



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA GENERAL  
DE AGRICULTURA  
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL  
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN  
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

**SUBDIRECCIÓN GENERAL DE REGADÍOS  
CAMINOS NATURALES E INFRAESTRUCTURAS  
RURALES**

JORNADA: “NUEVAS TECNOLOGÍAS (OXIGENO, HIDRÓGENO, BIM) PARA APLICACIÓN DEL RIEGO”

## ***ENERGÍAS ALTERNATIVAS PARA RIEGO PROS Y CONTRAS***

VALENCIA 20 y 21 septiembre 2023



[J. Manzano Juárez \(juamanju@agf.upv.es\)](mailto:juamanju@agf.upv.es)



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



CENTRO VALENCIANO DE  
ESTUDIOS SOBRE EL RIEGO



## Indice

- I. Necesidades energéticas en instalaciones de riego
- II. Energías alternativas
- III. Instalaciones solares fotovoltaicas

## Proceso de modernización



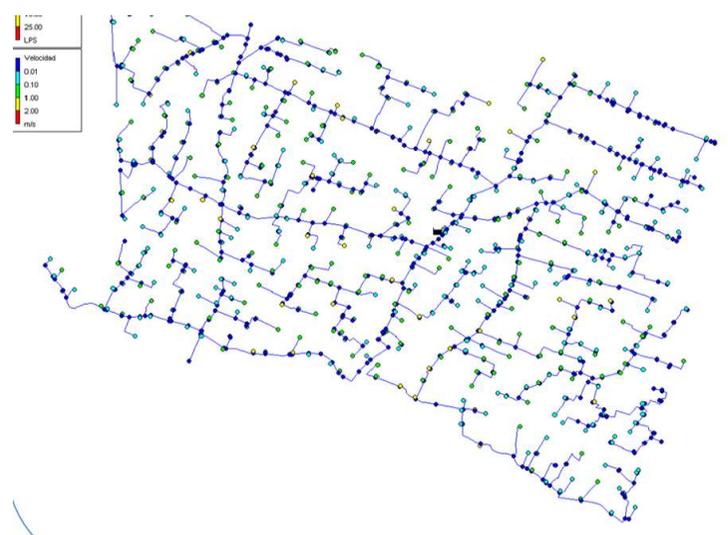
PMDR-Plan Choque: la inversión pública y privada en modernización de Regadíos superó 5000 10<sup>6</sup> € (MAPA-FENACORE), previsión del MAPA es superar los 2000 10<sup>6</sup> € de inversión en los próximos 5 años

# Desarrollo tecnológico continuado

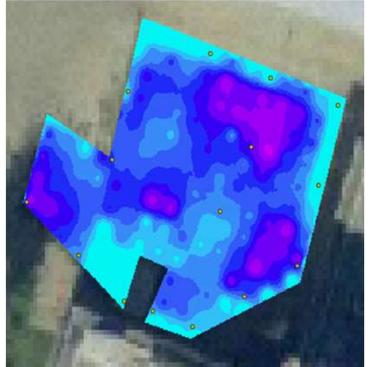
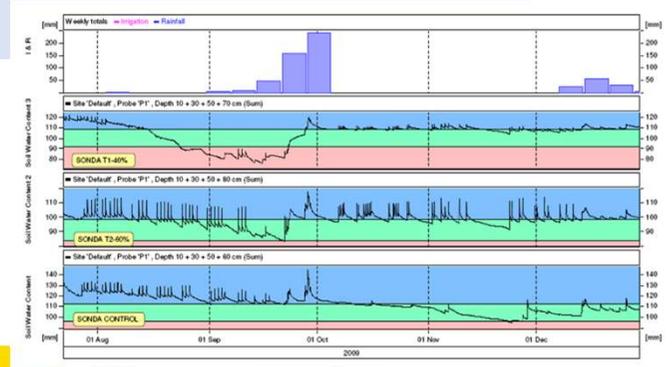
## Tecnologías y procedimientos maduros:

- Diseño y manejo de las infraestructuras hidráulicas con criterios económicos
- Métodos muy precisos para la programación del riego.
- Automatización total: monitoreo suelo-planta atmósfera, predicciones. Plataformas digitales en tiempo real
- Dispositivos de fertirrigación precisos
- Software de control y análisis. GIS, SCADA
- Regulación precisa de bombas (Variadores f.)

Red distribución



Sistemas de bombeo



Medición del estado hídrico

Métodos avanzados de programación

Asesoría al regante

Sistema de Información Agroclimática para el Regadío



# Desarrollo tecnológico continuado

## Tecnologías y procedimientos maduros:

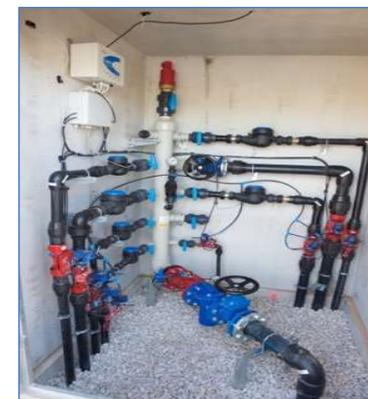
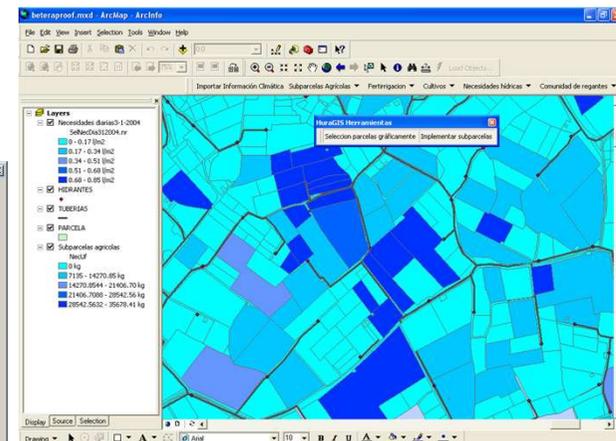
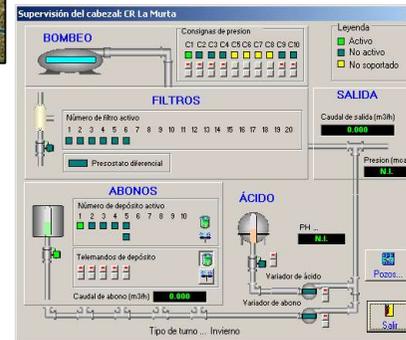
- Diseño y manejo de las infraestructuras hidráulicas con criterios económicos
- Métodos muy precisos para la programación del riego.
- Automatización total: monitoreo suelo-planta atmósfera, predicciones. Plataformas digitales en tiempo real
- Dispositivos de fertirrigación precisos
- Software de control y análisis. GIS, SCADA
- Regulación precisa de bombas (Variadores f.)



## Software de control y gestión

## Sistemas de fertirrigación

## Sistemas de control remoto



ENERGIAS ALTERNATIVAS PARA RIEGO. PROS Y CONTRAS

## Energía en riego ¿Demanda?

### Desglose de puntos de consumo

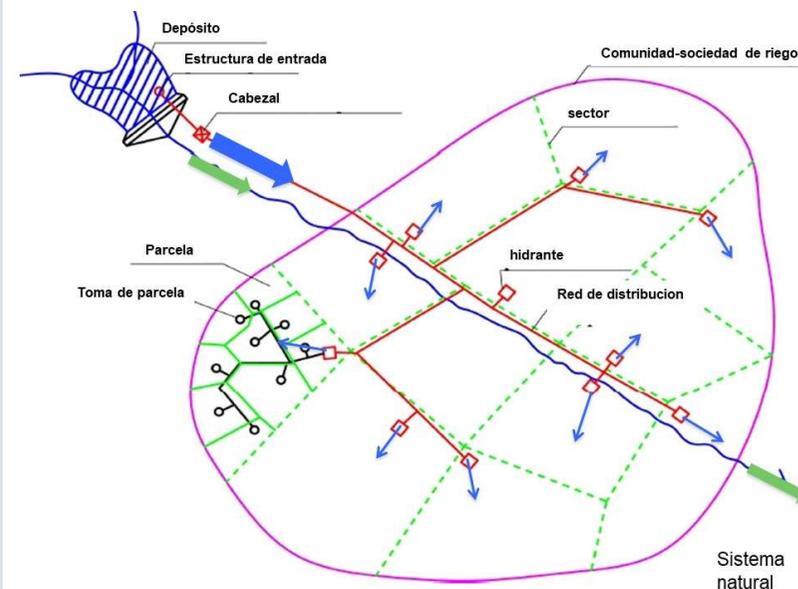
#### Energía suministrada al flujo de agua

- Emisores/subunidad de riego
- Hidrantes
- Valvulería
- Red de distribución

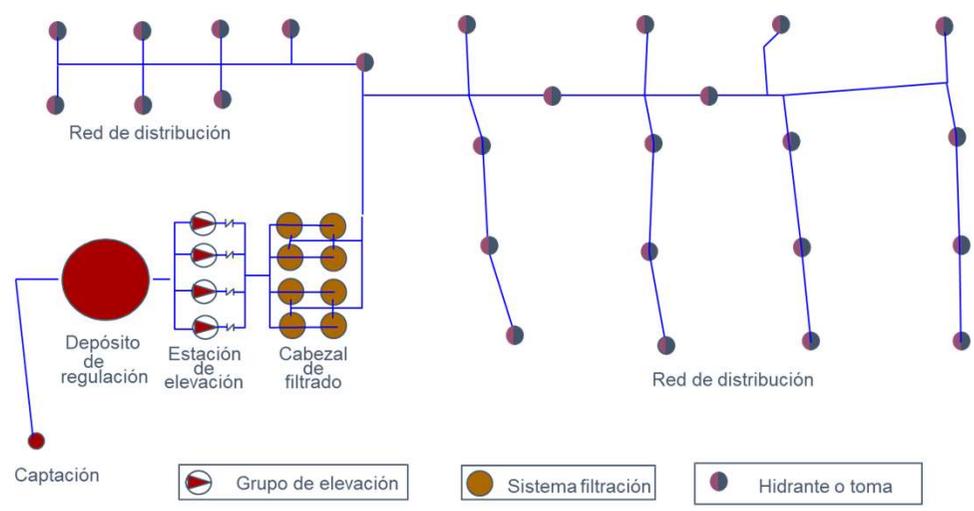
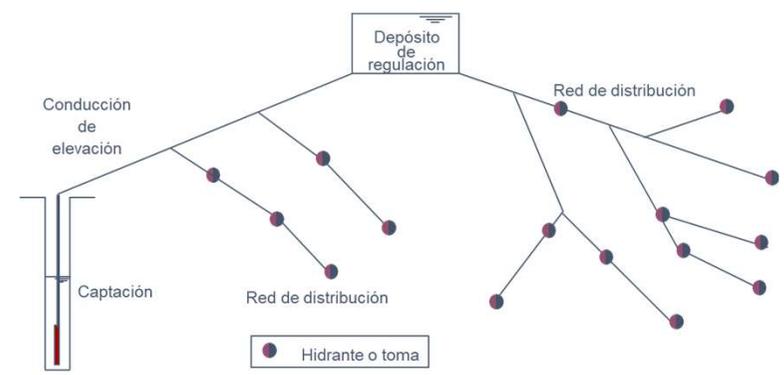
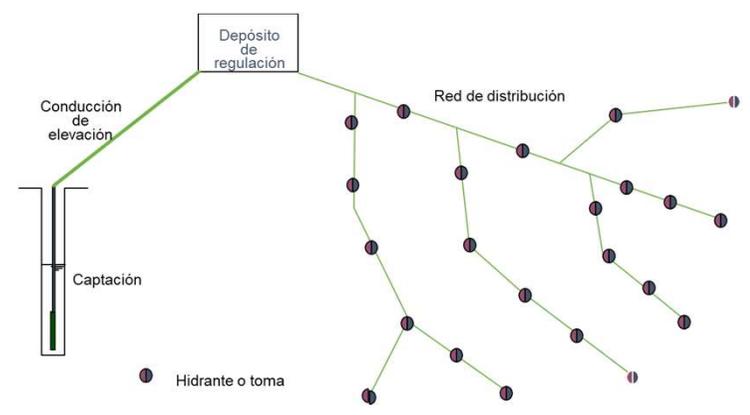
- Fugas?

#### Energía requerida para otras operaciones

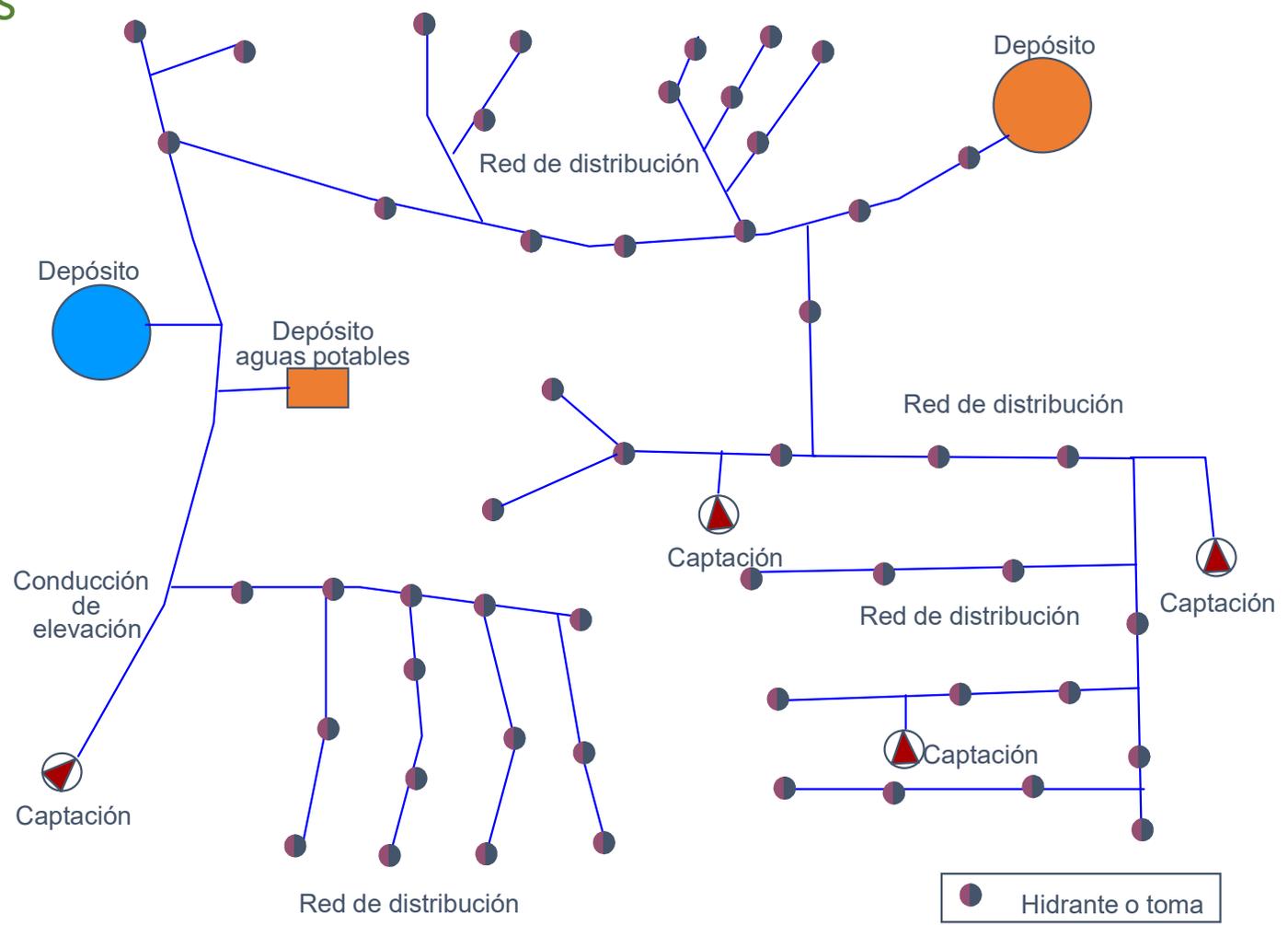
- Filtración
- Fertirrigación
- Automatización



