
- Cálculo de la calidad del agua que se puede extraer del acuífero
- Cálculo de la calidad del agua que se puede utilizar en el riego

#### Medio receptor (suelo y acuífero)

- Caracterización del medio receptor
- Caracterización del acuífero
- Caracterización del suelo
- Caracterización del agua

Medio receptor (suelo y acuífero)

#### Criterios y códigos de gestión / buenas prácticas

- Criterios de gestión
- Códigos de gestión
- Buenas prácticas



This initiative takes place in the framework of FP7 2007-2013 MARSOL (GA 619.120). Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought (MARSOL) with the support of the European Commission. However it reflects the views of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Más Info en: <http://www.dina-mar.es>

La destrucción de esta placa está penada por la Ley

## De diseño:

### FACTORES EN ESTUDIO PARA LA CONSOLIDACIÓN DEL REGADÍO EN LA ZONA NORTE

Almacenamiento más profundo al sur y más somero al norte

- Orografía de la zona y presencia de la zona almacén
- Trasvase bajo tubo desde el río Cega hasta el acuífero cuaternario
- Existencia de un punto geográfico alto próximo a los dos sectores
- Línea eléctrica cercana
- Segmentación de las tarifas eléctricas

### CONTROL DEL NIVEL DE BASE DEL ACUÍFERO (PRESA): EL NIVEL DE BASE DEL RÍO INFLUYE EN EL NIVEL DE BASE DE LOS POZOS

Si el nivel del agua está cerca de dos metros por encima del "natural"...

¿cuál es el ahorro de energía en el bombeo de más de 100 pozos para riego?

### PRETRATAMIENTO DEL AGUA DE RECARGA:

- Filtrado y decantación en cabecera y filtros intermedios
- Control del ph del agua (lechos de piedra caliza)

### EFICIENCIA POZOS ENTERRADOS CONECTADOS:

NO CIERRES UN POZO: "REUTILÍZALO"



Lecho de piedra caliza



Presa que controla el nivel de base del acuífero

## De gestión:

### -Gestión a cargo de los usuarios para aumentar la efectividad

- Uso del acuífero como almacén y como "tubería"
- Aljibes (en zonas con escaso espesor de arenas) y depósitos elevados
- Zanjas drenantes y conducciones enterradas en "raspa de pescado"
- Uso del pozo como almacén (zonas menos permeables)
- Perforación de pozos en las zonas de drenaje del acuífero
- Registro de usuarios
- Reducir efecto "descuelgue" al acuífero profundo



Pozo como sistema de explotación y almacenamiento



# Operativas:

- Se debe pretratar el agua, evitar batirla y mantener los dispositivos
- Evitar desbordamientos mediante gestión de válvulas y aliviaderos
- Profundidad de alerta recomendada: 1,5 m
- Profundidades por encima de  $\pm 140$  cm de agua provoca que su propio peso compacte las arenas del medio receptor
- Gestión supeditada a meteorología (lluvias y heladas)
- Tasas de infiltración más altas con caudales en torno a 200 l/s
- Labrado balsas: distancia caballones: 80 cm



Válvulas y caudalímetros para la gestión



Control del nivel del agua en balsas



Control del agua en el acuífero

## Corolario SATs

### Agua de recarga (cantidad)

- Almacenamiento de agua en áreas de superficie
- Control de salinidad y calidad de agua de recarga
- Evitar operaciones durante ciclo de heladas
- Empleo de sistemas de recarga...
- Control de salinidad en origen
- Limpieza y mantenimiento
- Empleo BIV's



### Agua de recarga (calidad)

- Preselección: Criterios de selección origen agua de recarga, Filtración y descalcificación agua AR, etc. (membranas, línea de fango, filtros, esponjas, etc.)
- Tiempo de sedimentación y estructuras de decantación y remoción
- Dispositivos de clarificación
- Diseño y preservación de tuberías (impermeables, pasadas, etc.)
- Diseño de obra en acuíferos o terreno, empleo pastas de
- Dirección de flujo de agua
- Pretratamiento tipo DBP's (Desinfectante y Productos: Cl, L O3, H2O2, rayos UV, etc.)
- Limpieza y vegetación (acción AR) plantación de especies en periodo crítico
- BIV's
- Evitar dirección agua AR hacia canales, estructuras o vertidos, calidad agua.
- Descalcificación por bicarbonatos, cemento (distancia entre inyección-extracción, etc.)
- Sistema de agua: lavado de algas, lavado natural del lecho, tratamiento anti-agrietamiento sobre superficie de la parte cubiertas y limpieza/revampado de esta
- Almacenamiento con la atmósfera (o sellado)
- Los los filtros y filtros de arena para la eliminación de cisternas catiónicas (Sodio, Nitrógeno, hierro, queratina, patógenos, defensores, etc.)
- Evitar el efecto resaca
- Descalcificación, "inversión"
- Riego de la tierra cuando profundidad de congelamiento bombe
- Evitar la salinización natural: recarga puntual y mantener en zonas salinas

