



Nuevas tecnologías para un regadío sostenible

**José M^a Tarjuelo y
Miguel A Moreno**

Chiclayo,
Noviembre 2014

CONTENIDO

1. El regadío como actividad para el desarrollo sostenible
2. El manejo del riego
3. La investigación en el regadío
4. Mejora y modernización de regadíos
5. Nuevas tecnologías de riego

A wide-angle photograph of a center pivot irrigation system in operation. The system consists of a long, straight metal pipeline supported by a series of vertical riser pipes, which are in turn supported by a central pivot point and a series of wheels. The pipeline extends across a vast, flat, green agricultural field. In the background, there are rolling hills under a clear blue sky. The text "1. El regadío como actividad para el desarrollo sostenible" is overlaid on the image in a large, white, bold font.

1. El regadío como actividad para el desarrollo sostenible

El sector agrario: su papel

1. Además de su **función productiva** (suministrador de alimentos al resto de la sociedad), tiene una **función social** (fijación de la población en el medio rural y defensa y protección del medio ambiente)
2. Mantener un N° de agricultores suficiente:
 - ✗ como única forma de preservar el medio ambiente, el paisaje...
 - ✗ con un modelo agrario sostenible basado en las buenas prácticas, los productos seguros y de calidad.

El regadío como actividad para el desarrollo sostenible

- **El regadío contribuye al desarrollo rural si es:**
 - ✗ económicamente viable,
 - ✗ socialmente aceptado y
 - ✗ ambientalmente sostenible.
- **IMPORTANCIA SOCIAL DEL REGADÍO**
 - Creación de empleo y mantenimiento de rentas.
 - Fijación de la población en el medio rural.
 - Mejora de la calidad de vida en el medio rural.
- **IMPORTANCIA MEDIO AMBIENTAL DEL REGADÍO**
 - Ayuda a mantener los ecosistemas (humedales):
 - La restauración hidrológico-forestal.
 - Luchar contra la erosión y desertización (**mantenimiento de la cobertura vegetal del terreno y de la población en el medio rural**)

EL AGUA en la agricultura

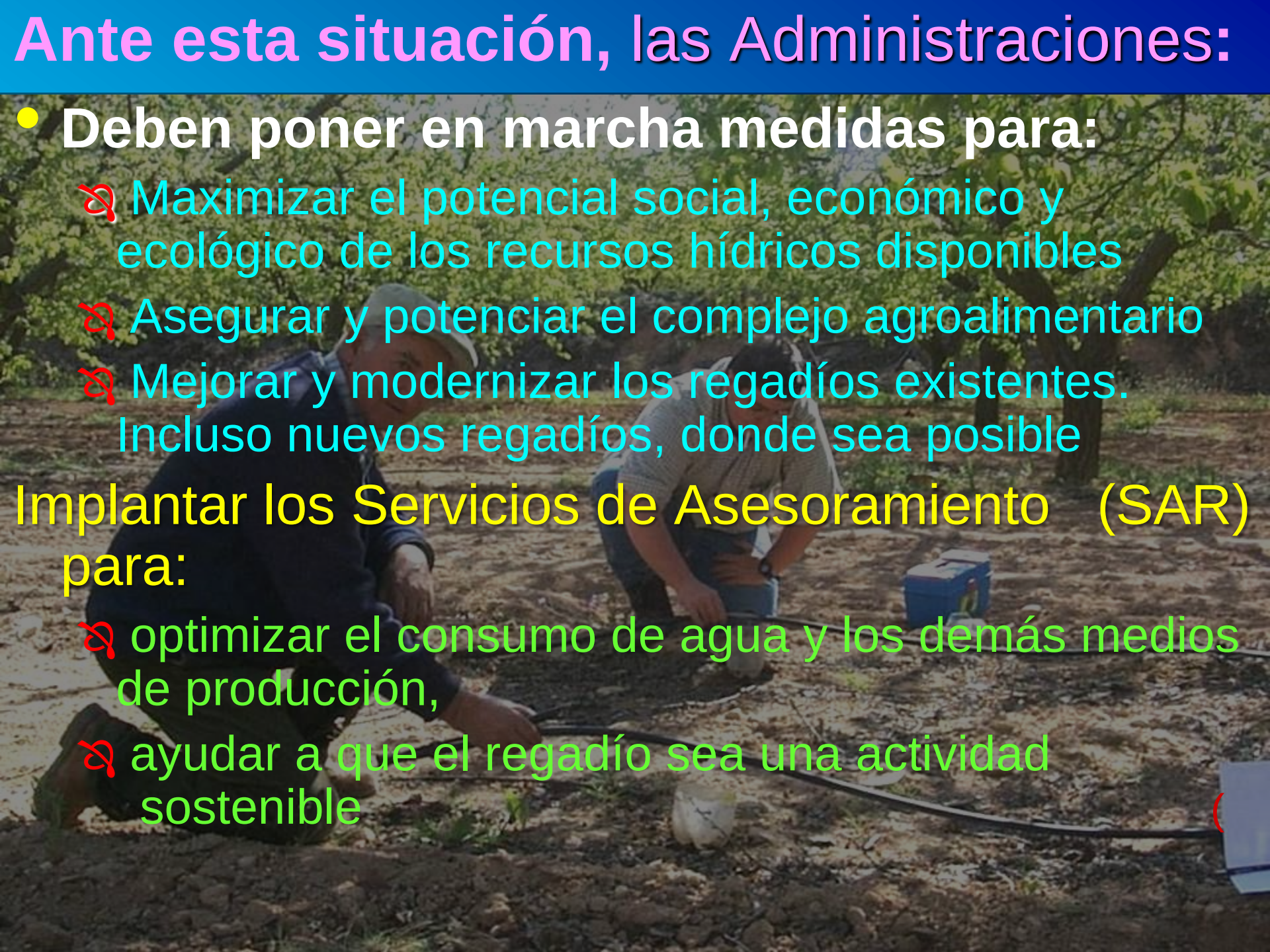
- La agricultura consume mas del 80% en zonas áridas o semiáridas en el mundo
- El aumento de la demanda ➡ ↑ de su **coste** y ↓ de **disponibilidad** de uso en la agricultura
- Políticas agrarias comunitarias (DMA):
 - ❏ que el regante vaya haciendo frente a los costes asociados al uso del agua
 - ❏ reducir el posible impacto ambiental que puede producir
- Ayudar al agricultor a un uso eficiente para ser competitivos en un mercado globalizado (desde la Administración, Universidades y Centros de Investigación)

Ante esta situación, las Administraciones:

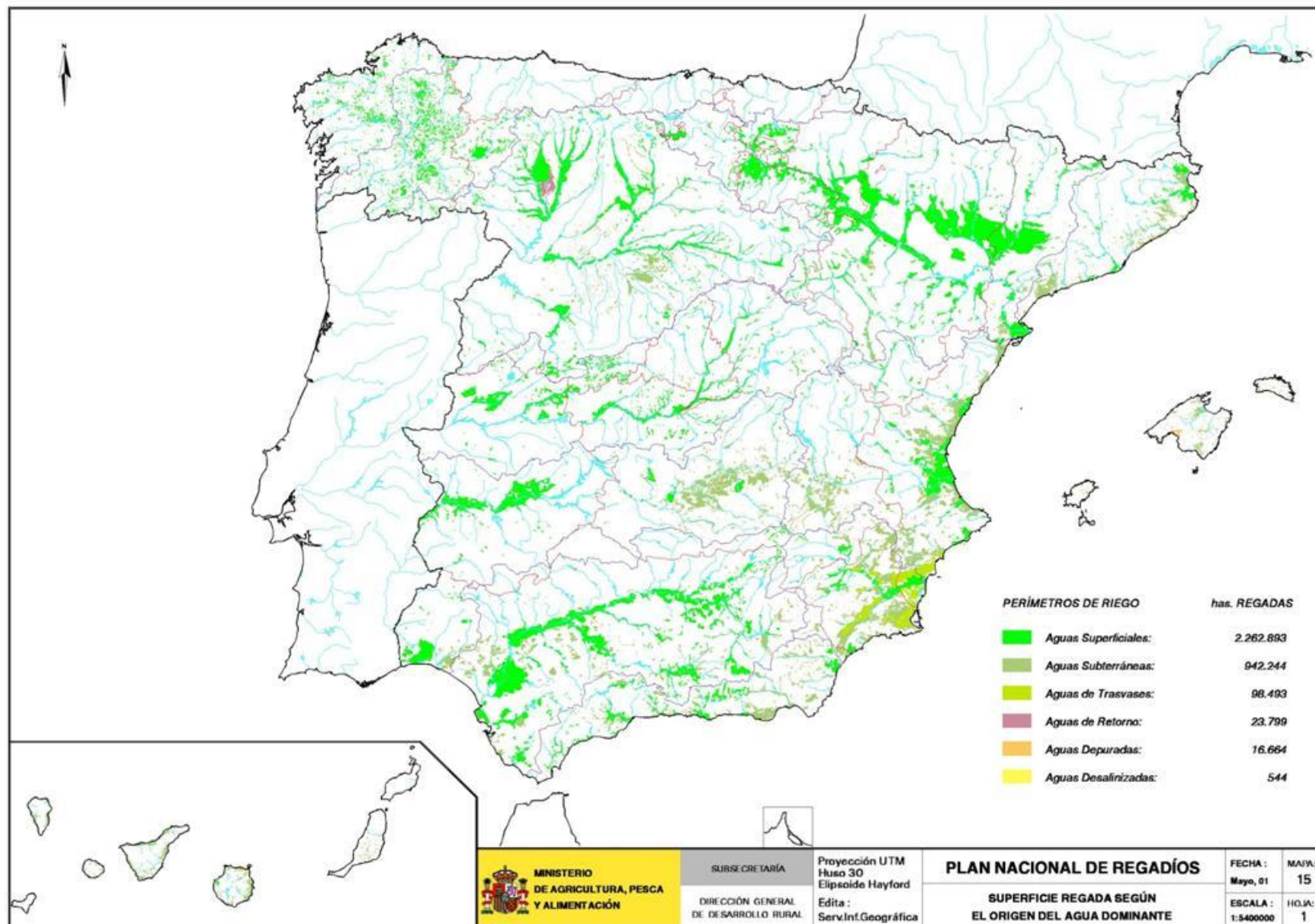
- Deben poner en marcha medidas para:
 - ❌ Maximizar el potencial social, económico y ecológico de los recursos hídricos disponibles
 - ❌ Asegurar y potenciar el complejo agroalimentario
 - ❌ Mejorar y modernizar los regadíos existentes. Incluso nuevos regadíos, donde sea posible

Implantar los Servicios de Asesoramiento (SAR) para:

- ❌ optimizar el consumo de agua y los demás medios de producción,
- ❌ ayudar a que el regadío sea una actividad sostenible

