

### Garantía

Se garantiza que este producto está libre de defectos de material o mano de obra durante un año a partir de la fecha de compra. Durante el período de garantía, Spectrum, a su elección, reparará o reemplazará los productos que resulten defectuosos. Esta garantía no cubre daños debidos a una instalación o uso inadecuado, rayos, negligencia, accidentes o modificaciones no autorizadas, ni daños incidentales o consecuentes más allá del producto Spectrum. Antes de devolver una unidad averiada, debe obtener una Autorización de Devolución de Materiales (RMA) de Spectrum. Spectrum no se hace responsable de ningún paquete que se devuelva sin un número RMA válido ni de la pérdida del paquete por parte de una empresa de mensajería.



## TDR 350 Medidor de Humedad de Suelos

### MANUAL DEL PRODUCTO

Artículo 6435



**Spectrum<sup>®</sup>**  
**Technologies, Inc.**



#### DECLARATION OF CONFORMITY

Spectrum Technologies, Inc.  
3600 Thayer Ct.  
Aurora, IL 60504 USA

Model Numbers: 6435  
Description: Portable Soil Moisture\Conductivity\Temperature Probe  
Type: Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use  
Directive: 2004/30/EU  
Standards: EN 61326-2:2012  
EN 61000-6-1:2007  
EN 61000-6-3:2007+A1:2010  
ICES-003:2016; ITE Emissions for Canada (ANSI C63.4:2014)  
FCC Part 15:2016: Emissions for Unintentional Radiators for USA (ANSI C63.4:2014)  
EN 55032:2015

Paul Martis, Hardware Engineering Manager

February 6, 2017

**Spectrum<sup>®</sup>**  
**Technologies, Inc.**

3600 Thayer Ct.  
Aurora IL 60504  
(800) 248-8873 or (815) 436-4440  
Fax (815) 436-4460  
E-Mail: [info@specmeters.com](mailto:info@specmeters.com)  
[www.specmeters.com](http://www.specmeters.com)

## CONTENIDOS

Dimensiones de la barra	4
Especificaciones	5
Baterías	6
Funciones de los botones	8
Pantallas de visualización	10
Calibración del medidor	14
Actualización del Firmware	15
Conductividad eléctrica	16
Funcionamiento del medidor	18
Reemplazo o reconexión del bloque de la sonda	21
Reemplazo de la pantalla	22
Aplicación móvil Field Scout/SpecConnect	23
Conexión del TDR350 con el aplicativo FieldScout Mobile	25
Registros de datos	27
Medidas VWC	29
Estado del GPS	30
Accesorios opcionales	31
Apéndice 1: Comprobación de las lecturas de VWC	32
Apéndice 2: Calibración específica para el suelo	33
Apéndice 3: Preguntas Frecuentes	35

Este manual lo familiarizará con las características y el funcionamiento de su nuevo medidor de humedad de suelos Field Scout™ TDR 350. Lea atentamente este manual antes de utilizar el instrumento.

## APÉNDICE 3 PREGUNTAS FRECUENTES

### 1. ¿Cuál es la configuración de fábrica por defecto?

<b>Rod Length</b>	Césped	<b>Temp Source</b>	Sensor de suelo
<b>Soil Type</b>	Estándar	<b>Moisture</b>	VWC
<b>Backlight, GPS, Bluetooth</b>	Desactivado	<b>EC units</b>	Índice de salinidad
<b>Sound</b>	On	<b>Auto-Off</b>	15 minutos
<b>Temperature</b>	Fahrenheit	<b>Time Zone</b>	GMT

### 2.

#### ¿Qué tipo de sensor se utiliza para medir la temperatura de la superficie?

El sensor en la parte inferior del bloque de la sonda es un termistor.

#### 3. ¿Qué tipo de corrección diferencial está disponible para el receptor GPS?

El Sistema WAAS (Wide Area Augmentation System) se utiliza en Norteamérica. El Sistema EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) se utiliza en Europa.

#### 4. ¿Cómo obtengo acceso a SpecConnect?

SpecConnect es una utilidad web por suscripción. Contacte a Spectrum Technologies o a su distribuidor para obtener más detalles.

#### 5. No puedo guardar datos o cargar firmware con mi unidad flash USB.

Verifique que la unidad no esté llena. Verifique que el formato de la unidad sea FAT o FAT32.

