



## Recomendaciones a los usuarios (regantes y comunidades de regantes)

Recomendaciones para la elección de soluciones en la gama de productos existentes.

*Entregable 2.5.3*

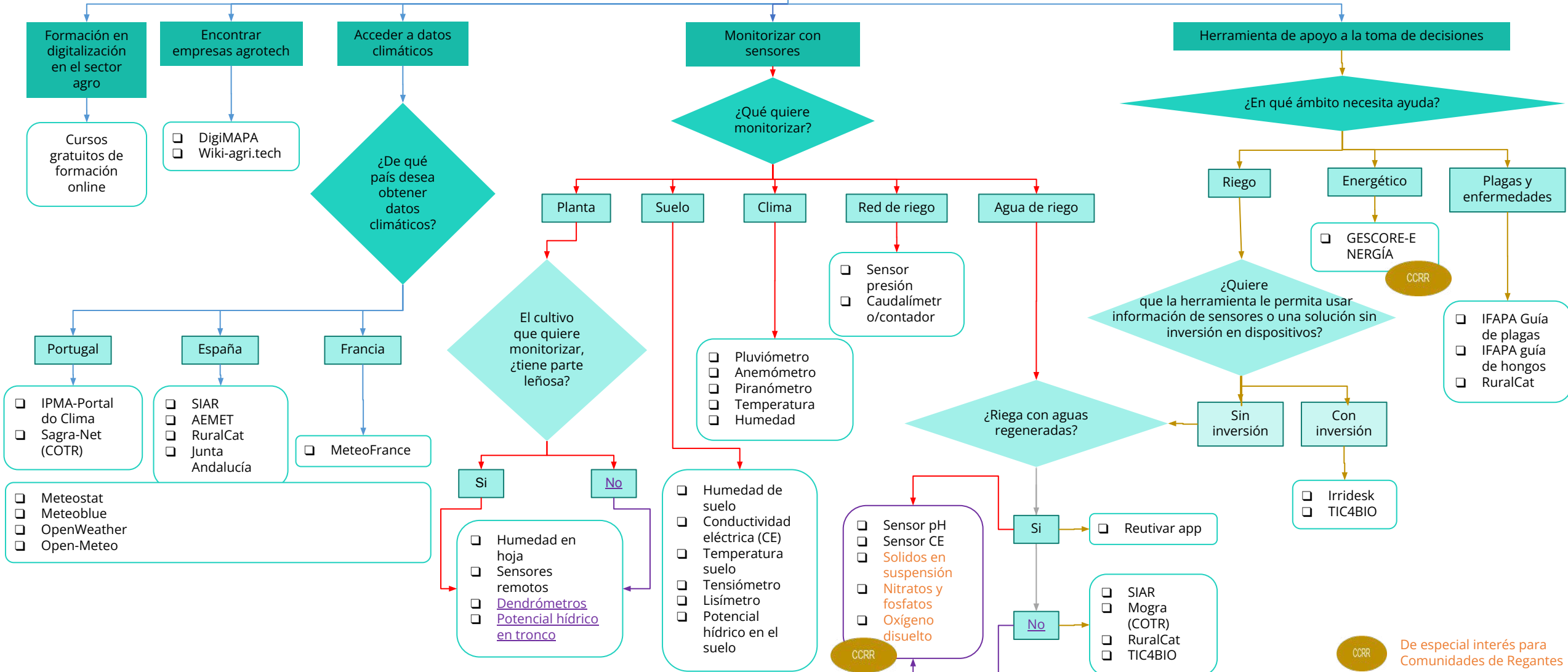
## Entregable 2.5.3 Recomendaciones a los usuarios (regantes y comunidades de regantes)

Este entregable, presentado en formato de PDF interactivo, tiene como objetivo proporcionar recomendaciones a los regantes, ya sean particulares o pertenecientes a comunidades de regantes (CCRR), para facilitar la selección de la solución digital más adecuada según sus necesidades y objetivos.

Para ello, se planteará una serie de preguntas relacionadas con el tipo de usuario, el propósito de la consulta, la materia de interés, la inversión disponible, la accesibilidad, entre otros aspectos. A partir de estas respuestas, el sistema guiará al usuario hacia un conjunto de soluciones que mejor se adapten a sus requerimientos.

Además, el usuario podrá interactuar con los distintos iconos que representan las opciones disponibles en cada pregunta. Esta funcionalidad permitirá una navegación dinámica e intuitiva, facilitando el acceso a las recomendaciones más adecuadas.

## Recomendaciones a los regantes





Inicio



Anterior

# ¿Qué necesita?



Formación en  
digitalización en el  
sector agrícola



Encontrar  
empresas/soluciones  
Agrotech



Acceso a datos  
climáticos



Monitorizar con  
sensores



Herramienta de apoyo a  
la toma de decisiones





Inicio

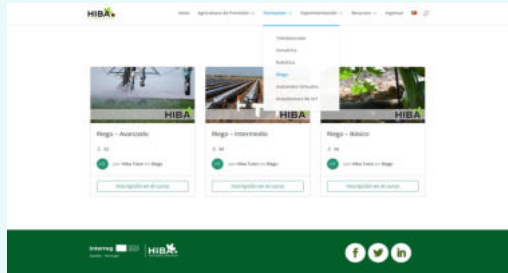


Anterior

# Formación en digitalización en el sector agrícola

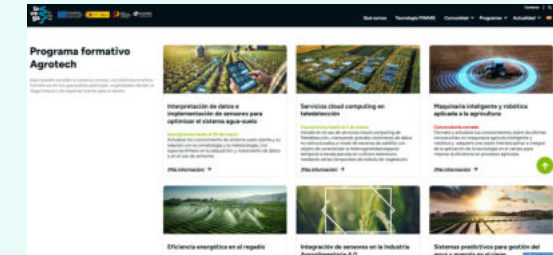


Formación en digitalización en el sector agrícola



- **Cursos gratuitos online** para formación en riego, teledetección, sensórica, robótica, arquitectura de sistemas IoT y asistentes virtuales.
- **Niveles:** básicos, intermedio y avanzado en cada materia.
- **Idiomas:** Español y Portugués

- **Cursos gratuitos presenciales** para formación en distintos eventos formativos en el ámbito del agrotech.
- **Idiomas:** Español
- **Duración por curso:** 21h (repartidas en 3 días)



- Acceso a material Jornada sobre “Uso de big data, sensórica y teledetección para el cálculo de la dosis de riego”



Inicio

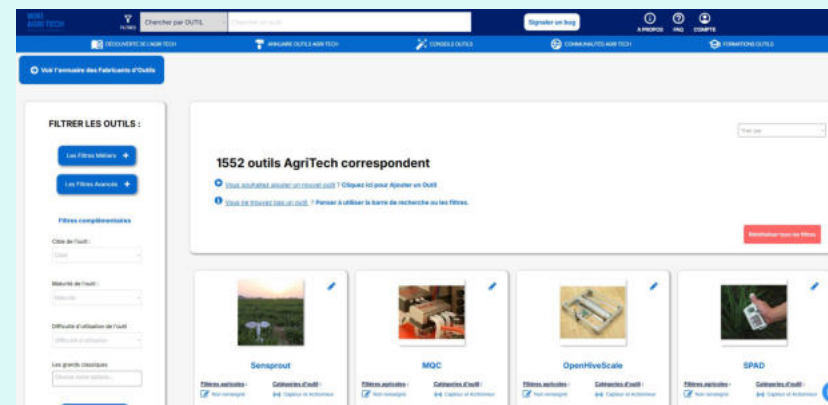
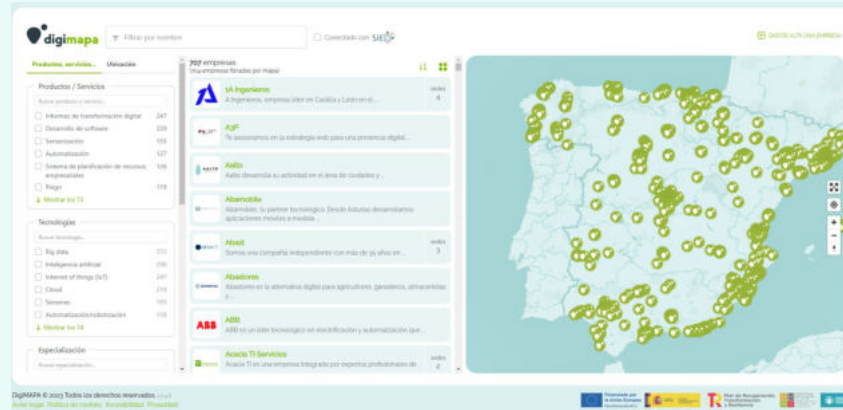
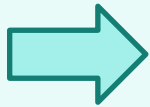


