



C/ Mayor, 53 - Bajo  
02500 Tobarra  
Albacete-España  
Tel. : +34 967 543 548  
Fax: +34 967 543 542  
[info@pce-iberica.es](mailto:info@pce-iberica.es)  
[www.pce-iberica.es](http://www.pce-iberica.es)

## Manual de instrucciones de uso Medidor de humedad de tierra TDR-100



## ÍNDICE

1. Información general
2. Operación del medidor
3. Configuración del medidor
4. La toma de mediciones
5. Factores que afectan a las mediciones
6. Contenido relativo de agua
7. Especificaciones
8. Apéndice 1: Indicaciones sobre la humedad del suelo
9. Garantía

### 1. Información general

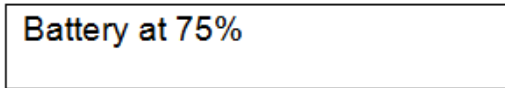
Este manual le informará de las características y la operación del medidor de humedad de suelo TDR-100.

La humedad es un componente crítico y potencialmente altamente variable del suelo. La tecnología TDR - Time Domain Reflectometry ha sido ampliamente probada como una forma de obtener el contenido volumétrico de agua en el suelo de forma rápida y precisa.

El medidor de humedad del suelo TDR-100 permite al usuario tomar una multitud de mediciones de forma rápida y fácil. Utilizando el software incluido en el suministro, el usuario puede variar los parámetros del medidor y también programar el medidor a grabar el contenido relativo de agua en el suelo en varios sitios.

### 2. Operación del medidor

Se pulsa el botón "ON" para encender y apagar el medidor de humedad. Cuando se enciende el medidor, mostrará el estado de carga de la batería durante 3 segundos.



Battery at 75%



VWC = 28%	PL = 12 cm
A = 26%	N = 03

Imagen de la pantalla de cuando se enciende el medidor de humedad indicado el estado de la batería.

La pantalla mostrará después de los 3 segundos el último "MODE" de pantalla (contenido de agua volumétrico o relativo). Las lecturas aparecen en la esquina superior izquierda de la pantalla. La longitud de las sondas (PL) programadas aparece en la esquina superior derecha de la pantalla. La segunda línea muestra la media constante (A) de la mediciones desde que arrancó el medidor (o desde la última puesta a cero). El valor N indica la cantidad de mediciones incluidos en la media.

Se pulsa el botón "READ" para efectuar una lectura e actualizar los datos de la pantalla. La información puede ser borrada de la memoria pulsando el botón "DELETE/CLR AVG" (ver la próxima página).

Al pulsar rápidamente el botón "DELETE/CLR AVG", se elimina la última toma de información de la media constante. Pulsando y manteniendo el botón pulsado volverá la media a cero.

El medidor puede ser operado en el modo de contenido de agua volumétrico (VWC) o contenido relativo de agua (RWC). Hay que pulsar el botón "MODE" para seleccionar la opción deseada.

Nota: Para obtener datos de RWC, el medidor debe haber tenido programada la memoria con el "TYPE" (tipo de suelo). Para esta operación se utiliza el software suministrado, así como para seleccionar la longitud de las sondas y la unidad del sistema para los cálculos de déficit de agua.

Es necesario leer la sección Configuración del medidor para obtener más detalles sobre la configuración del instrumento.

### 3. Configuración del medidor

El medidor se configura con el software que se suministra con el mismo. El cable gris conecta el medidor con el puerto serie del ordenador. Se accede a la toma del medidor al sacar la tapa del mismo. La toma se encuentra en la esquina del panel enfrente del lado donde el cable se conecta a la sonda. Debe utilizarse el botón "Com Port" para seleccionar la toma del ordenador donde está conectado el cable. El medidor de humedad TDR100 no requiere utilizar los botones "Download" o "Clear Memory".

#### 3.1. Ajuste del medidor

La pantalla de ajuste del medidor "Meter Settings" en el software del equipo se utiliza para configurar el medidor para la aplicación particular a que será utilizado. A continuación se detallan los campos a modificar:

- **Nombre del medidor:** El equipo TDR-100 no utilizar esta función
- **Longitud de la sonda:** Marcar la casilla correspondiente a la longitud de las sondas utilizadas.
- **Unidades de déficit:** Cuando se utiliza el medidor en el modo de contenido relativo de agua (RWC), éste calculará y mostrará el déficit de agua. Deben indicar si éstos resultados se muestren en milímetros o pulgadas.
- **Puntos de ajuste del modo de contenido relativo de agua (RWC):** Puntos de ajuste para los niveles volumétricos de agua en el suelo, tanto para seco como mojado, pueden ser programados para cinco diferentes tipos de suelo o localidades. Cada uno de estas localidades puede ser descrito con un nombre de cinco caracteres. Los nuevos medidores salen de fabrica con unos valores estándar para cinco tipos de suelo mineral comunes (utilizando el punto permanente de marchite y capacidad del campo como valores de ajuste). El apéndice 1 detalla las características de contenido de agua para varios tipos de suelo mineral.  
Es necesario leer la sección contenido relativo de agua para obtener más detalles del mismo.