#### 6. Recibo el mensaje "No Sensor" en la pantalla.

Confirme que el bloque de la sonda esté correctamente conectado a la pantalla.

de agua se calcula de la siguiente manera:

$$\text{VWC} = 100 * (M_{\text{húm}} - M_{\text{seco}}) / (\rho_a * V_{\text{tot}})$$

Donde:

$M_{\text{húm}}, M_{\text{seco}}$  = masa (g) de suelo húmedo y seco respectivamente

$V_{\text{tot}}$  = volumen total de suelo (ml)

$\rho_a$  = densidad del agua (1g/ml)

Se puede obtener un cálculo alternativo, pero equivalente, a partir del contenido gravimétrico de agua y de la densidad aparente del suelo.

$$\text{VWC} = \text{GWC} * (\rho_b / \rho_a)$$

Donde GWC es el contenido gravimétrico de agua y  $\rho_b$  es la densidad aparente:

$$\text{GWC} = 100 * (M_{\text{húm}} - M_{\text{seco}}) / M_{\text{seco}}$$

$$\rho_b = M_{\text{húm}} / V_{\text{tot}}$$

El último paso es graficar los valores calculados del periodo medido con las lecturas obtenidas del medidor Field Scout TDR. Entonces se puede realizar el análisis de regresión en estos datos para desarrollar una ecuación para convertir de periodo a VWC.

## RESUMEN GENERAL

Gracias por comprar el medidor de humedad, conductividad eléctrica y temperatura de la superficie del suelo Field Scout™ TDR 350. Este manual describe las características generales y el funcionamiento del medidor.

La humedad del suelo es un componente crítico, y potencialmente muy variable, del entorno del suelo. La reflectometría de dominio de tiempo es una tecnología probada para la determinación rápida y precisa del contenido volumétrico de agua (VWC) en el suelo. La conductividad eléctrica (CE) es una función de la humedad y la sal del suelo. El medidor también mide la temperatura de la superficie del suelo. El usuario puede cambiar rápidamente entre la toma de lecturas VWC en modo estándar y muy arcilloso.

La sonda montada en la barra del TDR 350 le permite al usuario tomar medidas de pie. El registrador de datos integrado del medidor puede registrar datos de varios sitios y elimina la necesidad de registrar datos manualmente. Los puntos de datos se pueden ver con la aplicación móvil FieldScout que mapea las medidas del suelo en ubicaciones GPS registradas. Las medidas también se pueden guardar en una unidad USB conectada al puerto USB integrado.

### Contenidos

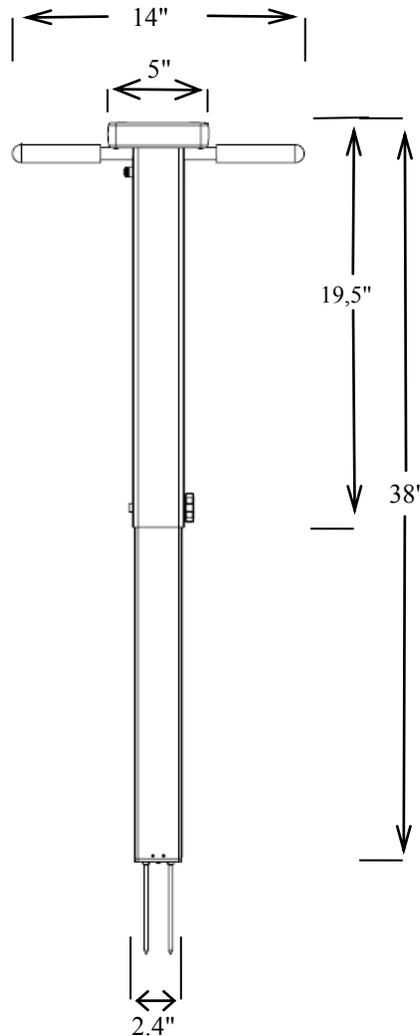
Su envío incluye los siguientes componentes:

- Medidor TDR 350 (en posición plegada)
- Estuche portátil
- 4 baterías AA

Nota: Las varillas TDR se venden por separado.

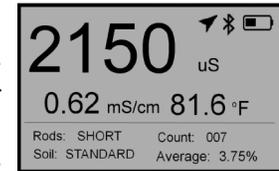
## DIMENSIONES DE LA BARRA

A continuación se indican las dimensiones de una barra completamente extendida. Es posible reducir la longitud del medidor a 23". (58,5 cm) ajustando la mitad inferior de la barra.



## APÉNDICE 2 CALIBRACIÓN ESPECÍFICA PARA EL SUELO

Para obtener la máxima precisión, puede optar por realizar una calibración específica para el suelo en lugar de utilizar cualquiera de las calibraciones internas (Estándar, Muy Arcilloso o Arena) codificadas en el firmware del TDR 350. En estos casos, se requiere una medición independiente del contenido de humedad del suelo. Se puede entonces establecer una proporción que relacione la lectura del período del medidor (ver opción **Moisture Type**, p. 13) con el contenido volumétrico de agua real (VWC). Esto se logra más fácilmente al hacer una regresión de un conjunto de datos contra otro.