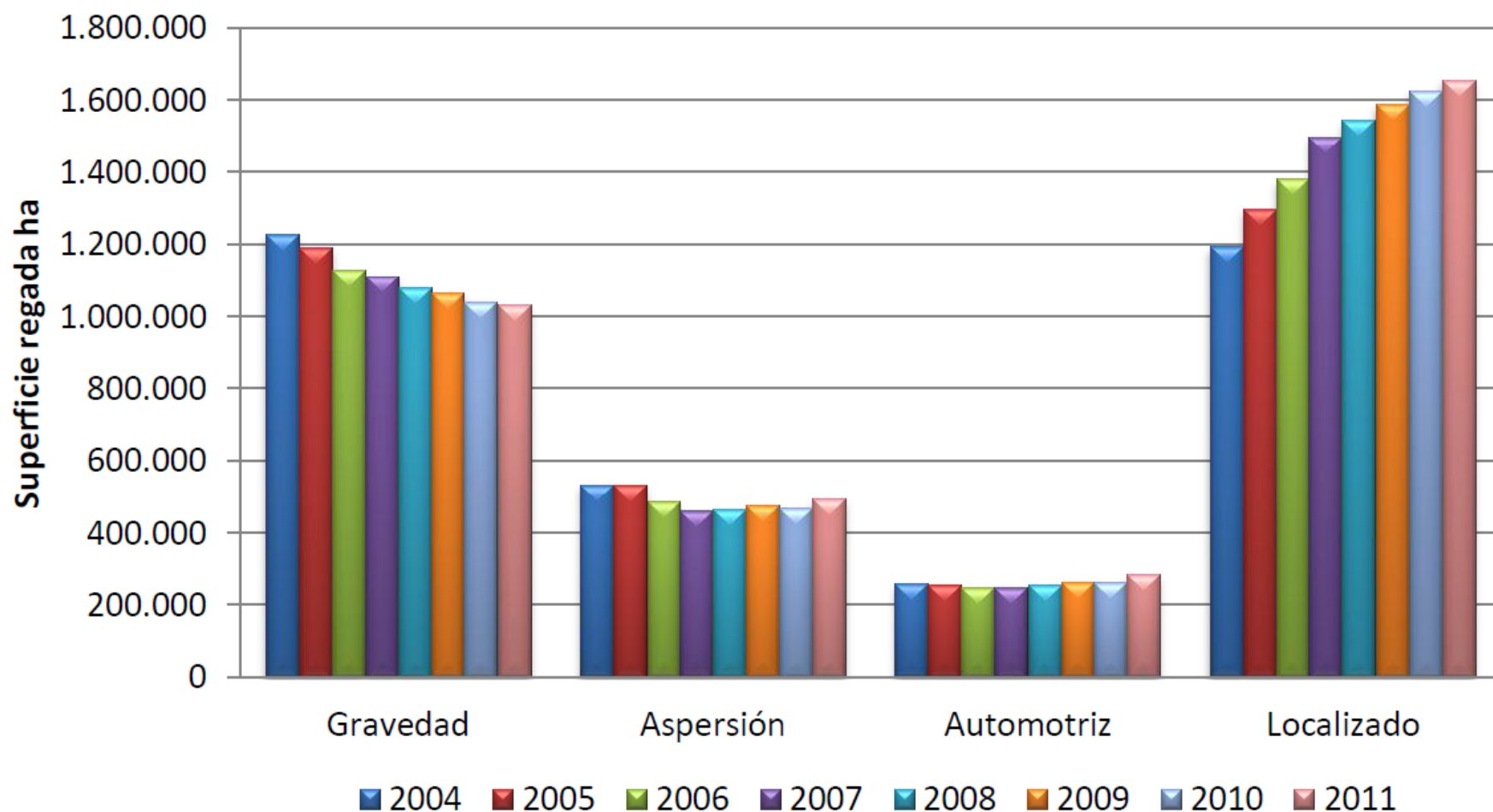


El regadío en España

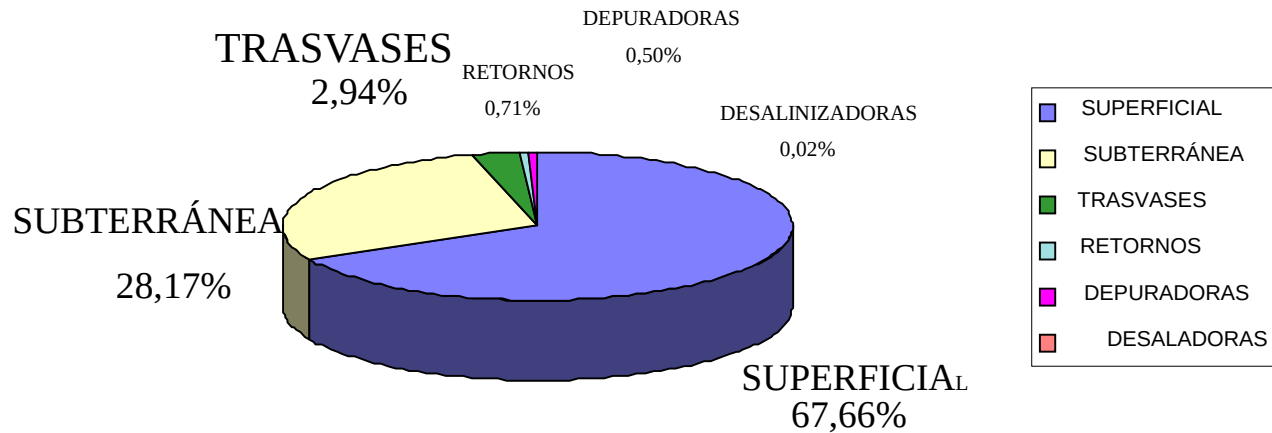
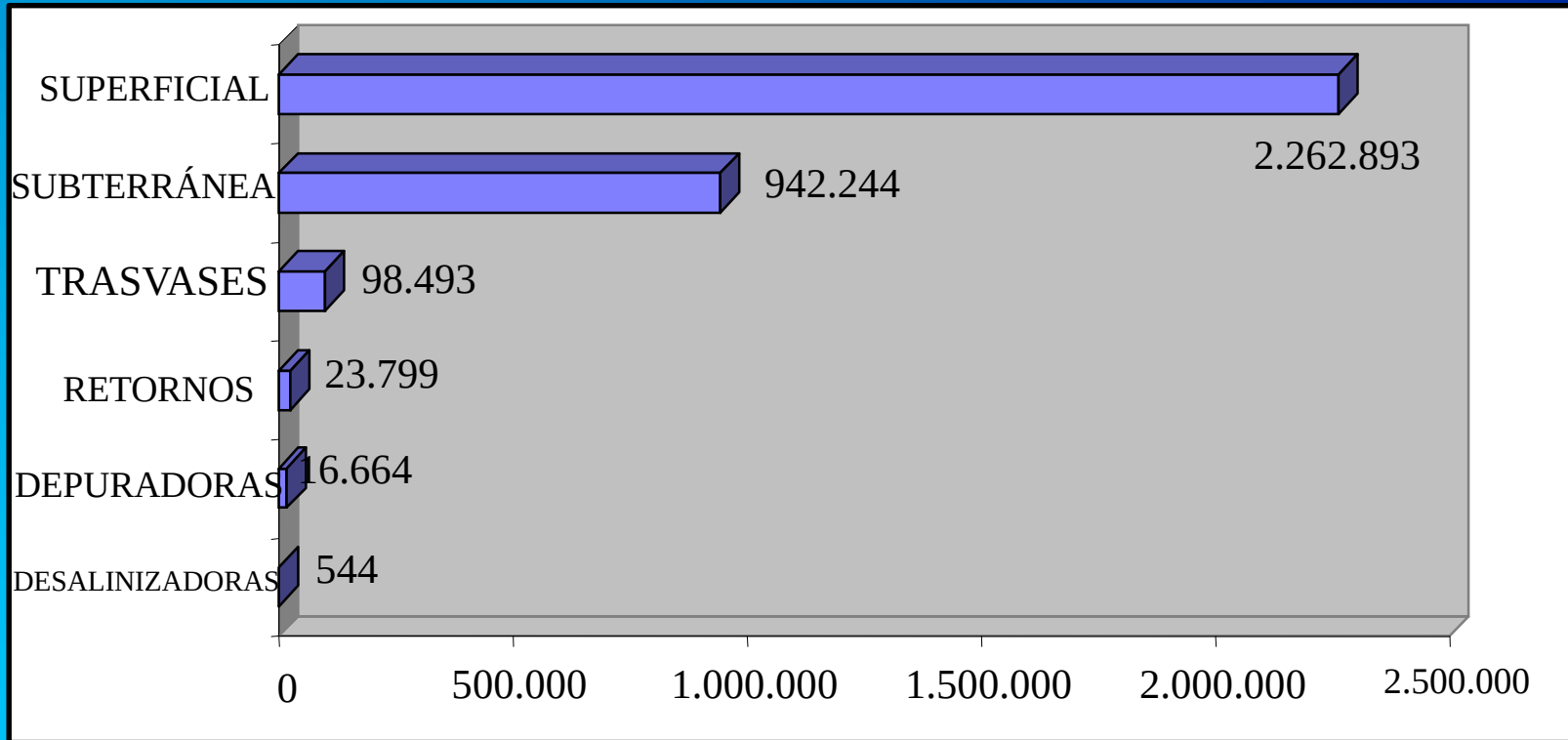


España: 3,8 Mha regables (19% de la S.A.) (3,5 reales) .
Aportan 60% P.A.N. (13.000 M€) y consumen 80% del agua
Productividad respecto al secano: 6 veces (4 veces + renta)

Gráfico 5: Evolución de la superficie regada según tipos de Riego. Años 2004-2011



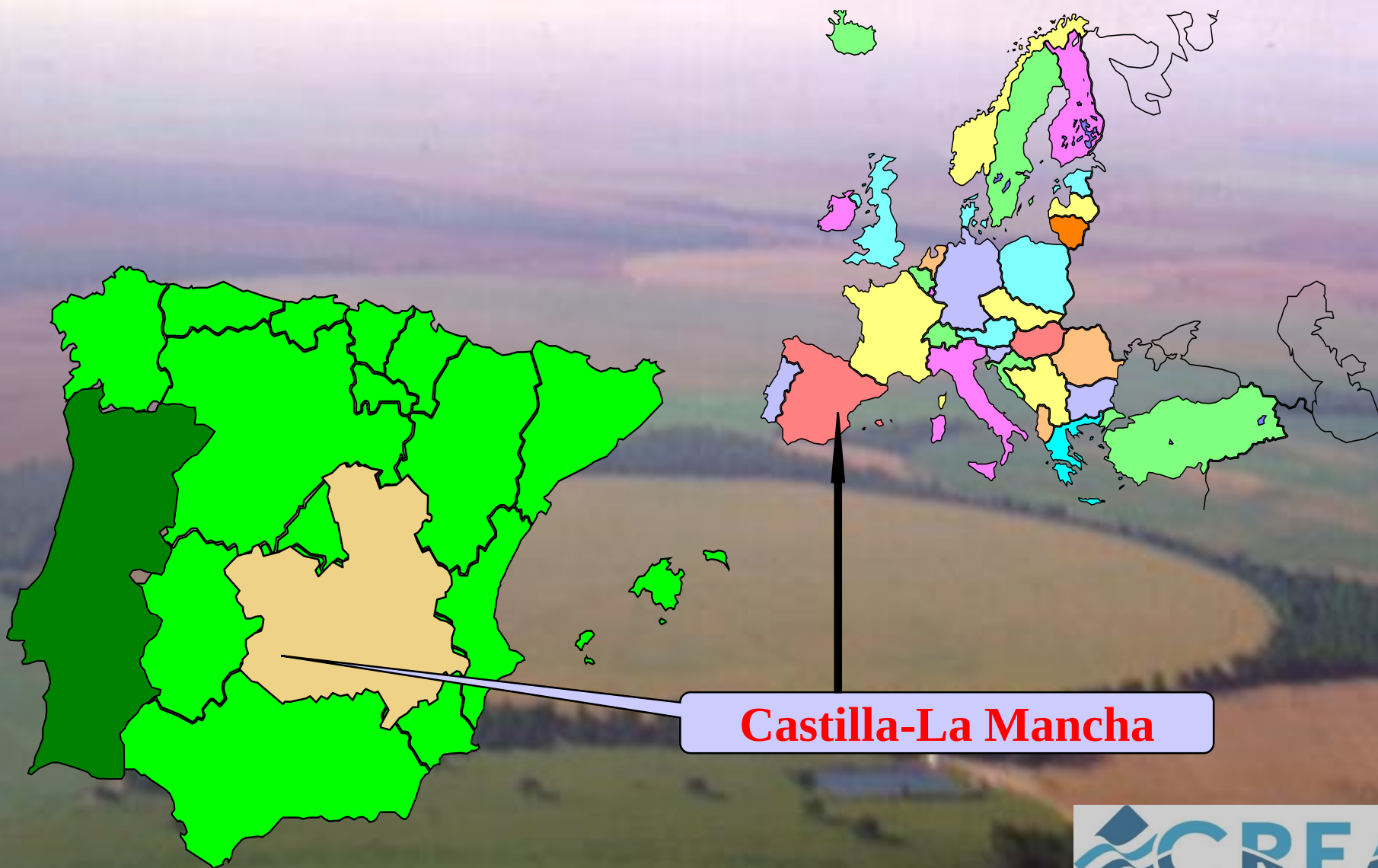
Superficie regada (ha) según origen del agua





2. El manejo del riego





Castilla-La Mancha

La utilización del agua en el regadío

- La correcta utilización del agua por el regante, requiere
 - ✗ **Concienciación** previa y unos mínimos incentivos económicos,
 - ✗ Conocer y controlar los principales factores que intervienen en el **proceso de aplicación** del agua según el sistema de riego.
 - ✗ **Formación** mínima y una **información** continuada sobre consumo de agua de los cultivos, (**programación de riegos, SAR**)
 - ✗ Que la instalación esté bien **diseñada** (técnico) , **conservada y manejada** (regante)

PROBLEMÁTICA DEL RIEGO

- Necesita incorporar nuevas tecnologías para optimizar el uso de los recursos y reducir costes
- El **regante** debe estar **implicado** en cualquier proceso a realizar con el regadío
- Solución (aspersión, goteo, o gravedad)
 - ✗ **Buscar el** óptimo económico **según** **suelo, clima, y** suministro de agua

[illegible]

LA INVESTIGACIÓN EN EL REGADÍO

Características generales

- Riego: consustancial con la agricultura
(España: lluvia media 650 mm, entre 2000-200 mm)
- Desarrollar tecnologías que:
 - ✂ Racionalicen el consumo de agua
 - ✂ Sean adoptadas por los usuarios
- Investigación
 - ✂ Muy ligada al entorno climático y edáfico donde se desarrolla
 - ✂ Es necesario generar suficiente investigación propia (quinua)



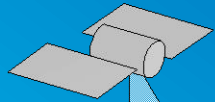
LA INVESTIGACIÓN EN EL REGADÍO

Futuro

1. Análisis de la **demanda evaporativa** de los cultivos
2. Uso de **cantidades limitadas** de agua (**R. deficitario**)
(modelos) cultivo → explotación → zona regable
3. Mejorar aplicación y distribución del agua (CU)
 - Repercusión en producción, impacto ambiental...
4. Modelos de ayuda a la toma de decisiones (MOPECO)
5. Mejora de la gestión (Teledetección y GIS)
 - **Inventario** de regadíos y sus características socioeconómicas (**seguimiento de cultivos**)

Más atención a **gestión**, manejo y aplicación en parcela, y no sólo a las infraestructuras

SERVICIO DE ASESORAMIENTO DE RIEGOS ASISTIDO POR TELEDETECCIÓN



4. Mejora y modernización de regadíos

The image shows two men in an orchard setting, engaged in the installation or maintenance of a drip irrigation system. The man in the foreground, wearing a dark blue jacket and a light-colored flat cap, is kneeling on the dry, rocky ground and working with a black plastic pipe. The second man, wearing a light-colored checkered shirt and blue jeans, is also kneeling and working on the same system. The background is filled with mature trees with green foliage, suggesting a well-established agricultural area. The ground is dry and uneven, with some small plants starting to grow. A blue bucket and some other tools are visible on the ground near the second man.