### 4. La toma de mediciones

El contenido volumétrico de agua en el suelo es el ratio del volumen de agua en un volumen especificado de suelo versus el volumen total del suelo. En el punto de saturación (capacidad del campo), el contenido volumétrico de agua (expresado como porcentaje) será igual al espacio vacío del suelo en porcentaje.

El principio de funcionamiento del TDR100 implica la medición del tiempo de viaje de una onda electromagnética a través de una guía de ondas. La velocidad de la onda en el suelo depende de la permisividad dieléctrica volumétrica ( $\epsilon$ ) del suelo. El hecho que agua ( $\epsilon = 80$ ) tienen un constante dieléctrica mucho mayor que el aire ( $\epsilon = 37$ ) se utiliza para determinar el VWC del suelo. El VWC medido por el TDR100 da la media a través de la longitud de la guía de onda.

El equipo electrónico TDR100 genera y mide el retorno de una señal energética de alta frecuencia que viaja hacia abajo y de vuelta, a través de la guía de ondas compuesto por dos sondas reemplazables de acero inoxidable. El volumen de muestra es un cilindro elíptico que se extiende unos 3 cm de las sondas. La información de la señal de alta frecuencia se convierte a continuación en el contenido volumétrico de agua.

Cuando se efectúa una medición es importante que las sondas estén totalmente insertadas en el suelo. Si parte de la sonda está en contacto con el aire, una parte del volumen de muestra será aire y no suelo, resultando en una lectura desproporcionadamente baja. Por esta la misma razón, es importante insertar las sondas con una presión constante hacia abajo, hay que evitar remover las sondas, ya que esta acción creará bolsas de aire al lado de las sondas que también resultarán en lecturas bajas. No se debe golpear el medidor con un martillo u otro artilugio ya que dañará los componentes electrónicos interiores. Asimismo hay que asegurar que las dos sondas sean insertadas lo más paralelos posible, lo contrario no afectará las lecturas de forma significativa, pero si incrementa la posibilidades de doblar o romper las sondas. Por la misma razón es preferible evitar tomar muestras en zonas rocosas o suelos duros que pueden causar deflexiones o roturas de las sondas.

### 5. Factores que afectan a las mediciones

El medidor de humedad TDR-100 anota los cambios de permisividad dieléctrica para medir el contenido volumétrico de agua (VWC). Sin embargo niveles muy altos de arcilla (>27 %) y una conductividad eléctrica alta ( $EC > 2$  dS/m) pueden atenuar la señal de alta frecuencia y consecuentemente afectar la lectura mostrada por el medidor. Un alto contenido orgánico del suelo también afectaría a la medición VWC.

El medidor de humedad seguirá respondiendo a los cambios en el contenido de agua. Sin embargo la ecuación interna que convierte la respuesta eléctrica a contenido de agua no será aplicable exactamente. En estos casos, si se dispone de una medición independiente de la humedad del suelo, es posible generar una ecuación de conversión del VWC medido al VWC real. La forma más fácil de conseguir esto es efectuando una regresión de unos datos contra los otros. Si los datos independientes disponibles son del tipo gravimétrico (GWC) en lugar del tipo volumétrico, es importante tomar en consideración las siguientes relaciones a la hora de contrastar:

$$\text{GWC} = \frac{(\text{Peso del suelo mojado} - \text{Peso seco del suelo})}{\text{Peso seco del suelo}}$$

$\text{VWC} = \text{Volumen de agua en el suelo} / \text{Volumen total del suelo}$   
 $\text{Densidad} = \text{Peso seco del suelo} / \text{Volumen total del suelo}$   
 $\text{VWC} = (\text{GWC} \times \text{Densidad}) / \text{Densidad del agua}$

## 6. Contenido Relativo de Agua

**RWC = 58 % DEF = 3 cm**  
**A = 61 % N = 06 PLFLD**

Aparte de muestra el Contenido Volumétrico de Agua (VWC), el medidor puede también mostrar el Contenido Relativo de Agua (RWC) y Déficit de Agua (ver Operación del Medidor en página 5). RWC es un valor calculado con respecto a unos puntos predeterminados superior (mojado) e inferior (seco). Se configuran los puntos predeterminados utilizando el software del equipo (ver Calibración del Medidor en página 6). Un resultado RWC de "0" indica que el suelo está en el punto predeterminado de seco, mientras que un resultado RWC de "100" indica que el suelo está en el punto predeterminado de mojado. Es posible obtener un resultado RWC negativo, o un resultado RWC superior a 100 si el contenido volumétrico de agua del suelo está fuera de los límites predeterminados.