Anterior

# Encontrar empresas Agrotech



Encontrar empresas  
Agrotech





Inicio



Anterior

Acceso a datos climáticos



Acceso a datos  
climáticos

# ¿De qué país desea obtener datos climáticos?



Portugal



España



Francia

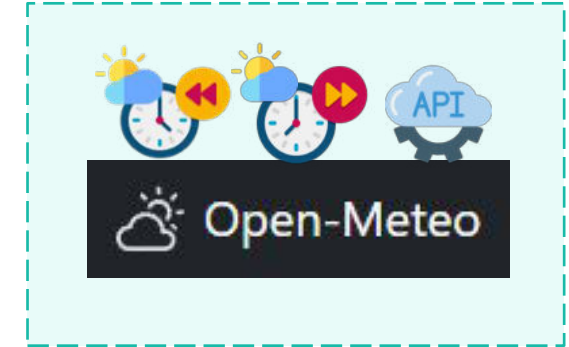
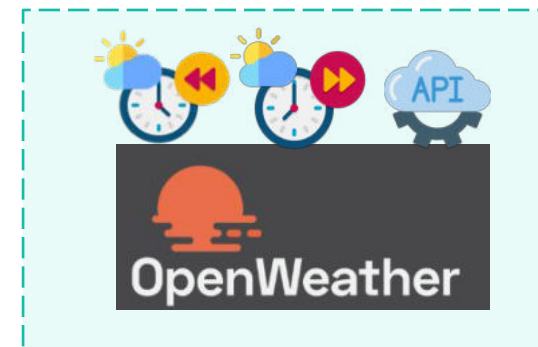
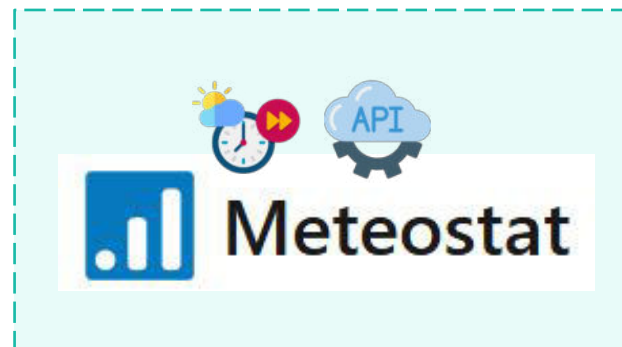
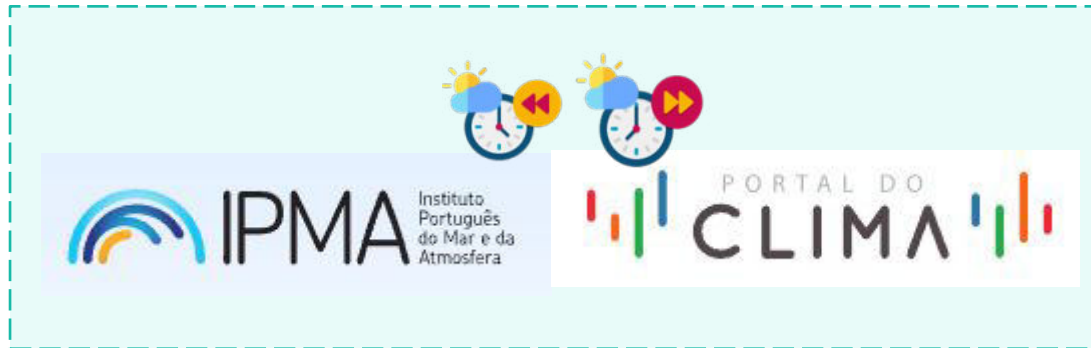


Inicio



Anterior

## Acceso a datos climáticos □ Portugal



 = Datos históricos

 = Predicciones

 = Posibilidad de acceso vía API





Inicio

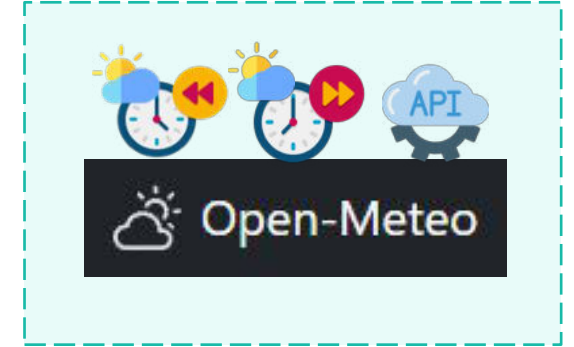
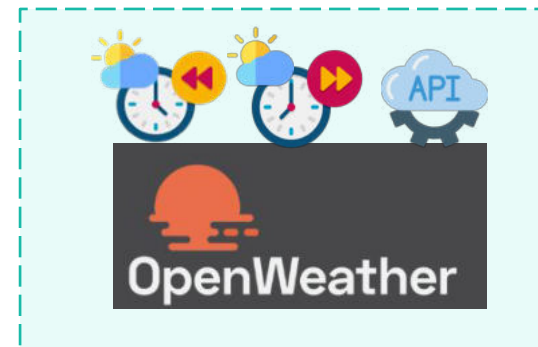
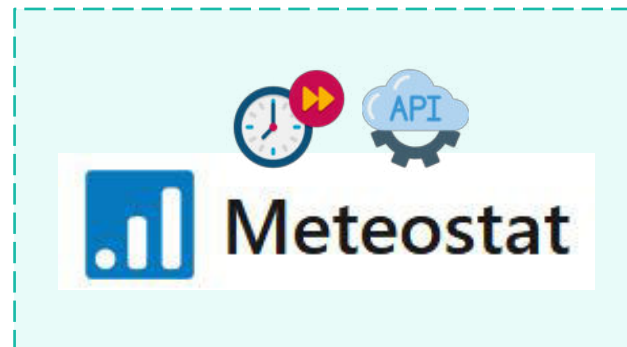


Anterior

## Acceso a datos climáticos □ España



Acceso a datos  
climáticos



 = Datos históricos

 = Predicciones

 = Posibilidad de acceso vía API

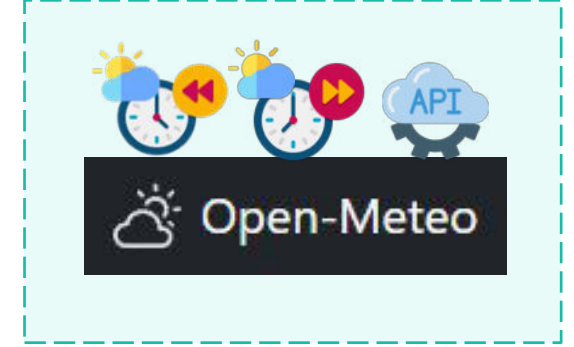
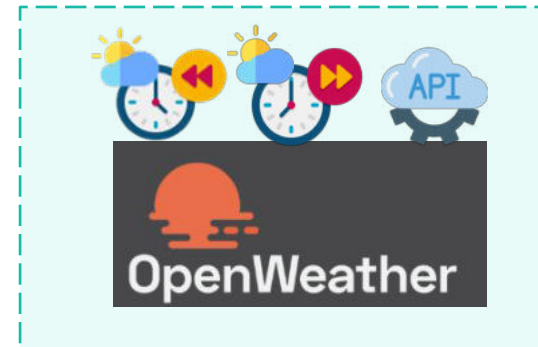
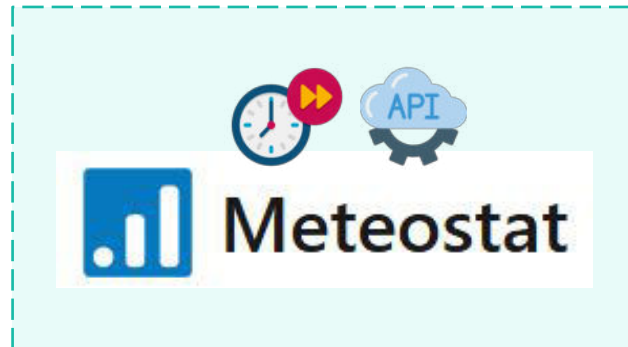
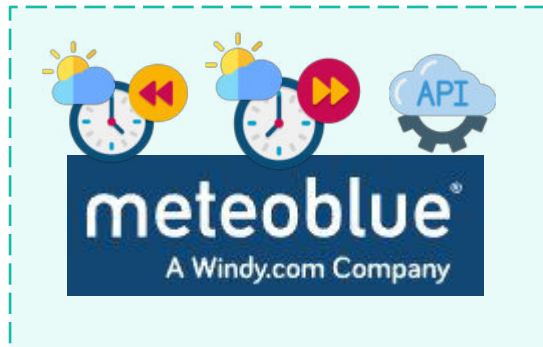