### Medio receptor (suelo y acuífero)

- Pretratamiento del agua de recarga
- Estado actual del suelo y agrietamiento
- Características
- Empleo de sistemas de agua que permitan la limpieza de cara al medio receptor
- Bombeo inverso en gran cantidad de cas
- Inyección de bombas sumergidas (casos de "Worm out")
- Lavado de arena (backwashing) en pastas de membranas y filtros
- Caudal de inyección de agua de recarga
- Dirección de flujo de agua en pozos de recarga mantenidos (regulación y control de pozos y fondo) y que no se vea afectado por las salinas
- Situación de limpieza con la mayor calidad posible
- Bombeo directo del agua de inyección



### Criterios / códigos de gestión / buenas prácticas

- Parámetros de gestión y recomendaciones:
- Dirección del partido y lugar más idoneo
  - Inicio ciclo MAR "severo"
  - Control caudal de entrada y su velocidad
  - Seguimiento del volumen de las aguas durante el ciclo de recarga
  - Empleo de dispositivos de medición de flujo y presión
  - Adoptar con prioridad los BTD
  - Programa de limpieza y control
  - Protocolo específico de control de la salinización
  - Protocolos de los aspectos hidrogeológicos en el aspecto y tiempo
  - Sistema integral-todas las actividades están interrelacionadas
- Código de Buenas Prácticas SAT:
- Ubicación en el terreno
  - Intervención agrícola en gestión
  - Instalación de dispositivos y medición de flujo

1. Modificado de Ferrández Escobedo, 2005

# MARSOL. Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought

FP7. Inno-demo call 2013. GA: 619.120

## Demostrando la técnica de la recarga gestionada de acuíferos como una solución ante la escasez de agua y la sequía



Mapa de la zona de estudio de Pedraja-Alcaraz (España)

### WP5. Lugar demostrativo 3: ARENALES, Área de Alcaraz-Pedraja, Castilla y León

El objetivo principal es demostrar la eficiencia de la técnica de la recarga gestionada en una zona regable ampliamente desarrollada, con el fin de alcanzar soluciones tecnológicas avanzadas mediante la I+D+i.

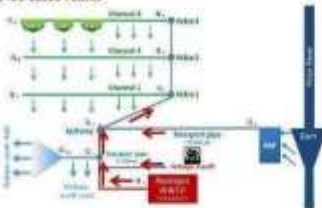


Socios participantes:



### WP 13. SOLUCIONES TECNOLÓGICAS Y BENCHMARKING

El objetivo principal es demostrar la eficiencia de la técnica de la recarga gestionada (o MAR) en los "demo sites", con objeto de proporcionar nuevas soluciones técnicas mediante la permanente investigación y comunicación con los agentes locales y el estudio comparado de casos reales.



Socios:



### SITUACIÓN

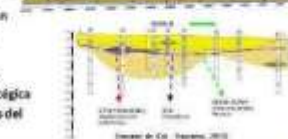
Bajo el sector oriental de la comarca de "El Carraclico" se encuentra situado el Acuífero cuaternario superficial al pie de los "cerros testigo" de Calzas del Páramo que delimita el acuífero de Los Arenales en este sector. La actuación comprende territorio de los T.M: Alcaraz, Pedraja de San Esteban, Iscar, Olmedo y Villaverde de Iscar.

### EL ACUÍFERO

Se trata de un acuífero Plio-cuaternario asociado a otro terciario de espesor inferior a 30 m y de gran permeabilidad (arenas sobre un sustrato impermeable). Se han diferenciado dos zonas, N.O. y S.E. con distinto grado de explotación. La capacidad de almacenamiento de agua es alta y superable mediante técnicas de recarga artificial o gestionada.

### OBJETIVOS PRINCIPALES

- Diseñar soluciones tecnológicas que permitan mejorar la eficiencia hídrica y energética en el sector.
- Fomentar la relación entre la agro-industria y la recarga del acuífero, como reserva estratégica futura capaz de paliar los efectos adversos del cambio climático.



