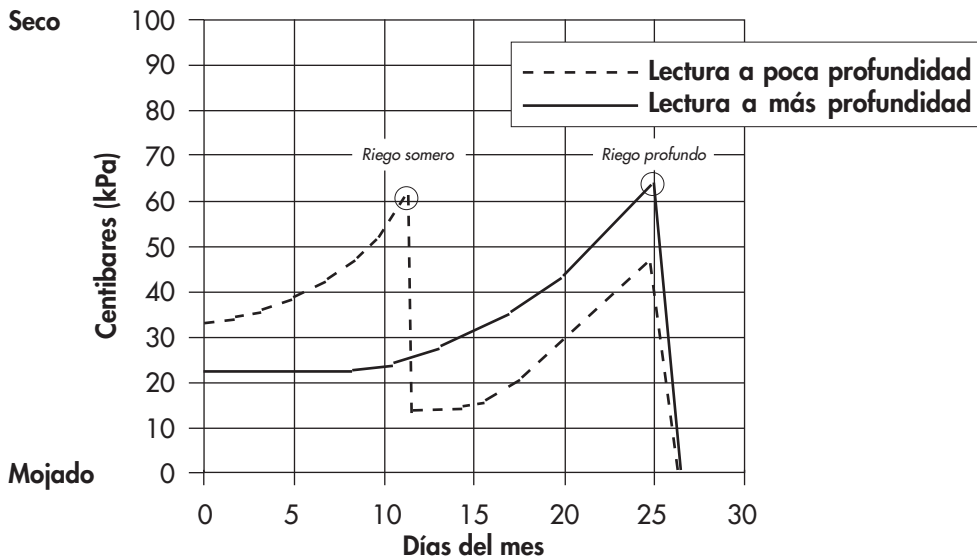


Cada caso será distinto, debido a diferencias de cultivo, suelo, clima, ... Quizás sea más importante apreciar la **diferencia** entre la lectura de un día y la de hace 3 ó 4 días, que el valor de la lectura en sí. Es decir, descubrir con qué **rapidez** aumentan las lecturas. Si las lecturas aumentan lentamente, el suelo se estará secando poco a poco. Pero si se incrementan con rapidez, implicará una pérdida rápida en la humedad disponible. Esta información le ayudará a saber **cuándo** hay que regar (ver gráfico).

Utilizando sensores a dos o más profundidades de la zona radicular (ver *Profundidad de colocación del sensor Watermark®*), aprenderá fácilmente **cuánto** hay que regar. Es decir, si el sensor más superficial indica sequedad, mientras que el más profundo marca la existencia de humedad suficiente, pueden aplicarse los riegos en ciclos más cortos (más frecuentes y de menor volumen) con el fin de humedecer solamente la parte superior del sistema radicular. Por el contrario, si el sensor más profundo acusa verdadera falta de agua, será preciso efectuar riegos más copiosos, capaces de humedecer estos niveles del terreno. Esta práctica permite, por lo tanto, apreciar con exactitud, después de un riego (o de una precipitación natural), la verdadera efectividad del agua aplicada.

La propia experiencia del regante, el conocimiento de su suelo y el método de riego que utilice, le servirán para seguir el camino acertado y se encontrará practicando un "riego según necesidades", con los resultados positivos esperados de cualquier buen programa de gestión.



Con la garantía y seriedad de:



e-mail: comercial@copersa.com
 Tel: +34 937 592 500 Fax: +34 937 595 008
 Vilassar de Dalt (Barcelona - Spain)

Distribuido por:

INSWAT280213

IRRIGOMETER WATERMARK

Instrucciones para el servicio y la utilización del medidor y sensores Watermark®



La medición de la humedad del suelo

El suelo actúa como un depósito en el que se almacena el agua entre riegos o lluvias de manera que las plantas puedan disponer de ella según la vayan necesitando para su desarrollo. La finalidad de utilizar sensores para medir el agua del suelo es la de dar un mayor conocimiento de cómo se va consumiendo en los diferentes puntos de la finca, de forma que puedan programarse mejor los riegos y evaluar correctamente la verdadera efectividad de las lluvias. Leyendo los sensores 2 ó 3 veces entre un riego y el siguiente se puede tener, con el tiempo, una idea bastante exacta de este proceso y llevar a cabo un plan de aplicación del agua capaz de satisfacer las necesidades del cultivo. Esto permite eliminar las estimaciones, conseguir ahorrar agua, reducir costes de bombeo y suprimir los lavados excesivos de nitrógeno debidos a riegos demasiado copiosos.