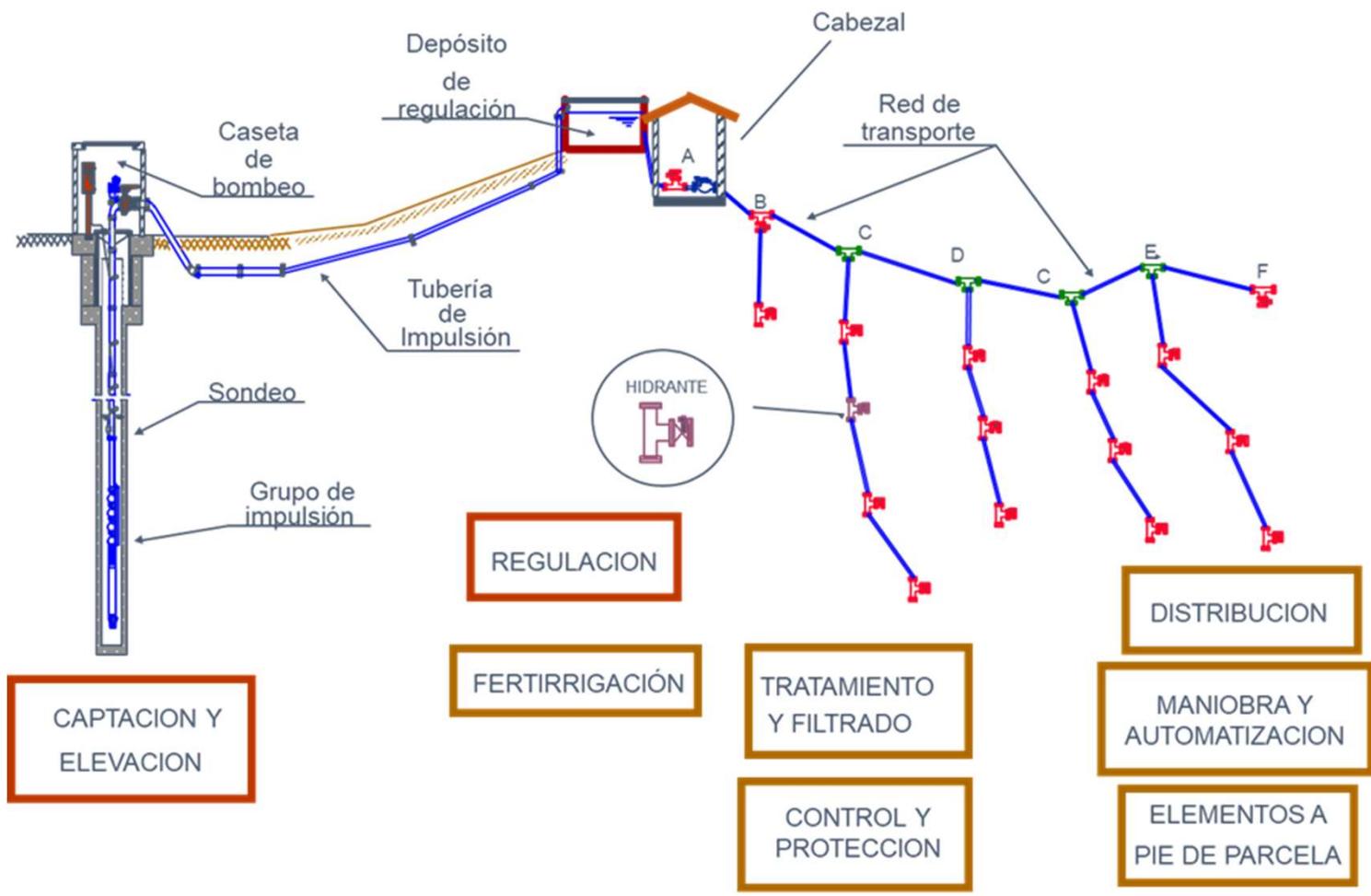
# Esquemas básicos



# Esquemas básicos

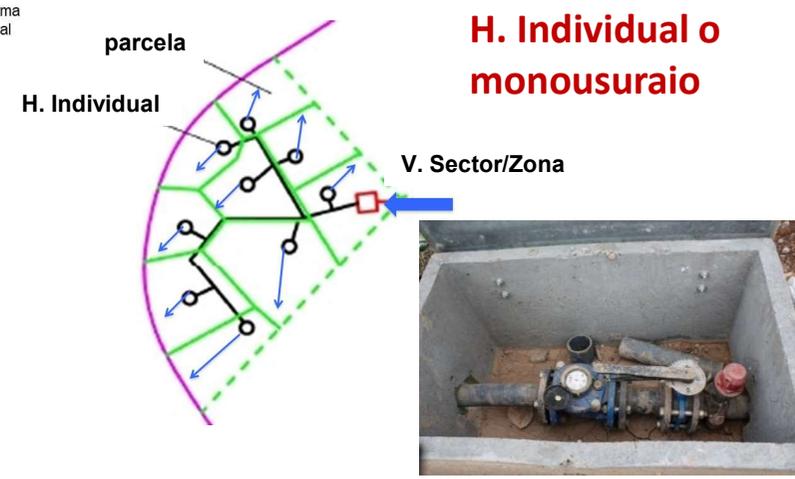
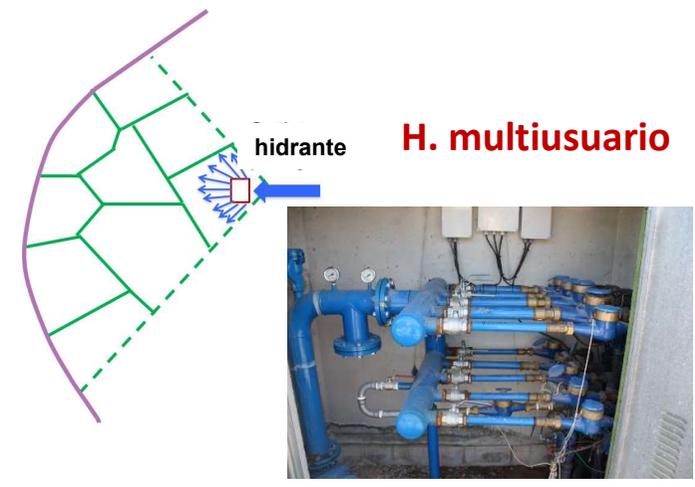
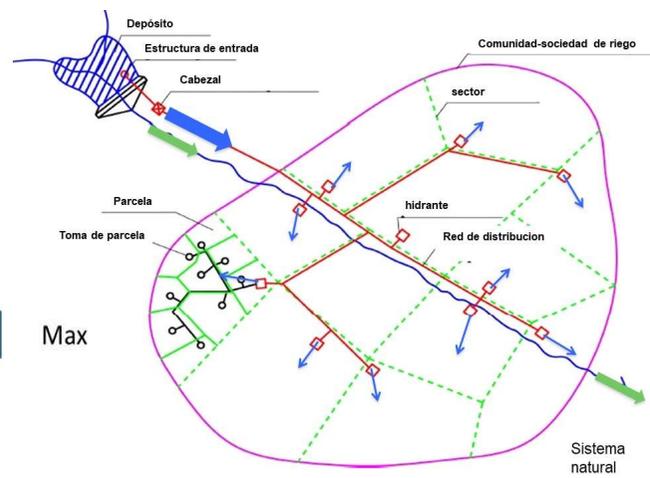
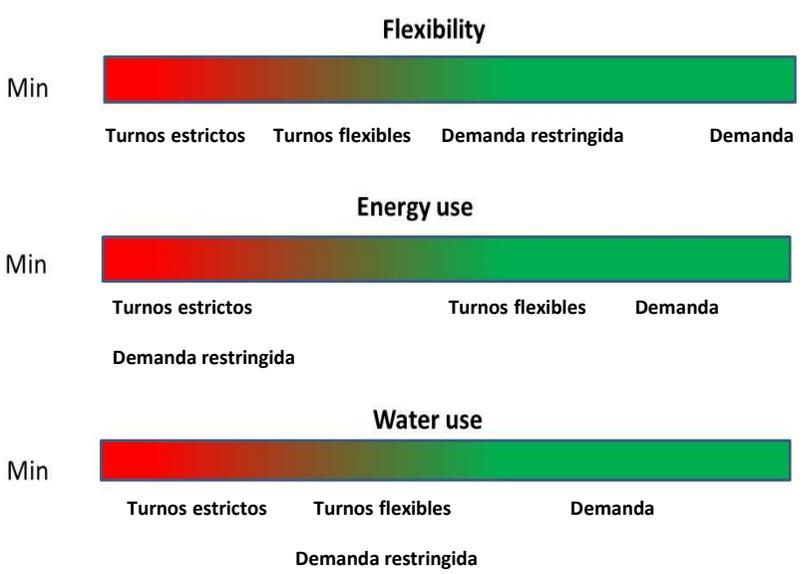


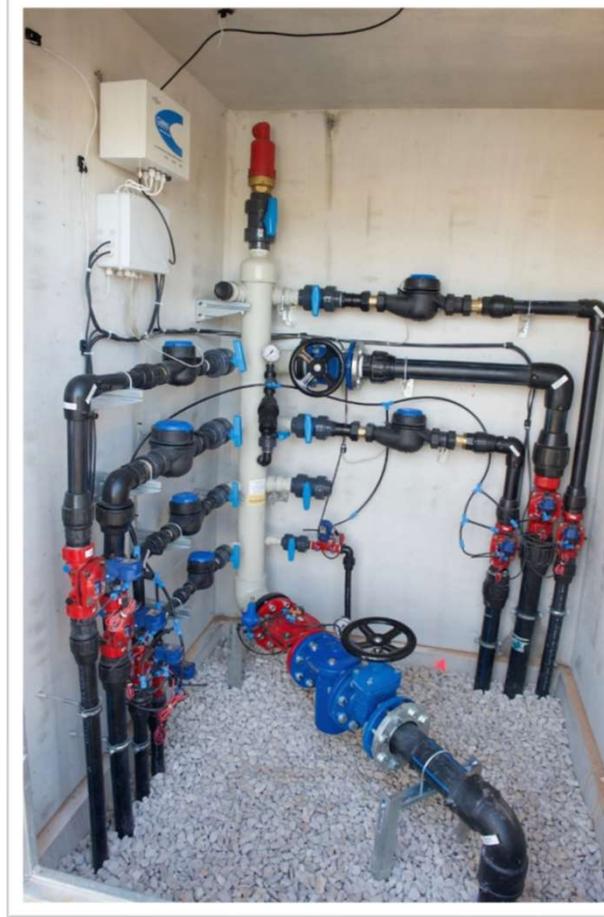
# Definición del sistema



# Organización de la red

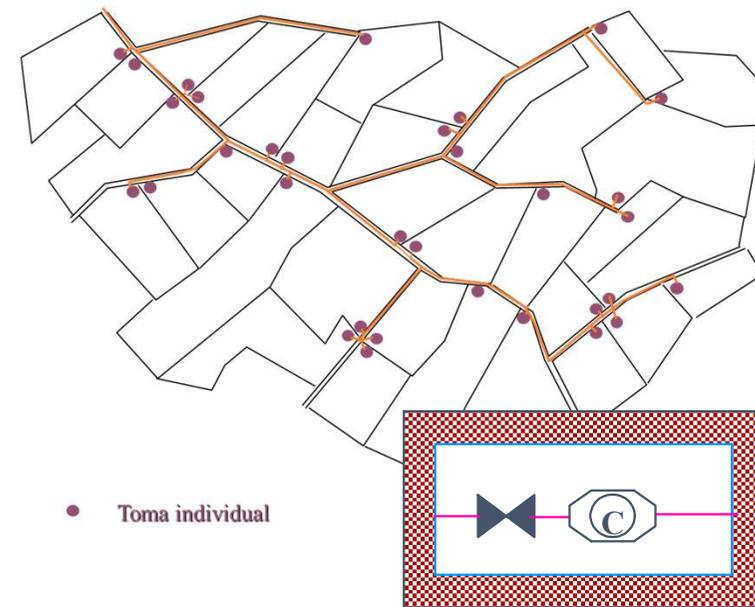
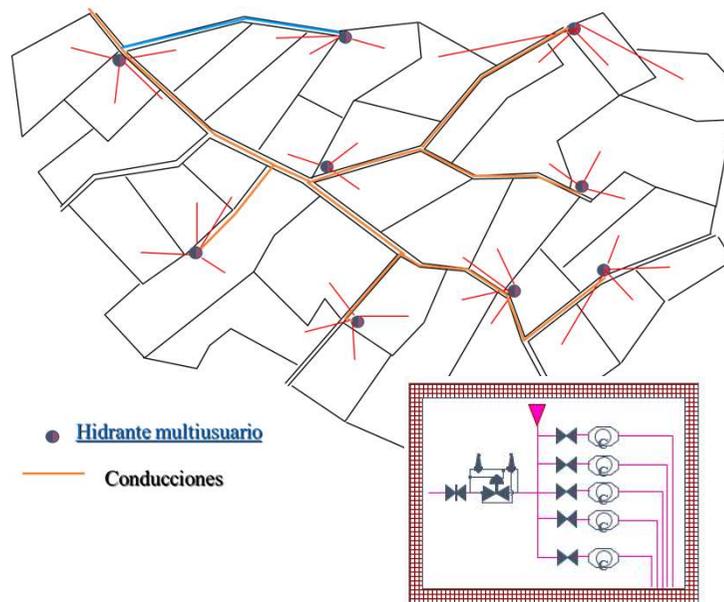
## Reparto-gestión riego: Demanda/turnos



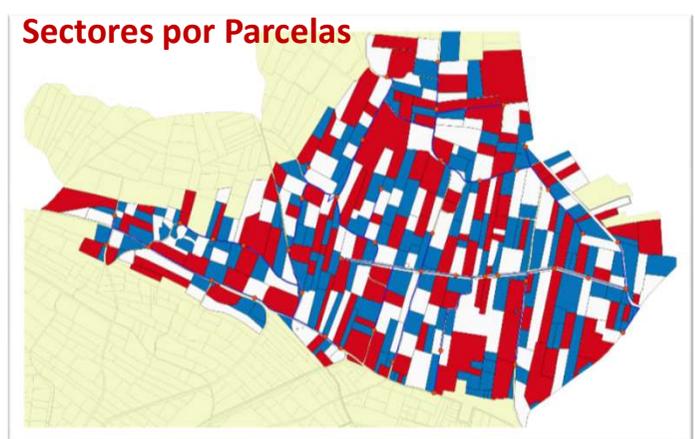
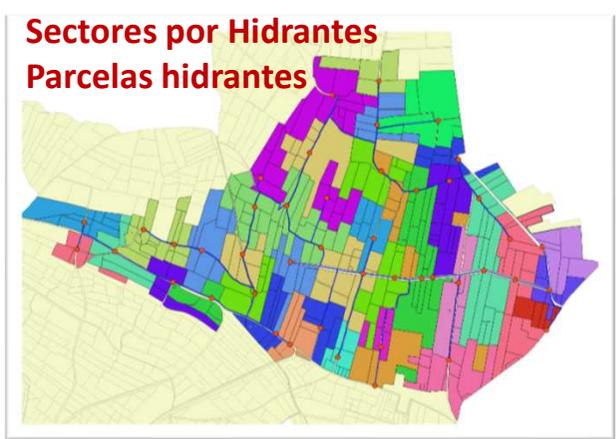
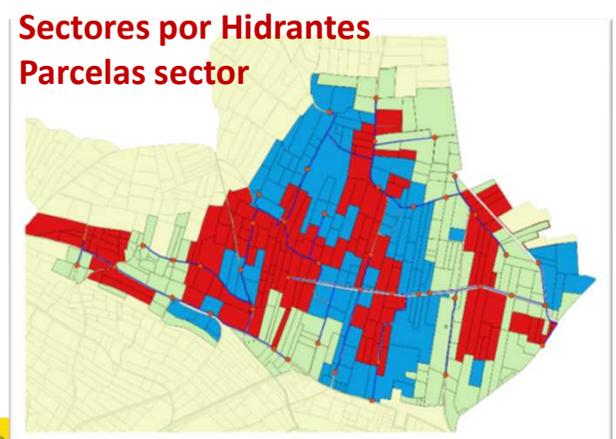


# TRAZADO

## LOCALIZACION HIDRANTES



# Organización de la red



# Parcela

## Potencia requerida en toma

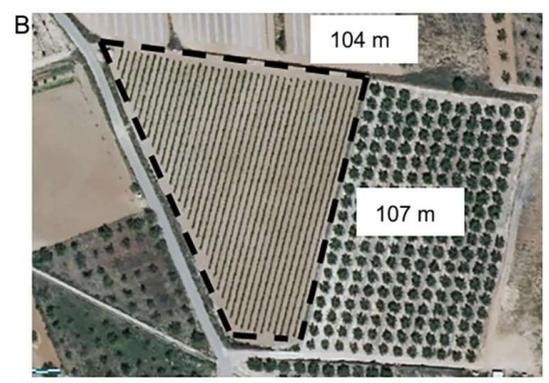
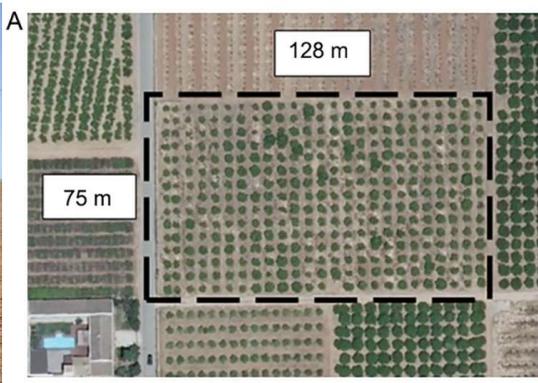
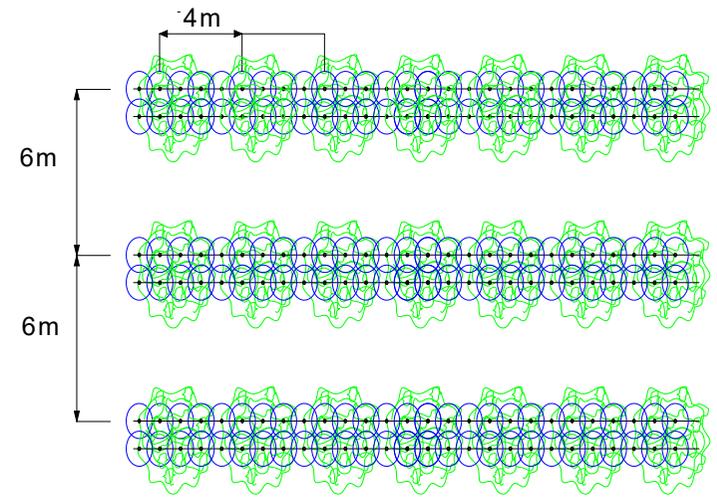
$$Pot\ requerida/ha \left( \frac{kW}{ha} \right) = \gamma \left( \frac{N}{l} \right) \times Q \left( \frac{l}{s\ ha} \right) \times H \text{ (m.c.a)}$$

## Energía requerida en toma

$$Energía \left( \frac{kW}{ha} h \right) = Pot\ util \left( \frac{kW}{ha} \right) \times Tiempo\ de\ riego/operacion \text{ (h)}$$



$$q = k h^x$$



## Ejemplos

### Cultivo: Almendro. 6x6

Caudal emisor seleccionado (l/h)	3,6
Tiempo de riego máximas necesidades	2,01
Caudal ficticio continuo (l/s/ha)	0,28
Caudal por unidad de superficie (l/s/ha)	3,33
Caudal por unidad superficie (m <sup>3</sup> /h/ha)	12,0
Volumen anual por ha (m <sup>3</sup> )	3500

Cultivo: Almendro					
Mes	Necesidades Netas (l/día/planta)	Necesidades Totales (l/día y planta)	Número de riegos por semana	Tiempo de riego (horas)	Tiempo de riego mensual (horas)
Enero	0,00	0,00	1,0	0,0	0,0
Febrero	17,41	21,50	1,0	3,48	13,94
Marzo	29,75	36,73	3,0	1,98	26,35
Abril	36,54	45,11	4,0	1,83	31,32
Mayo	50,76	62,67	5,0	2,03	44,97
Junio	68,59	84,68	7,0	1,96	58,81
Julio	70,42	86,93	7,0	2,01	62,38
Agosto	60,89	75,18	6,0	2,03	53,95
Septiembre	0,00	0,00	1,0	0,0	0,0
Octubre	0,00	0,00	1,0	0,0	0,0
Noviembre	0,00	0,00	1,0	0,0	0,0
Diciembre	0,00	0,00	1,0	0,0	0,0
Totales					291,72

Potencia por hectárea hidrante (W)	327
Energía por hectárea anual (kWh)	95

### Cultivo: Aguacate. 6x4

Caudal emisor seleccionado (l/h)	2,3
Tiempo de riego máximas necesidades (h)	2,91
Caudal ficticio continuo (l/s/ha)	0,34
Caudal por unidad de superficie (l/s/ha)	2,84
Caudal por unidad superficie (m <sup>3</sup> /h/ha)	10,22
Volumen anual por ha (m <sup>3</sup> )	4105

Cultivo: Aguacate					
Mes	Necesidades Netas (l/día/planta)	Necesidades Totales (l/día y planta)			
Enero	0,00	0,00	0,0	2,3	0,0
Febrero	7,01	8,66	2,47	2,34	9,88
Marzo	4,45	5,50	1,57	2,34	6,94
Abril	13,26	16,37	2,34	2,54	20,02
Mayo	43,20	53,33	2,54	2,76	67,39
Junio	54,79	67,64	2,76	2,91	82,71
Julio	57,88	71,46	2,91	2,53	90,3
Agosto	35,93	44,36	2,53	2,31	56,05
Septiembre	32,78	40,46	2,31	2,13	49,48
Octubre	12,08	14,91	2,13	0,0	18,84
Noviembre	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Diciembre	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Totales					401,63

Potencia por hectárea hidrante (W)	278
Energía por hectárea anual (kWh)	112

## Hidrante

### Presión mínima requerida en hidrante/toma Multiusuario

Presión media de funcionamiento del emisor.	10 m.c.a.
Pérdida de presión admisible en subunidades	2 m.c.a.
Pérdidas de presión en la red de transporte en parcela.	5 m.c.a.
Pérdida de carga en cabezal (con filtrado y sistema de inyección)	5 – 15 m.c.a.
Pérdidas de carga tubería del hidrante a parcela	2-5 m.c.a
Pérdidas en el hidrante en función de su Tipología	5-8 m.c.a
<b>Total</b>	<b>29 – 45 m.c.a.</b>

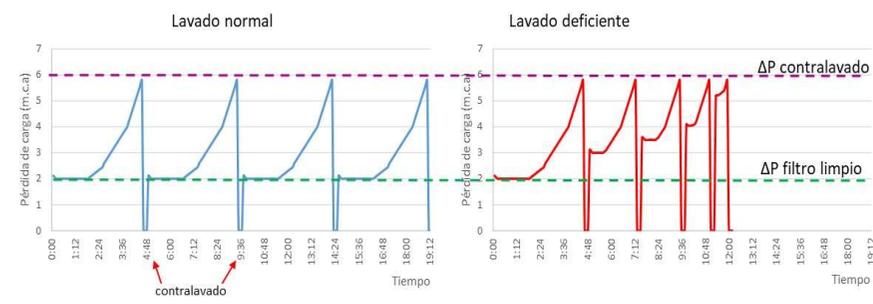
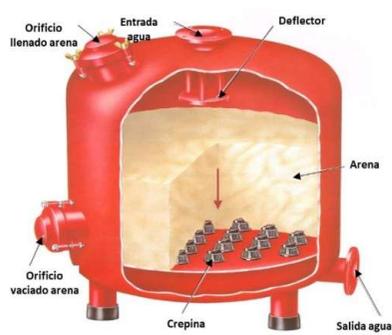
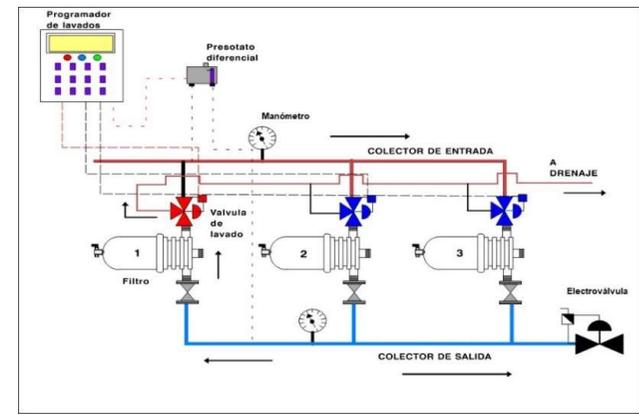
### Individual o monousuario

Presión media de funcionamiento del emisor.	10 m.c.a.
Pérdida de presión admisible en subunidades	2 m.c.a.
Pérdidas de presión en la red de transporte en parcela.	5 m.c.a.
Pérdida de carga en cabezal (con filtrado y sistema de inyección)	5 – 15 m.c.a.
Pérdidas en el hidrante en función de su Tipología	5-8 m.c.a
<b>Total</b>	<b>27 – 40 m.c.a.</b>



Los valores son orientativos y pueden variar en función de la instalación en parcela; para riego por goteo son asumibles valores medios de 25 a 30 mca, en hidrantes individuales y de 30 a 35 en los multiusuarios.