## SOLUCIONES TECNOLÓGICAS:

### De diseño:

#### FACTORES EN ESTUDIO PARA FOMENTAR EL REGADÍO:

- Almacenamiento más profundo al sur este y más abundante en el sector noroeste
- Diversificación de las fuentes de toma
- Canales de recarga a través y recargan las discontinuidades estructurales tales como fallas.

Si el nivel del agua, gracias a la recarga, está cerca de dos metros por encima del "natural"... ¿cuál es el ahorro de energía en el bombeo de más de 100 pozos para riego? Superior al 30%.

- Orografía de la zona y presencia de la zona aluvial
- Travesía bajo tubo desde el río Pisu hasta el acuífero cuaternario
- Uso de elementos preexistentes como balsas de infiltración (arneros)
- Empleo de regadío solar/técnicas alternativas
- Segmentación de las tarifas eléctricas.

#### PRETRATAMIENTO DEL AGUA DE RECARGA:

- Filtrado y decantación en cabecera y filtros intermedios
- Minimizar la carga orgánica mediante filtros reactivos con materiales naturales abundantes en la zona
- Reducir la acumulación de carga orgánica mediante aditivos durante los periodos de limpieza y mantenimiento
- Evitar el batido de las aguas y el aumento de aire en el agua de recarga mediante ramblas en el circuito de recarga.



Lanzas de recarga por infiltración directa en campo



Asfentos nuevos en concreto con bombas de infiltración

### De gestión:

#### Gestión a cargo de los usuarios para aumentar la efectividad

- Uso del acuífero como almacén y como "tubería"
- Instalación de válvulas para la gestión manual del caudal circulante en las conducciones
- Uso de pozos como almacén en zonas de menor permeabilidad
- Perforación de pozos en las zonas de drenaje del acuífero
- Registro detallado de usuarios, agrupación o asociación para la defensa de sus intereses y relación con la agroindustria
- Reducir efecto "descuelgue" al acuífero profundo.



Colector de infiltración



Medidores para poder controlar caudales y pozos de infiltración



Medidor agua en campo

### Operativas:

- Se debe pre-tratar el agua de escorrentía y post-tratar el agua de la depuradora mediante filtros (buenos resultados con tests de filtros reactivos), evitar basura y mantener los dispositivos limpios de materia orgánica
- Evitar desbordamientos mediante gestión de válvulas y uso de los aliviaderos existentes
- Gestión simplificada a meteorología, en especial precipitaciones
- Gestionar debidamente las aguas de sus tres fuentes de origen (depuradora, escorrentía, fluvial).



Mejoramiento de la calidad del agua de escorrentía. En las zonas de infiltración



Mapa de la zona de estudio (datos IGN) escala 1:50.000

Con el apoyo de:



This initiative takes place under the framework of "FP7-GW-2007-MAR2007" (GA 619.120), Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought (MARSOL) with the support of the European Commission, however it reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



<http://www.marsol.eu/>

Más info en: <http://www.dina-mar.es>

La destrucción de esta placa está penada por la Ley

## De diseño:

### FACTORES EN ESTUDIO PARA FOMENTAR EL REGADÍO:

- Almacenamiento más profundo al sureste y más abundante en el sector noroeste
- Diversificación de las fuentes de toma
- Canales de recarga atraviesan y recargan las discontinuidades estructurales tales como fallas.

Si el nivel del agua, gracias a la recarga, está cerca de dos metros por encima del "natural"... ¿cuál es el ahorro de energía en el bombeo de más de 100 pozos para riego? **Superior al 30%.**

- Orografía de la zona y presencia de la zona almacén
- Trasvase bajo tubo desde el río Pirón hasta el acuífero cuaternario
- Uso de elementos preexistentes como balsas de infiltración (areneros)
- Empleo de regadío solar/técnicas alternativas
- Segmentación de las tarifas eléctricas.

### PRETRATAMIENTO DEL AGUA DE RECARGA:

- Filtrado y decantación en cabecera y filtros intermedios
- Minimizar la carga orgánica mediante filtros reactivos con materiales naturales abundantes en la zona
- Reducir la acumulación de carga orgánica mediante aditivos durante los periodos de limpieza y mantenimiento
- Evitar el batido de las aguas y el aumento de aire en el agua de recarga mediante remansos en el circuito de recarga.



Canales de recarga en el lateral de los campos de labor



Antiguos areneros empleados como balsas de infiltración

## De gestión:

### Gestión a cargo de los usuarios para aumentar la efectividad

- Uso del acuífero como almacén y como "tubería"
- Instalación de válvulas para la gestión manual del caudal circulante en las conducciones
- Uso de pozos como almacén en zonas de menor permeabilidad
- Perforación de pozos en las zonas de drenaje del acuífero
- Registro detallado de usuarios, agrupación o asociación para la defensa de sus intereses y relación con la agroindustria
- Reducir efecto "descuelgue" al acuífero profundo.