Inicio



Anterior

## Acceso a datos climáticos □ Francia



= Datos históricos

= Predicciones

= Posibilidad de acceso vía API



Inicio



Anterior

Monitorizar con sensores

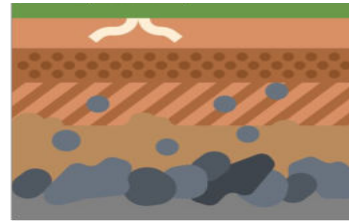


Monitorizar con  
sensores

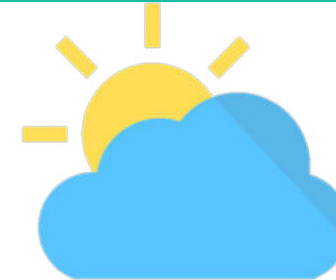
# ¿Qué quiere monitorizar?



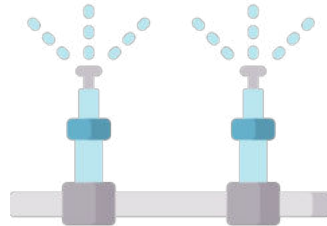
Planta



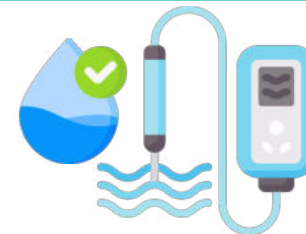
Suelo



Clima



Red de riego



Calidad del agua  
de riego



Inicio



Anterior

Monitorizar con sensores



Monitorizar con  
sensores

# ¿El cultivo que quiere monitorizar tiene parte leñosa?

SI

NO





Inicio



Anterior

## Monitorizar con sensores □ Planta



Planta



Monitorizar con  
sensores

Cultivo  
leñoso: Sí

Sensor de humedad  
de hoja



Sensores remotos



Dendrómetro



Sensor de potencial  
hídrico en tronco





Inicio



Anterior

## Monitorizar con sensores □ Planta



Planta



Monitorizar con  
sensores

### Sensor de humedad en hoja

Simula una hoja del cultivo y permite conocer el tiempo y nivel de humectación del follaje del cultivo.

#### Ventajas



Integración en  
**modelos predictivos**  
de plagas y  
enfermedades.



#### Inconvenientes

Información adicional :

- Temperatura ambiental.
- Precipitación.
- Estado fenológico del cultivo

Conocimiento técnico y  
revisión de estudios científicos  
de las condiciones de  
incidencia de cada enfermedad



#### **MILDIU DE LA VID**

##### Infección primaria:

Brote > 10 cm  
T° > 12 °C  
Lluvia: 8-10 l/m<sup>2</sup> (1-3 días)

##### Infección secundaria:

Humectación >2h





Inicio



Anterior

# Monitorizar con sensores □ Planta



Planta



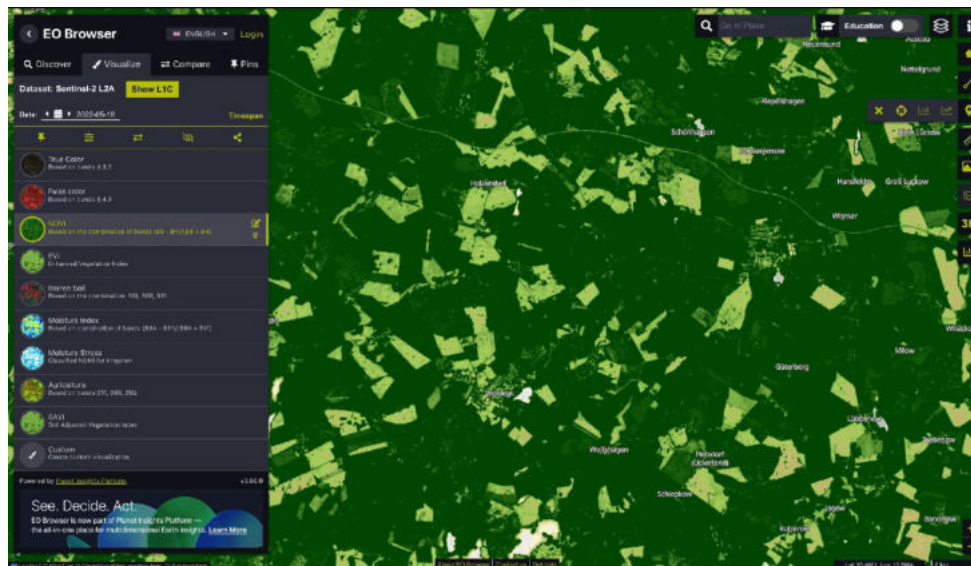
Monitorizar con  
sensores

## Sensores remotos: satélite y drones

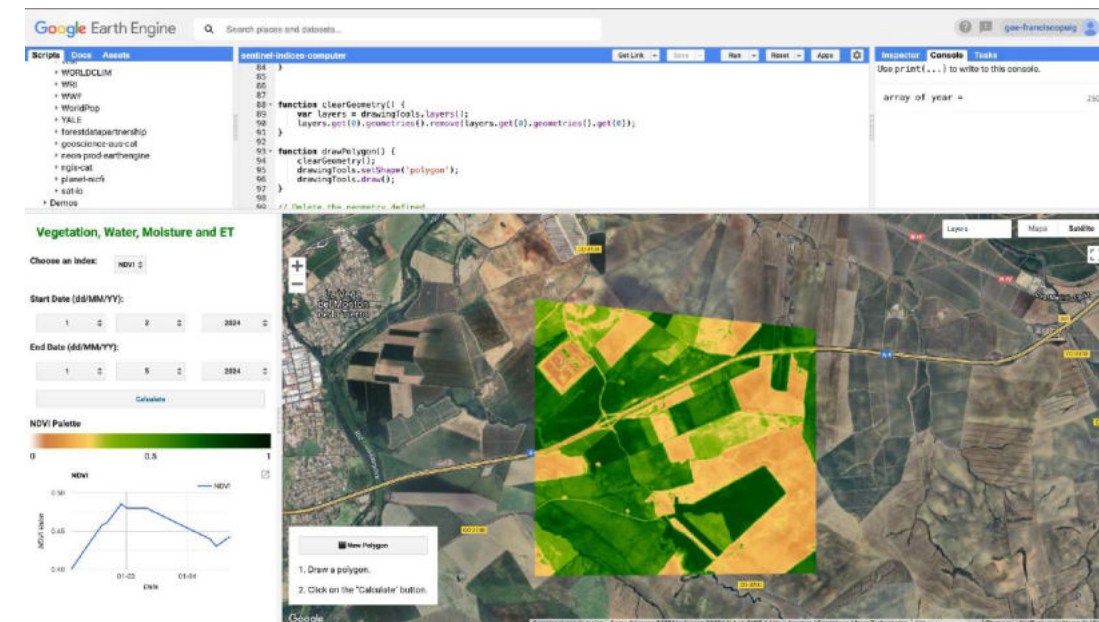
Los sensores lejanos permiten la obtención de datos del ecosistema suelo, planta y factores ambientales, sin entrar en contacto o interferencia con este ecosistema. Para ello se utilizan sensores (multiespectral, RGB, térmico...) equipados en drones, satélites, o incluso en la parte alta de los pivots.