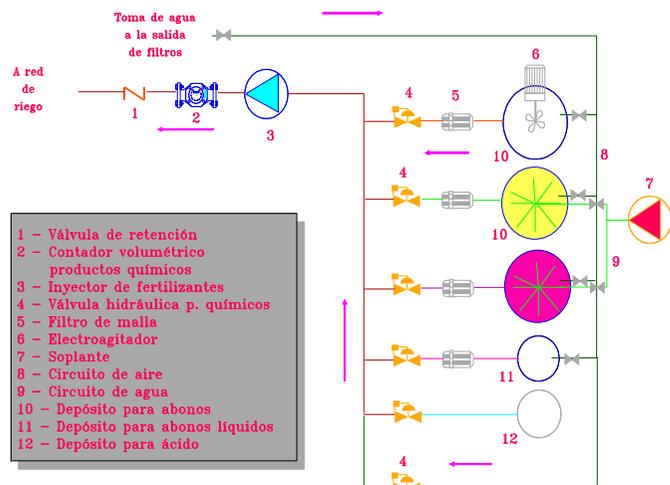
# Filtración



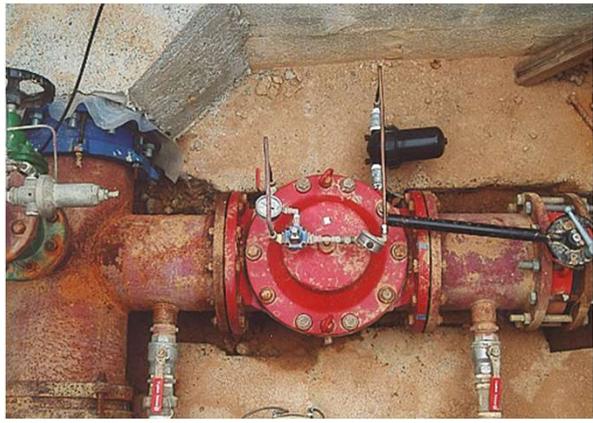
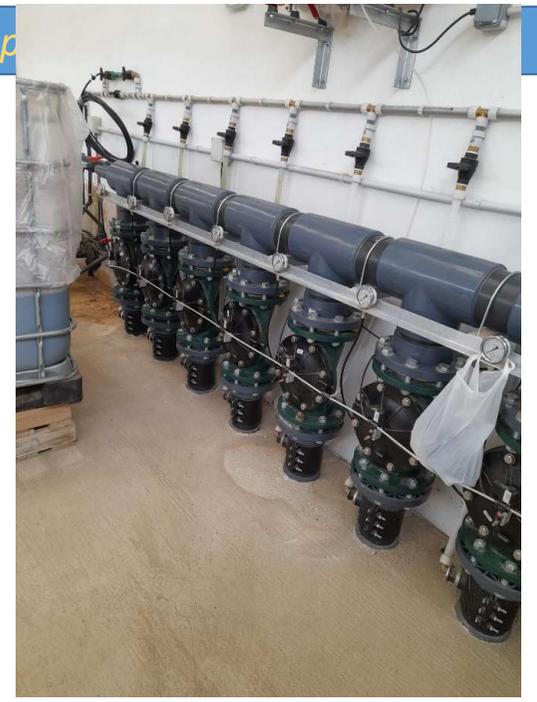
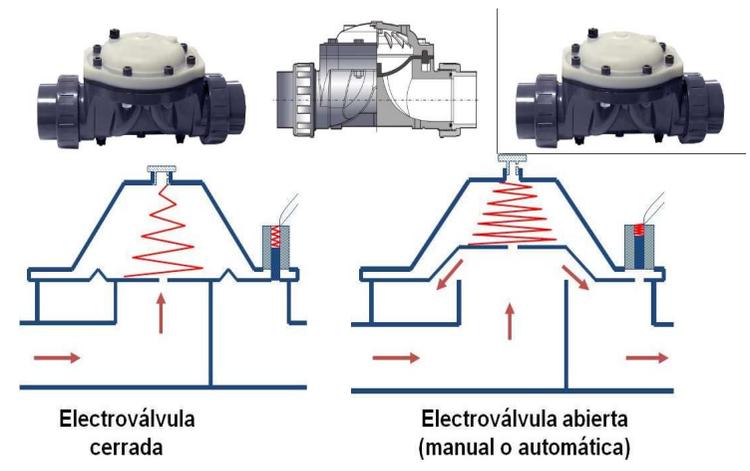
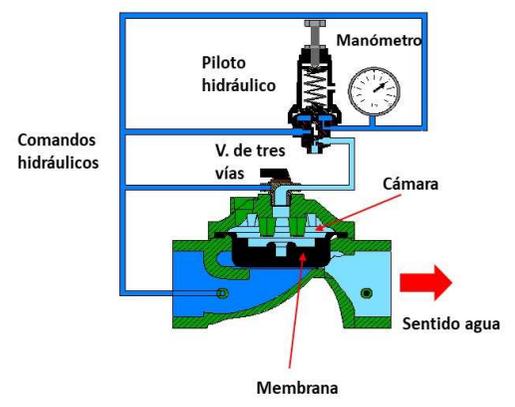
Potencia requerida en filtración. Operación.

$$Pot\ filtrado(kW) = \gamma \left( \frac{N}{l} \right) \times Q \left( \frac{l}{s} \right) \times \Delta H (m.c.a)$$

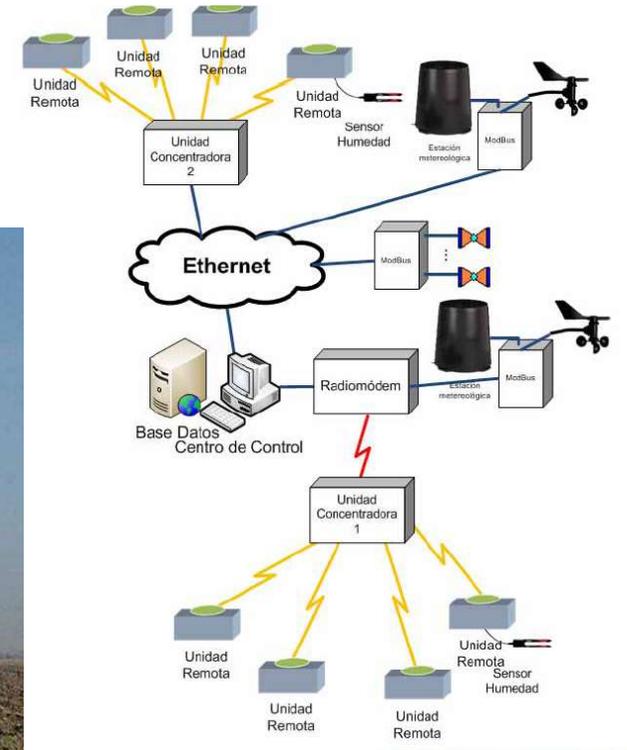
# Fertirrigación/inyección



# Válvulas/control



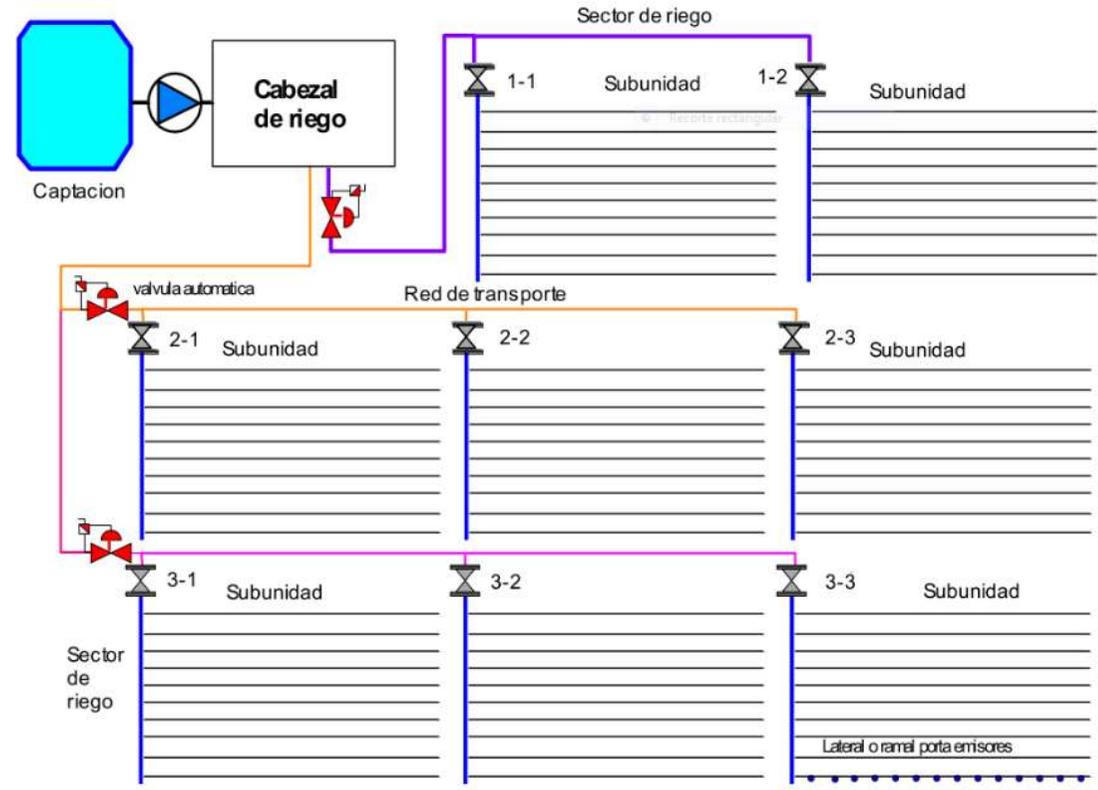
# Automatización



# Red de distribución

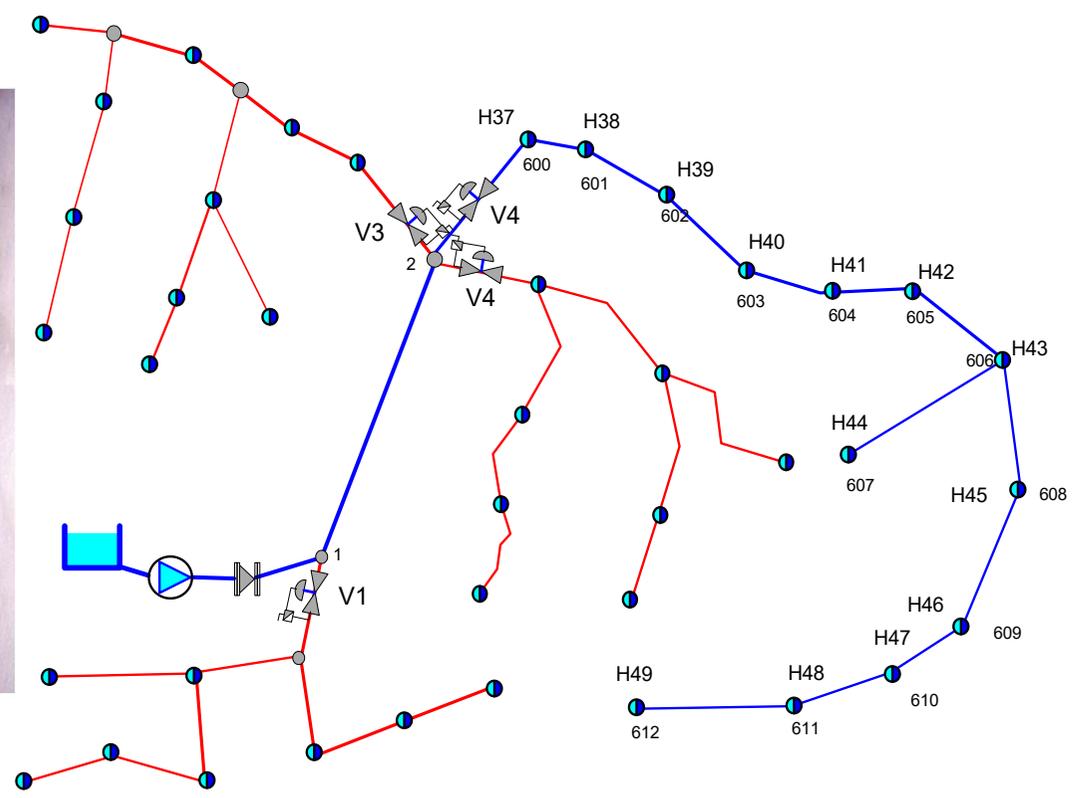
Un diseño y operación adecuado de la red de transporte garantiza el correcto funcionamiento de las subunidades y en la distribución uniforme de los abonos disueltos en el agua de riego.

Planteamiento de diseño:  
Criterios técnico económicos "estacionarios"

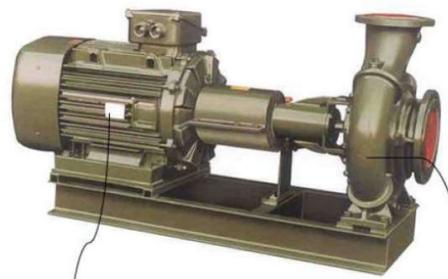


# Red de distribución

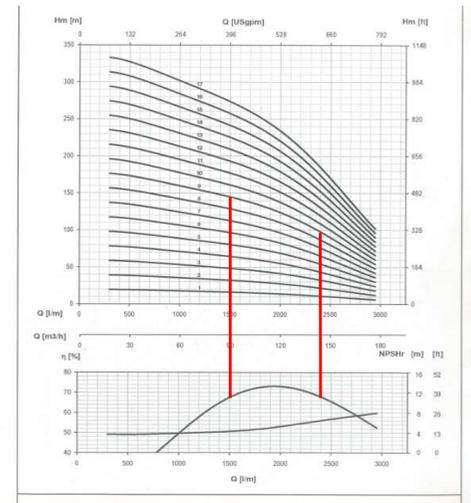
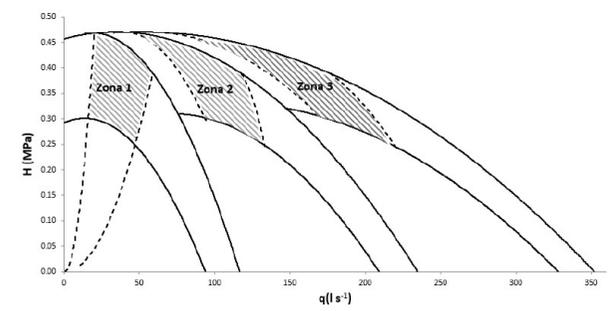
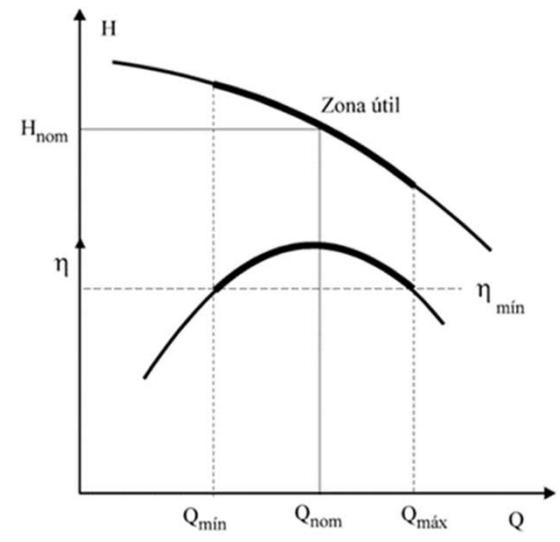
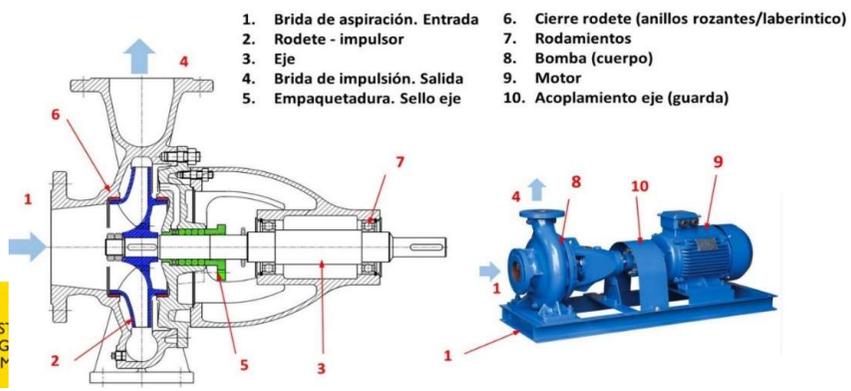
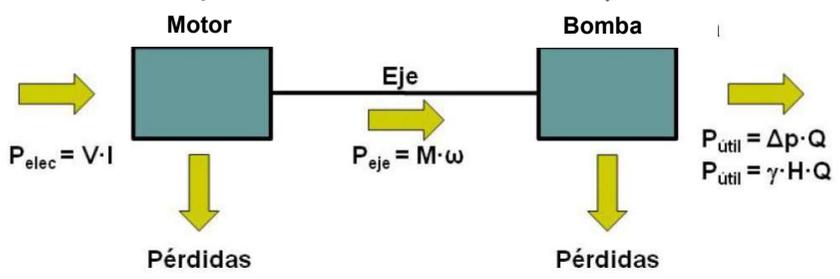
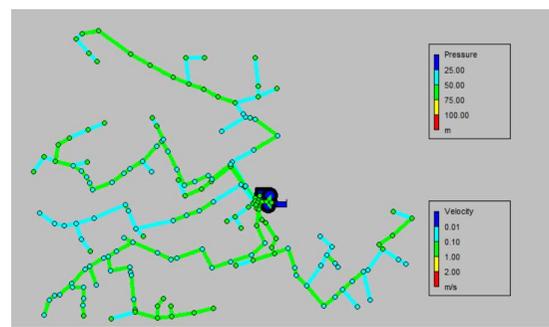
Fugas: se estiman en el 15,5 % en redes de agua potable.  
Se cifran entre el 8 y el 24% en países desarrollados, pudiendo encontrarse valores habituales entre el 25 y el 45% en países en desarrollo.