Los datos VWC se pueden obtener con un dispositivo como una sonda de neutrones, midiendo el peso de una columna de suelo saturado de volumen conocido a medida que se seca gradualmente o mojando gradualmente un volumen conocido de suelo con la adición de incrementos conocidos de agua. En la mayoría de los casos, sin embargo, la calibración se hará con muestreo gravimétrico. Este procedimiento se describe brevemente a continuación.

En el campo, establezca un número de sitios para muestrear. Cada sitio se debe humedecer con un contenido diferente de humedad del suelo añadiendo cantidades variables de agua. En cada sitio se toma una lectura con el Field Scout TDR seguida por la extracción de un volumen conocido de suelo. Idealmente, este sería un núcleo de suelo intacto. Se debe determinar el peso húmedo de este suelo. Si no se puede pesar el suelo inmediatamente, se debe almacenar en una bolsa de plástico para reducir la evaporación. El suelo se seca al horno (105°C durante 48 horas es un requisito común) y se pesa de nuevo. El contenido volumétrico

# APÉNDICE 1

## COMPROBACIÓN DE LAS LECTURAS

Existen dos pruebas que se pueden realizar para verificar si el medidor está funcionando correctamente.

**Prueba 1 (Sin varillas):** Desconecte las varillas del bloque de la sonda. Seleccione la opción Período para **Moisture Type** (p. 13). Sin varillas conectadas, el medidor debe indicar  $1930 \pm 30 \mu\text{s}$ .

**Prueba 2 (con varillas):** Las lecturas se pueden tomar en tres ambientes estándar: aire, agua destilada y arena para patios saturada con agua destilada. Es importante que cualquier resolución de problemas se realice con agua destilada. Las lecturas tomadas en agua del grifo pueden diferir mucho de los resultados esperados observados en agua destilada. Cuando las lecturas se toman en agua y arena saturada, el recipiente debe tener un diámetro de al menos 3 pulgadas (7,5 cm) y debe ser lo suficientemente alto para que las varillas se puedan sumergir o insertar completamente.

Las lecturas se deben tomar con el **Soil Type** ajustado a Estándar (p. 12) y **Moisture Type** (p. 13) ajustado a modo TDR 300. Asegúrese de seleccionar la **Rod Length** correcta (p. 12). El medidor debe indicar  $\text{VWC}=0\%$  en aire. En arena saturada, debe leerse entre 35% y 45%. La siguiente tabla muestra los rangos aproximados de contenido volumétrico de agua que se esperan para las diferentes longitudes de varillas en agua destilada.

Longitud de la varilla	Agua
8 pulgadas (20 cm)	60 - 65%
4,8 pulgadas (12 cm)	70 - 75%
3 pulgadas (7,5 cm)	75 - 80%
1,5 pulgadas (3,8 cm)	65 - 70%

Nota: El medidor no lee 100% en agua porque las ecuaciones de calibración de humedad del suelo se crearon para ser más exactas en los contenidos volumétricos de agua típicamente encontrados en suelos minerales.

## ESPECIFICACIONES

<b>Unidades de medida</b>	Porcentaje de contenido volumétrico de agua (VWC) Período (lectura de sensor sin procesar)
<b>Resolución</b>	<b>VWC:</b> 0,1% Unidades VWC <b>EC:</b> 0,01 mS/cm <b>Temperatura:</b> 0.2 °F (0.1 °C)
<b>Precisión</b>	<b>VWC:</b> $\pm 3,0\%$ de contenido volumétrico de agua con conductividad eléctrica $< 2$ mS/cm <b>EC:</b> $\pm 0,1$ mS/cm <b>Temperatura:</b> $\pm 1,8$ °F ( $\pm 1$ °C)
<b>Rango</b>	<b>VWC:</b> 0% a la saturación ( <i>la saturación es normalmente de alrededor del 50% de agua volumétrica</i> ) <b>EC:</b> 0 a 5 mS/cm <b>Temperatura:</b> -22 a 140 °F (-30 a 60 °C)
<b>Alimentación</b>	4 baterías AA Las baterías de litio optimizan la duración de la batería
<b>Capacidad del registrador</b>	50,000 medidas
<b>Pantalla</b>	Pantalla LCD gráfica retroiluminada de alto contraste
<b>GPS</b>	Precisión $< 2,5\text{m}$
<b>Peso</b>	4,3 lbs. (1,9 kg)
<b>Dimensiones del cabezal de la sonda</b>	2,4" x 1,4" (6cm x 3,5cm)
<b>Dimensiones de la barra</b>	Longitud extendida: 38" (96,5cm) Longitud plegada: 23" (58,4cm) Ancho: 1,4" (3,5cm)
<b>Dimensiones disponibles de las varillas</b>	Césped 1,5" (3,8cm) Corta 3" (7,6cm) Mediana 4,7" (12cm) Larga 7,9" (20cm) Diámetro: 0,2" (0,5cm) Separación: 1,2" (3cm)

## BATERÍAS

### Reemplazo de las baterías

El TDR 350 requiere 4 baterías AA. El soporte para baterías se encuentra en la parte inferior de la unidad de visualización. El sensor se conecta a la pantalla a través de un cable que se inserta en un enchufe entre los soportes para baterías. El cable puede removerse y reinsertarse nuevamente en la barra a través de una arandela en la parte superior de la barra.