EL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL

OBJETIVOS

- Asegurar los **abastecimientos** y consolidar los **regadíos** existentes
- **Garantizar** la calidad del agua, los caudales mínimos fluviales y conservar los acuíferos
- Preservar los recursos ambientales
- **Modernizar los regadíos** y realizar nuevas transformaciones **viables**
- Mantener las infraestructuras hidráulicas y mejorar la **gestión hidráulica**

EL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL MODERNIZACIÓN

- **OBJETIVOS:** Regadío sostenible según FAO:

- ❌ Ahorro y conservación del agua **y la energía**
- ❌ No degradar el medio ambiente
- ❌ Viabilidad económica: privada y pública (implica selección de los mejores proyectos)

- **CUESTIONES DONDE INCIDE**

- Adecuación de los equipamientos
- Técnicas de programación de riegos (S.A.R.)
- Operación y mantenimiento del riego en parcela

- La modernización es una condición necesaria para ahorrar agua pero no es suficiente

Consolidación y Mejora

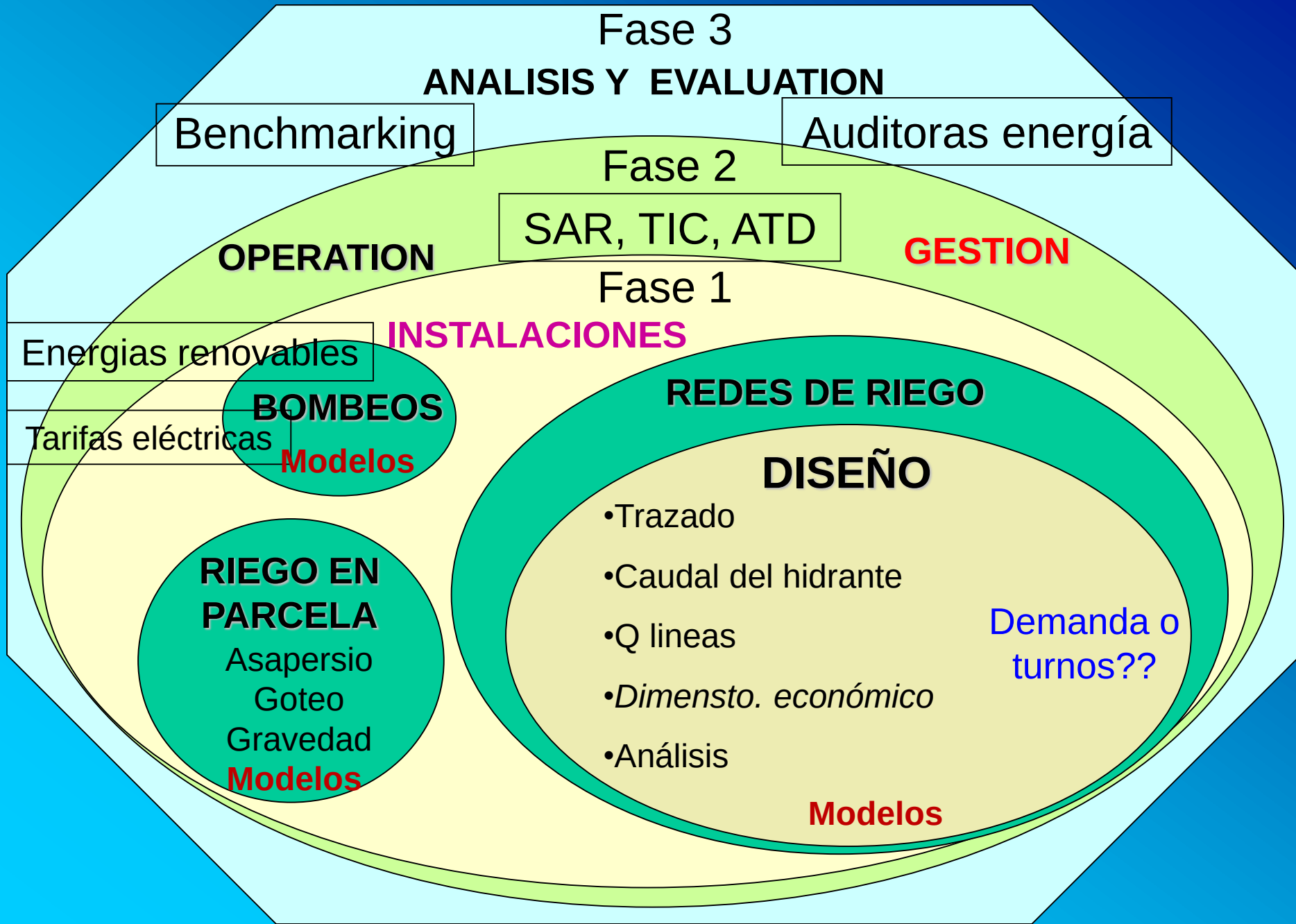
- **CONSOLIDACIÓN:** cualquier actuación sobre una zona regable, o una parte de la misma, orientada a **corregir y superar eventuales deficiencias** en los recursos hídricos, suelo y/o reducir o eliminar afecciones ambientales
- **MEJORA:** cualquier modificación en los elementos, organización, infraestructura, equipos, etc. de una zona regable, para conseguir el **mejor cumplimiento de su propio funcionamiento**

MODERNIZACIÓN

Actuaciones concretas

- Conservar y mejorar la estructura hidráulica
 - ✂ 1UM en conservación ahorra 10 UM en reparación
- Ahorrar agua: ↑ Ea en transporte y distribución
- Hacer redes a turnos optimizados
- Dar mejor servicio al agricultor
 - ✂ Disponer del agua en horario razonable
 - ✂ Cantidad y calidad acorde con necesidades del cultivo
 - ✂ Formación permanente del regante y transferencia de tecnología (crear los organismos necesarios)
- Medir agua y cuando se consume
- Pasar a sistemas de riego más eficientes
- Un mínimo de automatización para la gestión.

ACTUACIONES EN LA MODERNIZACIÓN DE ZONAS REGABLES



A large center pivot irrigation system is shown in operation over a vast agricultural field. The system consists of a long metal structure with multiple truss-like supports, supported by a series of wheels. Water is being distributed through a network of pipes and nozzles, creating a fine mist over the crops. The field is filled with rows of young green plants, likely corn, growing in reddish-brown soil. In the foreground, several white plastic mulch containers are visible along the rows. The sky is overcast and grey.

5. Nuevas tecnologías de riego

Nuevas tecnologías del riego

- Su incorporación a los regadíos para mejorar la **eficiencia** de aplicación de agua y optimizar la **utilización de los recursos** viene impuesto, entre otros, por:
 - ✂ Una disminución del agua disponible para riego (demanda urbana e industrial y del medio natural).
 - ✂ La necesidad de reducir los costes de producción.
 - ✂ La contaminación y el deterioro del medio por un mal manejo del agua o el uso desmesurado de la misma, es un coste que hay que empezar a pagar,



La evolución del regadío



Principales avances tecnológicos en riego por superficie

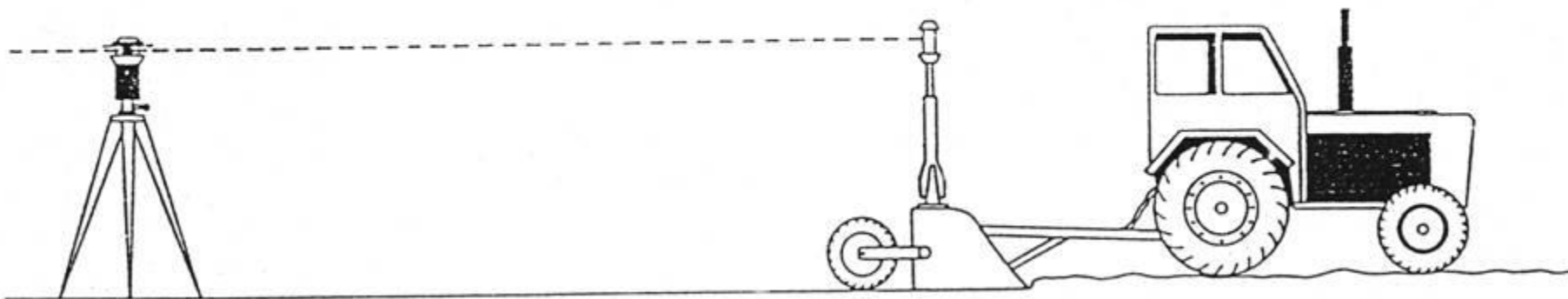
- Utilizar las técnicas de nivelación con láser
- Utilización de modelos de simulación (SRFR).
- Técnicas de recorte de caudal en los sistemas de escurrimiento,
- En surcos
 - ~~✗~~ el uso de sifoncillos,
 - ~~✗~~ el riego a pulsos