# Instalación de bombeo



$$\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{eje}}}$$



## Ejemplo

### Cultivo: Almendro

Superficie total de riego (ha)	183
NS	7
JER	15
Q (m <sup>3</sup> /h)	314
Hm (mca)	56
Rend estimado	0,7

Riego horas valle (P6)	Riego horas llano (P4)	Riego horas llano (P2)
0	0	0
98	0	0
184	0	0
219	0	0
315	0	0
377	35	0
390	0	47
378	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
1961	35	47

### Cultivo: Aguacate

Superficie total de riego (ha)	271
NS	5
JER	15
Q (m <sup>3</sup> /h)	554
Hm (mca)	35
Rend estimado	0,7

Riego horas (P6)	Riego horas (P4)	Riego horas (P2)
0	0	0
49	0	0
35	0	0
100	0	0
337	0	0
377	36	0
390	0	62
280	0	0
247	0	0
94	0	0
0	0	0
0	0	0
1910	36	62

Potencia bombeo (kW)	68
Energía total consumida (kWh)	139656
Potencia por ha (kW)	2,6
CE (€/año)	12085

Desde que se suprimieran las tarifas especiales, 2008:  
 TP incremento >1.000%  
 Factura media. Incremento >100%.

Horas día	Meses (Horario de Lunes a Viernes)												Todos los meses. Fin De semana y Festivos	
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sabados	Domingo
0:00-8:00 h	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
8:00-9:00 h	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6	P6
9:00-10:00 h	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6	P6
10:00-11:00 h	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6	P6
11:00-12:00 h	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6	P6
12:00-13:00 h	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6	P6
13:00-14:00 h	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6	P6
14:00-15:00 h	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6	P6
15:00-16:00 h	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6	P6
16:00-17:00 h	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6	P6
17:00-18:00 h	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6	P6
18:00-19:00 h	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6	P6
19:00-20:00 h	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6	P6
20:00-21:00 h	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6	P6
21:00-22:00 h	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6	P6
22:00-23:00 h	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6	P6
23:00-0:00 h	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6	P6
	P6	P5	P4	P3	P2	P1								

Potencia a instalar (kW)	75
Energía total consumida (kWh)	151552
Potencia por ha (kW)	1,4
CE (€/año)	13210

FENACORE | Federación Nacional de Comunidades de Regantes de España

FENACORE > Noticias > Noticias > La factura eléctrica de los regantes se encarece

**La factura eléctrica de los regantes se encarece más de un 600% en el último año**

## Instalación de bombeo



- Dimensionado deficiente-selección incorrecta: funcionamiento alejado de la zona útil
- Pérdida de rendimiento asociados a falta de mantenimiento:
  - Alineamiento del eje
  - Aire en la bomba (purga o cavitación)
  - Funcionamiento en seco
  - Defectos en lubricación

Mejora de  
  
 rendimiento

- Dimensionado "realista"
- Regulación hidráulica de instalaciones: bombas en paralelo + variadores de frecuencia. Evitar VRP
- Evaluaciones – Auditorías energéticas – simulaciones
- Planes de mantenimiento preventivo
- Mejoras en la instalación eléctrica: factor potencia, pérdidas en líneas, motores eficientes, arrancadores
- **Formación/capacitación de técnicos y operarios**

# Eficiencia energética

Dos vías para la disminución del consumo energético en Instalaciones de Riego

## DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA

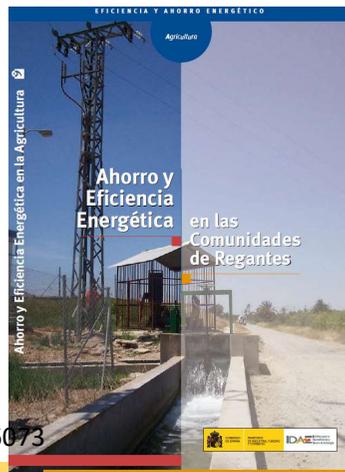
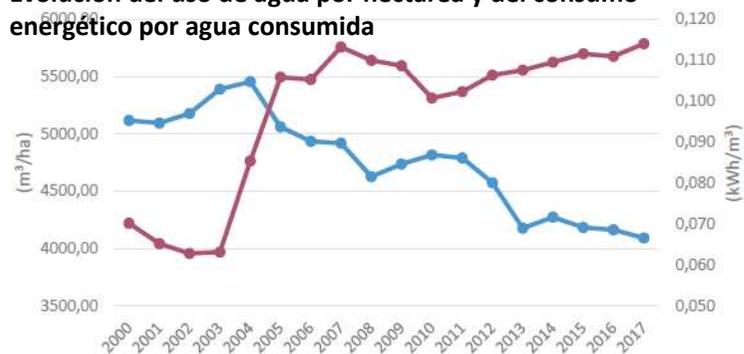
Gestión correcta de la demanda, técnicas agronómicas, etc.



Las modernizaciones por riego a presión pueden originar un mayor consumo de agua. Efecto rebote

## CORRECTA ADECUACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO

Evolución del uso de agua por hectárea y del consumo energético por agua consumida



Estrategia de Ahorro Energético. Planificado: AE y PM

Análisis de consumos y mejora de rendimientos. Auditoria Energética

Automatización. Gestión y control inteligentes

Integración y correcta utilización de energías alternativas

Integración de TODAS las herramientas de gestión

Espinosa-Tason, J. et al. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106073>



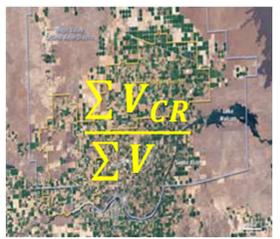
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN



# Eficiencia hidráulico-energética según la escala

Eficiencia global (E)?

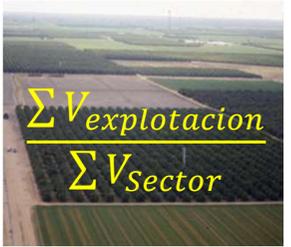
CR ( $E_c$ ) x Sector ( $E_{sect.}$ ) x Explotación ( $E_{exp. agrícola.}$ ) x Parcela ( $E_{parcela}$ )



X



X

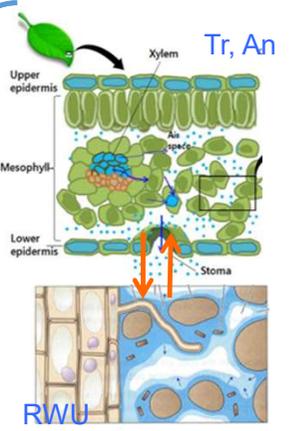


X

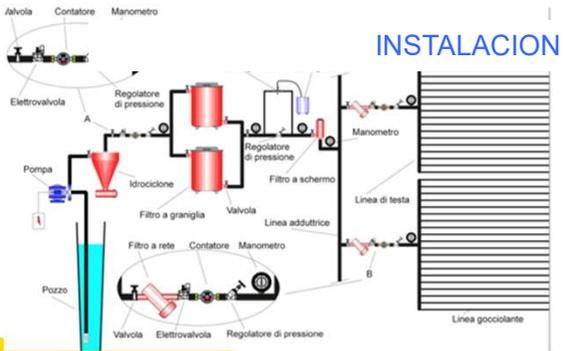


Reduciendo escala

Suelo-Planta-Atmosfera



Evap.



INSTALACION



## Auditoría energética

### Análisis de la Situación Actual

1. Identificación y evaluación de los suministros energéticos
2. Descripción detallada de la infraestructura y del funcionamiento de la red y de los equipos consumidores de energía
3. Calculo de la eficiencia energética de los principales equipo energía.
4. Desglose del consumo de energía por utilizaciones

### Propuestas de Mejora

1. En eficiencia energética en el bombeo
2. En el manejo de la instalación
3. En la contratación de la energía eléctrica



# Inventario, medición

Información disponible/actualizada

Proyecto Vs operación

Sector	Medidos						Programado/proyecto						Rendimiento real	Rendimiento proyecto	Observaciones
	Caudal (m3/h)	Presión (m.c.a)	Potencia útil (kW)	Tensión (V)	Intensidad (A)	Potencia eléctrica absorbida (kW)	Caudal (m3/h)	Presión (m.c.a)	Potencia útil (kW)	Potencia eléctrica absorbida (kW)					

## Funcionamiento bombeo (verificación)

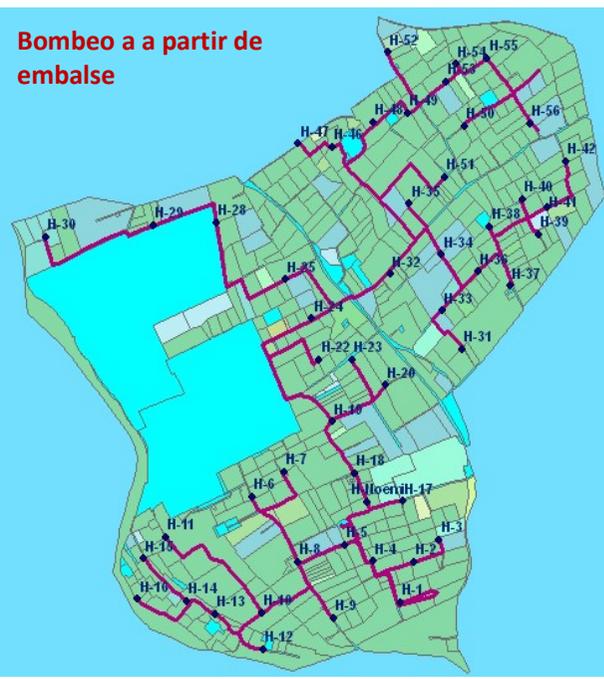
ID. Bombeo:	Estación Principal de Goteo			
<b>DATOS GENERALES DEL BOMBEO</b>				
Nº de grupos en paralelo	6	Cota del bombeo (msnm)	4,1	
Son los grupos iguales	No	Cota+ lámina aspiración (msnm)	10,0	
*Tipo de agrupación	4+2	Cota- lámina aspiración (msnm)	5,5	
Diámetro tubería impulsión (mm)	700	Caudal medio bombeado (m³/h)	1.980	
Material tubería impulsión	Hierro fundido	Volumen anual bombeado (m³)	2.910.180	
Diámetro tubería aspiración (mm)	700	Material tubería aspiración	Hierro fundido	
<b>DATOS ESPECÍFICOS DE CADA GRUPO</b>				
1, 2, 3 y 4	Marca motor	WEG	Arrancadores electrónicos	Bombas: 2, 3 y 4
	Modelo motor	280S/M-4	Accionamiento con variador	Bomba 1
	Frecuencia (Hz)	50	Marca bomba	FLOWERVE
	Voltaje (V)	380 triángulo/660 estrella	Modelo bomba	6LR18
	Velocidad giro (rpm)	1.480	Presión nominal (m.c.a.)	55
	Potencia del motor (kW)	110	Caudal nominal (m³/h)	500
	cos φ y η (%)	0,86 94,7	Edad equipo	2002
5 y 6	Marca motor	WEG	Arrancadores electrónicos	Bomba 5
	Modelo motor	315S/M-4	Accionamiento con variador	Bomba 6
	Frecuencia (Hz)	50	Marca bomba	FLOWERVE
	Voltaje (V)	380 triángulo/660 estrella	Modelo bomba	8LR20
	Velocidad giro (rpm)	1.480	Presión nominal (m.c.a.)	65
	Potencia del motor (kW)	160	Caudal nominal (m³/h)	570
	cos φ y η (%)	0,88 95,4	Edad equipo	2003

## Registro de equipos y operaciones

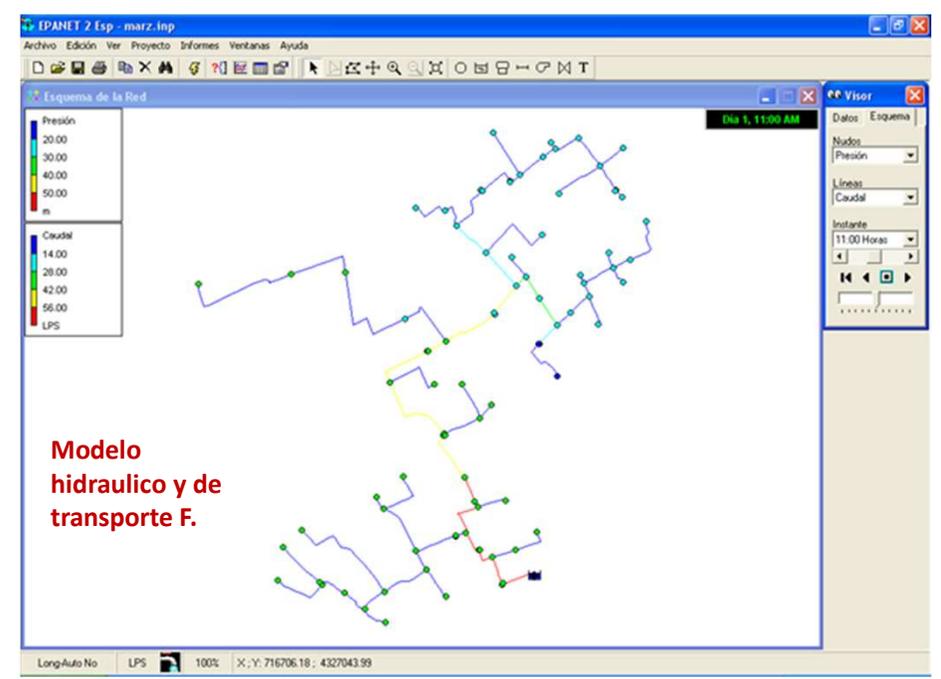
Ficha mantenimiento		Año: 2021					
Estructura/ unidad:		Cabezal nº1 (1)					
Elemento (2)	Código elemento	Antes campaña riegos		Plena campaña riegos		Fin campaña riegos	
		Comienzo: 01/02/2021	Comienzo: 01/06/2021	Comienzo: 01/12/2021			
		Fecha	Operaciones	Fecha	Operaciones	Fecha	Operaciones
Bombas							
Valvulería							
Pilotos hidráulicos							
Filtros							
Manómetros							
Inyectoras							
Automatismos							
Solenoides							
Depósitos							

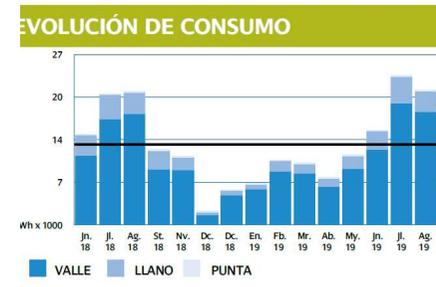
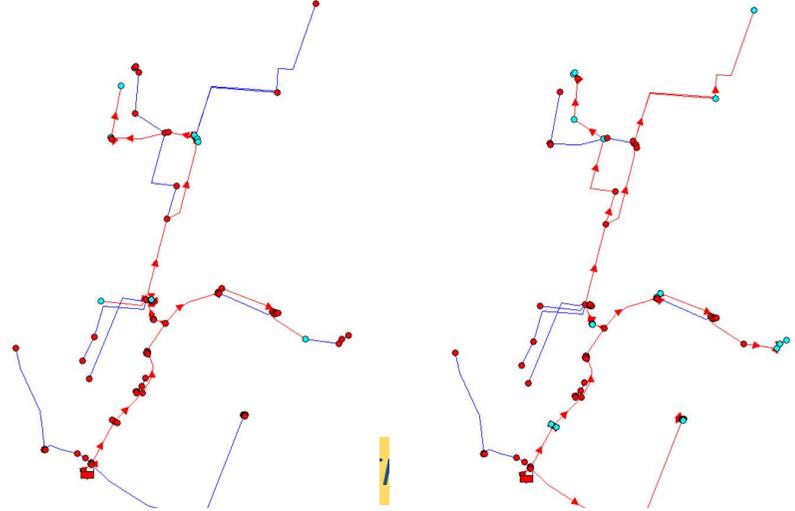
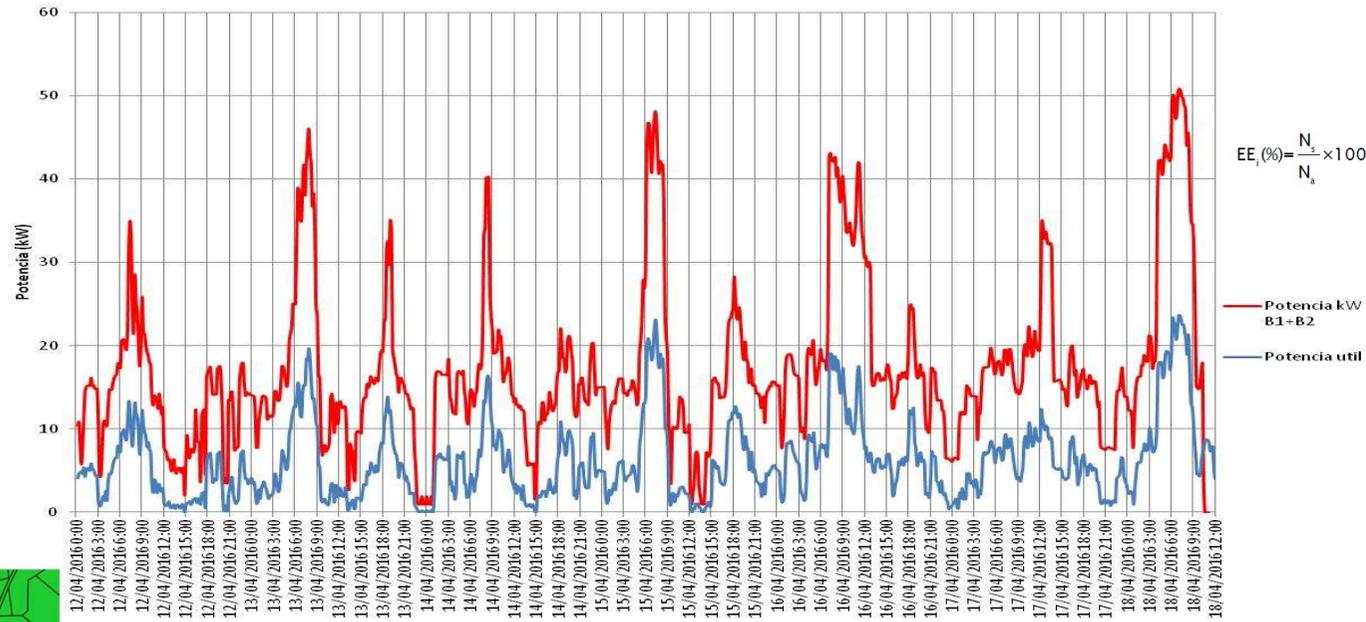
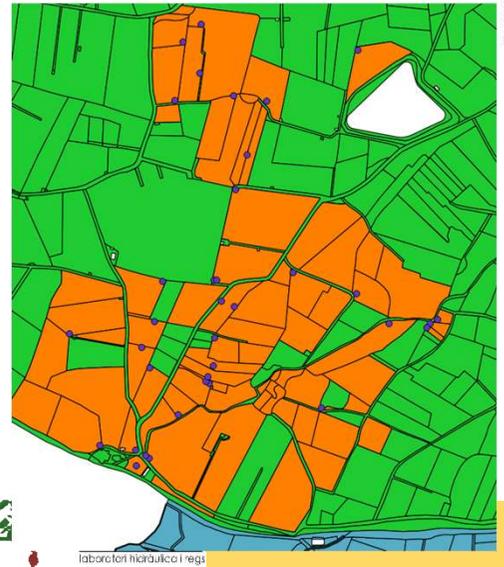
- (1) Filtración/Inyección/Bombas/Arquetas/etc.
- (2) Repetir tantas filas como elementos tenga cada categoría
- (3) Confeccionar listado de operaciones