**No retire permanentemente el tapón de espuma. Este evita que el enchufe se suelte.**

### PASOS:

1. Pliegue la barra.
2. Invierta el TDR 350 y retire los 4 tornillos. Abra la parte inferior y separe el módulo de visualización de la placa base. Es posible que necesite tirar del cable ligeramente hacia fuera de la barra.
3. Instale las baterías y asegúrese de que la polaridad sea la correcta, verificando las etiquetas (+) positivo y (-) negativo en cada extremo de cada ranura.
4. Vuelva a insertar el conector del cable en el conector estéreo más grande.
5. Vuelva a montar la caja de visualización en la placa base. En este paso, asegúrese de que el lado con el puerto USB esté en el mismo lado que la etiqueta.
6. Vuelva a colocar los 4 tornillos.



## ACCESORIOS OPCIONALES

Existen dos elementos opcionales que se pueden utilizar para ampliar las capacidades del TDR350. Se describen brevemente a continuación. Consulte el sitio web para obtener información para el usuario e instrucciones de instalación específicas del producto.

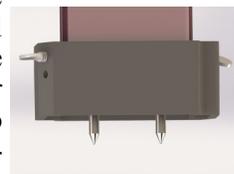
### Sensor infrarrojo de temperatura (artículo 6435TS)

El sensor infrarrojo de temperatura es una alternativa al sensor de temperatura de la superficie. El sensor detecta la firma infrarroja desde la superficie justo delante del bloque del sensor. Esto permite una lectura de la temperatura instantánea y de alta precisión.



### Separador TDR (artículo 6435SP)

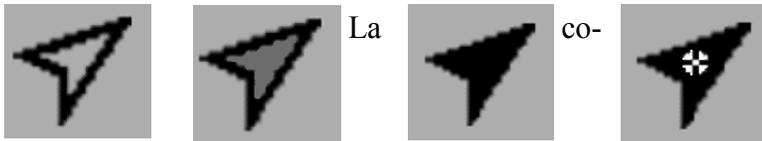
Existen 4 opciones predeterminadas de longitud de varilla para el TDR350 (1,5", 3,0", 4,8" y 8,0"). El separador de varillas permite medir profundidades de suelo de 0,5" o 1,0". Esto puede ayudar a identificar la rapidez y firmeza de los greens. El separador solo funcionará para medidores equipados con varillas para césped de 1,5". El separador se debe colocar sobre el extremo de un bloque sensor. Esto impide que las varillas se inserten completamente. El separador tiene dos orientaciones que le permiten trabajar a la profundidad deseada. El medidor debe estar ejecutando la versión de firmware 1.02 o superior para ser compatible con el separador TDR.



a través del suelo, a lo largo de la guía de ondas compuesta por las dos varillas de acero inoxidable reemplazables. El volumen de muestreo es un cilindro elíptico que se extiende aproximadamente 3 cm desde las varillas. La información de la señal de alta frecuencia se convierte entonces en contenido volumétrico de agua. Altas cantidades de arcilla o una alta conductividad eléctrica ( $CE > 2 \text{ mS/cm}$ ) atenuarán la señal de alta frecuencia y afectarán la lectura mostrada por el medidor. Un contenido muy alto de materia orgánica afectará de manera similar a la lectura del VWC.

## GPS STATUS

Para obtener los mejores resultados, espere hasta que el GPS haya localizado tantos satélites como sea posible. Cuando el GPS está habilitado y la ubicación es fija, el icono cambiará de blanco a gris y luego a negro. Un icono negro indica que el medidor ha detectado 10 o más satélites. Si la corrección diferencial está disponible, el icono GPS también incluirá un icono de un punto de mira.



La cobertura de GPS será mejor cuando tenga una vista despejada del cielo. El receptor GPS está ubicado en la parte frontal del medidor (cerca del puerto USB). Al tomar lecturas, el receptor debe estar apuntando lejos de cualquier estructura u otros obstáculos tales como árboles.