La situación de los sensores Watermark®

En el **riego por surcos** o por inundación, los sensores se sitúan, por lo general, hacia los $2/3$ del recorrido, o sea a $1/3$ de la cola, por ser ésta la zona de menor penetración del agua y peor regada. En los cultivos de árboles, los sensores deben colocarse al suroeste del tronco, al ser la parte más caldeada por el sol.

En el **riego por aspersión**, generalmente la distribución del agua es mejor, aunque pueden existir grandes diferencias de penetración del agua debidas a diferentes tipos de suelo, a capas más o menos permeables y a la topografía del terreno. Los sensores deben situarse de acuerdo con estas variaciones; en los cultivos de árboles se pondrán en la línea de goteo y en los cultivos de hilera, justamente alineados con las plantas. Hay que asegurarse de que los sensores no queden colocados detrás de obstáculos, tales como ramas o troncos, que puedan interferir en la distribución del agua en la zona de actuación del sensor.

Con los **pivots** coloque los sensores en 4 ó 5 puntos a lo largo del ala, entre las torres, justamente delante de la posición de arranque. Muchos usuarios de pivots también colocan sensores en otros puntos del campo tales como zonas muy secas, otras de óptima producción, etc. Asegúrese de que existe suficiente número de estaciones de sensores para obtener un buen conocimiento general del campo: una buena regla es una estación cada 5 a 7 Has.

En el **riego localizado**, los sensores deben emplazarse en el bulbo húmedo, o sea, entre 30 y 50 cm del emisor de goteo o, en su caso, entre 60 y 90 cm del microaspersor. Deberán tomarse frecuentes lecturas para tener una buena idea global del campo o del bloque de riego y de las variaciones de suelo. Los suelos ligeros se secan rápidamente y los pesados más lentamente, debiendo considerarse ambos tipos.

Profundidad de colocación del sensor Watermark®

Esto depende de la profundidad de las raíces del cultivo, la cual depende, a su vez, de la profundidad y textura del suelo. El criterio adecuado es el de situar los sensores en la **zona radicular efectiva**. Para cultivos de enraizamiento somero (menor de 35 cm) es suficiente con un sensor a una sola profundidad. Para cultivos más profundamente enraizados, cereales, vides y cultivos arbóreos, debe medirse la humedad al menos a dos profundidades (ver figura 1 en página 4). En los suelos profundos y bien drenados, las raíces, por lo general, profundizan más, siempre que dispongan de humedad. En suelos de textura gruesa, superficiales o con horizontes limitantes, las raíces profundizan menos.

c) Sin desconectar el medidor del sensor, devolver éste al agua y la lectura tendría que volver a 0 en un tiempo máximo de 2 minutos.

Si el sensor supera estos tres puntos, está en perfectas condiciones y hemos de pasar a continuación, a las consideraciones siguientes.

Problemas más frecuentes

- 1 - *El sensor no se ajusta perfectamente al terreno.* Esto puede suceder cuando se ha utilizado una herramienta de instalación demasiado grande lo que dejará un hueco alrededor del sensor. Ver figura 2 (página 4) para la utilización correcta de la herramienta de instalación.
Solución: volver a instalar el sensor cuidando al máximo que quede en contacto **íntimo** con el suelo.
- 2 - *El sensor no se encuentra en la zona radicular efectiva o el agua de riego no llega al sensor.* Esto puede suceder cuando el sensor está colocado justo encima de una piedra o debajo de una capa impermeable que impide el movimiento normal del agua.
Solución: volver a instalar el sensor cuidando al máximo que quede en contacto **íntimo** con el suelo.
- 3 - *Se pierde el íntimo contacto entre sensor y suelo durante períodos de sequía cuando las lecturas alcanzan valores superiores a los 80 centibares.* En estas condiciones, el suelo se retrae del sensor y se pierde el contacto esencial. Los riegos superficiales, que sólo sirven para reducir la tensión en el suelo a por ejemplo, 40 centibares, no serán suficientes para alcanzar al sensor y volverlo a condiciones normales de funcionamiento. Esta condición suele presentarse más en los suelos pesados y compactos y precisamente en los períodos de mayor consumo de agua, cuando los riegos pueden resultar algo insuficientes. El uso regular del gráfico (página 8) ayuda a detectar este fenómeno.
Solución: aplicar riegos copiosos que empapen el suelo y permitan recuperar el **íntimo** contacto entre éste y el sensor.