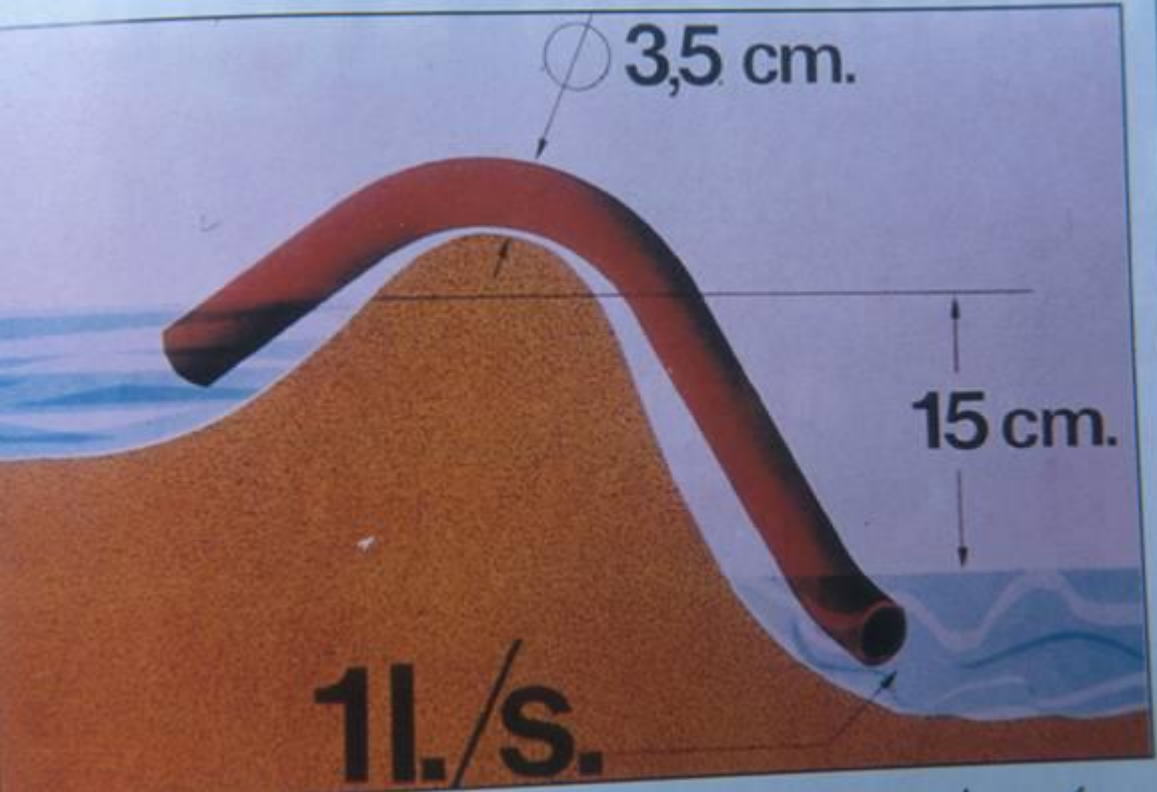
EMISOR

RECEPTOR

CONSOLA DE CONTROL

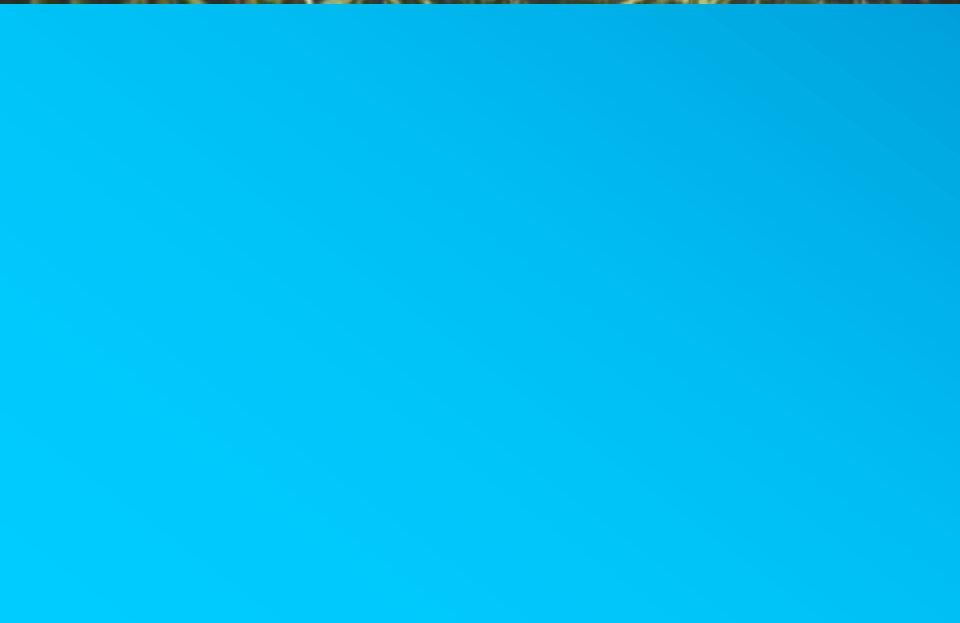
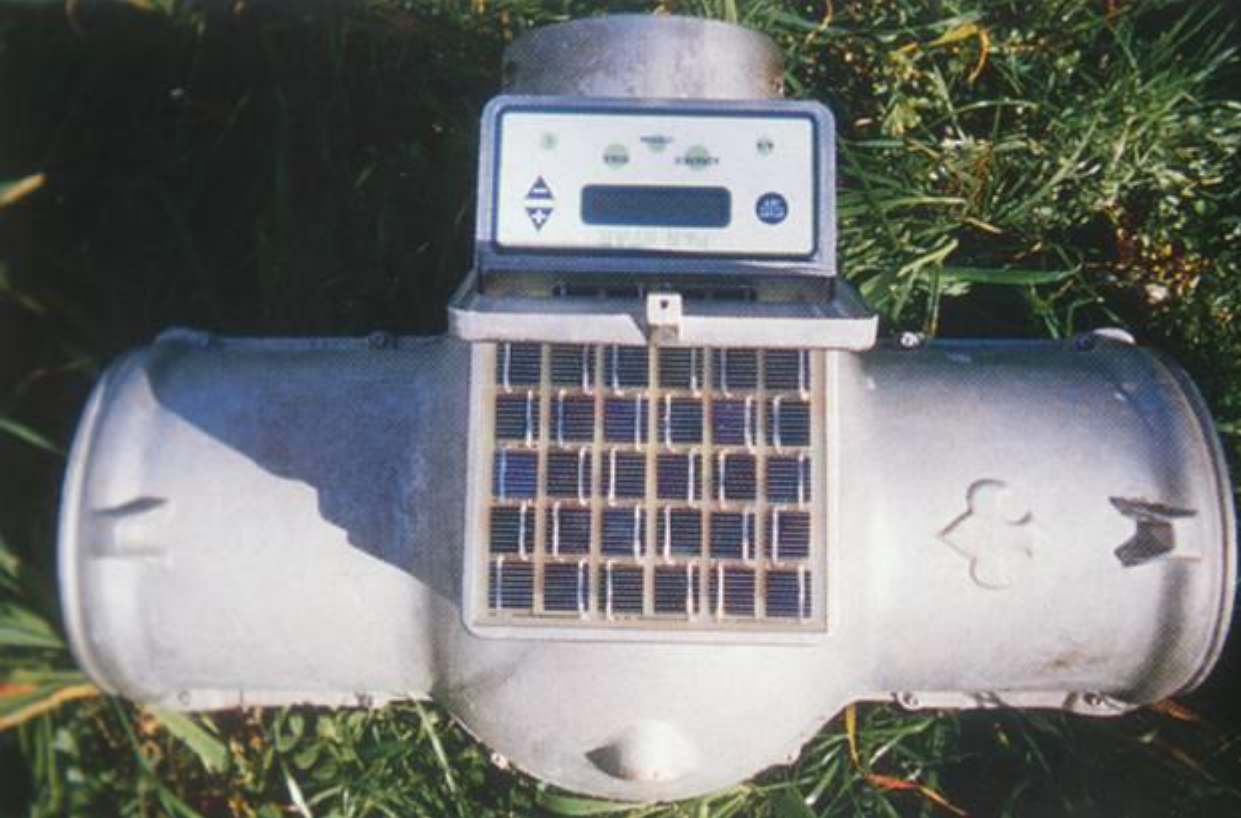






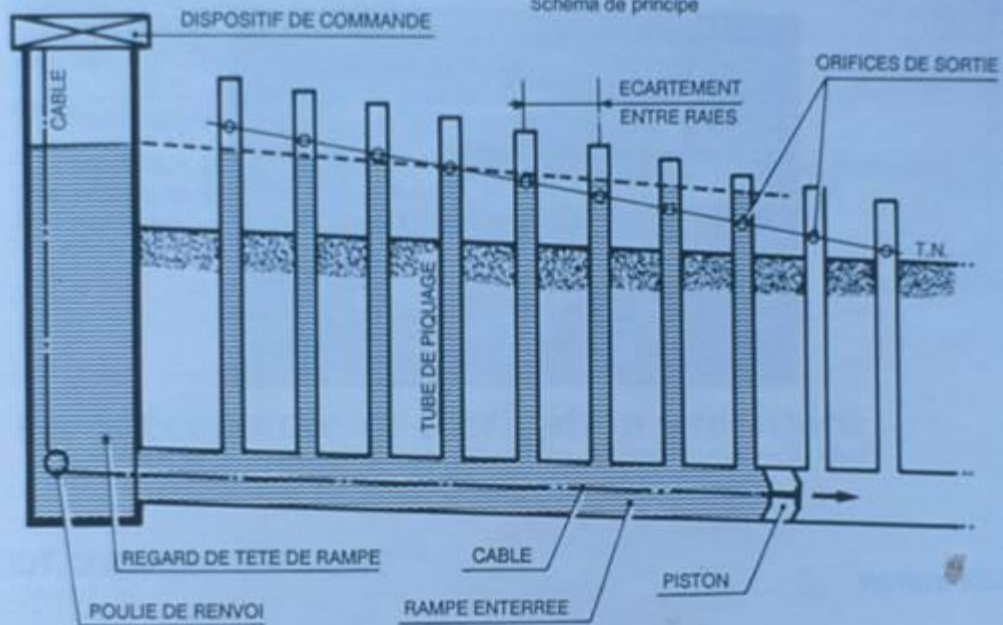






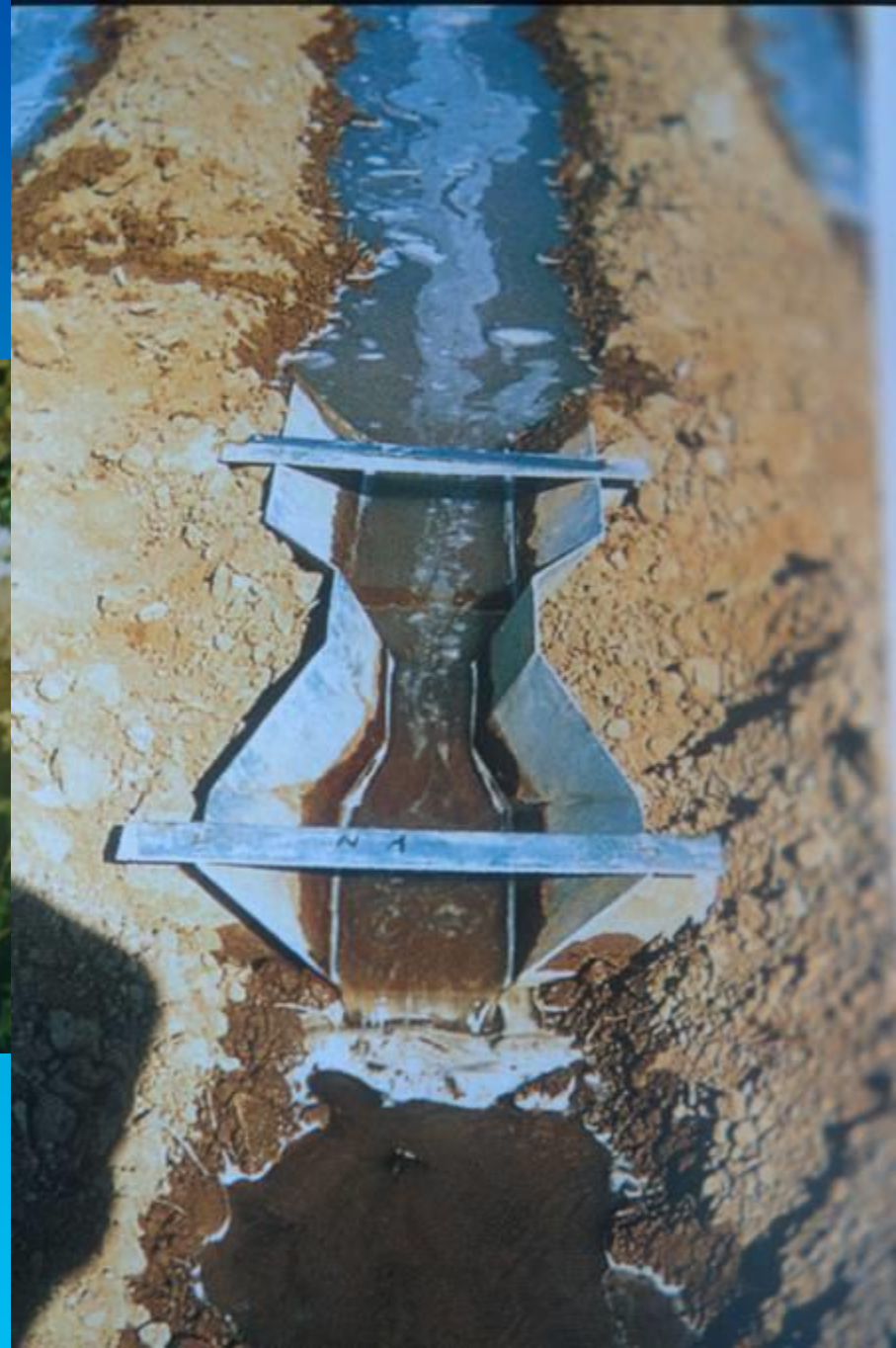


TRANSIRRIGATION
AVEC RAMPE ENTERREE
Schéma de principe



Situaciones problemáticas más frecuentes en riego por gravedad

- Excesiva parcelación de la tierra
- Baja eficiencia de riego
- Riego nocturno y en fin de semana (relevo generacional)
- Elevado tiempo de riego (3 a 6 h por ha)
- Falta de nivelación del terreno (10-20% mas agua) (nivelar con láser cada 2 a 4 años)
- Problemas para dar riegos ligeros (25-50 mm en surcos, 80 mm mínimo en canteros)
- Dificultades para programar el riego



Adecuación en el sistema de aplicación

- Mejora **nivelación** de unidades de riego
- Aumento de la **superficie** de las unidades de riego
- Aumento del **caudal** de riego
- Reducción del **horario** de riego
- **Revestimiento** de canales o uso de tuberías
- Actualización de la **red viaria** de la zona regable
- **Modernización integral** de la zona (pasar a riego presurizado)



Principales avances tecnológicos en riego por aspersión

- La mecanización y automatización del riego (pivote o lateral en la misma máquina)
- Adecuado diseño de los emisores
 - ✗ Máximo alcance
 - ✗ Tamaño de gota medio (entre 1,5 y 4 mm),
 - ✗ Mínima presión de trabajo
- Aprovechar riego nocturno
 - ✗ Menores pérdidas, menor coste energía, menos viento



ROTATOR



SPINER



SPRAYHEAD



WOBBLER



LEPA

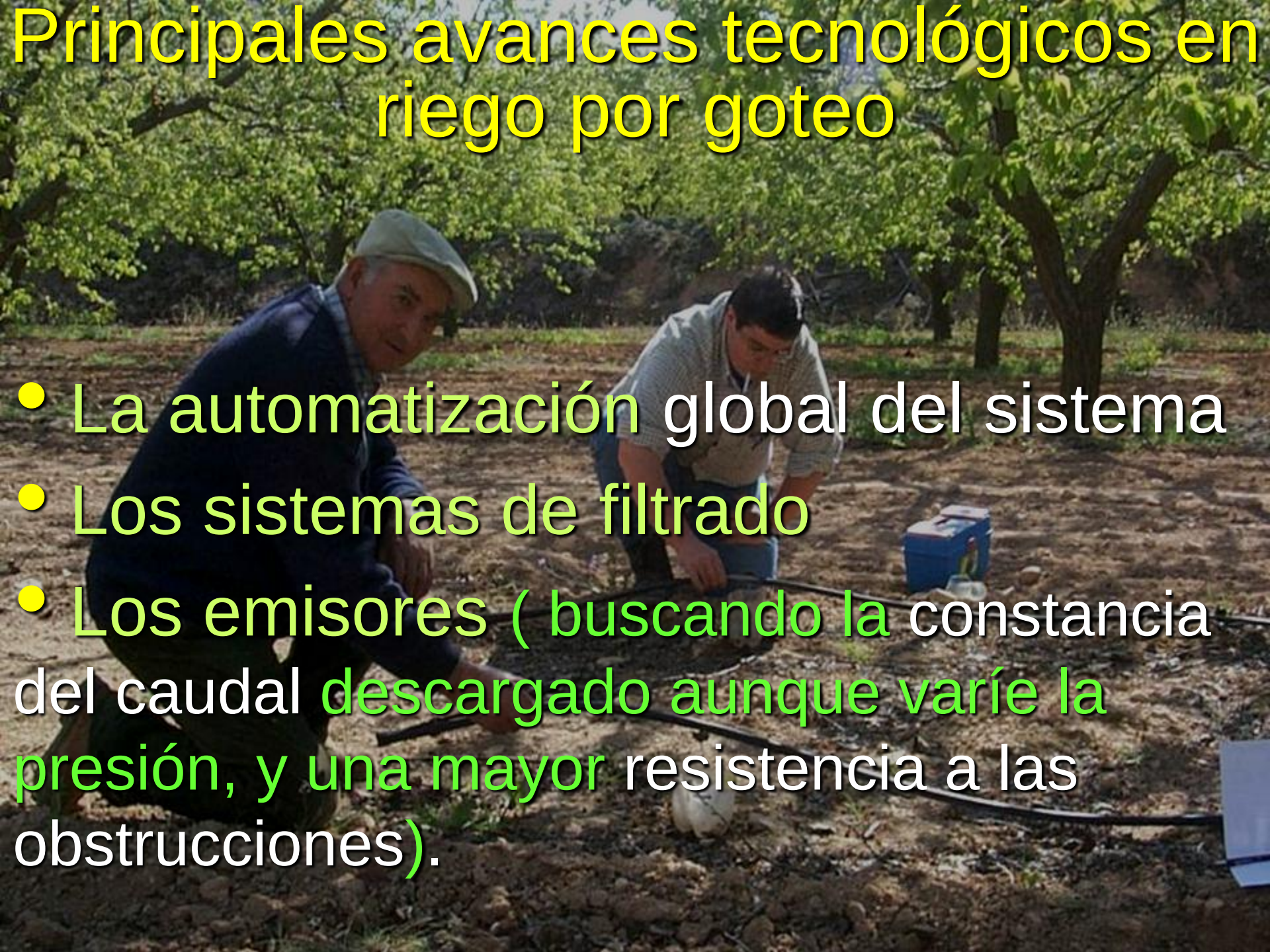


Elección del sistema de aspersión

- El más interesante es el **PIVOTE**
- En parcelas pequeñas o irregulares se adaptan mejor los **sistemas fijos**
- **Laterales móviles** en parcela rectangular (mayor inversión y peor manejo)
- **Laterales mixtos** (long. 300 - 350 m) gran movilidad y adecuación a parcelas irregulares
- **Cañones (y alas sobre carro)** para riego de apoyo

Principales avances tecnológicos en riego por goteo

- La automatización global del sistema
- Los sistemas de filtrado
- Los emisores (buscando la constancia del caudal descargado aunque varíe la presión, y una mayor resistencia a las obstrucciones).