## Duración de la batería

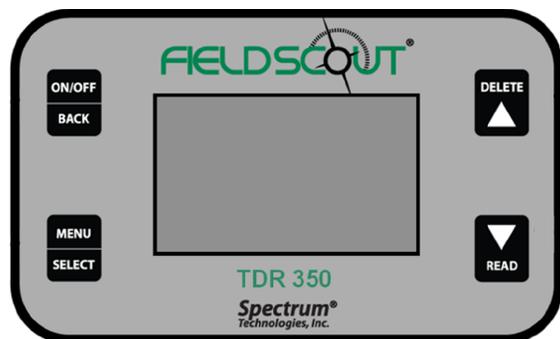
El nivel de carga de la batería se comprueba cada vez que se enciende la unidad de visualización. Si el nivel de carga de la batería es bajo, o si una batería se inserta incorrectamente, se mostrará la siguiente imagen de batería baja en la pantalla completa durante unos 10 segundos y luego la pantalla se apagará automáticamente.



Además de la frecuencia de uso, la duración de la batería se ve afectada por el uso de la luz de fondo y el receptor GPS. Si no es necesaria, la función GPS debe desactivarse. La luz de fondo se puede fijar en modo AUTO (p. 12). Esto permite suficiente tiempo para ver la lectura sin someter la batería a un esfuerzo innecesario. La tabla a continuación proporciona una estimación aproximada del número de lecturas que se pueden tomar dados ciertos parámetros de configuración.

Bluetooth	GPS	Luz de fondo	Lecturas totales	
			Alcalina	Litio
ON	ON	ON	12.000	24.000
ON	ON	OFF	24.000	35.000
OFF	OFF	OFF	150.000	225.000

## FUNCIONES DE LOS BOTONES



### Funcionamiento básico de los botones

#### Botón ON/OFF o BACK



Pulse brevemente este botón para encender la pantalla. El medidor mostrará entonces la pantalla Datos (p. 11). Para apagar el medidor, mantenga presionado este botón durante unos 2 segundos.

En la pantalla Menú Configuración (p. 12), presione este botón para volver a la pantalla Datos. Si se encuentra en una opción de configuración que requiere su propia pantalla, este botón lo devolverá a la pantalla Menú Configuración.

#### Botón MENU o SELECT



En la pantalla Datos, pulse este botón para ir a la pantalla del menú de configuración (p. 12). En la pantalla Menú Configuración y dentro de una opción del menú, pulse este botón para desplazarse por las diferentes opciones de esa selección específica del menú. En algunos casos, se abrirá una nueva pantalla al

seleccionar una opción de configuración para realizar acciones adicionales.

## MEDIDAS VWC

### Contenido volumétrico de agua (VWC)

Se puede considerar que el suelo está compuesto de suelo, agua y aire. El contenido volumétrico de agua (VWC) es la relación entre el volumen de agua en un volumen dado de suelo y el volumen total de suelo. Esto se puede expresar como un decimal o un porcentaje. Pueden definirse tres niveles de importancia de la humedad del suelo de la siguiente manera:

Saturación: Todos los poros del suelo están llenos de agua. El VWC igualará el porcentaje de espacio poroso del suelo.

Capacidad de campo: La condición que existe después de que un suelo saturado se deja drenar a un punto donde la atracción de la gravedad ya no es capaz de eliminar el agua adicional.

Punto de marchitamiento permanente: El mayor contenido de humedad con el que una planta ya no puede extraer agua del suelo.

Adicionalmente, podemos definir el Agua Disponible para Plantas como la cantidad de agua entre el Punto de Marchitamiento Permanente y la Capacidad de Campo. Una regla general es que la irrigación se debe iniciar cuando la mitad del agua disponible para plantas se ha agotado.

### Reflectometría de dominio de tiempo (TDR)

El principio subyacente del TDR consiste en medir el tiempo de viaje de una onda electromagnética a lo largo de una guía de ondas. La velocidad de la onda en el suelo depende de la permitividad dieléctrica masiva ( $\epsilon$ ) de la matriz del suelo. El hecho de que el agua ( $\epsilon = 80$ ) tenga una constante dieléctrica mucho mayor que el aire ( $\epsilon = 1$ ) o que los sólidos del suelo ( $\epsilon = 3-7$ ) se aprovecha para determinar el VWC del suelo. El VWC medido por TDR es un promedio de la longitud de la guía de ondas.

La electrónica del TDR 350 genera y detecta el retorno de una señal de alta energía que viaja hacia abajo y hacia atrás,

texto o con un software de hoja de cálculo (fig. 1). Los datos se separan en 11 campos.