La gestión del riego con Watermark®

La clave de la buena gestión del riego es usted, el usuario. Si dedica el tiempo preciso a leer regular y frecuentemente (entre 2 y 3 veces entre cada riego) los valores de sus sensores, le darán una imagen viva de lo que realmente está ocurriendo en la zona radicular. Las lecturas se pueden llevar a un gráfico para cada estación de observación a fin de apreciar la **tendencia general** de la zona estudiada.

Según la textura del suelo las lecturas corresponden aproximadamente a:

- | | |
|---------------------|--|
| 0 - 10 centibares: | Suelo saturado. |
| 10 - 30 centibares: | Suelo con suficiente humedad. Excepto los suelos de arena gruesa que empiezan a secarse. |
| 30 - 60 centibares: | Margen normal para iniciar el riego excepto en los suelos muy arcillosos. |
| 60 - 80 centibares: | Margen normal para iniciar el riego en los suelos muy arcillosos. |
| 80 + centibares: | El suelo se está secando peligrosamente. |

de lectura a distancia y los equipos para introducción de datos en ordenadores se pueden adquirir en el mercado. El enlace del sensor debe ser a través de un interface de relé. Cuando se conecta directamente a la toma de entrada de un ordenador se han de utilizar capacitadores de bloqueo de corriente **alterna** en ambos cables del sensor. Esto lo protege de pérdidas de corriente del ordenador.

Comprobación

Sensor Watermark®: en general, cualquier fallo del sensor, debido a envejecimiento o a un defecto de funcionamiento, viene acompañado por un aumento de su nivel de resistencia. Esto puede comprobarse extrayendo el sensor del suelo e introduciéndolo en un cubo de agua entre 15 y 20 ° C durante una hora y a continuación conectar el medidor y efectuar la lectura de forma normal. Si ésta es igual o mayor que 5 el sensor debe sustituirse.

Medidor Watermark®: éste se comprueba siguiendo las instrucciones del punto 1) a continuación.

Localización y corrección de averías

A veces, un usuario puede pensar que no le funcionan correctamente los sensores **Watermark®**. En la mayoría de ocasiones, el sensor se encuentra en perfectas condiciones, pero una defectuosa instalación o localización del mismo no le permiten trabajar correctamente. A continuación detallamos algunas comprobaciones que pueden efectuarse en caso de anomalías de funcionamiento:

1) En el medidor digital 30-KTCD-NL:

- a) Comprobar el estado de la pila. Normalmente ésta debe cambiarse al menos una vez al año. Asimismo comprobar el estado de las conexiones de la pila.
- b) Para *comprobar* el funcionamiento del medidor, desconectar los cables, pulsar "**READ**" para poner en marcha el aparato, programar la temperatura del suelo a 24 ° C y, a continuación, pulsar "**READ**" y "**TEST**" simultáneamente y mantener las teclas pulsadas. Durante esta operación se observará en la pantalla una lectura de 100 (pudiendo variar entre 95-105). Si la lectura oscila entre estas cifras, el medidor funciona correctamente. Durante esta comprobación, las pinzas **no** deben estar tocándose ni conectadas al sensor.
- c) Para *comprobar* si los cables o pinzas han sufrido daños que pueden afectar al rendimiento del medidor, conectar los cables al medidor, juntar las pinzas y apretar el botón de lectura "**READ**". La pantalla deberá marcar entre -04 y 00. Separar las pinzas y volver a apretar el botón de lectura "**READ**". Si la pantalla vuelve a marcar entre -04 y 00, los cables y/o las pinzas están averiados. Si marca entre 95-105, están en buenas condiciones.

2) En los sensores:

- a) Con el sensor sumergido en agua la lectura debería ser de 0 (entre -0,3 y 0,3). Si es así pase al siguiente punto.
- b) Dejar que el sensor se seque en el aire durante 48 horas. Según la temperatura y humedad ambientales y aireación del lugar, la lectura tendría que pasar a 150 o más, posiblemente saliendo de la escala en pantalla. Ésta (LCD) pasa a 1 cuando alcanza 200 o más.

Nuestra recomendación para cualquiera que utilice sensores por vez primera es que coloque un número suficiente de estaciones en una zona limitada para acostumbrarse a su funcionamiento. Seguidamente deberá realizar lecturas con regularidad a lo largo de todo el periodo vegetativo para conocer cuales son los comportamientos normales.