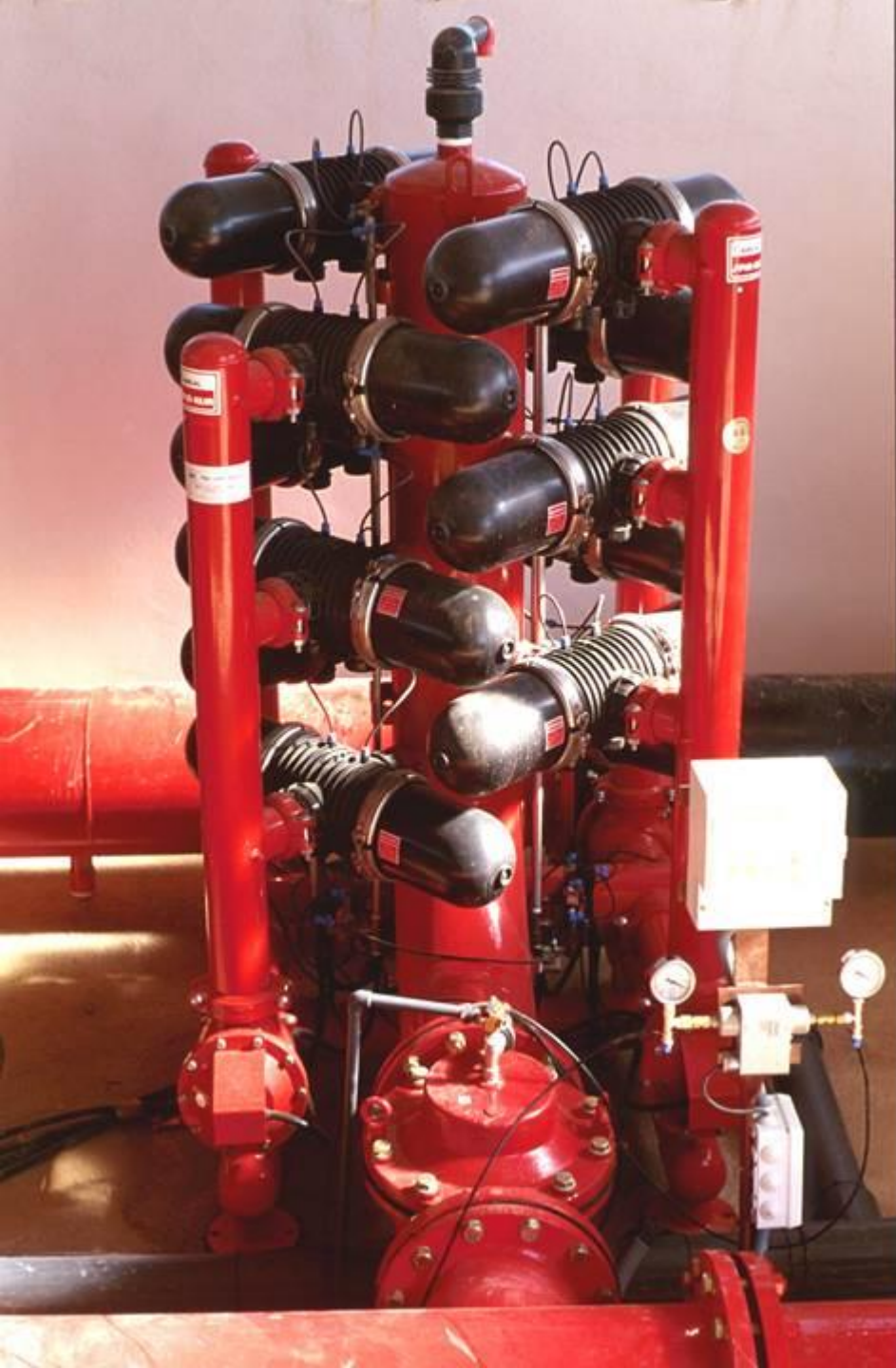


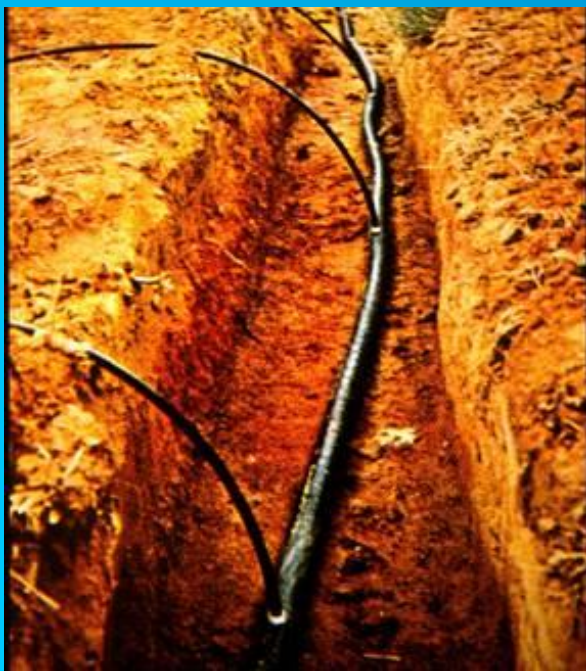
RIEGO LOCALIZADO (Goteo)

Las instalaciones

- Deben estar bien : seleccionadas, diseñadas y manejadas. (cuidado con las obstrucciones)
- Posibles puntos débiles:
 - ❌ Calidad y características de los materiales
 - ❌ Diseño agronómico
 - ❌ Diseño hidráulico
 - ❌ Manejo y conservación del sistema
- Los aspectos económicos deberían ser secundarios

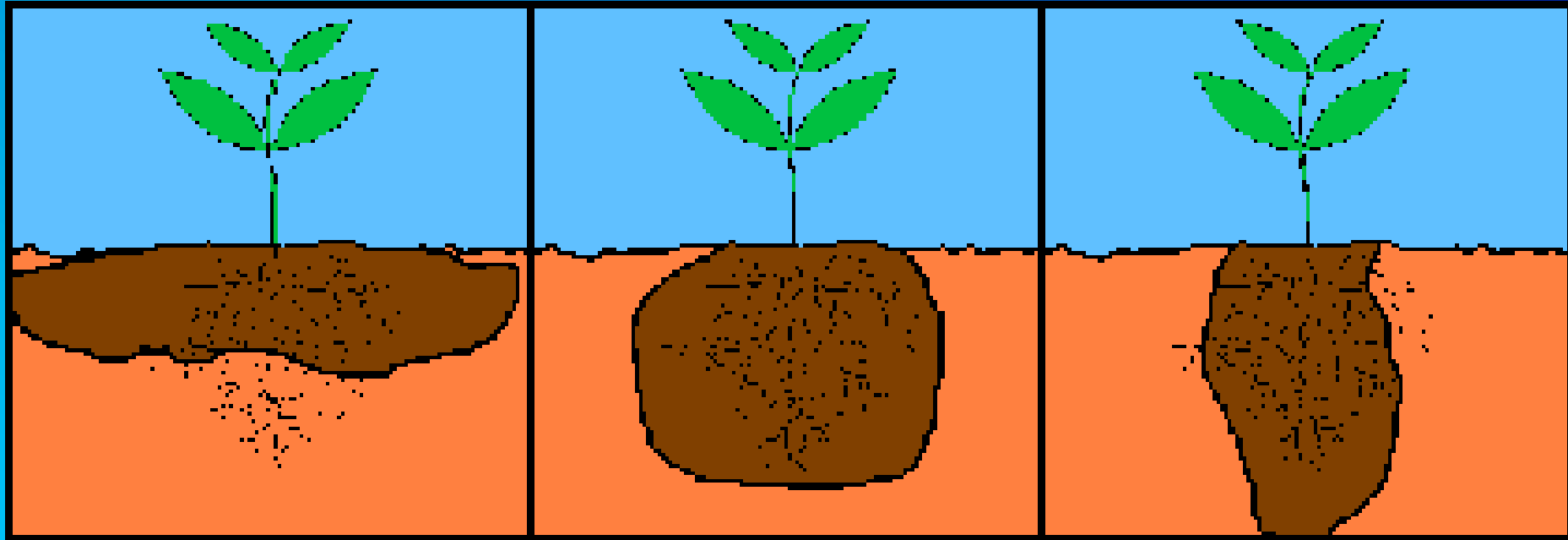
EL RIEGO LOCALIZADO TAMBIÉN
PUEDE SER POCO EFICIENTE







Calidad del riego



Suelo arcilloso

Suelo franco

Suelo arenoso





Integración de esfuerzos para un regadío sostenible

LOS SERVICIOS DE ASESORAMIENTO (SAR)
PARA LA GESTIÓN Y USO DEL AGUA Y LA
ENERGÍA EN EL REGADÍO

SIAR: TERRITORIO DE ACTUACIÓN

Región semiárida

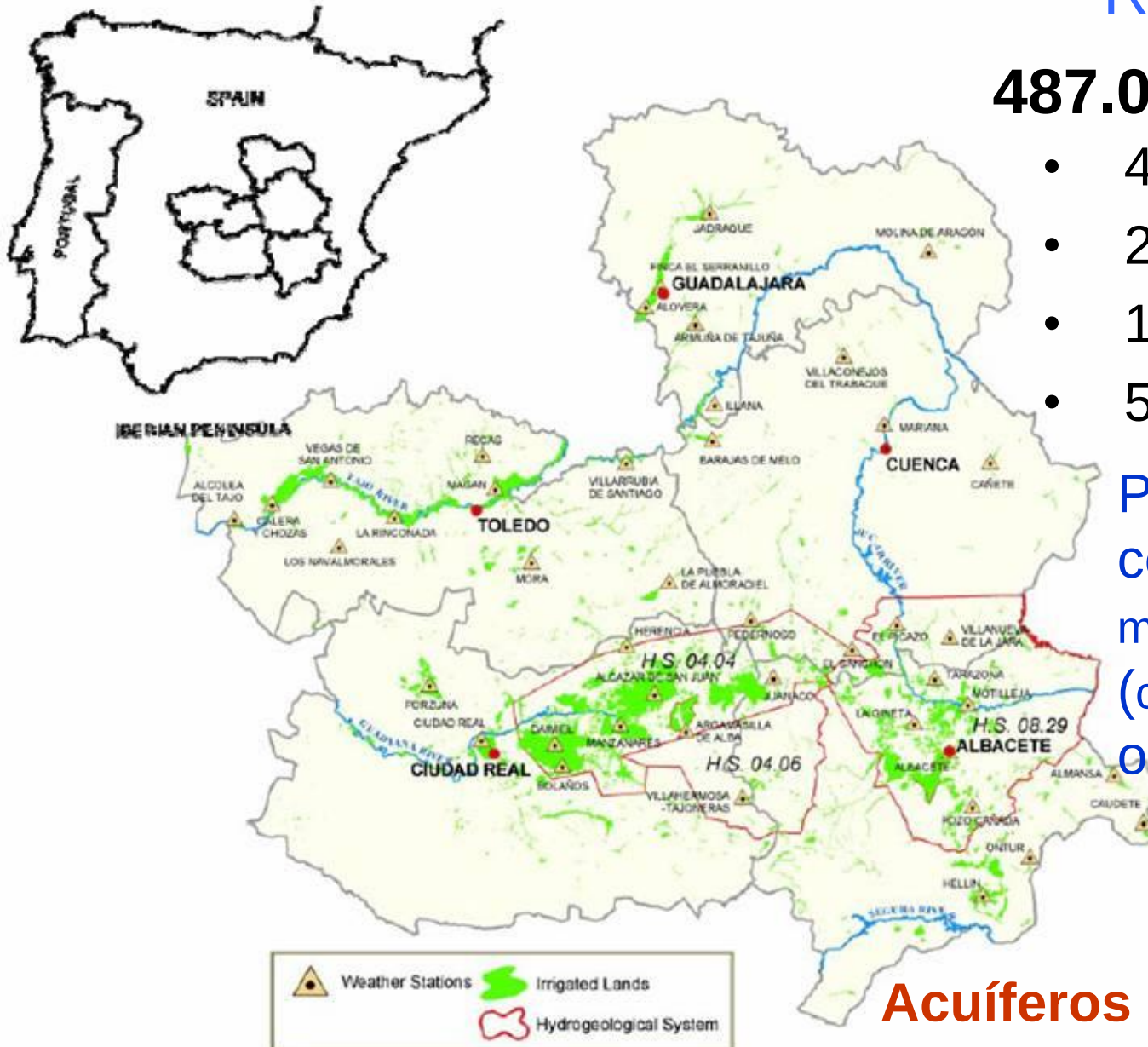
487.000 ha regadas

- 4% R. superficie
- 22% Aspersión fija
- 18% Pívor
- 56 % goteo

Principales cultivos:
cereales (cebada, trigo, maíz), hortícolas (cebolla, ajo, ...), viña, olivo, almendo.