Cabecera del canal 3



Aliviaderos para conducir excedentes a campos de infiltración



Decantador en cabecera

## Operativas:

- Se debe pretratar el agua de escorrentía y post-tratar el agua de la depuradora mediante filtros (buenos resultados con tests de filtros reactivos), evitar batirla y mantener los dispositivos limpios de materia orgánica
- Evitar desbordamientos mediante gestión de válvulas y uso de los aliviaderos existentes
- Gestión supeditada a meteorología, en especial precipitaciones
- Gestionar debidamente las aguas de sus tres fuentes de origen (depuradora, escorrentía, fluvial).



Diversificación de tomas: canal del agua de escorrentía del núcleo urbano de Pedrajas

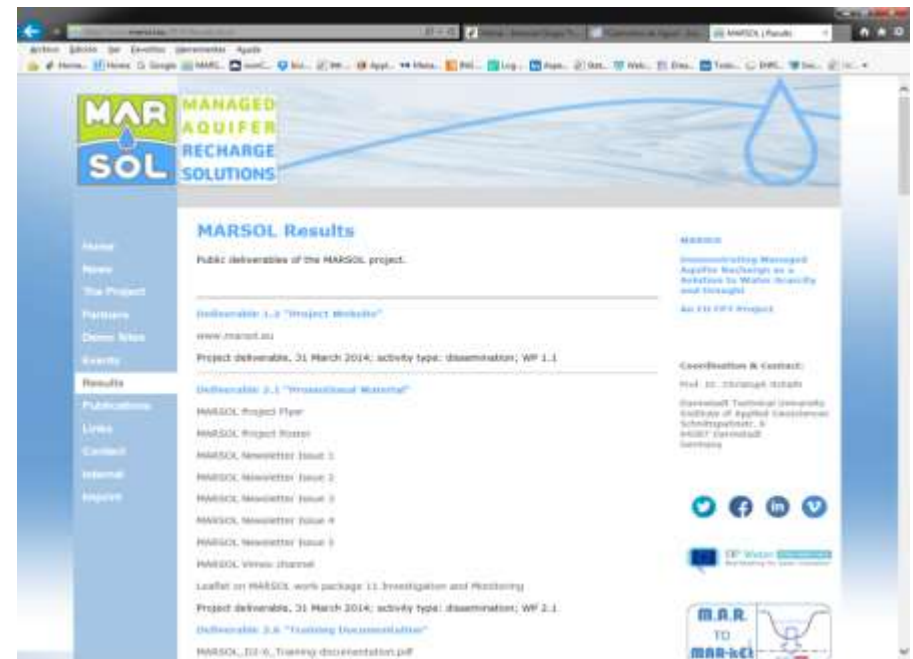
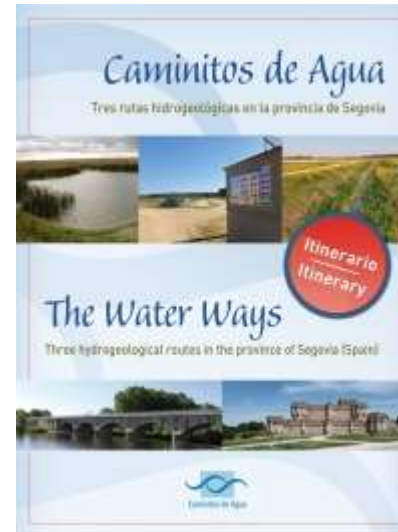


# IMPORTANCIA PERSONALIZADA:

“El Manolito de turno”



Libros en:  
[www.dina-mar.es](http://www.dina-mar.es)  
[www.marsol.eu](http://www.marsol.eu)



# VIDEO

[http://www.dina-mar.es/videos/MARenales-Film\\_v7.6.mp4](http://www.dina-mar.es/videos/MARenales-Film_v7.6.mp4)

# CONCLUSIONES



- 1. Sector con buenos ejemplos prácticos**
- 2. Mejoras en la eficiencia técnica y energética mediante MAR**
- 3. Garantía de suministro con menor dependencia climática**
- 4. Variedad de escalas, de individuales a agroindustrias**
- 5. Huella hídrica elevada**
- 6. Ejemplos SAT**
- 7. Cooperación de los usuarios finales, protagonistas de la experiencia**
- 8. Fuerte impacto por colmatación física y gaseosa**
- 9. Importante pretratamiento del agua**
- 10. Buenas relaciones para buenos resultados.**