El análisis de la información recabada por los sensores remotos permite obtener información de:

- ✓ Salud y vigor de la vegetación.
- ✓ Cobertura vegetal
- ✓ Detección estrés en el cultivo
- ✓ Variabilidad en el crecimiento del cultivo



PLATAFORMA SENTINEL HUB



PLATAFORMA GOOGLE EARTH ENGINE





Inicio



Anterior

## Monitorizar con sensores □ Planta



Planta



Monitorizar con  
sensores

Cultivo  
leñoso: Sí



### Ventajas

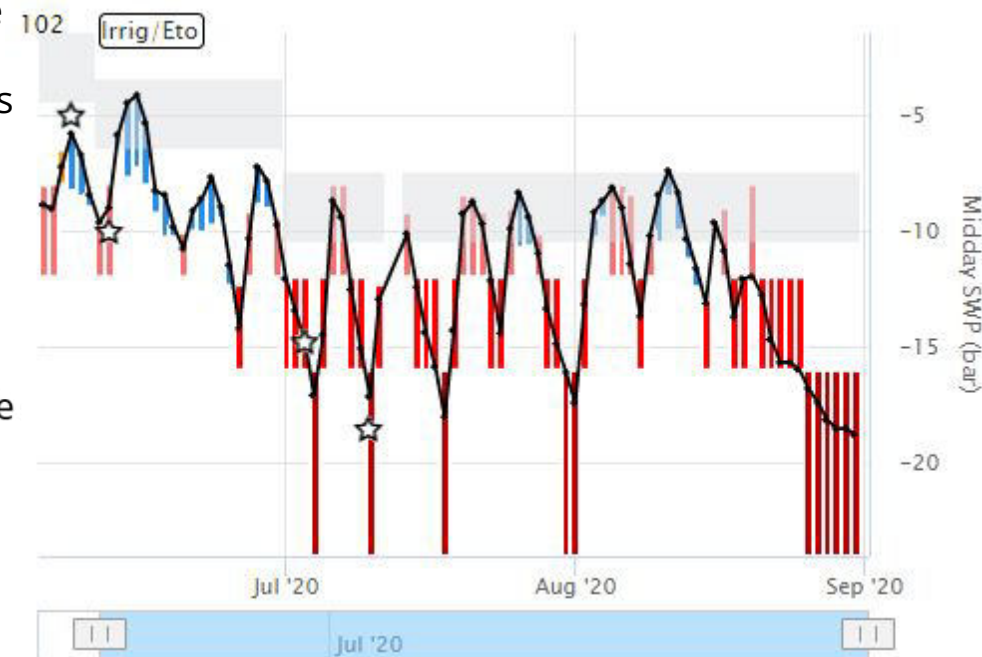
- Medición del potencial hídrico que está directamente relacionado con el estado hídrico de la planta
- Buena precisión (contratado mediante comparaciones con las mediciones de la cámara de Scholander )



### Inconvenientes

- Valores umbrales de  $\Psi$  cambian en función del tipo de cultivo, su edad, la época del año y su tolerancia al estrés.
- Costoso económicamente (€).
- Deterioro con el tiempo (sustitución por pérdida de precisión en torno a 1 año).
- Útil únicamente en cultivos leñosos.

## Sensor de potencial hídrico en tronco





Inicio



Anterior

## Monitorizar con sensores □ Planta



Planta



Monitorizar con  
sensores

Cultivo  
leñoso: Sí

### Dendrómetro

Es uno de los dispositivos de monitorización de cultivo más usado. Estos dispositivos miden las fluctuaciones en el diámetro del tronco que se producen al variar el estado hídrico del cultivo.



Dendrómetro de  
lámina



Dendrómetro de  
desplazamiento lineal

Día

Transpiración

Pérdida de agua

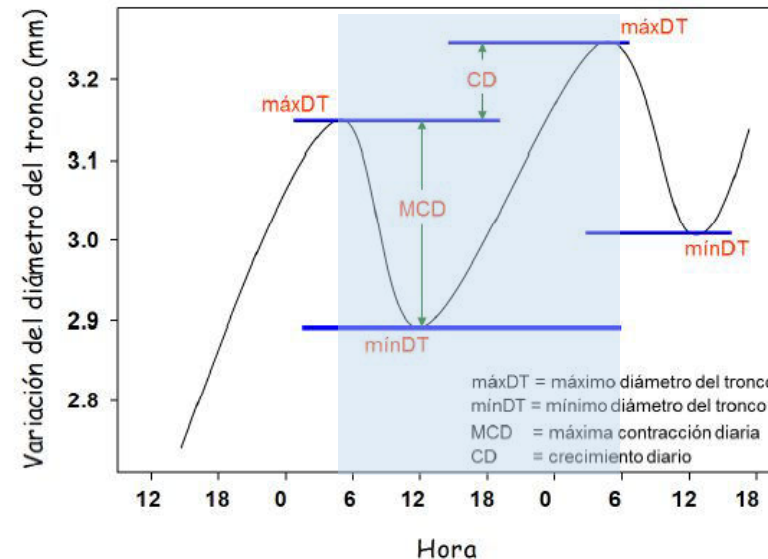
Menor  
diámetro

Noche

No Transpiración

Rehidratación

Mayor  
diámetro



Máxima Contracción Diaria (MCD)