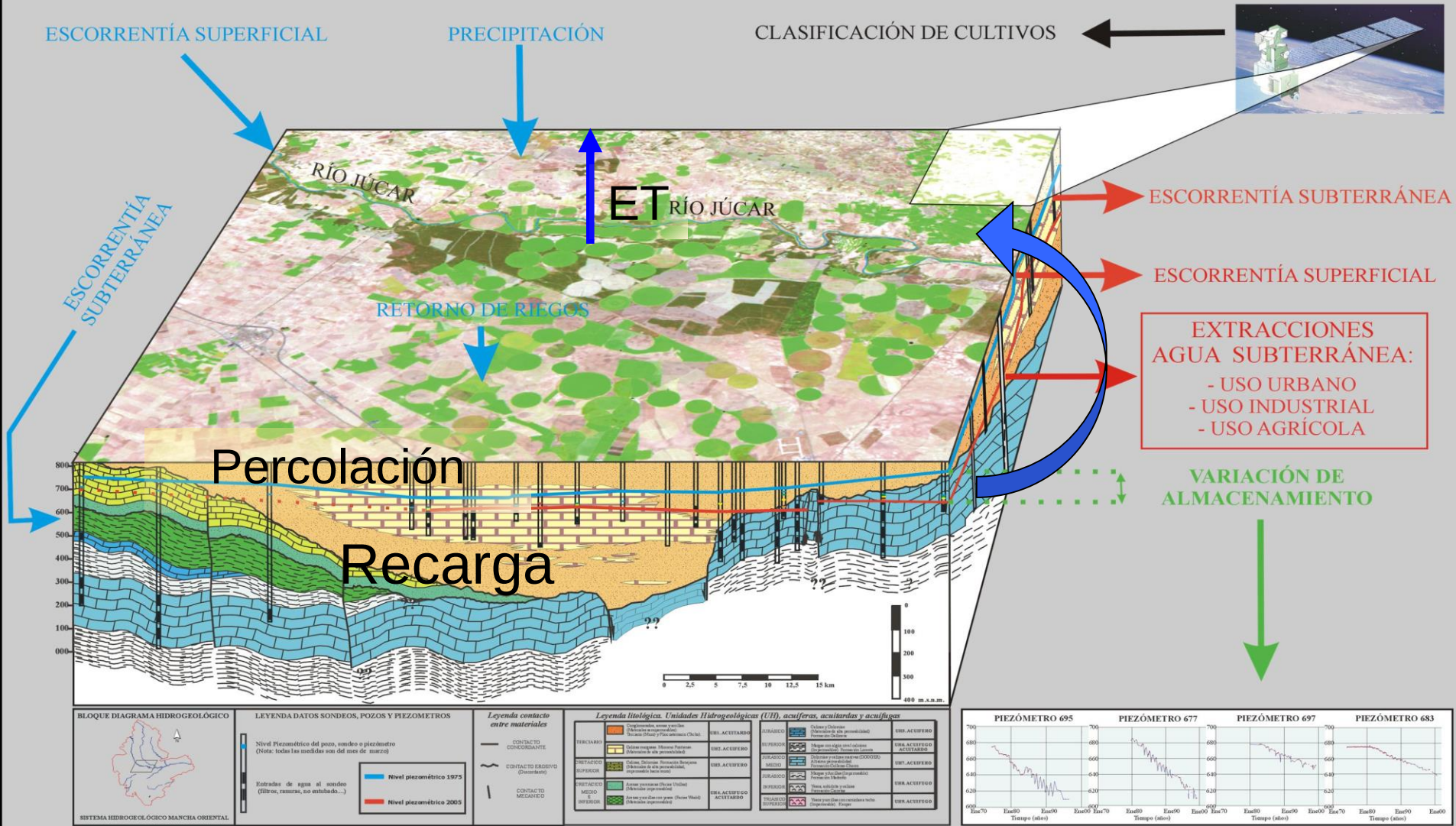
Escasez de agua
Energía cara

Acuíferos sobreexplotados



Agua (escasez-calidad) Energía (cara)

Sobreexplotación de acuíferos



Principales problemas y restricciones

- La baja disponibilidad de agua para riego debido a:
 - ✗ alta frecuencia de los períodos de sequía
 - ✗ restricciones ambientales
 - ✗ presión para la asignación de agua a las regiones situadas aguas abajo en las cuencas fluviales.
- Sobreexplotación de los recursos hídricos subterráneos.
- Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas (nitratos)
- Alto precio del agua debido a los costos de energía
- Baja productividad económica del agua en las explotaciones agrícolas
- Falta de información y formación de los usuarios finales sobre el uso de la tecnología existente para la gestión eficiente del agua y la energía

Soluciones

- Incrementar la **productividad del agua** de riego mediante herramientas DSS, modelos y dispositivos para la mejora de la rentabilidad para los agricultores y la gestión del agua y la energía en el riego
- ¿Qué herramientas y modelos de DSS?

Soluciones

- 1. Servicios de Asesoramiento al Regante (SAR)
- 2. Auditoria y análisis del agua y la energía (Benchmarking)
- 3. Diseño y manejo de los sistemas de riego
- 4. Determinación del plan óptimo de cultivos
- 5. Herramientas de SIG para la gestión de zonas regables
- 6. Teledetección de muy alta resolución

SOLUTION 1. Servicios de Asesoramiento al Regante (SAR)

- Asesorar en el diseño y manejo de **sistemas de riego**
- Difusión de las necesidades de agua de los cultivos y programación de riegos. (Red de estaciones meteorológicas)
- La **capacitación de los agricultores**. Ayuda para la toma de decisiones (operar conjuntamente con los agricultores)
- **Transferencia de herramientas para** ahorro de agua y la selección del plan de cultivo adecuado a nivel de explotación.
- Utilizar **técnicas de benchmarking** para evaluar el funcionamiento de las zonas de regadío
- Utilizar **plataformas Web-GIS** para llevar a cabo la información y la transferencia de tecnología a los usuarios finales en un proceso de retroalimentación

El Servicio Integral de Asesoramiento al Regante en Castilla-La Mancha (SIAR)



Principales objetivos de un SAR

- Ayudar a los agricultores a alcanzar un uso eficiente y racional de los recursos utilizados en el regadío (agua, energía, fertilizantes ...)
- Apoyo científico y técnico para hacer de la agricultura una actividad sostenible, compatible con el medio ambiente

Red de estaciones meteorológicas

Evaluación de las instalaciones de riego



Eddy
covariance



EL PROCESO DE IMPLANTACIÓN DE UN SAR

Estudios previos

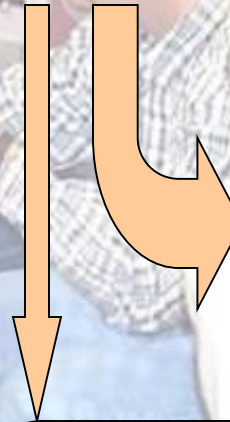


SIAR

**Programación
de riegos**

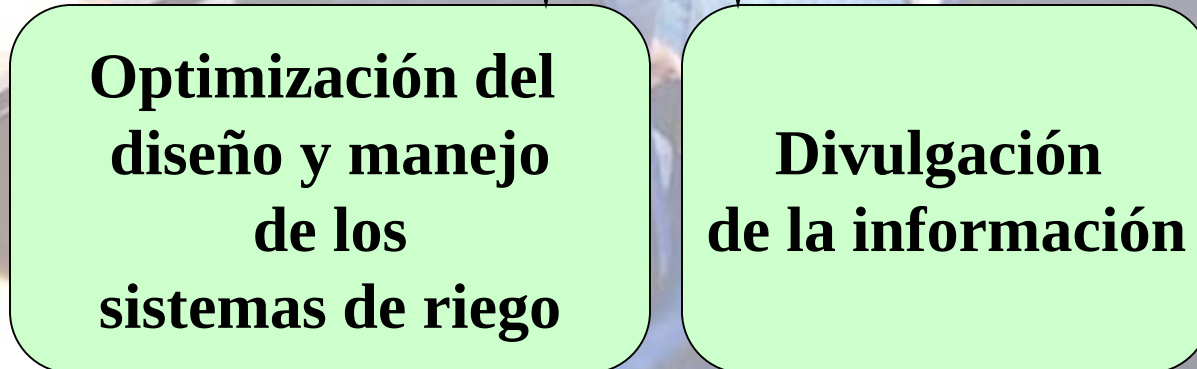


**Formación de
técnicos y regantes**



**Optimización del
diseño y manejo
de los
sistemas de riego**

**Divulgación
de la información**



ACTIVIDADES DEL SAR

- **SELECCIÓN** de agricultores más innovadores (parcelas piloto, cultivos, ...)
- **EVALUACIÓN** de las instalaciones de riego.
- **DIFUSIÓN** de la información, resultados y conclusiones (Página WEB, hojas divulgativas, charlas, ...)
- **FORMACIÓN** de los regantes.



Evaluación de las instalaciones de riego

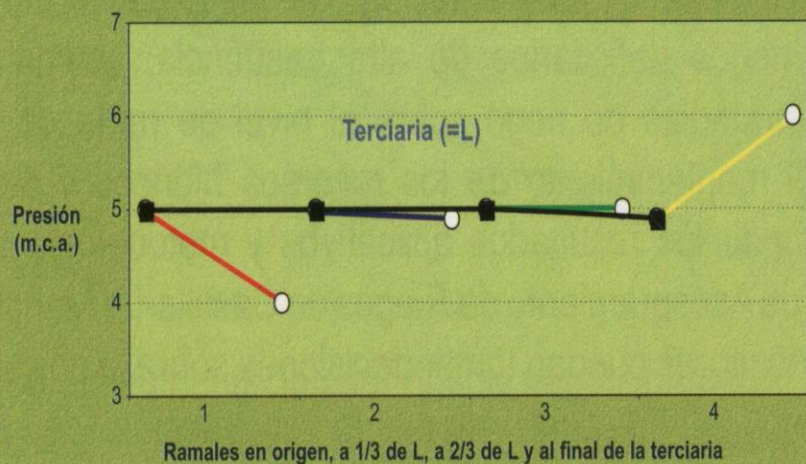


EJEMPLO DE EVALUACIÓN SISTEMA RIEGO LOCALIZADO



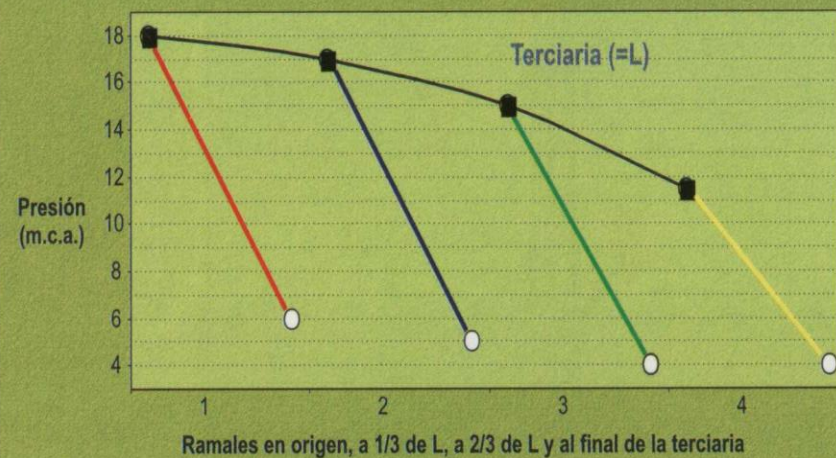
Instalación 1

Distribución de presiones. Instalación 1

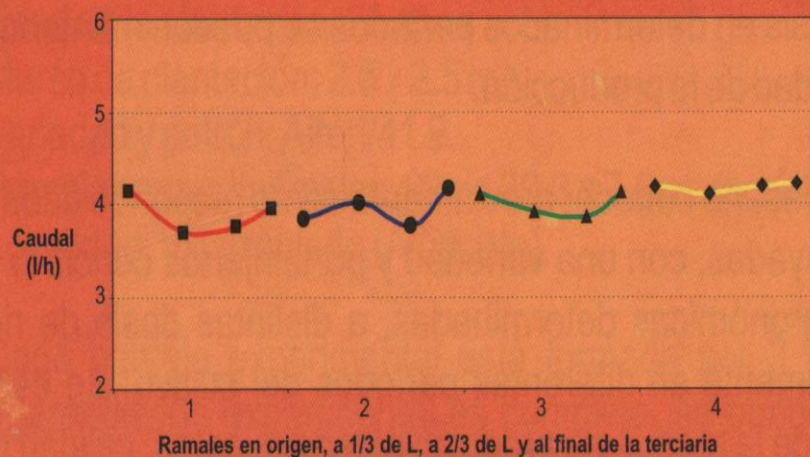


Instalación 2

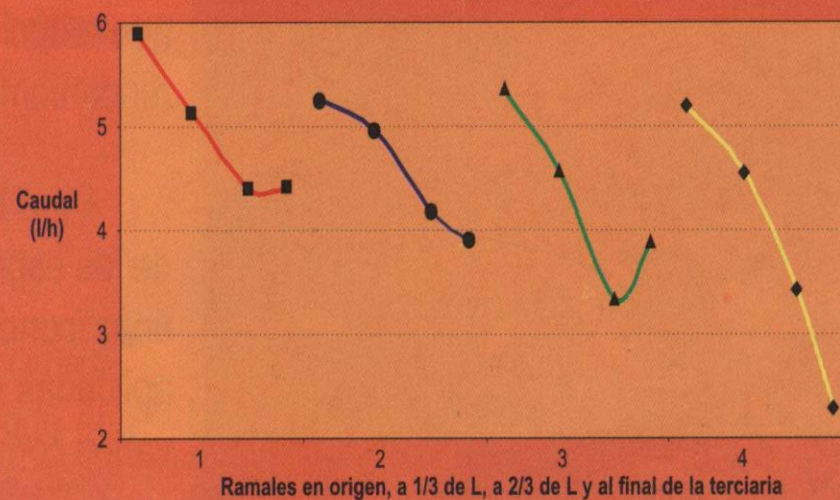
Distribución de presiones. Instalación 2



Distribución de caudal en los ramales. Instalación 1



Distribución de caudal en los ramales. Instalación 2



Servicios

Recomendaciones de Riego

Datos Meteorológicos

Publicaciones

Contacto

Programas

Fertilización Mineral

Necesidades Hídricas



INICIO



16 de Abril de 2010
INICIO RECOMENDACIONES DE RIEGO
CAMPAÑA 2010

- ¿Qué es el servicio integral de asesoramiento al regante (SIAR) de Castilla-La Mancha?
- ¿Cómo se gestiona el SIAR?
- ¿Qué servicios presta?
- ¿En qué zonas está implantado el SIAR?
- Cultivos sobre los que se asesora.
- ¿Qué información se suministra?
- ¿Qué medios utiliza para su difusión el SIAR?