# Planos, GIS y Modelo hidráulico



## Simulación, calibración, ANALISIS



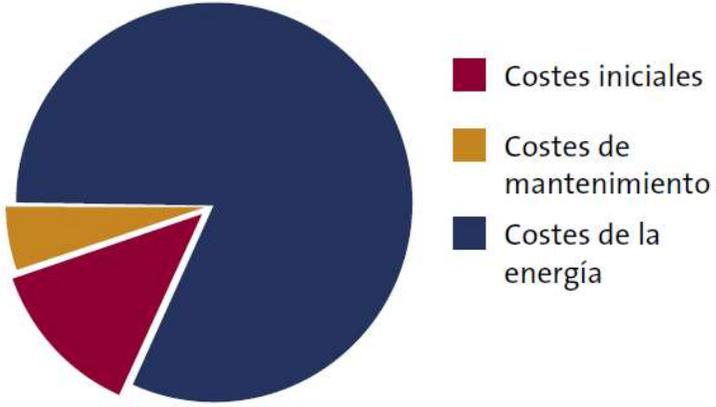


RIEGO. PROS Y CONTRAS

# Plan de mantenimiento

**Mantenimiento preventivo: operaciones planificadas**  
**Mantenimiento predictivo: anticipación de problemas**  
**Mantenimiento correctivo: reparaciones**

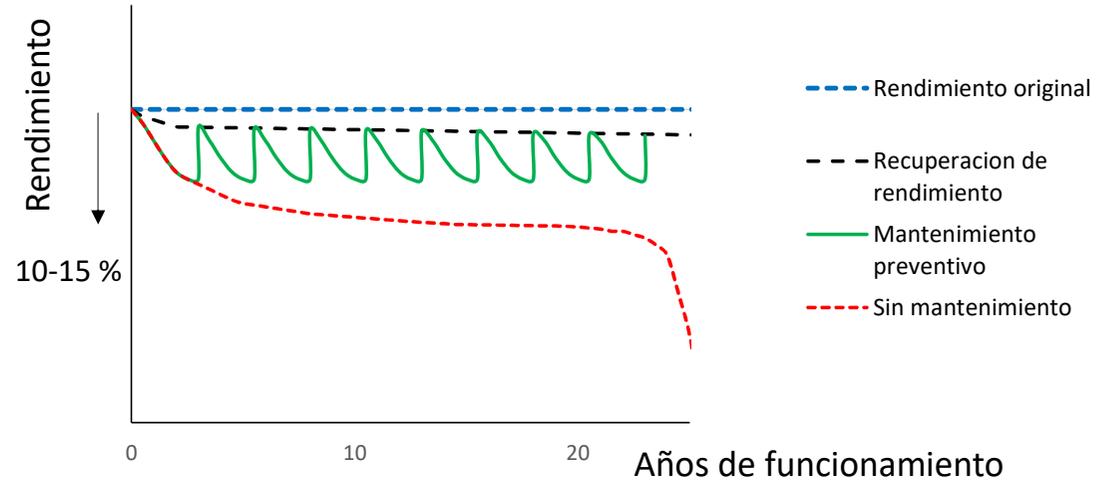
Costes típicos del ciclo vital



**90% pueden ser costes energéticos**

**Auditoría del mantenimiento:** recolección y análisis de datos, medición de parámetros de funcionamiento y evaluación del plan de mantenimiento que se lleva a cabo en las instalaciones.

1) Impulsiones y sistemas de bombeo



- 2) Elementos de filtración
- 3) Elementos de inyección, fertirrigación.
- 4) Dispositivos de control; medición de caudal y presión.
- 3) Elementos de regulación, maniobra y protección; valvulería.
- 5) Automatización
- 6) Conducciones. Tuberías y juntas
- 7) Hidrantes



## Energías alternativas en riego



- Solar
  - Solar fotovoltaica
  - Solar térmica
- Eólica
  - Terrestre
  - Marina
- Hidráulica
  - De embalse
  - Fluyente
- Geotérmica
- Biomasa
  - Sólidos/líquidos/gas
- Marina
  - Mareomotriz
  - Undimotriz



- Energía solar fotovoltaica
  - Sobre el suelo
  - Paneles flotantes
  - Agrovoltaica
- Energía eólica
  - Aerogeneradores mini eólica
- Energía minihidráulicas
  - Pump as Turbine. PAT
  - Microturbina
  - Otras
- Almacenamiento
  - Baterías

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



**Renovables, accesibles, reducen la producción de CO<sub>2</sub>, disminuyen los riesgos para la salud, mitigan el cambio climático, favorecen la economía circular, etc.**

## Energías alternativas en riego

### Inconvenientes de las energías alternativas:

- Dependen de las condiciones meteorológicas
- A veces no coincide con las necesidades locales, la obtención es irregular
- Requieren inversión y espacio
- Alteran el paisaje, pueden afectar al ecosistema
- Por sí solas no son gestionables

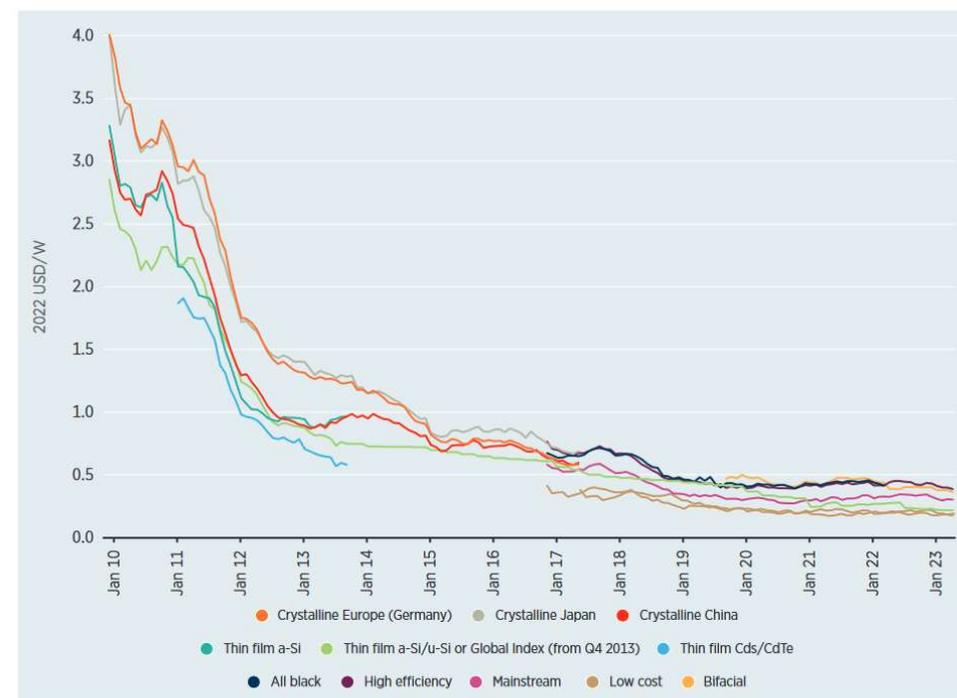


<http://paisajeyterritorio.es/assets/paisajes-solares.pdf>

## Características principales

- Elementos de generación en el medio rural: Sol, viento y corrientes de agua
- Avances tecnológicos en generación eléctrica muy significativos en energía solar fotovoltaica y almacenamiento
- Importantísima reducción de costes en los dispositivos de generación. Que en muchas tecnologías no ha tocado "suelo"
- Correlación temporal entre la generación y las necesidades de agua de los cultivos
- Rápida evolución en la tecnología de almacenamiento en baterías, asociada a un abaratamiento de costes.

<https://www.irena.org/Publications/2023/Aug/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2022>



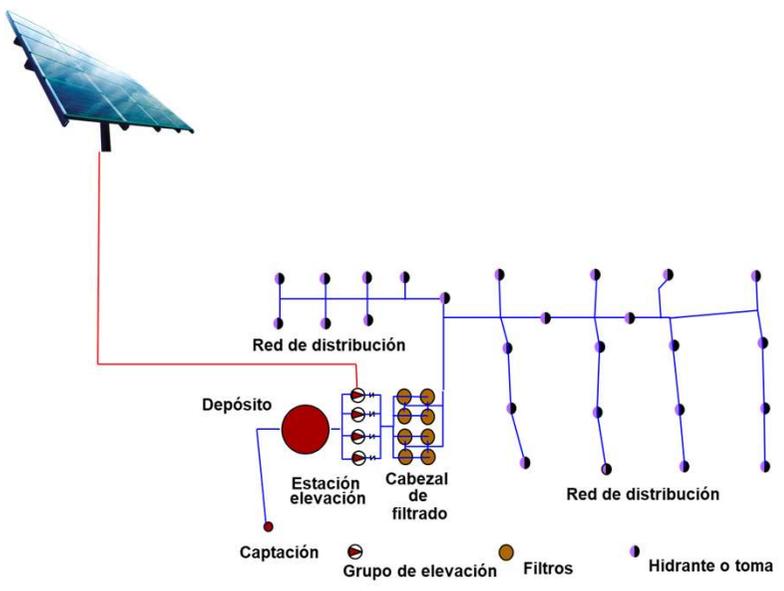
Source: GlobalData (2023); pvXchange (2023); Photon Consulting (2017); IRENA Renewable Cost Database.

Entre 2018 y 2022 a nivel mundial reducción de costes en solar FV :

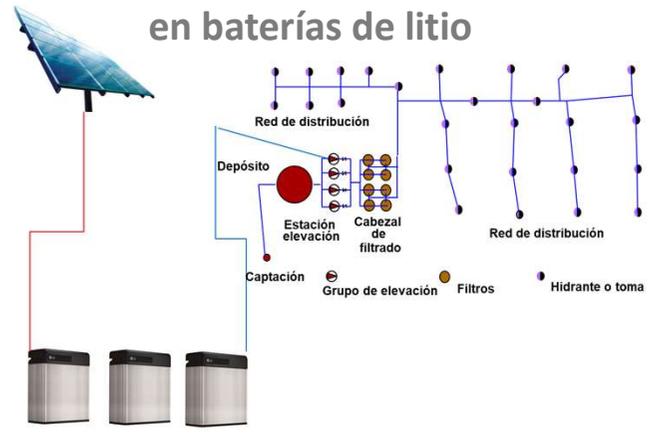
- 43% en costes indirectos
- 36% en módulos e inversores
- 28% en hardware BoS
- 7% en costes de instalación

# Formas básicas suministro

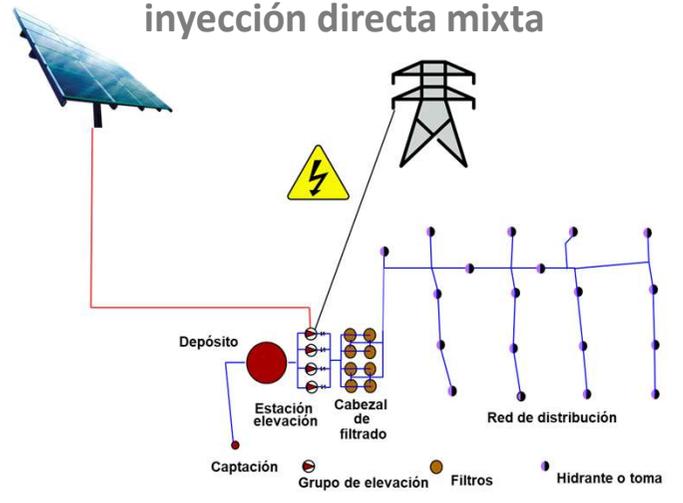
## Sin almacenamiento. Consumo en inyección directa solar. Riego FV de oportunidad



## Almacenamiento energético en baterías de litio

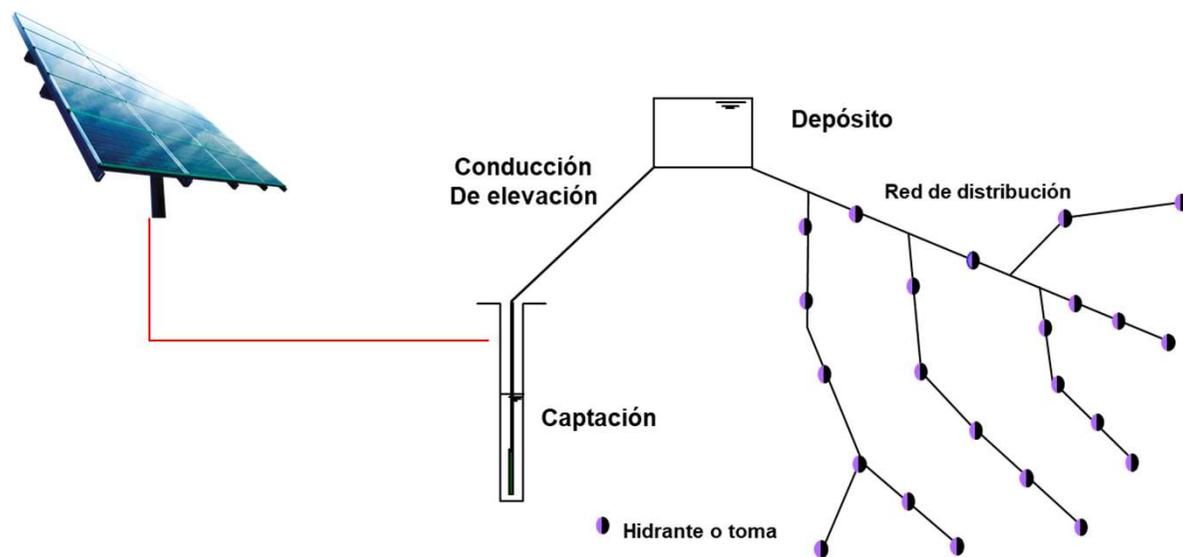


## Sin almacenamiento. Consumo en inyección directa mixta



## Formas de suministro

### Almacenamiento energético en embalse de regulación



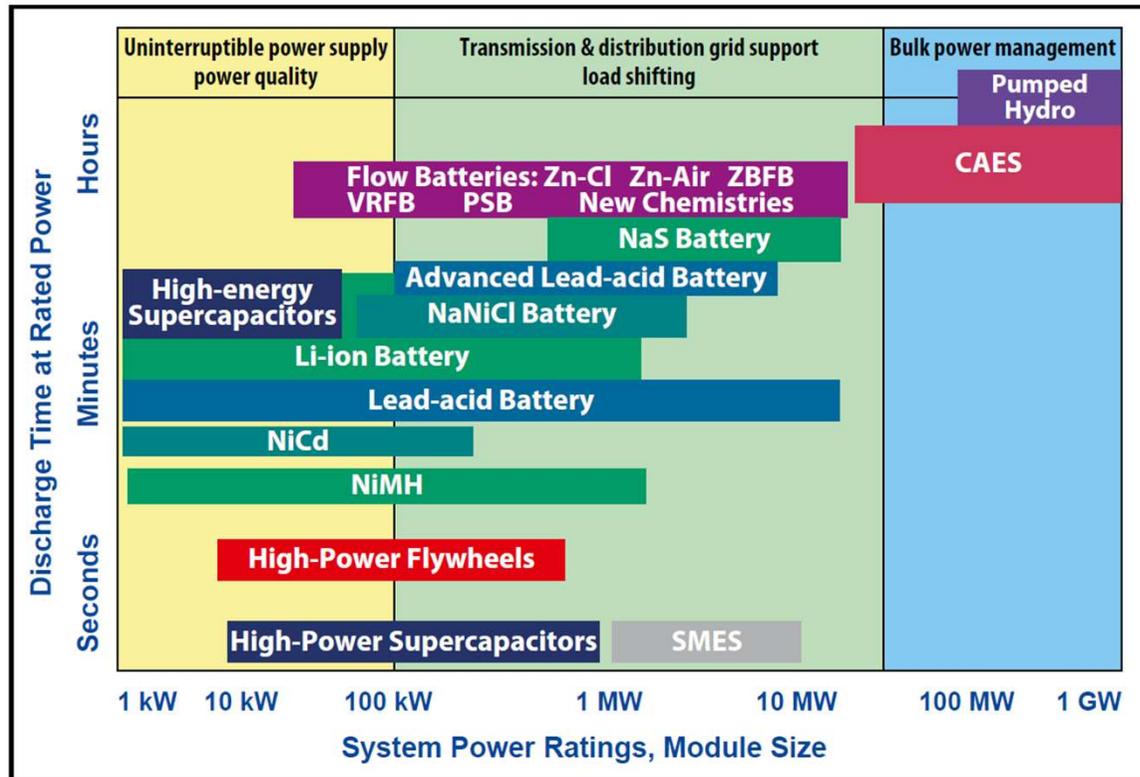
## Almacenamiento

Tipo de tecnología	Tipo de subtecnología
Electroquímico	Condensador electroquímico, batería de iones de litio, batería de flujo, batería de flujo redox de vanadio, batería de plomo-ácido, batería de aire metálico, batería de iones de sodio
Electromecánico	Acumulador de aire comprimido, volante de inercia
Químico	Almacenamiento de hidrógeno, almacenamiento de energía en aire líquido
Almacenamiento hidráulico por bombeo	Almacenamiento de hidroelectricidad por bombeo de circuito cerrado, almacenamiento de hidroelectricidad por bombeo de circuito abierto
Almacenamiento térmico	Almacenamiento térmico de agua helada, almacenamiento térmico de hormigón, almacenamiento térmico de calor, almacenamiento térmico de hielo, almacenamiento térmico de sales fundidas

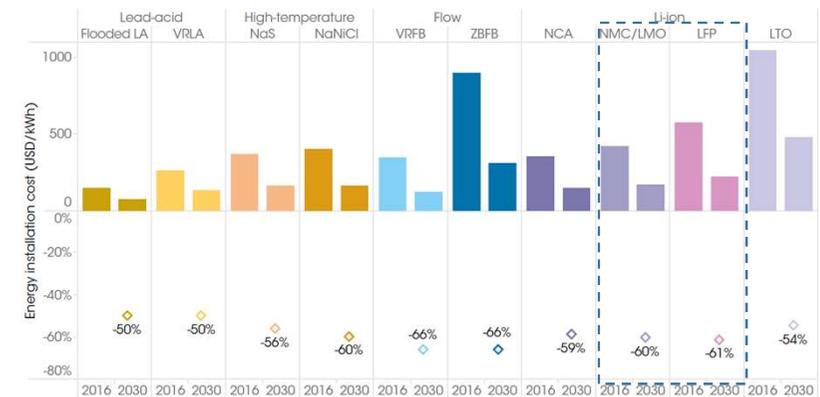


# Almacenamiento

Posicionamiento de diversas tecnologías de almacenamiento de energía según su potencia nominal y tiempos de descarga a potencia nominal.