Mayor  
fluctuación del  
diámetro de  
tallo

Mayor  
estrés  
hídrico





Inicio



Anterior

## Monitorizar con sensores □ Planta



Planta



Monitorizar con  
sensores

Cultivo  
leñoso: No

Sensor de humedad  
de hoja



Sensores remotos



Dendrómetro



Sensor de potencial  
hídrico en tronco



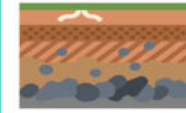


Inicio



Anterior

## Monitorizar con sensores □ Suelo



Suelo



Monitorizar con  
sensores

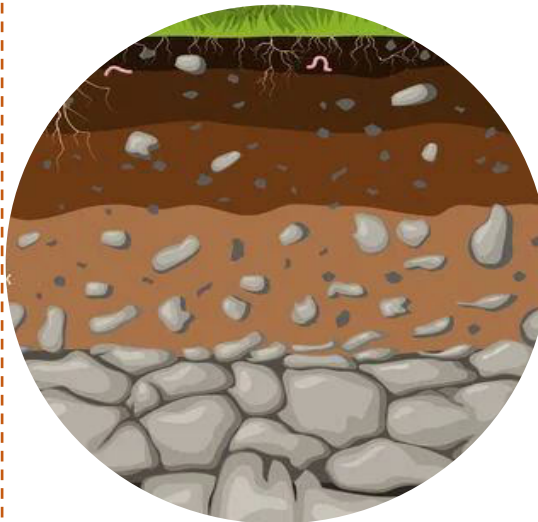
### Sensor de

☐ Humedad de  
suelo

☐ Conductividad  
eléctrica del  
suelo

☐ Temperatura  
del suelo

Es común encontrar sensores que midan a la vez varios de estos  
parámetros



Sensor de potencial  
hídrico en suelo



Tensiómetros



Lisímetro

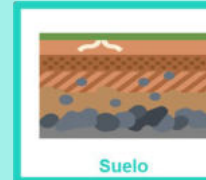


Inicio



Anterior

# Monitorizar con sensores □ Suelo

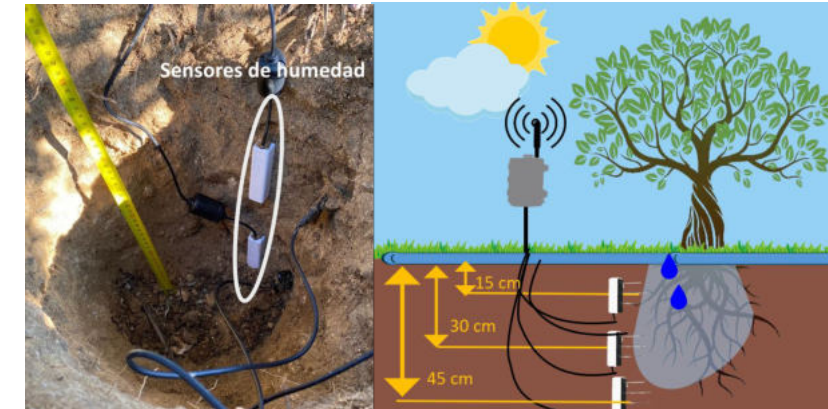


## Sensor de humedad de suelo

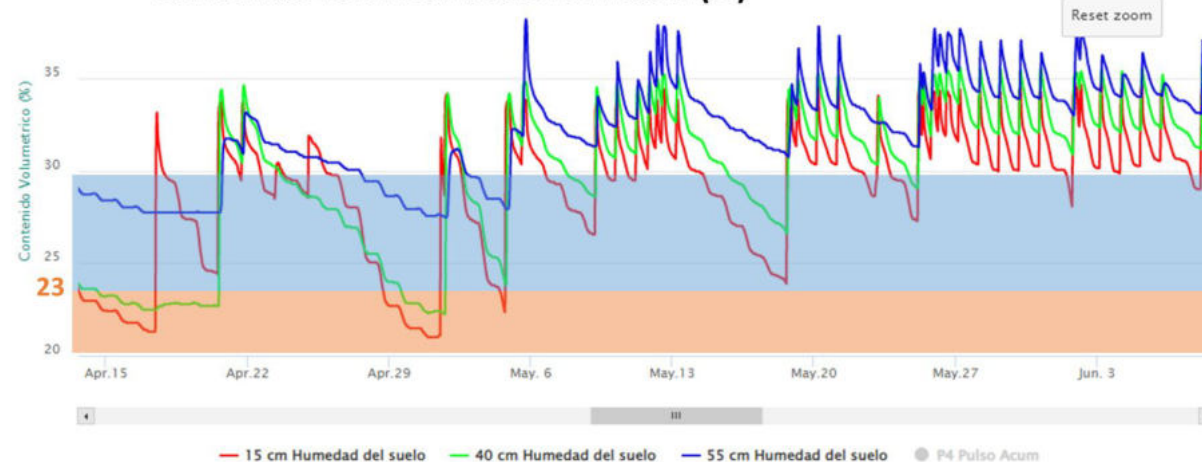
Miden el contenido de agua en el suelo, expresado en términos volumétricos ( $m^3/m^3$ )

Valores de referencia de contenido de humedad a capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (pmp) en distintos tipos de suelo.

Textura	CC ( $m^3/m^3$ )	PMP ( $m^3/m^3$ )
Arenoso	0,17	0,07
Arenoso Franco	0,19	0,10
Franco Arenoso	0,28	0,16
Franco	0,30	0,17
Franco Limoso	0,36	0,21
Limoso	0,36	0,22
Franco Arcilloso	0,37	0,24
Arcillo Limoso	0,42	0,29
Arcilloso	0,40	0,24



### Contenido volumétrico de humedad (%)



### CRITERIOS DE INSTALACIÓN

- Bajo la vertical de un gotero para monitorizar correctamente el contenido de agua en el suelo tras los aportes de riego.
- En la zona de mayor volumen radicular del cultivo para detectar los cambios de humedad en el suelo debido a la absorción del cultivo. En cultivos leñosos  $\approx 50$  cm.
- A varias profundidades ( $\approx 15, 30$  y  $45$  cm en leñosos).
- Buen contacto con el suelo (proceso de instalación delicado).
- No alterar estructura del suelo.



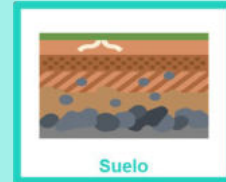


Inicio



Anterior

## Monitorizar con sensores □ Suelo



Suelo



Monitorizar con  
sensores

Miden la concentración de sales a través de la conductividad eléctrica. Cuanto mayor es la concentración de sales mayor es la conductividad eléctrica.

Mayor **concentración de sales** +



Menor **potencial hídrico** -



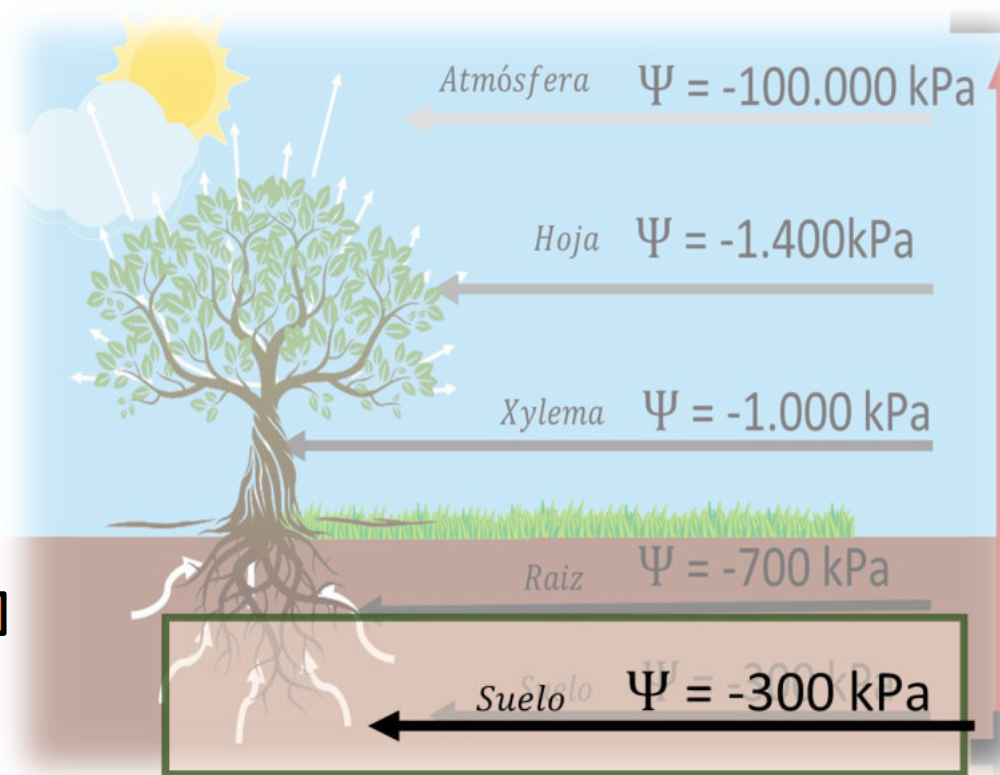
Mayor esfuerzo de absorción +



Evapotranspiración -



### Conductividad eléctrica del suelo



Clasificación del suelo	Conductividad eléctrica (dS/m)	Efectos en el cultivo
No salino	0 -2	No afecta a los cultivos
Ligeramente salino	2-4	Disminución de rendimientos en cultivos sensibles
Moderadamente salino	4-8	Disminución de rendimiento en la mayoría de los cultivos
Salinos	8-16	Rendimiento satisfactorio en cultivos tolerantes y muy tolerantes
Extremadamente salino	>16	

#### Origen de los cambios en la concentración de sales:

- ☐ Aplicación de fertilizantes.
- ☐ Uso de aguas regeneradas.
- ☐ Uso de aguas salinas para riego.

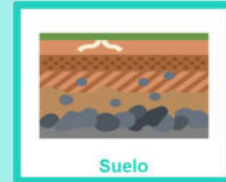


Inicio



Anterior

## Monitorizar con sensores □ Suelo



### Temperatura del suelo

Factor determinante en la  
germinación de semillas.



Crecimiento de las raíces.

$T < 15^{\circ}\text{C}$  :

- Menor crecimiento.
- Menor absorción de agua.
- Raíces más finas y superficiales (tipo 1).



Afecta al ritmo de degradación de la  
materia orgánica.

- Menor **actividad microbiana** a  $T^a$  demasiado altas o bajas.
- Menor **solubilidad de los abonos** a bajas temperaturas.
- **Absorción de fósforo** muy baja en suelos fríos.