<sup>a</sup> La hora se basa en el intervalo GMT seleccionado en la opción **Timezone** (pág. 13)

Columna	Descripción
1	Fecha y hora <sup>a</sup>
2 - 6	Lecturas del sensor <sup>b</sup> (VWC, período, CE, temperatura del suelo, temperatura IR)
7 - 8	Coordenadas GPS (longitud, latitud) <sup>c</sup>
9	Número de satélites visibles durante la lectura
10	Estado del satélite fijo <sup>d</sup>
11	Longitud de la varilla <sup>e</sup>
12	Tipo de suelo <sup>ef</sup>

<sup>b</sup> Si se selecciona "TDR 300" como Moisture Type, el TDR 300 VWC (sin optimización CE) aparecerá en la columna VWC%.

<sup>c</sup> El formato del GPS será DDMM.MMMM C Donde DD representa grados, MM.MMMM representa minutos decimales y C representa la dirección del compás.

<sup>d</sup> El estado fijo del satélite será 0 si el medidor no pudo determinar la ubicación, 1 si se encontró una ubicación pero sin la corrección diferencial, y 2 si la corrección diferencial estaba disponible.

<sup>e</sup> Las opciones de longitud de la varilla son (**L**) Larga (8"), (**M**) Mediana (4,8"), (**S**) Corta (3") y (**T**) Césped (1.5")

<sup>f</sup> Las opciones de Tipo de Suelo son (**S**) Estándar, (**H**) Muy Arcilloso y (**D**) Arena.

#### Botón **DELETE** o **UP**



En la pantalla Datos (p. 11), presione este botón para borrar el último punto de datos medidos del Promedio calculado y disminuir el Conteo.

En la pantalla Menú Configuración (p. 12), presione este botón para desplazarse hacia arriba hasta el elemento anterior del menú.

#### Botón **READ** o **DOWN**

En la pantalla Datos, mantenga presionado este botón para tomar una lectura del sensor. Mantenga presionado para borrar el promedio y restablecer el recuento de muestras a 0.



En la pantalla Menú Configuración, pulse este botón para desplazarse hacia abajo hasta el siguiente elemento del menú.

## PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN

El TDR 350 tiene 3 pantallas de visualización principales;

- Pantalla Informativa de Inicio
- Pantalla Datos
- Pantalla Menú Configuración

### Pantalla Informativa de Inicio

La Pantalla Informativa de Inicio se muestra durante unos 2 segundos luego de encender la pantalla.

Si lo desea, la pantalla de inicio se puede mantener encendida durante más tiempo. Mantenga presionado el botón **On/Off/Back** mientras enciende el medidor para continuar mostrando la pantalla de Información de Arranque del Dispositivo. Suelte el botón para pasar a la pantalla Datos.



## REGISTROS DE DATOS

1	Time	VWC%	Period	EC	Temp_Soil	Temp_IR	Latitude	Longitude	Satellites	Fix	Rod Length	Soil Type
2	4/12/2017 8:00	6.9	2047	0	20.6	22.7	4144.3933 N	08813.6663 W	8	1 T	S	
3	4/12/2017 8:00	5	2026	0	20.5	22.4	4144.3947 N	08813.6668 W	9	1 T	S	
4	4/12/2017 8:01	6	2035	0.01	20.5	23.1	4144.3989 N	08813.6665 W	11	1 T	S	
5	4/12/2017 8:01	6	2037	0.01	20.5	24.1	4144.3990 N	08813.6667 W	11	1 T	S	
6	4/12/2017 8:01	6	2038	0.01	20.5	22.7	4144.3989 N	08813.6666 W	11	1 T	S	

Figura 1: Archivo de datos TDR 350 de muestra

### Descarga de datos

Los datos almacenados en la memoria interna del medidor se pueden transferir a su PC con una unidad flash USB. Conecte la unidad flash al puerto USB en la parte frontal del medidor. Presione el botón **Menu/Select** (pág. 8) para abrir el menú Configuración. Desplácese hasta la opción **Save to USB** y, de nuevo, pulse el botón **Menu/Select**. Los datos se guardarán en la unidad flash como un archivo con extensión .csv. Si ya tiene un archivo de datos en la unidad flash del medidor que está descargando, se sobrescribirá\* con esta transferencia de datos.

*\*Precaución: Si borró el registro de datos antes de tomar el conjunto actual de medidas, asegúrese de que todos los datos de la unidad flash ya se hayan guardado en su ordenador.*

### Borrado de datos

Presione el botón **Menu/Select** (pág. 8) para abrir el menú Configuración. Desplácese hasta la opción **Clear Logs** y, de nuevo, pulse el botón **Menu/Select**. Pulse el botón **Menu/Select** para completar el proceso o el botón **On/Off/Back** para abortar.

### Gestión de datos

Los datos se almacenan en archivos de texto delimitados por comas. El nombre del archivo coincidirá con el número de serie de su medidor. Estos archivos se pueden abrir con un software de edición de

pantalla **Take Reading** (Fig. 3).