Potencial de reducción de costos de energía instalados en sistemas de almacenamiento de electricidad en baterías, 2016-2030



Nota: LA = plomo-ácido; VRLA = plomo-ácido regulado por válvula; NaS = azufre sódico; NaNiCl = cloruro de sodio y níquel; VRFB = batería de flujo redox de vanadio; ZBFB = batería de flujo de zinc bromo; NCA = aluminio níquel cobalto; NMC/LMO = óxido de níquel, manganeso y cobalto/óxido de litio y manganeso; LFP = fosfato de hierro y litio; LTO = titanato de litio

Nota: Zn-Cl = batería de flujo de cloro zinc; Zn-Air = batería de flujo de aire de zinc; ZBFB = batería de flujo de zinc bromo; VRFB = batería de flujo redox de vanadio; PSB= batería de flujo de polisulfuro de bromo; NaS = azufre sódico; NaNiCl = cloruro de sodio y níquel; NiCd = níquel cadmio; NiMH = níquel-hidruro metálico; SMES = almacenamiento de energía magnética superconductora; CAES= almacenamiento de energía de aire comprimido

## Almacenamiento

- Actualmente, el mercado está dominado por los sistemas de Li-ion. Con cuotas de mercado superiores al 95%. Los sistemas de iones de litio ofrecen las siguientes ventajas relativas: mayor vida útil, menor mantenimiento, sin formación de gases, fáciles de instalar, mayor eficiencia y menor costo total que el plomo-acido
- Titanato de iones de litio (LTO). Costo comparativamente alto, se usan el autoconsumo
- Iones de litio, níquel, manganeso y óxido de cobalto (NCA). Alto coste y menor vida útil
- Plomo-ácido se han utilizado durante muchos años y son técnicamente adecuadas. Reemplazadas por iones de litio por su menor rendimiento
- Iones de zinc, iones de magnesio, zinc-aire, litio-aire o litio-azufre, litio-metal solido, níquel, manganeso y óxido de cobalto. Costo comparativamente alto y menor vida útil. Mayor energía y densidades de potencia
- Alta temperatura no son muy adecuadas para aplicaciones de autoconsumo, ya que necesitan un flujo de energía constante para mantener la temperatura
- Flujo redox. Significativamente más caras, aunque se han comercializado para sistemas de almacenamiento en autoconsumo

Importantes esfuerzos de investigación se centran cada vez más en la sostenibilidad, apuntando a nuevas tecnologías que evitan elementos raros, caros o tóxicos y priorizan la posibilidad de reciclar materias primas.

## Marco normativo

- **Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.**
- **Real Decreto ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores**
- **Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica**
- **Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica**
- **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, marzo 2021**
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto-ley 12/2021, de 24 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito de la fiscalidad energética y en materia de generación de energía, y sobre gestión del canon de regulación y de la tarifa de utilización del agua BOE nº 151 de 25 de junio de 2021.
- Real Decreto-ley 19/2021, de 5 de octubre, de medidas urgentes para impulsar la actividad de rehabilitación edificatoria en el contexto del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia
- Real Decreto-ley 18/2022, de 18 de octubre, por el que se aprueban medidas de refuerzo de la protección de los consumidores de energía y de contribución a la reducción del consumo de gas natural en aplicación del "Plan + seguridad para tu energía (+SE)", así como medidas en materia de retribuciones del personal al servicio del sector público y de protección de las personas trabajadoras agrarias eventuales afectadas por la sequía
- Real Decreto-ley 6/2022, de 29 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes en el marco del Plan Nacional de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la guerra en Ucrania

# Marco normativo

## Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo (edición v.5.1). Enero de 2023.



<b>Autoconsumo INDIVIDUAL</b> Un consumidor asociado O <b>Autoconsumo COLECTIVO</b> Varios consumidores asociados	<b>Instalación PRÓXIMA en RED INTERIOR</b> Conexión Red interior.	<b>SIN excedentes (individual)</b> Mecanismo anti-vertido.  <b>SIN excedentes ACOGIDA a compensación (colectivo)</b> Mecanismo anti-vertido.	<b>CONSUMIDOR</b> Titular del suministro <b>PRODUCTOR</b> No existe <b>TITULAR INSTALACIÓN</b> Consumidor <b>PROPIETARIO</b> Puede ser diferente
	<b>Instalación PRÓXIMA a TRAVÉS DE RED</b> Conexión a red BT del mismo CT. Distancia < 500 m o 2.000 m FV en cubierta, suelo industrial o estructuras con otro uso. Misma referencia catastral (14dígitos).	<b>CON excedentes ACOGIDA a compensación</b> Fuente renovable. Potencia de producción ≤ 100kW. Si aplica, contrato único consumo-auxiliares. Contrato de compensación No hay otro régimen retributivo.	<b>CONSUMIDOR</b> Titular del suministro <b>PRODUCTOR</b> Titular de la instalación <b>TITULAR INSTALACIÓN</b> El inscrito en el registro de autoconsumo <b>PROPIETARIO</b> Puede ser diferente
	(Empty cell for individual case)	<b>CON excedentes NO ACOGIDA a compensación</b> Resto de instalaciones con excedentes.	<b>CONSUMIDOR</b> Titular del suministro <b>PRODUCTOR</b> Titular de la instalación <b>TITULAR INSTALACIÓN</b> El inscrito en el registro de autoconsumo y RAIPEE <b>PROPIETARIO</b> Puede ser diferente

## Ayudas y subvenciones

- Fondos del Plan de Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia del Gobierno de España
- Programas de Desarrollo Rural:
  - Fondo Europeo de Desarrollo Rural (Fondos FEADER)
  - Fondos Desarrollo Rural Nacional (FEDER)
- Ayudas a las comunidades de regantes y otras entidades de riego, en relación con la utilización racional del agua y la mejora de la eficiencia energética en regadíos. Conv. 2023
- Eficiencia energética en explotaciones agropecuarias. Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial. Conv. 2023
- Ayudas para la realización de instalaciones de autoconsumo con fuentes de energía renovable, en el sector residencial, las administraciones públicas, y el tercer sector con o sin almacenamiento (Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, en el ámbito territorial de la Comunidad Valenciana)
- Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos-SEIASA. PRTR

## Fotovoltaica para riego

Se pueden agrupar en dos categorías:

- Instalaciones aisladas. Finalidad aplicaciones de bombeo, señalización, comunicaciones y electrificación rural
  - Suministro en puntos donde es complejo conectarse a la red
  - Aprovechamiento de superficies en desuso o sin utilidad (balsas)
- Instalaciones conectadas a red, orientadas a la venta de energía eléctrica y autoconsumo
  - Reducción de costes de explotación derivados de la energía eléctrica
    - En particular, los costes derivados del término de energía
    - En algunos casos, los costes derivados del término de potencia

De forma general, en instalaciones de riego, mas del 95% de la energía se consume en bombeo. Algunas ventajas del bombeo fotovoltaico:

No dependen de la existencia de una red distribuidora de energía eléctrica para funcionar.

Pueden operar a grandes profundidades y son confiables, durables y eficientes.

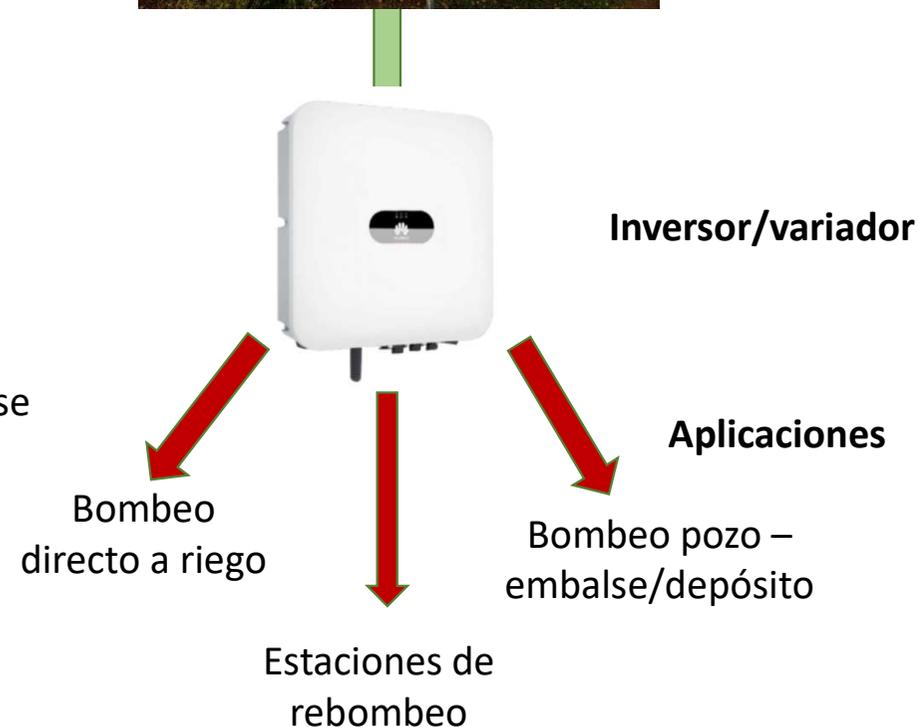
Su diseño es simple.

Son de fácil instalación u operación.

Mantenimiento bajo y económico durante la vida útil ( $\cong$  25 años).



**Módulos  
Fotovoltaicos**



# Fotovoltaica para riego

Sobre suelo (hincados, tornillos o zapatas)  
Fijos



Con sistema de seguimiento (1 o 2 ejes)



Flotante



[https://constructorasanjose.com/p\\_bombeo-solar-flotante-sobre-balsa-y-dos-bombas-subterraneeas-para-el-autoconsumo-de-la-comunidad-de-regantes-de-Iliria-valencia\\_402](https://constructorasanjose.com/p_bombeo-solar-flotante-sobre-balsa-y-dos-bombas-subterraneeas-para-el-autoconsumo-de-la-comunidad-de-regantes-de-Iliria-valencia_402)

## Agrovoltaica

- Una misma superficie de terreno se usa tanto para obtener energía solar como para la producción agrícola
- Paneles elevados/incremento de distancias/ paneles transparentes para invernaderos/paneles móviles
- Reducción de la radiación sobre el cultivo. Reducción de temperatura y evaporación. Requiere selección de cultivos adecuados
- Potencial protección del terreno
- Refrigeración de los paneles

OPEN **Solar PV Power Potential is Greatest Over Croplands**

Elnaz H. Adeh<sup>1</sup>, Stephen P. Good<sup>2</sup>, M. Calaf<sup>3</sup> & Chad W. Higgins<sup>2</sup>

[www.nature.com/scientificreports](https://www.nature.com/scientificreports)

**SCIENTIFIC  
REPORTS**

nature research

La demanda mundial de energía se compensaría si menos del 1% de las tierras de cultivo se convirtieran a un sistema agrovoltaico.



Article

### **Policy and Environmental Implications of Photovoltaic Systems in Farming in Southeast Spain: Can Greenhouses Reduce the Greenhouse Effect?**

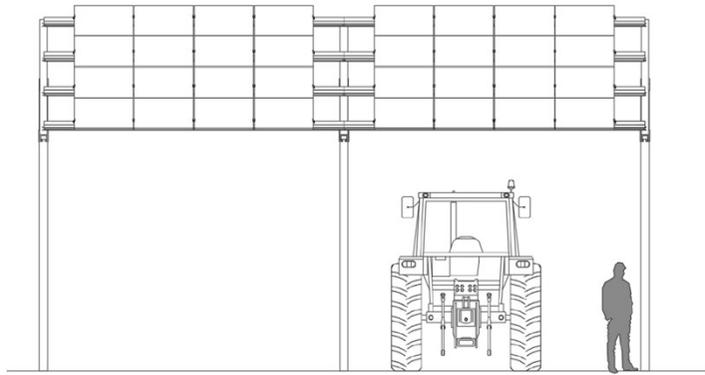
Angel Carreño-Ortega<sup>1,\*</sup>, Emilio Galdeano-Gómez<sup>2</sup>, Juan Carlos Pérez-Mesa<sup>2</sup> and María del Carmen Galera-Quiles<sup>3</sup>

Colocando fotovoltaica sobre las cubiertas de las más de 41.000 hectáreas que ocupan los invernaderos en el sudeste de España, se podría producir hasta un tercio de la energía que se consume en el territorio nacional

# Agrovoltaica



<https://www.innovaspain.com/winesolar-la-primer-planta-agrovoltaica-inteligente-de-espana/>



Para que un proyecto pueda denominarse agrovoltaico, el rendimiento obtenido por la agricultura debe ser superior al obtenido por generación de electricidad

## Canales solares

- Cubrición de canales mediante paneles solares.
- Refrigeración potencial que supone un aumento de la eficiencia entre el 2,5 y el 5%
- Reducción de la evaporación entre el 1 y el 2% del caudal transportado
- Impacto paisajístico

### nature sustainability

Explore content ▾ About the journal ▾ Publish with us ▾ Subscribe

[nature](#) > [nature sustainability](#) > [articles](#) > [article](#)

Article | Published: 18 March 2021

### Energy and water co-benefits from covering canals with solar panels

[Brandi McKuin](#) , [Andrew Zumkehr](#), [Jenny Ta](#), [Roger Bales](#), [Joshua H. Viers](#), [Tapan Pathak](#) & [J. Elliott Campbell](#) 

<https://www.solaraquagrid.com/>



<https://www.bbc.com/future/article/20200803-the-solar-canals-revolutionising-indias-renewable-energy>

## Eólica para riego

- Generación de electricidad asociada al llenado de balsas de comunidades de regantes
- Aprovecha zonas no cultivables
- Desarrollos de mini-aerogeneradores que podrían ser utilizados en autoconsumo para bombeo en riego
- El viento es una fuente discontinua, de intensidad y dirección variables
- Este tipo de instalaciones deben ser híbridas para asegurar el abastecimiento
- Altera el paisaje y afecta al ecosistema (mortalidad e la avifauna)



**1. AEROGENERADOR**  
 Genera electricidad a partir de la fuerza del viento, tanto de día como de noche. Su potencia deberá ser acorde a las necesidades de consumo de la instalación.



**2. BOMBA DE AGUA**  
 Bomba de agua sumergible, que puede ser alimentada tanto en corriente continua, como en corriente alterna, directamente desde el aerogenerador y a través del interface, sin necesitar variadores u otros elementos externos.

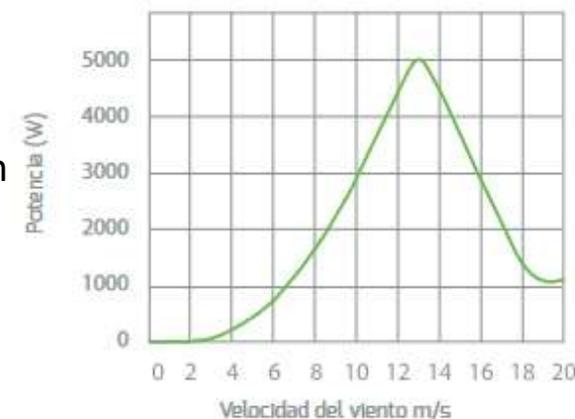


**3. INTERFACE**  
 Equipo que se encarga de controlar el aerogenerador, de forma segura, así como de gestionar la producción de energía. Dispone de un paro de emergencia, un sistema de monitorización y posibilidad de comunicación.

*El bombeo eólico puede empezar a funcionar con velocidades de viento de 2,5 m/s (velocidad de diseño de 5-6 m/s)*

<https://www.bornay.com/es>

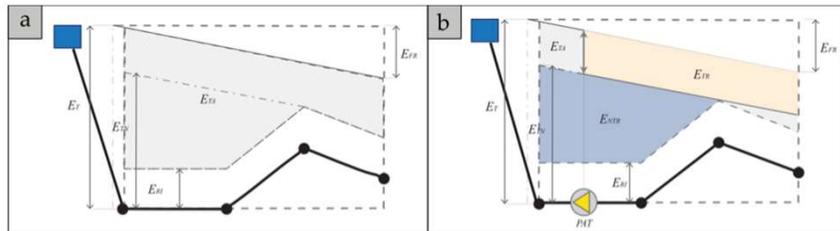
Curva de potencia



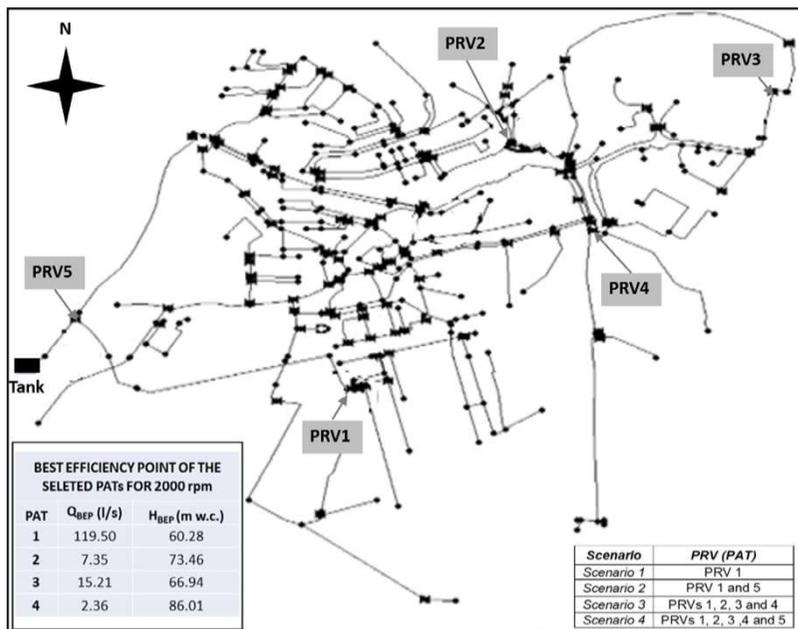
Energía



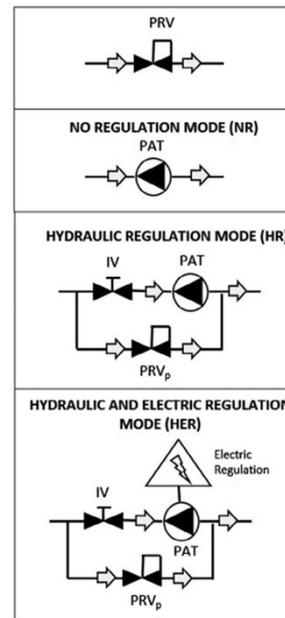
# Mini hidráulica



Camilo Rosado, L.E et al. <https://doi.org/10.3390/w12061818>



Pérez-Sánchez, M. et al 2018. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2018.1459747>



Se sustituye un generador diésel de 6 kVA, aislado de la red.  
 Dos bombas de fertirrigación, 78 electroválvulas para un sistema de filtrado y un compresor de aire para operaciones de mantenimiento.  
 Requerimiento energético máximo local = 3,6 kW.

Requiere, dos paneles solares con 660W. Para mantener el nivel de carga de las baterías en aquellos periodos fuera de la temporada de riego (octubre a marzo). Evitan la descarga total de las baterías provocando su daño o fallo a largo plazo.

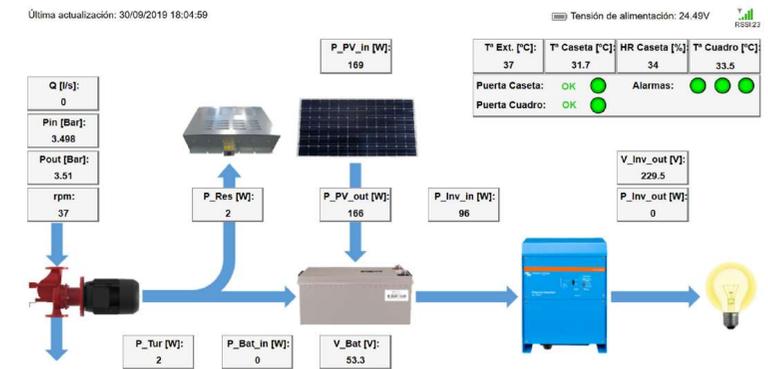


Fig. 6. Plant synoptic shown at the monitoring platform displaying live data.