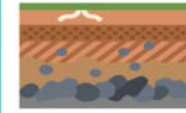


Inicio



Anterior

## Monitorizar con sensores □ Suelo



Suelo

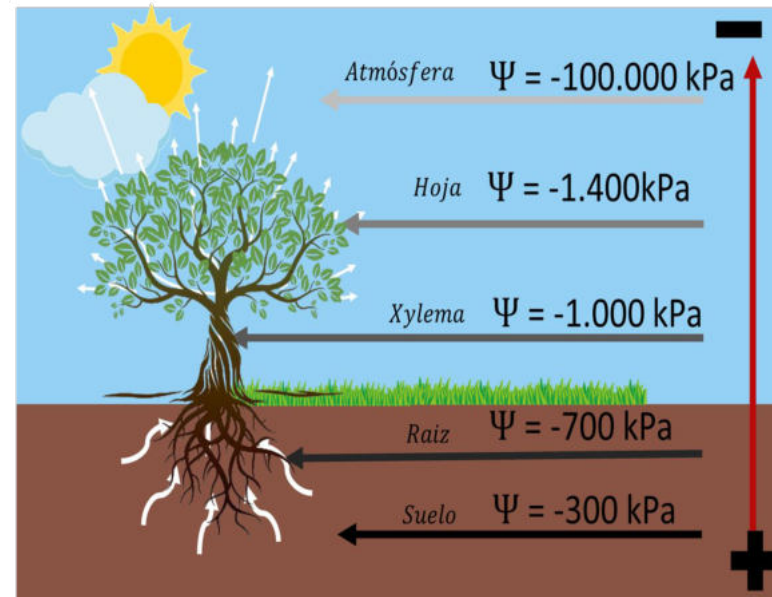
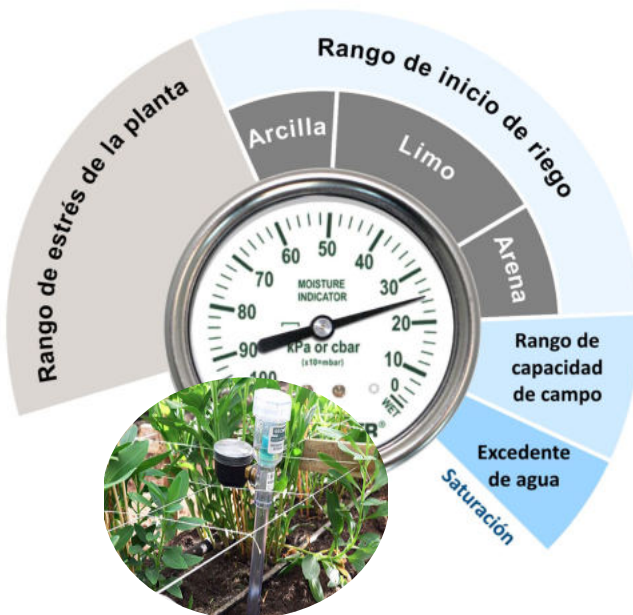


Monitorizar con sensores

### Tensiómetros

Miden la **tensión matricial**. Cuando el suelo se seca se produce un incremento de la tensión matricial (la lectura absoluta del tensiómetro sube), mientras que cuando se humedece se produce un descenso (la lectura absoluta del tensiómetro baja), pudiéndose alcanzar valores cercanos a cero cuando el suelo se satura de agua.

- Opción interesante en cultivos hortícolas.
- Opción analógica sin necesidad de Datalogger o nodo de comunicación (coste más asequible y sin ataduras a softwares de terceros)



Menor potencial hídrico en suelo



Mayor tensión sobre el agua



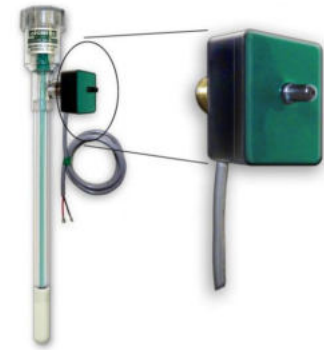
Mayor esfuerzo de las raíces para extraer agua



Reducción de la transpiración



Estrés Hídrico en el cultivo



TENSIOMETROS con Salida: 4-20 mA  
(Necesita alimentación, 24 Vcc)



TENSIOMETROS con Salida: 0 - 4,5 V  
(Necesita alimentación, 5 Vcc)



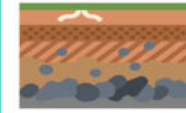


Inicio



Anterior

## Monitorizar con sensores □ Suelo



Suelo



Monitorizar con  
sensores

### Potencial hídrico en el suelo

Miden la **tensión matricial**. La información que proporcionan es la misma que los tensiómetros, la diferencia es que la sonda de potencial hídrico del suelo funciona mediante un **sensor de humedad** y una **cerámica porosa** con una curva de retención de humedad conocida. Al instalarse en el suelo, el potencial hídrico se equilibra entre la cerámica y el suelo circundante. El sensor mide la humedad de la cerámica y, a partir de su curva de retención, convierte este valor en potencial hídrico.

- Requiere alimentación y conexión a un Datalogger para la toma y envío de datos
- Instalación siguiendo los criterios de las sondas de humedad + una vez decidida la profundidad de instalación, mezclar una muestra de suelo con agua hasta formar una masa de barro y colocarla alrededor de la cerámica porosa. Instalar en el suelo

POTENCIAL DE AGUA (KPA)



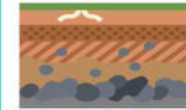


Inicio



Anterior

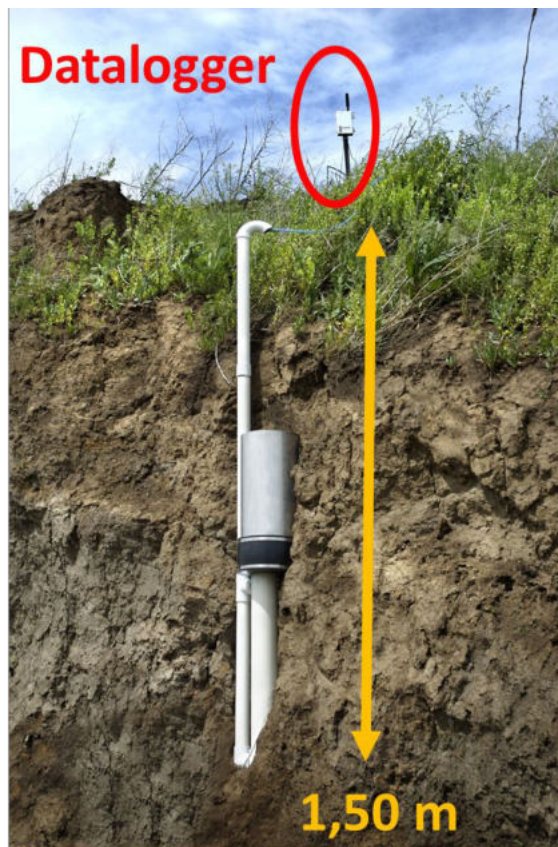
## Monitorizar con sensores □ Suelo



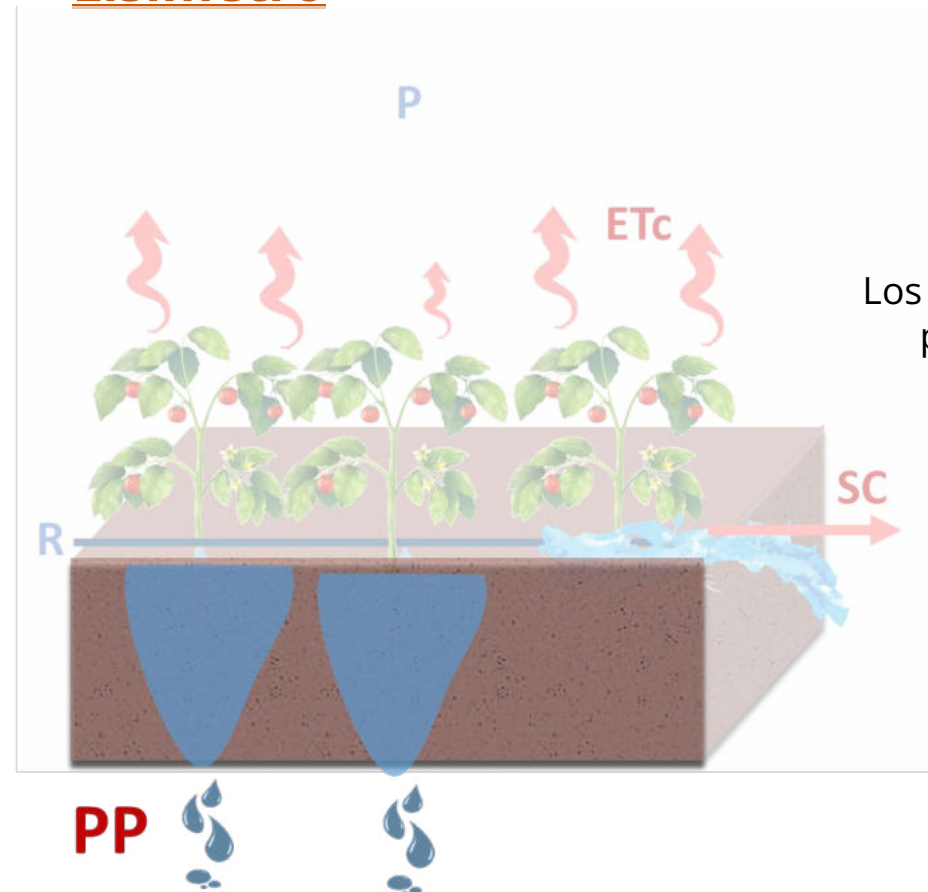
Suelo



Monitorizar con  
sensores



### Lisímetro



Los lisímetros miden el drenaje o percolación profunda (PP)