6. Pulse el botón **Connect FieldScout Device Via Bluetooth**. Si la función Bluetooth no ha sido activada, se le pedirá que lo haga.
7. El aplicativo buscará el dispositivo Bluetooth. La lista de dispositivos escaneados se mostrará a continuación (Fig. 4).

Después de seleccionar el dispositivo, el aplicativo estará listo para tomar lecturas.

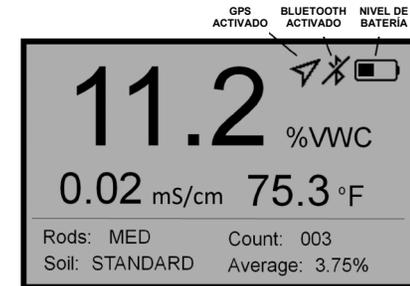
*Nota: Aunque el dispositivo aparezca en el aplicativo, es posible que no aparezca en la lista de dispositivos Bluetooth del teléfono.*



Figura 4. Lista de dispositivos escaneados

### Pantalla Datos

Las lecturas del sensor se muestran en la pantalla Datos. El indicador de nivel de batería aparece en la esquina superior derecha. El promedio acumulado y la cantidad de lecturas incluidas en ese promedio se muestran en la esquina inferior derecha. Al mantener presionado el botón READ se borrará el promedio y se restablecerá el contador a 0.



Los iconos GPS y/o Bluetooth ya no estarán visibles una vez estas funciones estén desactivadas. Cuando esté visible, el icono GPS indicará la calidad del punto de GPS (p. 29).



Cuando el Bluetooth está activado pero el TDR no está conectado a un dispositivo móvil, el icono de Bluetooth tiene una barra a través de él (ver imagen en la pantalla Datos en la parte superior de la página). Cuando el TDR está conectado a un dispositivo móvil, la barra se quita (ver imagen a la derecha).

# CONEXIÓN DEL TDR350 CON EL APLICATIVO FIELDSCOUT MOBILE

## Pantalla Menú Configuración

El contenido del Menú Configuración se muestra en la siguiente figura. Utilice los botones de flecha para desplazarse hasta la opción deseada. Las opciones se describen a continuación. En la mayoría de las opciones, al presionar el botón **Select** simplemente se cambia entre las diferentes alternativas de esa opción. Algunas opciones requieren uno o más pasos adicionales.

### **Clear Average\*:**

Borra el promedio actual y restablece a cero el contador.

**Rod Length:** Selecciona el tamaño de las varillas conectadas al medidor. Ver las opciones en p.5.

**Soil Type:** Selecciona entre Estándar o Muy Arcilloso.

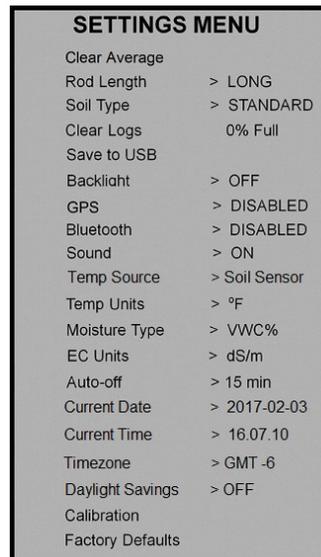
**Clear Logs\*:** Inicia el borrado de datos de la memoria interna.

**Save to USB\*:** Inicia la transferencia de datos a la unidad flash USB

**Backlight:** Las tres opciones son ON, OFF y AUTO. En el modo AUTO, la luz de fondo se iluminará durante 5 segundos después de realizar una medición y luego se apagará

**GPS, Bluetooth, Sound:** Activa o desactiva estas opciones. Si no se necesita la ubicación o no se utiliza un dispositivo móvil, desactivar estas características mejorará la duración de la batería.

**Temp Source:** Selecciona entre Sensor de Suelo o



La radio Bluetooth interna debe estar conectada con el teléfono inteligente que ejecuta FieldScout Mobile. La radio se activa al encender el medidor. Para algunos sistemas operativos de teléfonos inteligentes, puede ser necesario habilitar manualmente los Servicios de localización.