Chacón, M.C. et al. 2021. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2021.01.084>

## Micro hidráulica

### Bomba Barsha

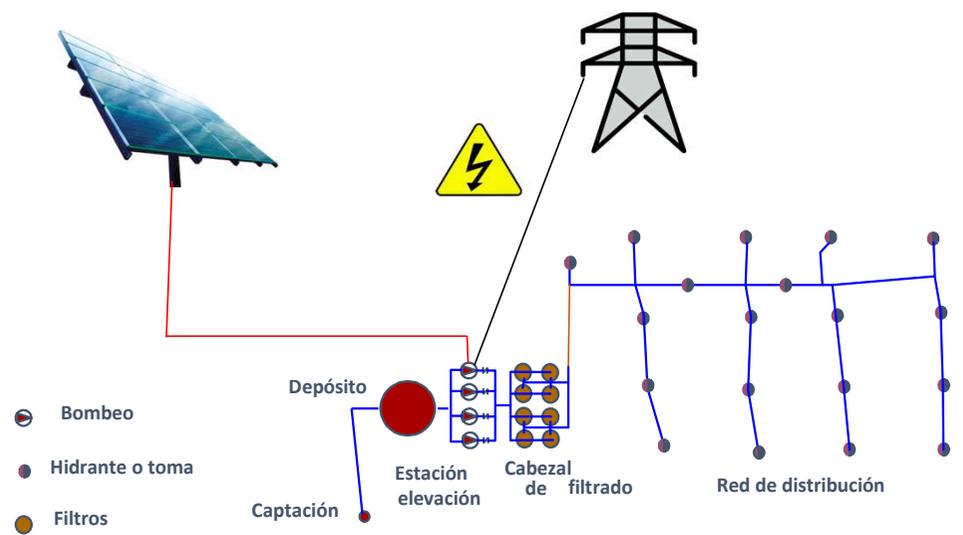
- Es capaz de bombear el agua hasta 20 metros de altura
- Es capaz de bombear hasta 45.000 litros/día
- Ahorro de hasta el 70% del costo total de riego comparado con bombeo diésel (bomba más combustible), se puede amortizar la inversión en sólo 2 años
- Puede funcionar las 24 horas del día



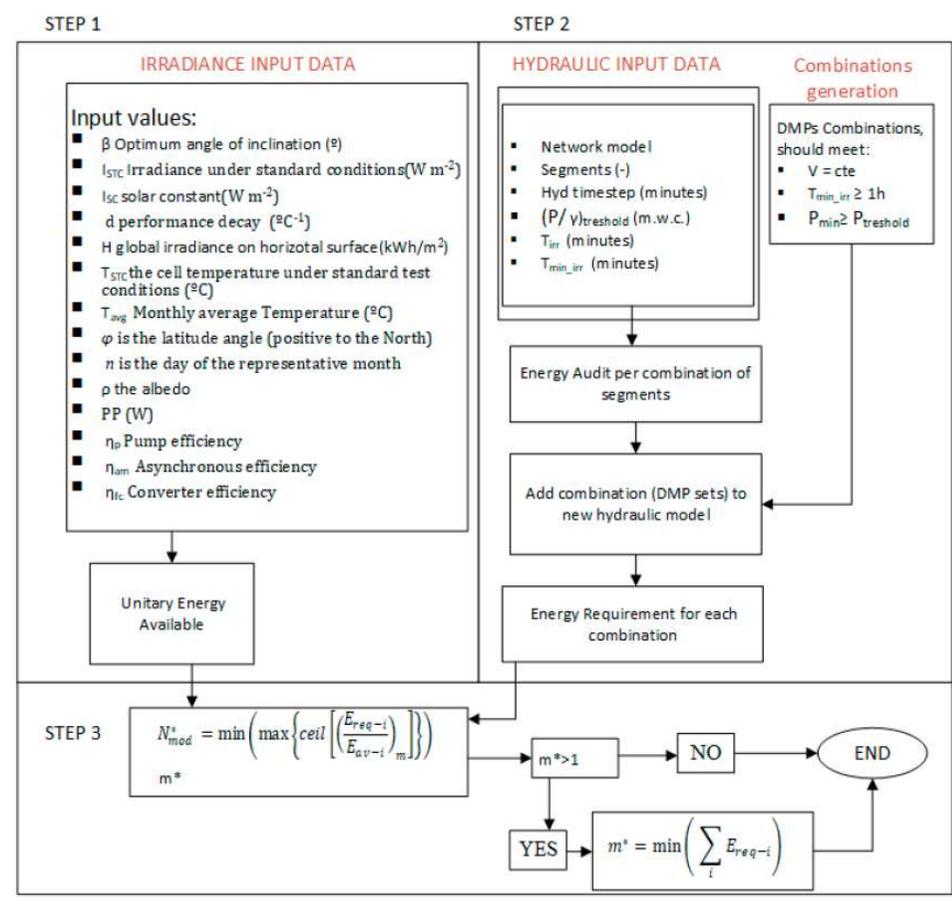
<https://aqysta.com/>

<http://altertec.com/bomba-barsha/>

# Gestión/diseño integral



Programación de riego optimizada y vinculada a la disponibilidad de energía solar.  
Posibilidad de incluir predicciones

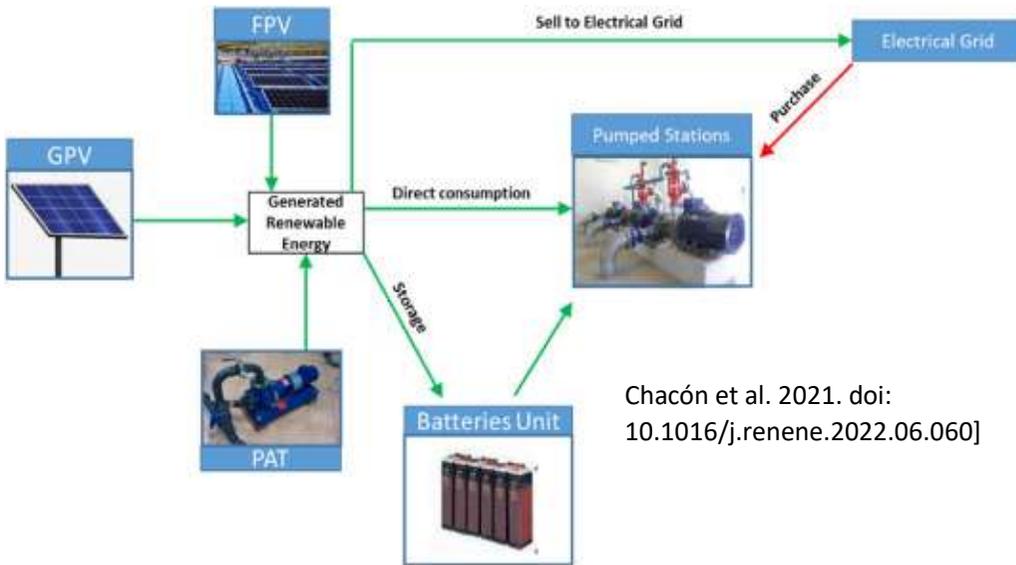


Adecuación de instalación y programación a bombeo solar.  
Propuesta de suministros energéticos mixtos.

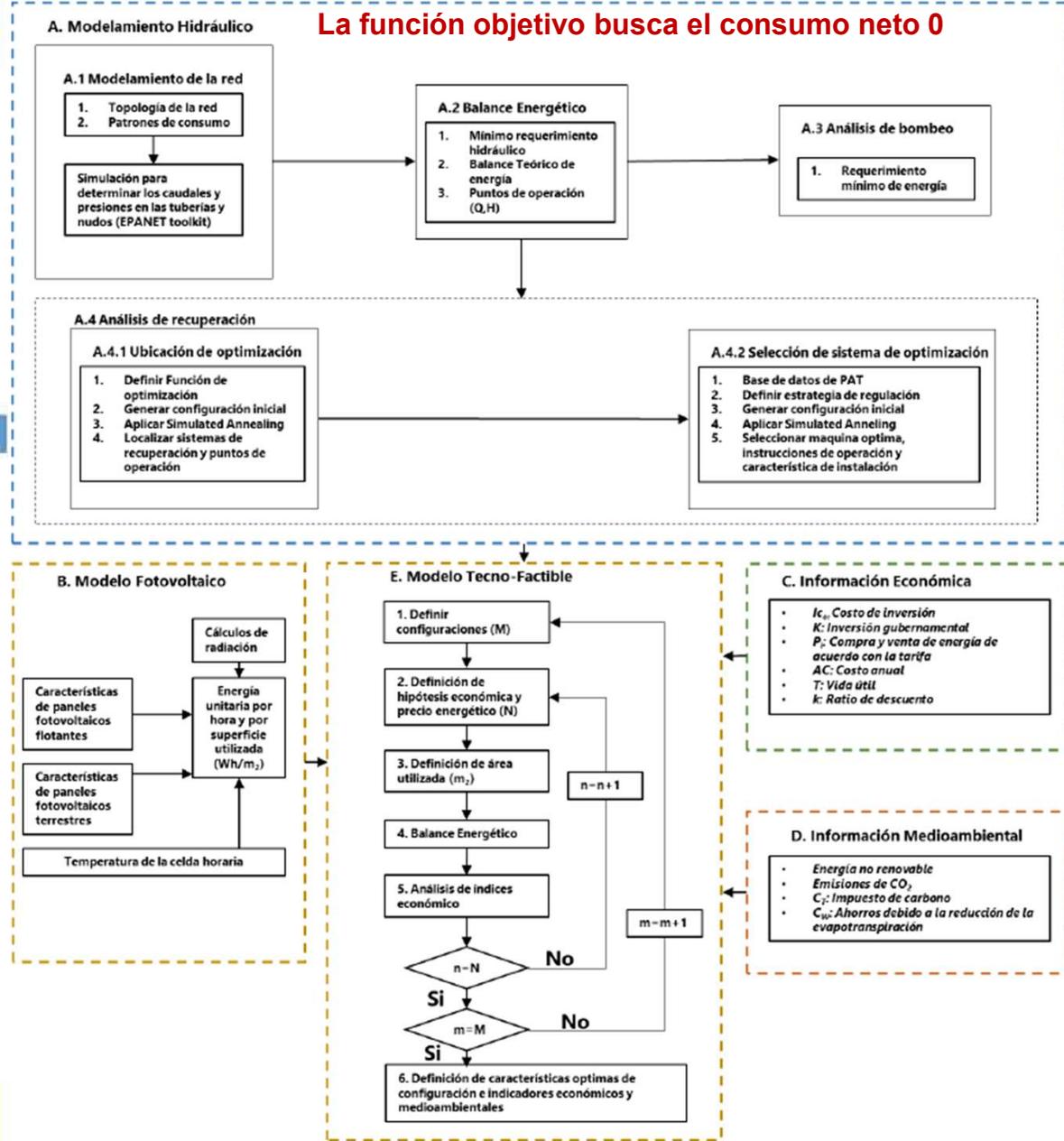
# Gestión/diseño integral

- Sistemas mixtos o híbridos que contemplen todas las opciones factibles de suministros/almacenamientos.

## Agronomía-Hidráulica-Energía-Medio ambiente-Economía

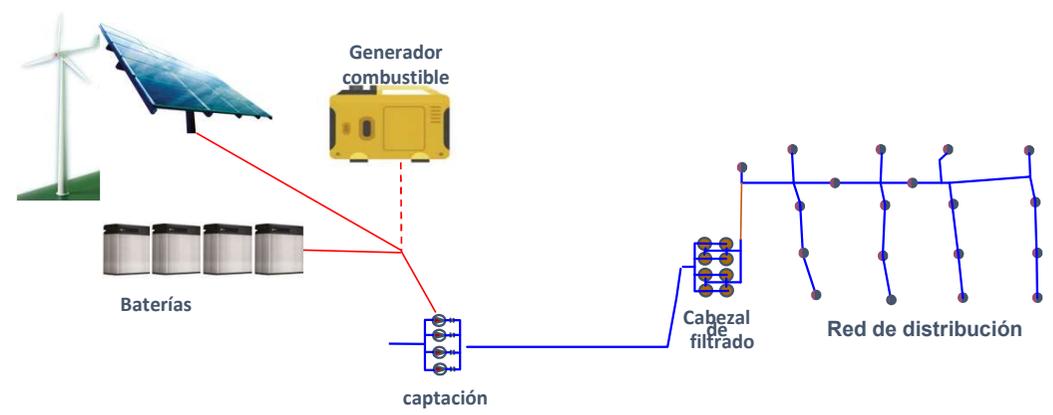
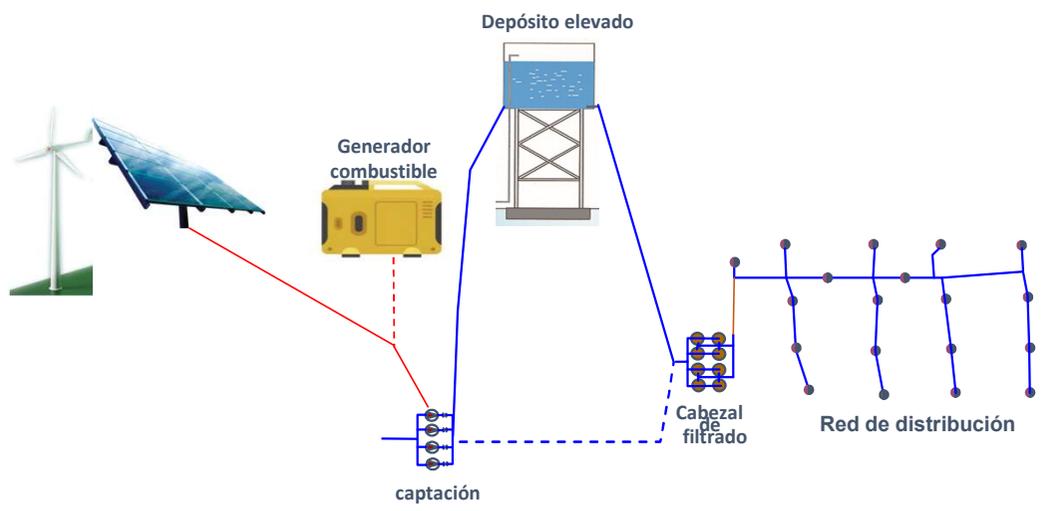


Chacón et al. 2021. doi: 10.1016/j.renene.2022.06.060]



# Tipologías reguladas

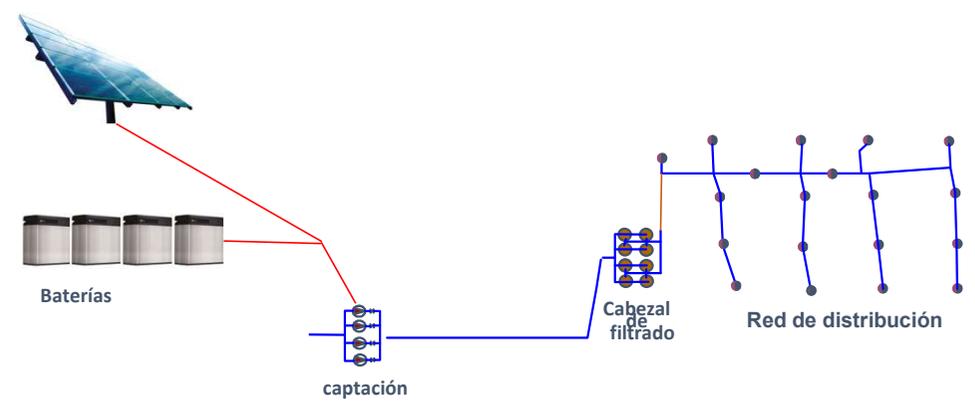
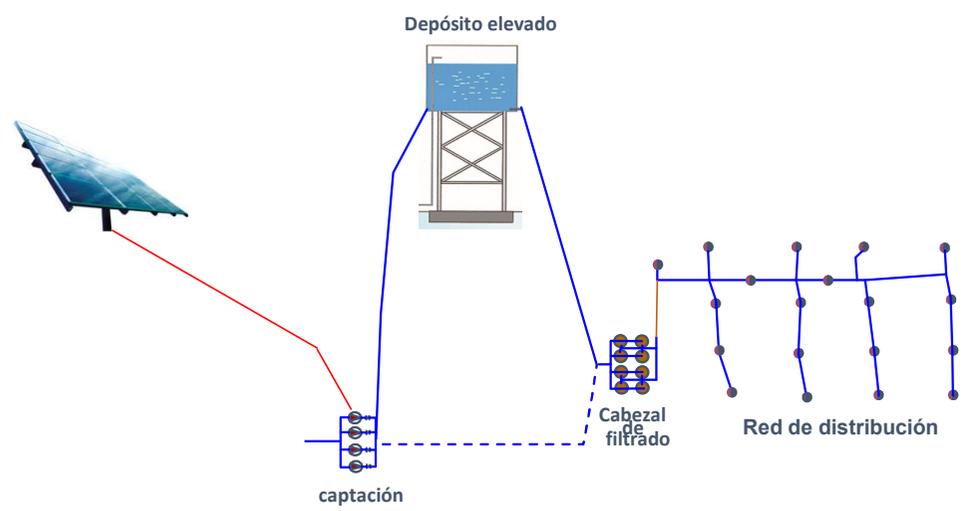
## INSTALACIONES AISLADAS. Sin conexión a la red



Requieren el apoyo de almacenamientos en baterías o depósitos o grupo electrógeno

# Tipologías reguladas

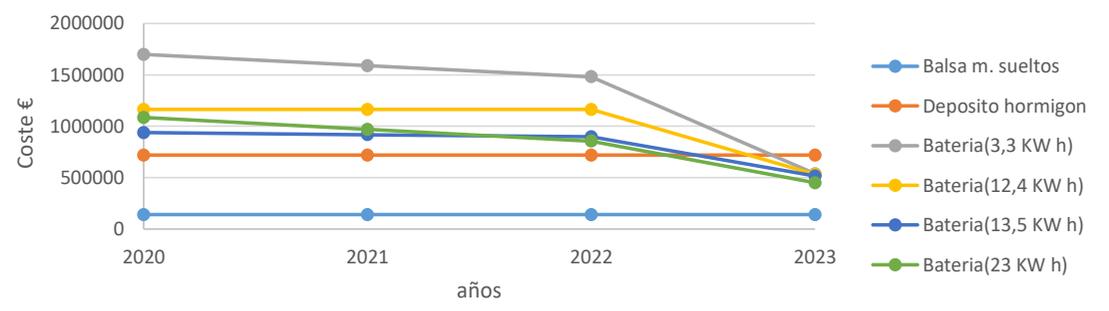
## INSTALACIONES AISLADAS. Sin conexión a la red



Ejemplo

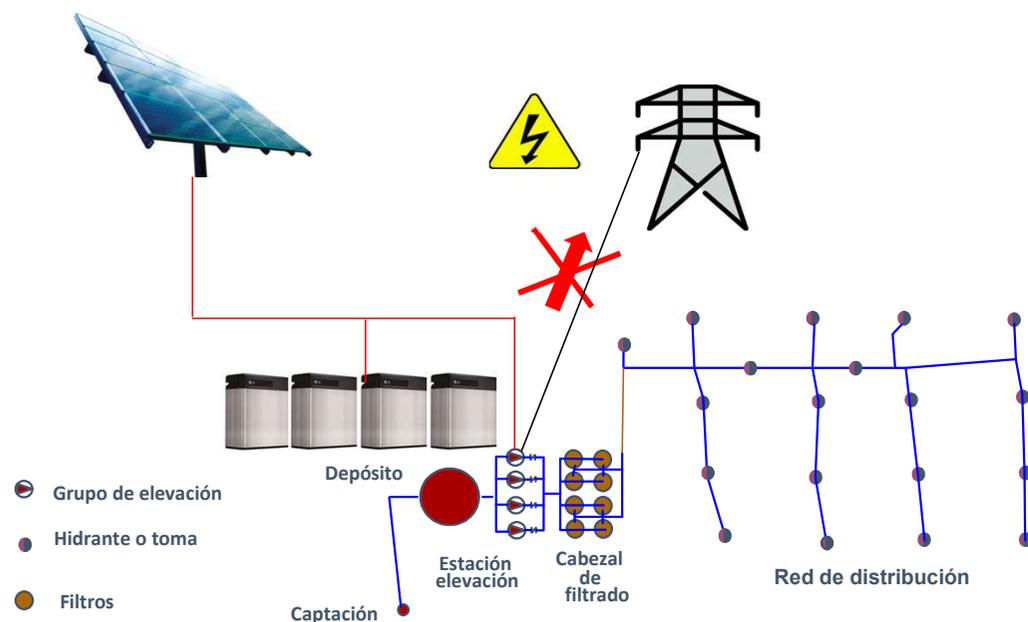
Volumen	8000	m <sup>3</sup>
T (dia)JER	15	H
Q	535	m <sup>3</sup> /h
Rend	70	%
Hm	60	mca
Pabs	125	kW
Energia almacenada	1870	kWh