Ejemplo: El punto seco predeterminado es  $\text{VWC} = 25$  y el punto mojado predeterminado es  $\text{VWC} = 40$ . Si el medidor obtiene una medición de 35, ésta se traduciría en un RWC de 67 % ya que 35 esta 2/3 entre 25 y 40. Si los puntos volumétricos de contenido de agua para capacidad de campo y punto permanente de marchite son los puntos predeterminados de mojado y seco respectivamente, el valor RWC sería equivalente al agua disponible a las plantas (PAW). Como consideración genérica se puede recomendar regara cuando el suelo llega a 50% de PAW.

El déficit de agua es la cantidad de agua de lluvia o riego necesario para incrementar el contenido de agua en el suelo al punto predeterminado de mojado. Este cálculo se aplica a una profundidad del suelo equivalente a la longitud de las sondas. El déficit de agua se puede extrapolar mas allá al perfil del suelo si la porosidad y características de capacidad de agua son similares al volumen controlado por las sondas.

## 7. Especificaciones

Unidades de medida	Contenido volumétrico de agua en porcentaje
Resolución	1,0%
Precisión	$\pm 3,0$ % contenido volumétrico de agua con conductividad eléctrica $< 2 \text{ dSm}^{-1}$
Rango	0% a saturación (saturación es típicamente 50% del contenido volumétrico de agua)
Alimentación	4 pilas alcalinas AAA. Duración aproximadamente de 12 meses
Pantalla	LCD, 16 caracteres, 2 líneas
Peso	0,68 kg
Dimensiones del cabezal del sensor	10,5 x 7 x 1,8 cm
Dimensiones de las sondas	Largo: 12 ó 20 cm
	Diámetro: 0,5 cm
	Separación entre las sondas: 0,3 cm

La pantalla LCD del medidor de humedad TDR-100 muestra la información en dos formatos: Contenido Volumétrico de Agua y Contenido Relativo de Agua.

### 8. Apéndice 1: Indicaciones sobre la humedad del suelo

La siguiente tabla da una idea general del contenido de agua volumétrico (VWC) para varios suelos minerales a capacidad de campo (FC) y punto permanente de marchite (PWP). Estos valores se pueden utilizar como una indicación para configurar el medidor en modo de contenido relativo de agua. Las características de capacidad de agua y densidad ( $\rho_b$ ) de cualquier suelo probablemente no coincidirán exactamente con los valores tabulados. Se recomienda por tanto que se obtenga información específica del suelo cuando se utiliza el modo de contenido relativo de agua.

Tipo de Suelo	FC (%)	PWP (%)	$\rho_b$ (g/cm <sup>3</sup> )
Arcilla	44,3	21,7	1,3
Arcilla Margoso	35,7	16,9	1,4
Margoso	31,1	14,2	1,4
Margoso Arenoso	18,4	8,1	1,6
Arena	14,8	6,3	1,6
Arena Arcilloso	33,4	16,3	1,4
Arena Arcilloso Margoso	29,4	14,0	1,5
Arena Margoso	21,3	9,5	1,5
Sedimento	38,4	17,2	1,2
Sedimento Arcilloso	39,9	19,2	1,3
Sedimento Arcilloso Margoso	39,8	18,7	1,2
Sedimento Margoso	35,3	16,0	1,3

Tabla A.1: Capacidad de agua y densidad para suelos minerales

### 9. Garantía

El medidor de humedad del suelo TDR-100 está garantizada libre de defectos de materiales y fabricación durante un año desde su venta. Durante el periodo de garantía (según su criterio) puede elegir reparar o cambiar un instrumento demostrablemente defectuoso. Esta garantía es nula si el instrumento es dañado por el usuario por negligencia u error, o si ha sufrido una modificación no autorizada.

En esta dirección encontrarán una visión de la técnica de medición:

<http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/instrumentos-medida.htm>

En esta dirección encontrarán un listado de los medidores:

<http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/medidores.htm>

En esta dirección encontrarán un listado de las balanzas:

<http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/balanzas-vision-general.htm>

**ATENCIÓN:** “Este equipo no dispone de protección ATEX, por lo que no debe ser usado en atmósferas potencialmente explosivas (polvo, gases inflamables).”

Puede entregarnos el aparato para que nosotros nos deshagamos del mismo correctamente. Podremos reutilizarlo o entregarlo a una empresa de reciclaje cumpliendo así con la normativa vigente.

R.A.E.E. – N° 001932