Instalación del sensor Watermark®

- 1) Empapar los sensores durante la noche en agua de riego. Si dispone de tiempo para hacerlo, es preferible permitir que los sensores se sequen durante uno o dos días y empapar de nuevo. Repetir el ciclo un par de veces. Es imprescindible que los sensores estén siempre bien humedecidos en el momento de su colocación.
- 2) Para evitar el daño que podría provocarse a la membrana exterior de los sensores por su roce con partículas secas y abrasivas, es conveniente que el suelo esté bien húmedo al proceder a su colocación. Se utiliza una barra de hierro para hacer un orificio en el suelo hasta la profundidad a la que se desea colocar el sensor. Siempre en la **zona radicular efectiva**.

Para asegurar el correcto funcionamiento del sensor es imprescindible que quede perfectamente ajustado al orificio. La falta del **íntimo contacto** del sensor con el terreno es el motivo principal de un funcionamiento impreciso.

La forma ideal de hacer el orificio es mediante la herramienta de instalación (ver figura 2 en página 4). Ésta hace un orificio de mayor diámetro que el sensor en todo el recorrido menos en la sección inferior, donde crea un orificio exactamente del diámetro del sensor para asegurar así su perfecto ajuste.

En suelos de textura muy gruesa es posible que sea preciso practicar un orificio algo mayor (hasta 30 mm) y luego rellenar la holgura con una papilla de barro, de manera que quede asegurado el **íntimo contacto** del sensor con el terreno.

- 3) Llenar el orificio con agua e introducir el sensor hasta que llegue al fondo. Para realizar esta operación, puede empujarse con un trozo de tubo de PVC.
- 4) Rellenar el orificio con una papilla de barro para eliminar cualquier bolsa de aire.
- 5) Si se desea, puede dejarse colocado en el orificio el tubo de PVC pegándolo a la parte superior del sensor con un adhesivo apropiado (PVC/ABS). Hay que pasar los cables del sensor por el interior del tubo y sujetarlos al extremo abierto superior (ver figura 3 en página 4).
- 6) Este método facilita la extracción posterior del sensor en cultivos anuales. Antes de extraer el sensor, asegurarse que el suelo esté húmedo. **Nunca** debe extraerse el sensor tirando de los cables. En caso de sensores profundos puede ser necesario cavar, **con cuidado**, para poderlos extraer sin daños.
- 7) Una vez retirados, los sensores deben lavarse cuidadosamente y dejarlos secar completamente. Para su buena conservación durante el invierno, guardarlos en una bolsa de plástico.

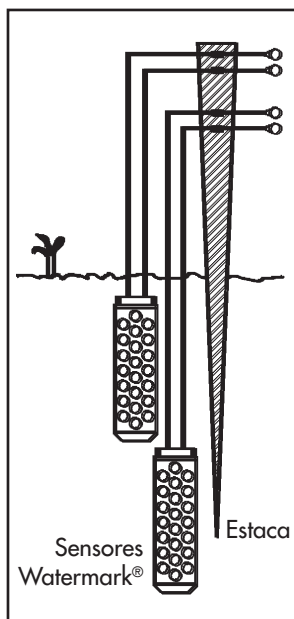


Figura 1

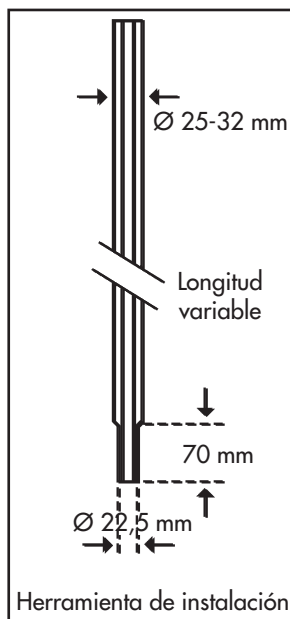


Figura 2

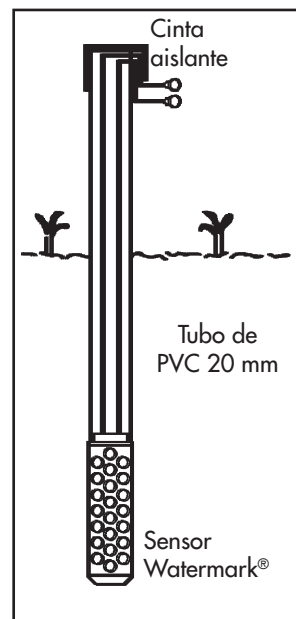


Figura 3

Cables para los sensores Watermark®

Si fuese necesario añadir más cable al que traen de fábrica los sensores (150 cm), para poder hacer lecturas desde el borde de la parcela o desde un camino de acceso, basta con empalmar adecuadamente el suplemento deseado, cuidando de que las conexiones estén **perfectamente** impermeabilizadas.