Noticias Agro de Castilla-La Mancha

Graza View

- Barreda inaugura la Feria de los Sabores de la Tierra del Quijote
- Todo dispuesto para el III Concurso de Repostería Aplicada al Restaurante
- AGECAM y Cooperativas Agro-alimentarias Castilla-La Mancha inician este jueves una serie de jornadas sobre conservación
- El Gobierno regional publicará en breve la orden de la segunda destilación de alcohol de uso de boca
- Los Príncipes de Asturias respaldarán con su presencia la inauguración de la

Click Here: Top Stock Tweets

Web: <http://crea.uclm.es/siar>

SIAR. SERVICIO INTEGRAL DE ASESORAMIENTO AL REGANTE. 2010. Diseño y programación web.

SOLUCION 2. Auditoria y análisis del agua y la energía (Benchmarking)

- Evaluación de zonas regables
- Análisis energético de las instalaciones de riego

Analizador de redes eléctricas Potencia absorbida y factor de potencia



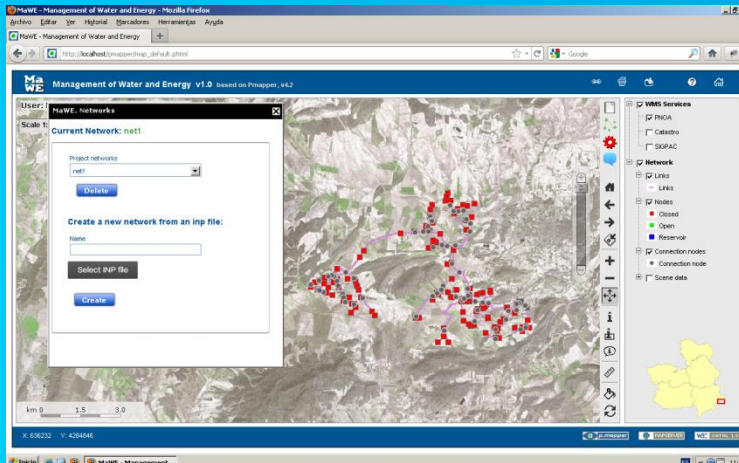
Caudalímetro de ultrasonidos Caudal

SOLUCION 2. Auditoria y análisis del agua y la energía (Benchmarking)

- Análisis energético de las instalaciones de riego
Software desarrollado para el análisis energético



Análisis de sondeos (AS) Análisis de estaciones de bombeo (MAEEB)



Software on-line a través de la Web para el análisis de redes colectivas de riego (MAWE)



Centro universitario de Castilla-La Mancha, en 2001, dependiente de la Universidad de Castilla-La Mancha, se dedica a la investigación y desarrollo de tecnologías que afectan al uso y aprovechamiento del agua.

El objetivo final de CREA es la creación de un centro de investigación y aplicación eficiente de los recursos hídricos con la finalidad de promover y aplicar entre las que destacan la promoción y ejecución de estas actividades docentes de formación básica y asesoramiento científico y técnico a las instituciones públicas y privadas y la creación de un fondo bibliográfico y documental especializado.



Agronomía del Agua



Economía y
Derecho del Agua



Gestión de recursos
Hídricos e



Humedales

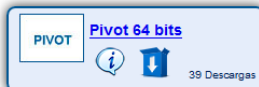


Ingeniería
Hidráulica

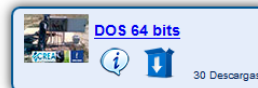
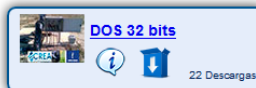
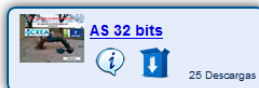
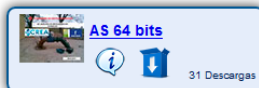


Limnología Aplicada
e Hidrología

Aspersión y Goteo



Bombeo



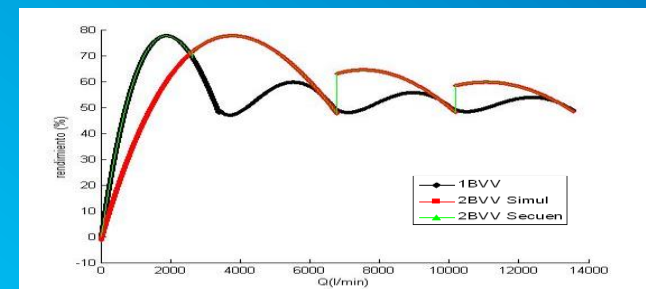
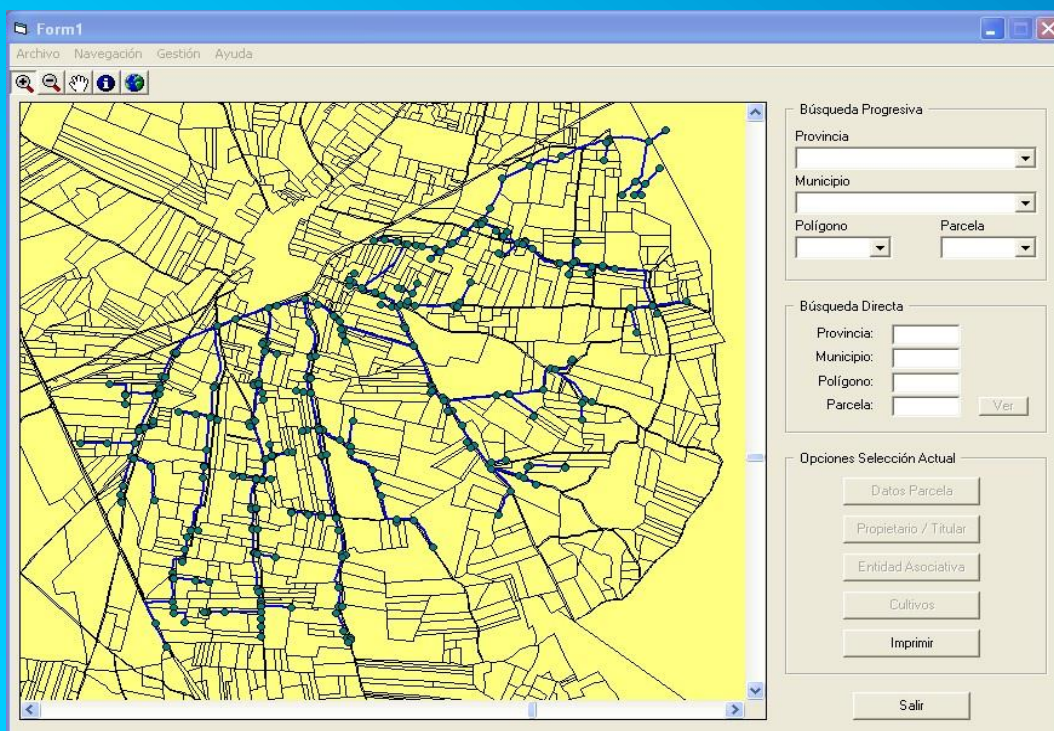
Utilidades



Web:
crea.uclm.es

SOLUCION 2. Auditoria y análisis del agua y la energía (Benchmarking))

Desarrollo de una plataforma Web-GIS, llamado MAWE para llevar a cabo una adecuada gestión de las redes de riego a gran escala (agua y energía)



SOLUCION 3. Diseño y manejo de los sistemas de riego

PRESUD herramienta para el diseño óptimo de riego por aspersión y por goteo para la óptima aplicación del agua con coste mínimo (inversión + operación)

PRESUD

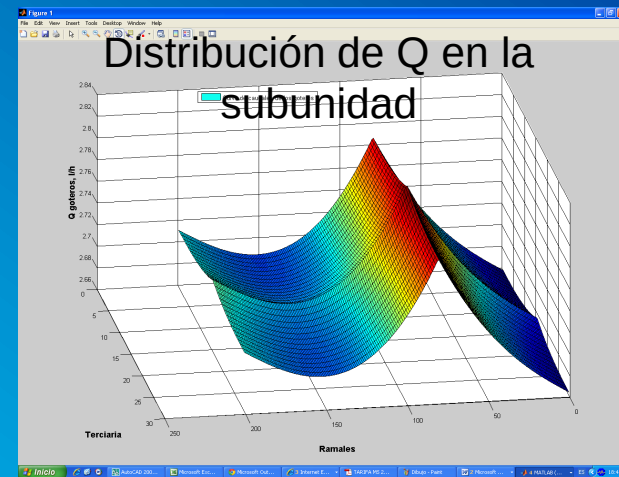
Autocad →

QGIS →

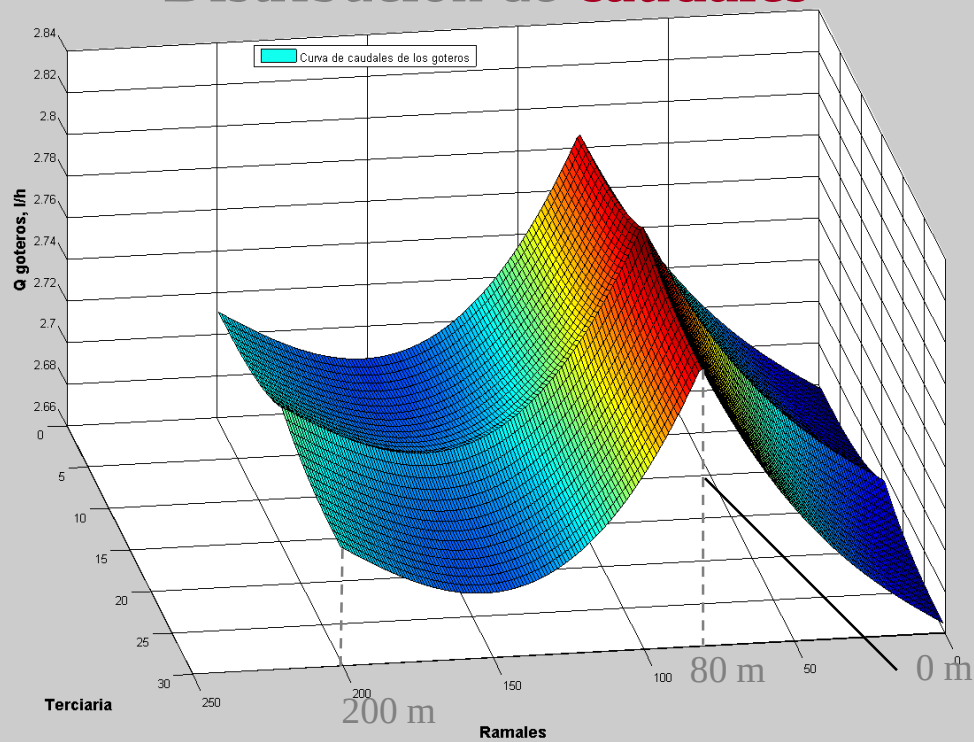
The screenshot shows the 'goteo01ventana' software interface. It includes input fields for 'Número de filas de cultivo' (30), 'S0(m)' (0), 'Separación goteos(m)' (1), 'Separación plantas(m)' (1), 'Pendiente terciaria(%)' (2), and 'Pendiente ramal(%)' (2). There are sections for 'Regulación' (Predim. or SI), 'Diámetro ramal' (PE12, PE16, or PE20), and 'Diámetro terciaria' (PE32, PE40, PE50, PE63, PE75, or PE90). It also has fields for 'Coef. emisor (x)' (0.47), 'K emisor' (0.759), 'Separación filas de cultivo(m)' (3), and 'CVqm (fabricante) (%)' (5). A 'Resultados' table is displayed on the right.