Inicio



Anterior

## Monitorizar con sensores ☐ Clima

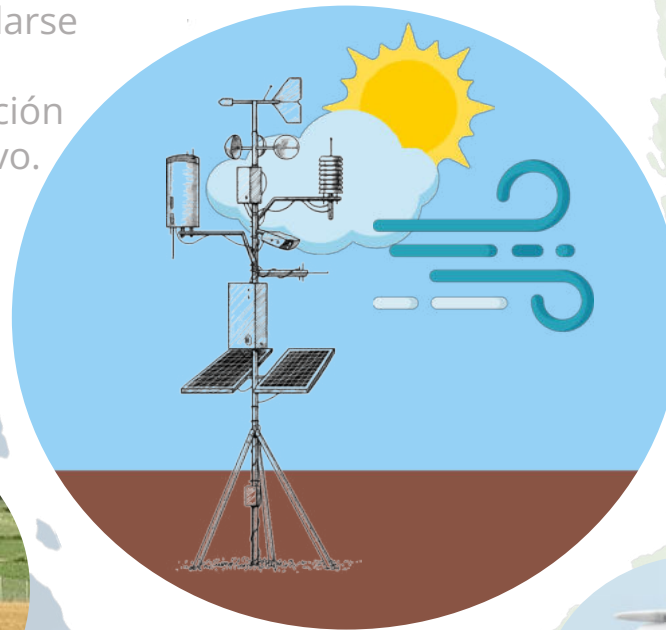


Si en lugar de acceder a datos climáticos de la red de estaciones agroclimática pública se desea contar con mediciones más precisas de la propia finca; debe instalarse una estación que disponga al menos de los siguientes elementos para la determinación de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) y aportes naturales de agua al cultivo.

Pluviómetro



PRECIPITACIÓN



Anemómetro  
y veleta



EVAPOTRANSPIRACIÓN  
REFERENCIA (ET<sub>o</sub>)



Piranómetro



Temperatura y  
humedad ambiente



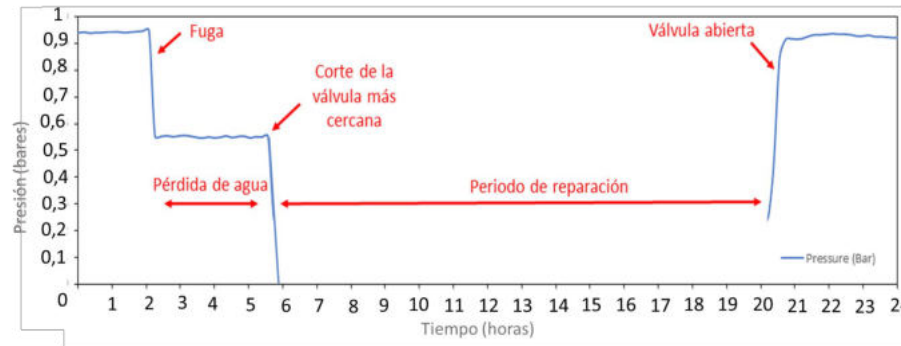
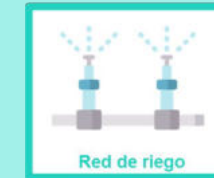


Inicio



Anterior

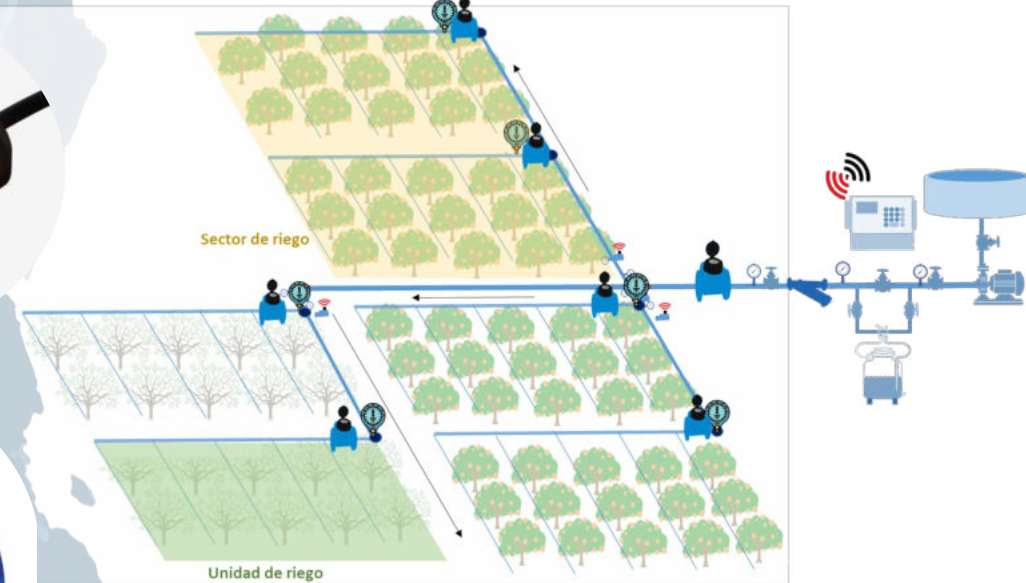
# Monitorizar con sensores □ Red de riego



Sensor de  
presión

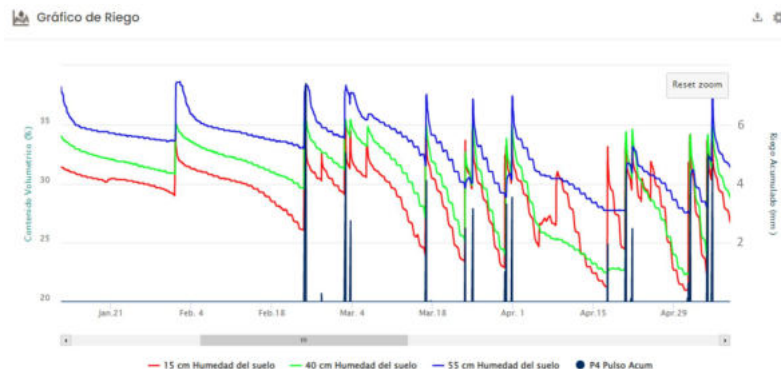


Contador/caudalímetro



El uso conjunto de se sensores de presión y caudalímetros en los sectores de una instalación de riego permite:

- Comprobar como se ajusta el riego programado al aplicado.
- Controlar consumo □ Gestión de dotaciones de riego
- Detectar fugas, obturaciones o ineficiencias en la red de riego.