Evolución costes almacenamiento



## Tipologías reguladas

### INSTALACIONES EN AUTOCONSUMO. Con conexión a red. Sin excedentes



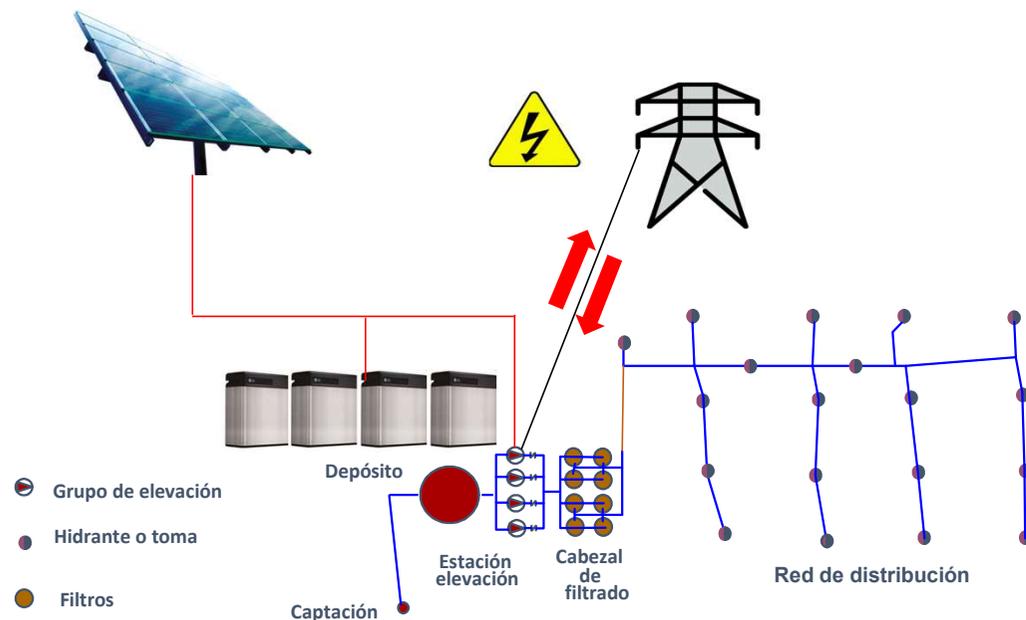
Requiere un sistema anti vertido que impida la inyección de energía excedentaria a la red de transporte o distribución

¿Excedentes?:

- Bombear agua a balsa elevada, almacenar en baterías
- Compensar en factura
- Para grandes volúmenes, vender excedentes

## Tipologías reguladas

### INSTALACIONES EN AUTOCONSUMO. Con conexión a red. Con excedentes



Las instalaciones de generación pueden inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución



#### No acogidas a compensación

la energía que no se autoconsume será vertida a la red y tratada como la energía producida por renovables

- Registradas como instalaciones productoras
- Dificultades por sobrecarga de las redes
- Dificultades de tipo administrativo

#### Acogidas a compensación

la energía que no se autoconsume de forma instantánea, se vuelca a la red y el valor de esa energía excedentaria se es compensada en la factura.

- Dentro del periodo de facturación (mes)
- < 100 kW

# Diseño de instalaciones de bombeo solares

## Previo a comienzo estudio/auditoria hídrico - energética

- Consumos de agua presentes y previsión futura: Turnos, cultivos... Conocimiento de las necesidades reales de riego.
- Infraestructura existente hidráulica tanto en almacenamiento y regulación como en conexiones de recursos hídricos, gestión del riego, telecontrol...
- Consumo de históricos energéticos, preferible 3 años.
- Contratos de suministro eléctrico existentes. Y potencia contratada.
- Evaluación de la energía disponible. Estudio de radiación y posible jornada de riego solar

## Ubicación de la instalación

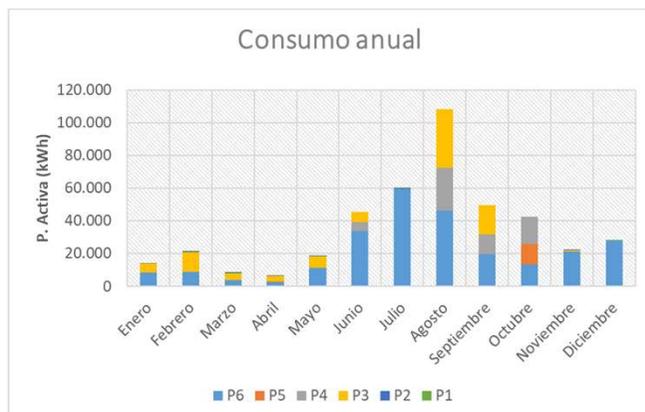
- Superficie disponible. Disponibilidad y calificación
  - Limitante de potencia FV
  - Sobre suelo
  - Sistema flotante sobre lámina de agua
    - (balsa/depósito).
    - Sobre cubierta (regadío no usual)
- Distancia entre el campo solar y los receptores

## Potencia fotovoltaica:

- **TIPOLOGIA DE LA INSTALACION**
- Depende necesidades
- Sistema de apoyo/acumulación
- Potencia y consumo de los receptores. Existentes y proyectados

## Decisión: Perfilera

- Fija
- Seguidor solar (uno o dos ejes)
  - Superficie de referencia m<sup>2</sup>/kWp:
    - ✓ Seguidor a un eje: 20 m<sup>2</sup>/kWp
    - ✓ Instalaciones Fijas: 10-15 m<sup>2</sup>/kWp



Aislada/Conectada

Parámetro	Equipos de bombeo existentes	Equipos de bombeo proyectados
Perfil de consumo	Conocido de facturas anteriores	Parámetros de riego de proyecto

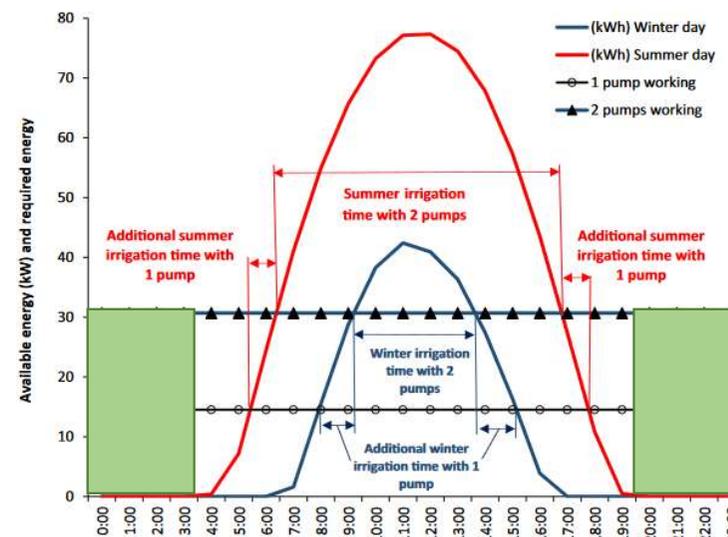
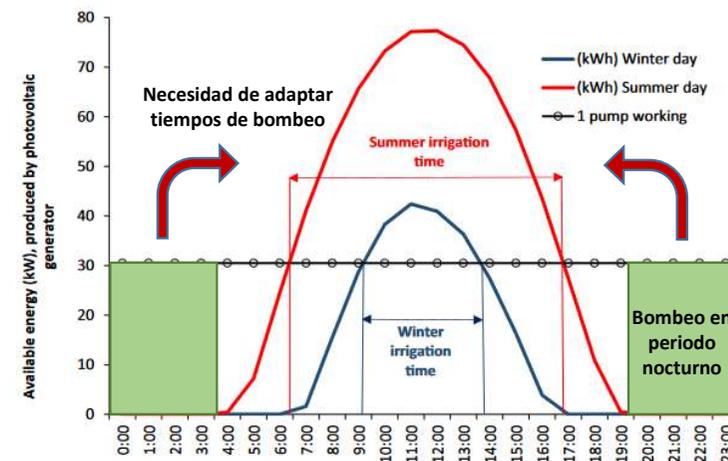
## Modificación de la programación de riegos

### Adecuación de curvas de generación y consumo energético

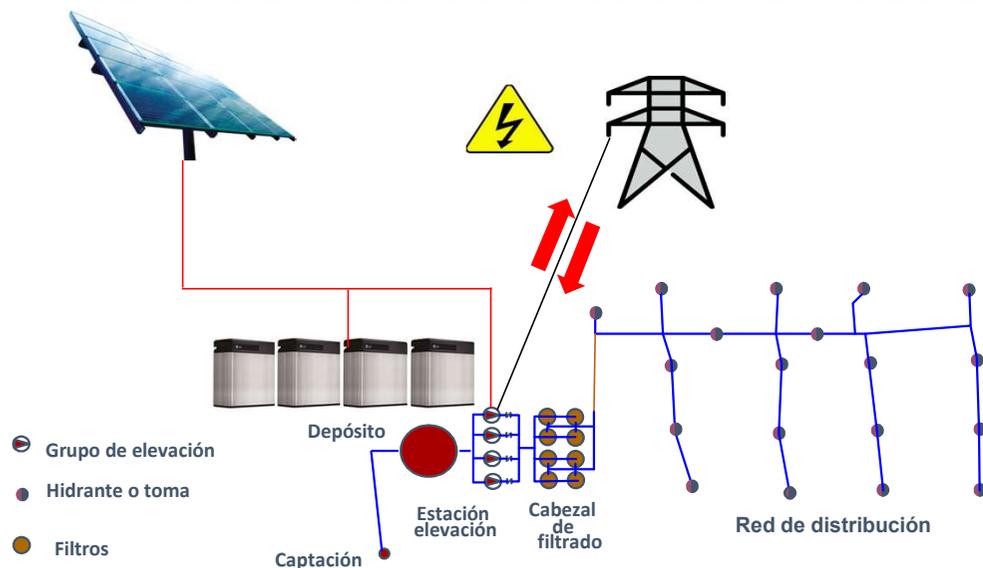
- Producción FV y Evapotranspiración del cultivo son función de la radiación solar. A mayor radiación mayor demanda hídrica y mayor producción de energía.
- Dada la estructura de la tarifa eléctrica, es predominante el bombeo/riego nocturno en instalaciones convencionales.



- Ha de trasladarse el periodo de riego al momento de la producción de energía fotovoltaica. En teoría se incrementan las horas disponibles para impulsar y regar



## Diseño de instalaciones de bombeo solares

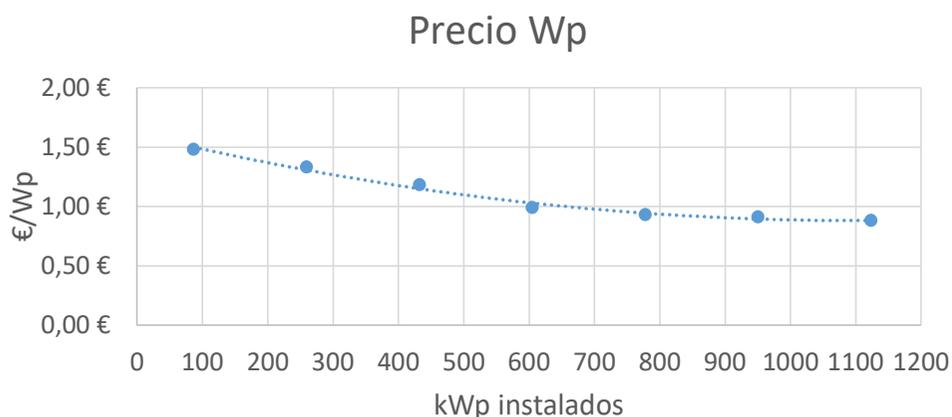


Parámetro	Aislada	Autoconsumo con conexión a red
Ratio $W_p/W_{receptor}$	+	-
Coste T. energía	0,00	30 – 50 %
Coste T. potencia	0,00	Según potencias contratadas
Disponibilidad	Variable	100 %
Tipos de instalación recomendada	Pozos a balsa. Rebombeos	Todos los tipos. Riego directo

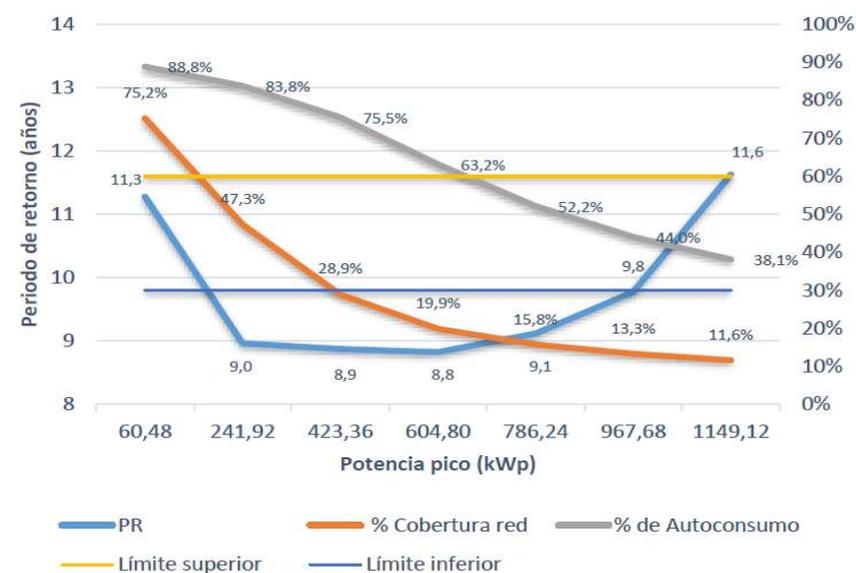
- Para dimensionar paneles tener en cuenta:
  - Perdida de rendimiento anual (0,7%)
  - Tener en cuenta todos los rendimientos: Zona útil, pero también: inversor, cable, panel, temperatura
  - Tener en cuenta nuevos gastos: seguros, videovigilancia, mantenimiento, reparaciones...
  - Hacer un dimensionado a un plazo de 25 años.
- En bombeo directo es necesario cambiar la programación de riego (regar cuando hay producción FV)
- En bombeo directo es recomendable mantener contrato de suministro (P6)

## Diseño de instalaciones de bombeo solares

- Dimensionado de la potencia pico del generador. Criterios básicos.
  - Volumen anual con mínimos mensuales (Caso aislada)
  - Minimizar el periodo de retorno de la inversión (Autoconsumo sin excedentes)
- Amortizaciones posibles de 6 a 12 años.
- TIR obtenidos a 25 años de entre un 8% a un 15%
- Factores económicos diversos: posibles subvenciones o financiación favorable
- Autoconsumo con excedentes; contratación, saturación de la red



Evolución de la potencia pico



## Retos y tendencias

### Retos actuales Comunidades de Regantes:

- Mejorar la eficiencia del uso del agua en parcela y mejora de la programación de riegos. Sensores de campo, predicciones, automatización, etc.
- Aprovechamiento de toda la potencialidad de las infraestructuras: regulación en bombeos, almacenamientos, etc.
- Mejorar los procedimientos de gestión: gestión de agua, infraestructura y energía de forma conjunta. Unificar herramienta de gestión. Digitalización integral
- Previsión de aumento de coste de la energía eléctrica de la red y el diésel
- Apoyo a las energías renovables, transición energética y descarbonización
- Mejoras tecnológicas. Eficiencia y costes
  - Paneles solares más eficientes
  - Mayor desarrollo del almacenamiento de energía
  - Mayor potencia por cada inversor
  - Hibridación de instalaciones fotovoltaicas con otras renovables
  - Producción de Hidrógeno verde

<https://aleasoft.com/es/productos-y-servicios/previsiones-de-precios-de-energia/>

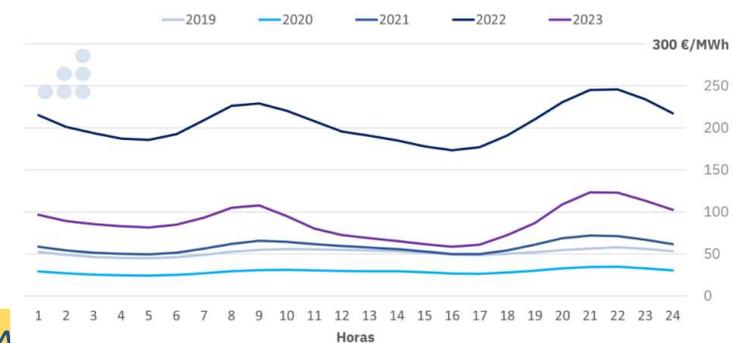
### Previsiones de precio a largo plazo



### Zoom diario

#### Evolución del perfil horario de precios

Mercado eléctrico español entre el 1 de enero y el 30 de junio



Fuente: Elaborado por AleaSoft con datos de OMIE

## Referencias principales

- Hernández Redondo, J.A. 2021. Jornada Técnica: Válvulas, ventosas y otros elementos de los sistemas de riego. MAPA. Sub. General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales.
- Diaz, J.C. 2021. Energías Renovables y Agricultura: Un convenio Natural. ITE-MAPA.
- Abadía, R. 2022. Eficiencia energética en regadío. II Curso Internacional en Diseño, Gestión e Innovación en regadío. MAPA. Sub. General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales.
- Valero, S. 2022. Energía solar para el regadío. II Curso Internacional en Diseño, Gestión e Innovación en regadío. MAPA. Sub. General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales.
- González Pavón, C. 2023. III Curso Internacional en Diseño, Gestión e Innovación en regadío. MAPA. Sub. General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales.
- IDAE y ENERAGEN (2023), Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo v.4.1, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y Asociación de Agencias Españolas de Gestión de la Energía (ENERAGEN), Madrid.
- IDEA 2008. Ahorro y Eficiencia Energética en las Comunidades de Regantes
- IEA. 2023. Renewables 2022. Analysis and forecast to 2027
- IRENA, 2017, Electricity Storage and Renewables: Costs and Markets to 2030, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
- IRENA. 2022. Renewable power generation costs in 2022, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- Fundación Renovables. 2022. Renovables y eficiencia en el regadío.
- Álvarez Pastor, German. 2022. Proyecto de Instalación Solar Fotovoltaica sin excedentes sobre el deposito de Partidor en el Término Municipal de Sellent (Valencia). TFM-ETSIAMN-UPV



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA GENERAL  
DE AGRICULTURA  
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL  
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN  
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

**SUBDIRECCIÓN GENERAL DE REGADÍOS  
CAMINOS NATURALES E INFRAESTRUCTURAS  
RURALES**

JORNADA: "NUEVAS TECNOLOGÍAS EN APLICACIÓN DEL RIEGO (OXIGENO, HIDRÓGENO, BIM) PARA APLICACIÓN DEL RIEGO"

## ***ENERGÍAS ALTERNATIVAS PARA RIEGO. PROS Y CONTRAS***

VALENCIA 20 y 21 septiembre 2023



Juan Manzano Juárez [juamanju@agf.upv.es](mailto:juamanju@agf.upv.es)

# MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



CENTRO VALENCIANO DE  
ESTUDIOS SOBRE EL RIEGO