Las prolongaciones pueden alcanzar hasta 1.000 metros de longitud según la sección del cable utilizado, si bien deberá evitarse que vayan paralelas o próximas a líneas de energía eléctrica ya que las corrientes inducidas pueden influir en las bajas intensidades que utiliza el medidor. Es conveniente comprobar las mediciones en **ambos extremos** de la prolongación.

Hasta 250 m se debe utilizar cable de 1,0 mm² de sección (18 AWG).
Hasta 500 m se debe utilizar cable de 1,5 mm² de sección (16 AWG).
Hasta 1.000 m se debe utilizar cable de 2,0 mm² de sección (14 AWG).

Instrucciones de funcionamiento - modelo 30 KTCD-NL

- 1 - Pulsar "**READ**" para *poner en marcha* el medidor. En la pantalla aparecerá "- -". El medidor se apagará transcurridos 5 segundos. Para mantener el medidor encendido durante 60 segundos, pulsar "**TEMP**" antes de que "- -" desaparezca de la pantalla.
- 2 - Conectar las pinzas del cableado a los cables del sensor y volver a pulsar "**READ**". La lectura es inmediata y, mientras el usuario la memoriza, permanecerá en la pantalla 60 segundos.

- 3 - Para *comprobar* la programación de la temperatura del suelo y la escala (°C o °F), pulsar "**TEMP**". Estos datos aparecerán alternativamente en la pantalla.
- 4 - Para *programar* la escala de la temperatura del suelo, pulsar y mantener pulsado "**READ**" y a continuación pulsar "**TEMP**" hasta que aparezca en la pantalla la escala deseada.
- 5 - Para *cambiar* la programación de la temperatura del suelo, pulsar y mantener pulsados simultáneamente "**TEMP**" y "**READ**". La programación de temperatura se irá *incrementando*. La escala completa va de 12 a 40 °C. Cuando se alcance el nivel máximo, volverá automáticamente al mínimo, iniciando de nuevo este ciclo. Durante este proceso, se puede cambiar el sentido, dejando de pulsar "**READ**" (manteniendo "**TEMP**" pulsado) y volviéndolo a pulsar.

La temperatura del suelo afecta a la lectura en aproximadamente el 2% por cada grado centígrado, por tanto ha de compensar en el medidor. Esta variación no es suficiente para resultar crítica durante un proceso de lecturas y se utiliza, fundamentalmente, como variación **estacional**, cuando la temperatura del suelo en primavera está alrededor de los 16°C y en verano sobre los 23°C.

- 6 - Para *comprobar* el funcionamiento del medidor, pulsar "**READ**" para poner en marcha el aparato, programar la temperatura del suelo a 24 °C y, a continuación, pulsar "**READ**" y "**TEST**" simultáneamente y mantener las teclas pulsadas. Durante esta operación se observará en la pantalla una lectura de 100 (pudiendo variar entre 95-105). Si la lectura oscila entre estas cifras, el medidor funciona correctamente. Durante esta comprobación, las pinzas **no** deben estar tocándose ni conectadas al sensor.

Nota: Los medidores del modelo anterior (30 KTCD indetectable por su estuche de color marrón), son todavía perfectamente utilizables, si bien su funcionamiento es algo distinto al del modelo nuevo. Continuaremos, durante varios años ofreciendo un servicio inmediato de reparación o sustitución. En caso de dificultad o si precisara de algún consejo sobre el funcionamiento de este medidor, rogamos se dirijan a su proveedor o, si lo prefieren, directamente a Copersa.

Todos los componentes de los circuitos del medidor son de estado sólido y por lo tanto **muy sensibles al calor**. No debe pues colocarse en la repisa trasera ni sobre el salpicadero del coche, a pleno sol.

Temperatura del suelo

La temperatura del suelo afecta a la lectura en aproximadamente el 2 % por cada grado centígrado, por tanto ha de compensar en el medidor. Esta variación no es suficiente para resultar crítica durante un proceso de lecturas y se utiliza, fundamentalmente, como variación **estacional**, cuando la temperatura del suelo en primavera está alrededor de los 16°C y en verano sobre los 23°C.

Lectura mediante ordenador

Si los sensores se instalan para ser leídos a gran distancia, mediante instrumentos de cualquier tipo, la gama de resistencias varía entre 500 y 30.000 ohms. La corriente **alterna** de señal debe ser pequeña (de 4,5 a 5,0 VCA) para evitar el calentamiento del sensor y no debe mantenerse conectada durante mucho tiempo (40 milisegundos). Los instrumentos