Resultados	
CU(%)	97.49
UD(%)	96.06
UE(%)	87.53
CVq(%)	5.2
Long. ramal ascendente (m)	0
Long. ramal descendente (m)	80
Long. terciaria ascendente (m)	0
Long. terciaria descendente (m)	87
Presión origen terciaria (m)	9.04
Caudal total (l/h)	5074
Caudal medio emisores (l/h)	2.09
Dif. caudales emisores (%)	14.16
Dif. presión subunidad(%)	30.28

Buttons: Comenzar, leer dxf, Calcular, Archivo, Nombrecapa.

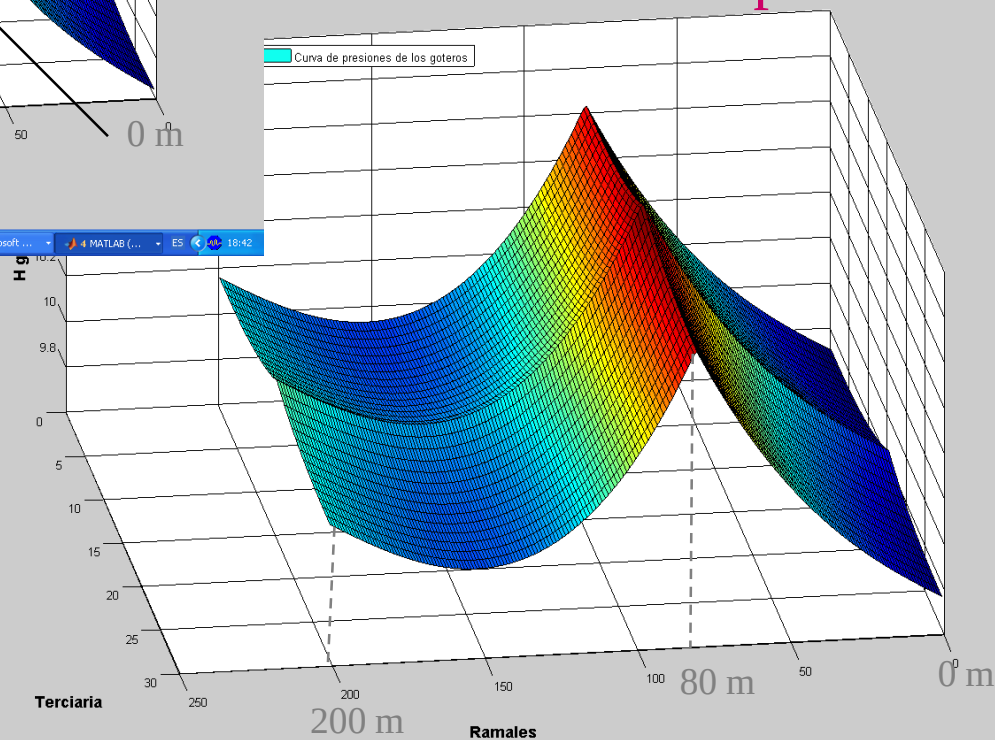


Distribución de caudales



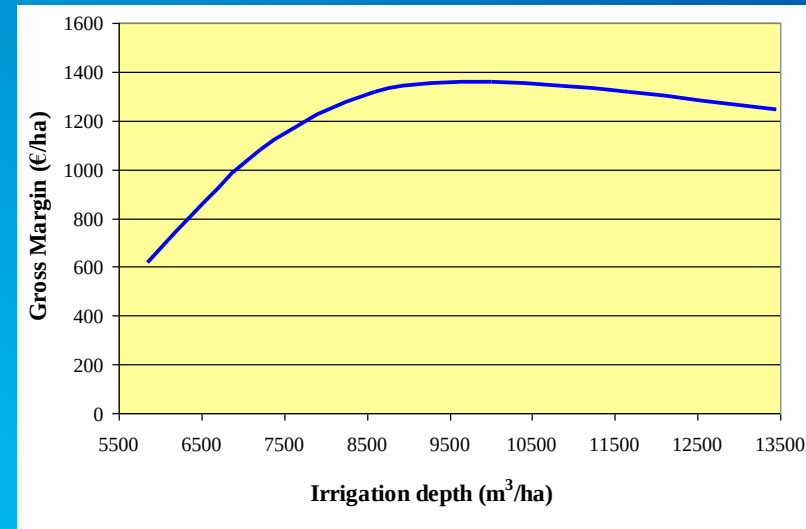
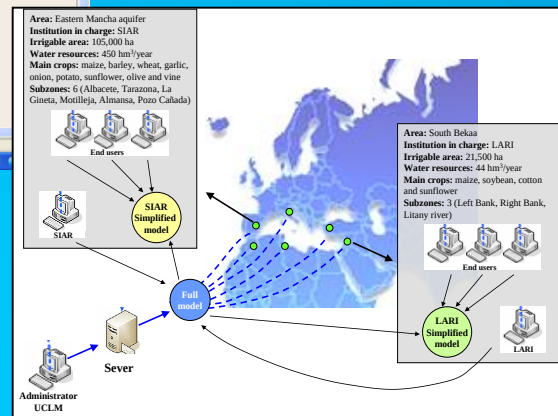
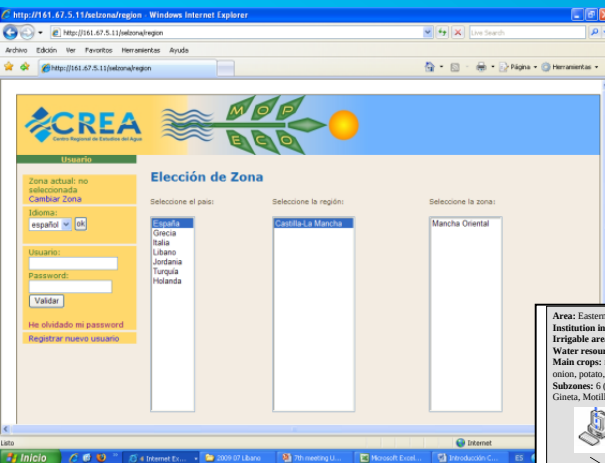
Pendiente del ramal: 1%
Pendiente de terciaria: 0%

Distribución de presiones



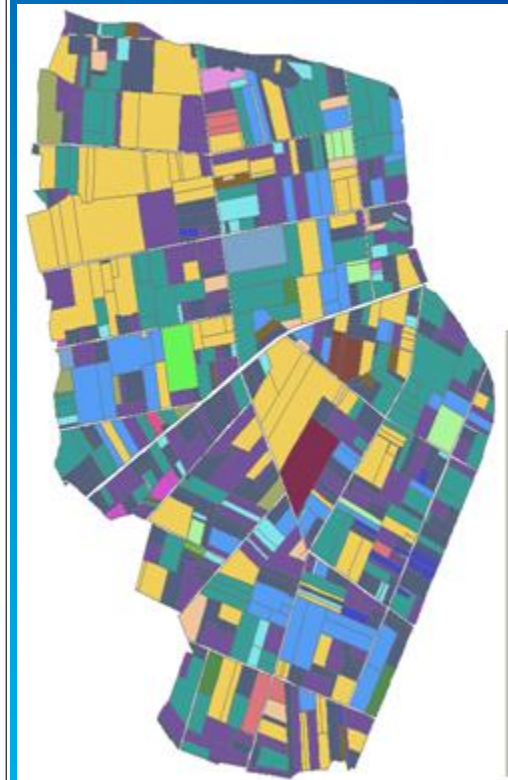
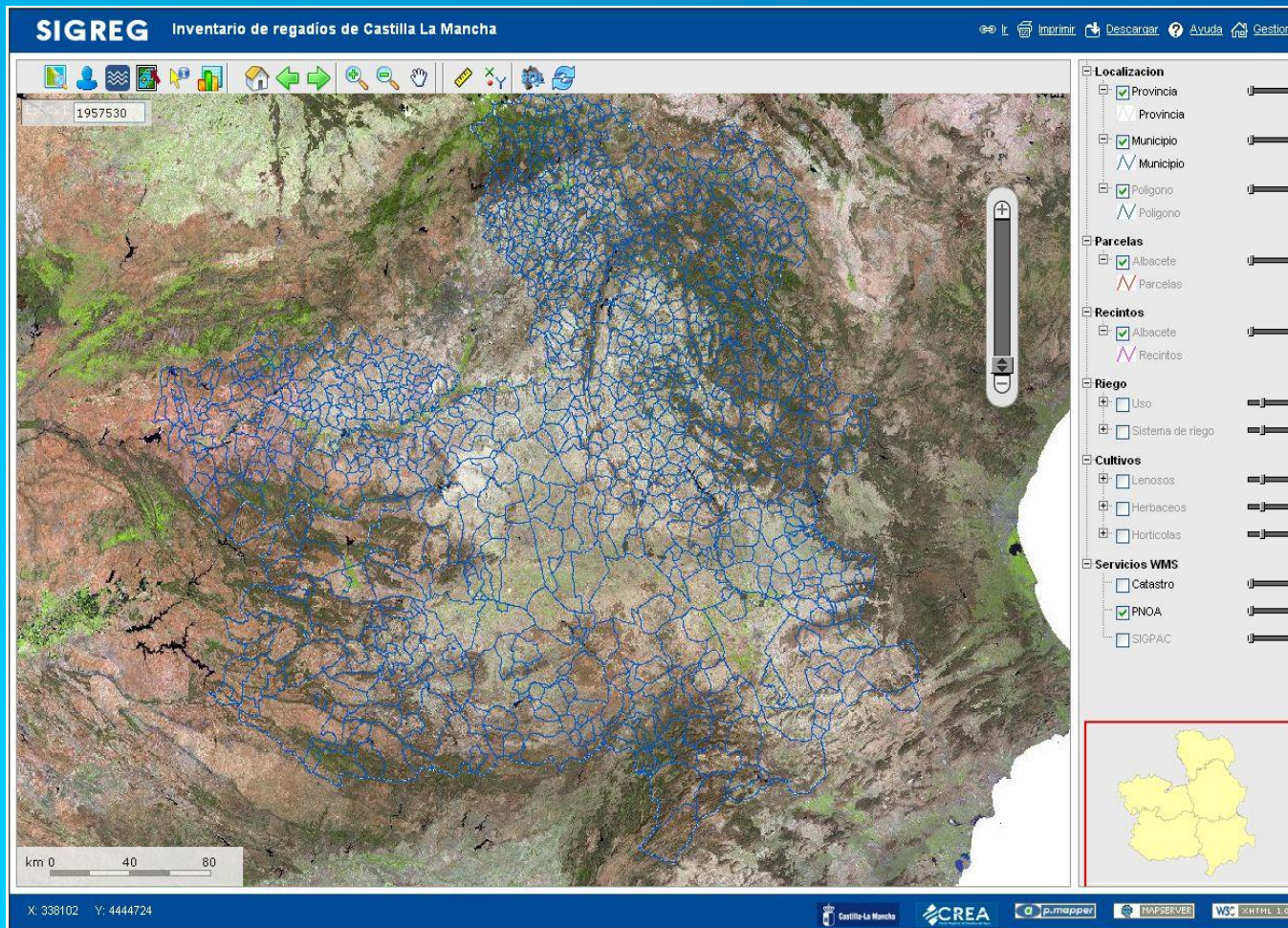
SOLUCION 4. Determinación del plan óptimo de cultivos

Desarrollo de una plataforma Web-GIS, llamada MOPECO para determinar el plan óptimo de cultivos, teniendo en cuenta el **riego deficitario controlado (RDC)** y las restricciones de cultivos, agua, el medioambientales, y socio-económicas



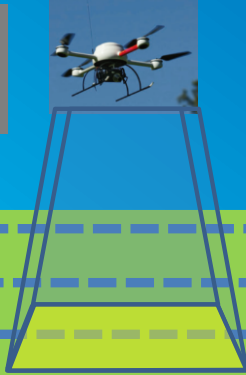
SOLUCION 5. Herramientas de SIG para la gestión de zonas regables

- SIGREG: Herramienta GIS desarrollada con software libre (pmapper, postgre, postGIS)



SOLUTION 6. Teledetección de muy alta resolución

Vehículos aéreos
no tripulados



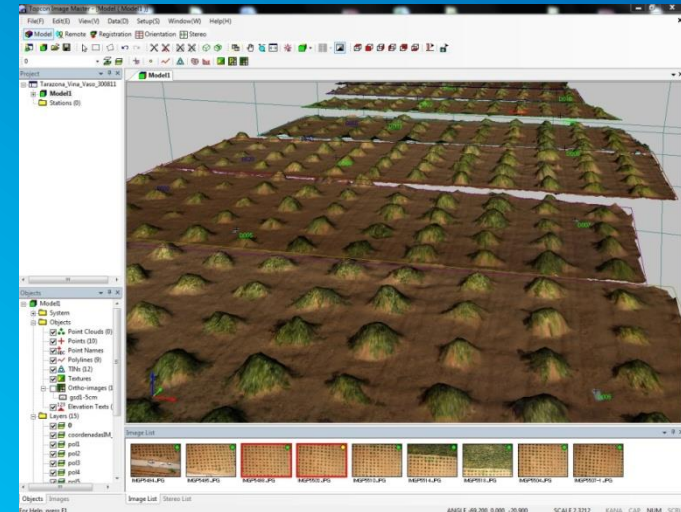
FARM



Crecimiento y
desarrollo de
cultivos ,
RGB y NDVI



Riego deficitario
controlado utilizando
imágenes térmicas



Producción de
biomasa

SOLUTION 6. Teledetección de muy alta resolución

- ✗ Desarrollo de software de planificación de vuelos
- ✗ Metodología para la georreferenciación de imágenes UAV
- ✗ Orthophotogrammetria