Inicio



Anterior

Monitorizar con sensores ☐ Calidad agua de riego



# ¿Riega con aguas regeneradas?

SI

NO





Inicio



Anterior

# Monitorizar con sensores ☐ Calidad agua de riego

Aguas regeneradas: No



Sensor de  
conductividad  
eléctrica

Aumento de la salinidad  
en el suelo

La principal fuente de  
acumulación de sales en  
el suelo procede del  
agua de riego



>3 dS/m

1,5 dS/m

<0,75 dS/m

Riesgo  
severo

Riesgo  
moderado

Riesgo  
ligero

Sin riesgo

Cultivo	0% pérdida		10% pérdida		25% pérdida	
	CEe	CEw	CEe	CEw	CEe	CEw
Tomate	2,5	1,7	3,5	2,3	5	3,4
Melón	2,2	1,5	3,6	2,4	5,7	3,8
Patata	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5
Lechuga	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1
Olivo	2,7	1,8	3,8	2,6	5,5	3,7
Limonero	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2
Manzano	1,7	1	2,3	1,6	3,3	2,2
Nogal	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2
Vid	1,5	1	2,5	1,7	4,1	2,7
Aguacate	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7
Fresa	1	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2

Ref. Libro azul SQM, adaptado de "Quality of water for irrigation" R.S. Ayers. Journal of the irrig. and Drain Div., ASCE. Vol 103, Junio 1977

CEe : Conductividad eléctrica del extracto saturado del suelo, en mmhos/cm a 25°C.

CEw : Conductividad eléctrica del agua de riego, en mmhos/cm a 25°C.

7,8 \*

5\*

pH

## AGUAS ALCALINAS

- Se insolubilizan los nutrientes y quedan retenidos en el suelo.
- Dificultad de la planta para absorber nutrientes.
- Deficiencias de nutrientes como el magnesio, fosfato o hierro.

## AGUAS ÁCIDAS

- Daños en las raíces.
- Toxicidad en el suelo
- Rápida disolución y filtración de los nutrientes ☐ evita que la planta absorba los nutrientes.



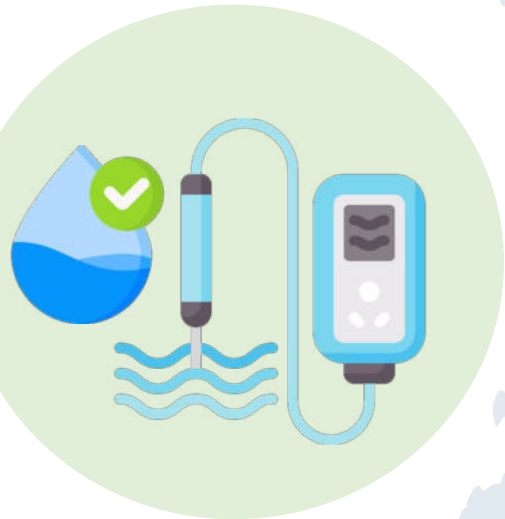
Inicio



Anterior

# Monitorizar con sensores ☐ Calidad agua de riego

Aguas regeneradas: Sí



## Sensor de conductividad eléctrica



La conductividad eléctrica mide la concentración de sales disueltas en el agua. Un exceso de sales puede afectar negativamente la absorción de agua por parte de las plantas debido al fenómeno de **estrés osmótico**, reduciendo el crecimiento y la productividad del cultivo.

## Sensor de pH



El pH del agua afecta la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la salud de los cultivos. Un pH demasiado ácido (< 5.5) o demasiado alcalino (> 8.5) puede provocar deficiencias de nutrientes o toxicidad.

## Sondas de nitratos y fosfatos



Estos compuestos son esenciales para el crecimiento de las plantas, pero en exceso pueden generar problemas de eutrofización del suelo y masas de agua, desequilibrios en la fertilización (un exceso de nitratos puede generar deficiencias de otros nutrientes como potasio o calcio) y pérdidas económicas por la aplicación innecesaria de fertilizantes.

## Sondas de sólidos en suspensión



Indica la presencia de partículas suspendidas en el agua, como arcillas, materia orgánica y microorganismos. Si no se controla pueden aparecer obstrucciones de emisores y filtros de riego, reducción de la eficiencia del riego, aumento de patógenos adheridos a las partículas en suspensión.

## Sondas de oxígeno disuelto



Un nivel adecuado de oxígeno en el agua es crucial para la salud del suelo y la actividad biológica. Si no se controla pueden aparecer condiciones anaerobias en el suelo, favoreciendo microorganismos que producen compuestos tóxicos o reducción en la actividad de microorganismos benéficos, afectando la disponibilidad de nutrientes.



Inicio



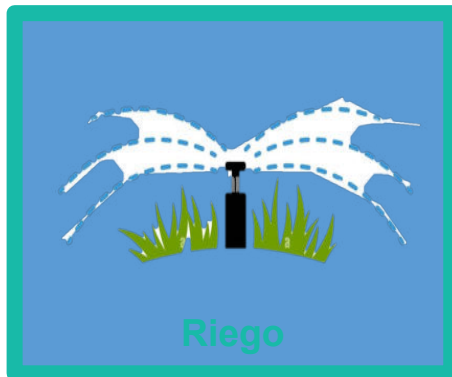
Anterior

Herramienta de apoyo a la toma de decisiones



Herramienta de apoyo a  
la toma de decisiones

# ¿En qué ámbito necesita ayuda?





Inicio



Anterior

# Herramienta de apoyo a la toma de decisiones

☐ Plagas y  
enfermedades



Clicar sobre las imágenes. Estas contienen enlaces a las herramientas, donde podrá encontrar también información sobre las funcionalidades de la misma.





Inicio



Anterior

# Herramienta de apoyo a la toma de decisiones ☐ Energético

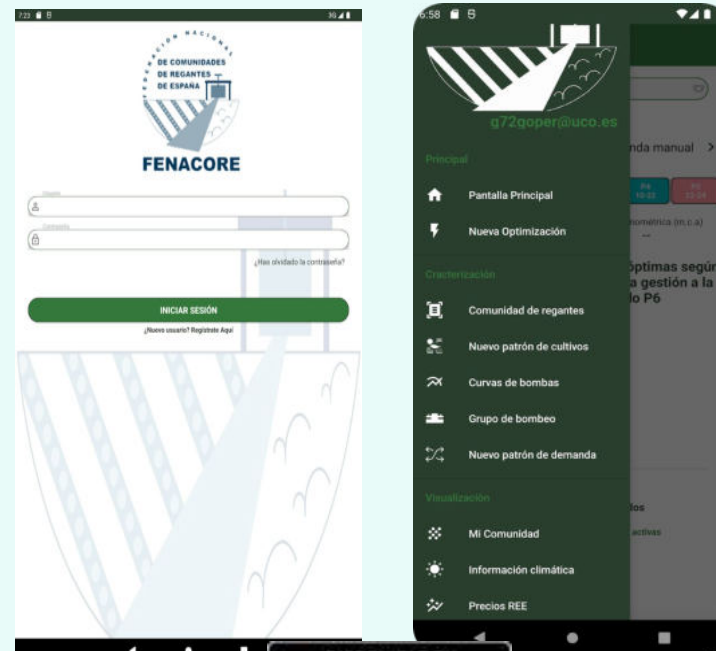


Energético



Herramienta de apoyo a  
la toma de decisiones

## GESCORE-ENERGÍA



Clicar sobre las imágenes. Estas contienen enlaces a las herramientas, donde podrá encontrar también información sobre las funcionalidades de la misma.



Inicio



Anterior

Herramienta de apoyo a la toma de decisiones ☐ Riego



# ¿Quiere que la herramienta le permita usar información de sensores o una solución sin inversión en dispositivos?

**Solución sin  
inversión en  
sensores**

**Recomendaciones  
usando datos de  
sensores en campo**

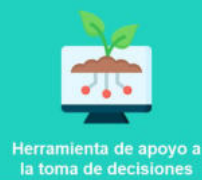


Inicio



Anterior

# Herramienta de apoyo a la toma de decisiones ☐ Riego



Recomendaciones  
usando datos de  
sensores en campo





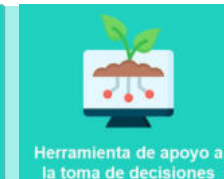


Inicio



Anterior

Herramienta de apoyo a la toma de decisiones ☐ Riego



Solución sin  
inversión en  
sensores

# ¿Riega con aguas regeneradas?

SI

NO



Inicio



Anterior

# Herramienta de apoyo a la toma de decisiones ☐ Riego



**Solución sin  
inversión en  
sensores**

Riego con aguas  
regeneradas



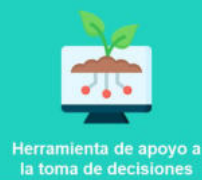


Inicio



Anterior

# Herramienta de apoyo a la toma de decisiones ☐ Riego



Solución sin  
inversión en  
sensores

No riego con aguas  
regeneradas