1. Active la función Bluetooth en el teléfono inteligente.
2. Abra el aplicativo.
3. Toque el icono Campo/granja.
3. Selecciona un campo existente o cree, nombre y seleccione un nuevo campo.
4. Selecciona una sesión existente o cree, nombre y seleccione una nueva sesión. Esto mostrará el botón **Select Session Mode** (Fig. 1). Selecciona si está utilizando el modo cuadrícula o libre (solo en la versión Pro) para recopilar datos.
5. a. Para el modo cuadrícula, se mostrará la pantalla **Main Grid** (Fig. 2a). Confirme que el medidor que está utilizando aparece en la parte superior de la pantalla. Si no es así, se debe crear una nueva sesión. Toque cualquiera de las zonas para abrir la pantalla **Take Reading** (Fig. 2b).  
b. En el modo libre, el aplicativo pasará inmediatamente a la

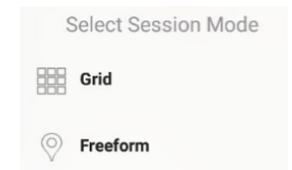


Figura 1. Pantalla Session Mode



Figura 2a. Pantalla principal

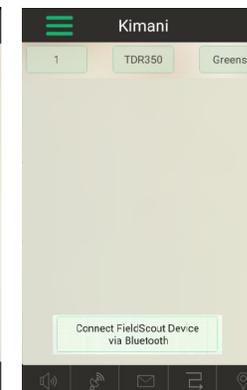


Figura 2b. Botón Bluetooth Connect

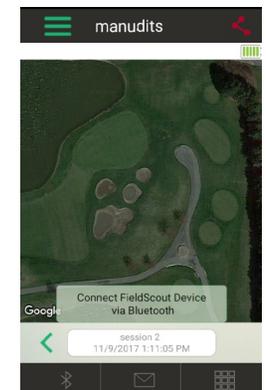


Figura 3. Botón Bluetooth Connect (forma libre)

Los datos de la versión Pro del aplicativo se envían instantáneamente a SpecConnect. Los datos se pueden ver en forma de mapa (fig. 3), exportar a una hoja de cálculo Excel o ver como un Informe de Tendencias (fig. 4).

Encontrará más detalles en la guía del usuario del aplicativo.

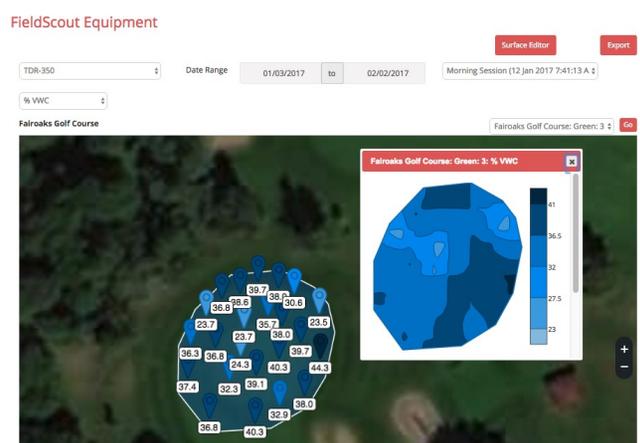


Fig. 3. Trazado de contorno 2-D en SpecConnect

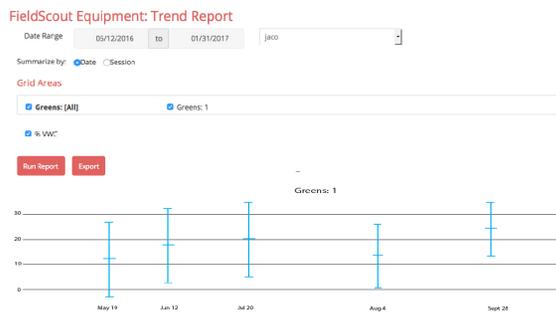


Fig. 4. Informe de Tendencias

Sensor IR.

**Temp Units:** Selecciona entre Fahrenheit o Celsius.

**Moisture Type:** Selecciona el contenido volumétrico de agua (VWC%), la lectura del sensor sin procesar (Periodo) o el modo TDR 300. Este último informará un VWC que coincida con la salida del medidor TDR 300 (sin optimización CE).

**EC Units:** Selecciona un valor CE simple (mS/cm) o el Índice de Salinidad (ver pág. 17).

**Auto-Off:** Selecciona el tiempo en que permanecerá encendido el medidor antes de apagarse automáticamente.

**Current Date, Current Time:** Estos valores son declarados. No pueden ajustarse manualmente. Esta información se obtiene de la señal GPS.

**Timezone:** Selecciona el intervalo del Tiempo Medio de Greenwich (ver pág. 32). La hora y la fecha actuales se actualizarán a medida que modifique el intervalo de tiempo.

**Daylight Savings:** Las opciones son ON u OFF.

**Calibration\*:** Inicia la secuencia de calibración (ver pág. 14).

**Factory Defaults\*:** Devuelve todas las configuraciones del medidor a los ajustes predeterminados de fábrica. Ver pág. 34.

\* Presionar el botón *Select* para estas opciones muestra una pantalla adicional.

## CALIBRACIÓN DEL MEDIDOR

El medidor tiene calibraciones internas para suelos de tipo estándar y muy arcillosos. También tiene la opción de emitir un valor que coincide con su predecesor, el TDR 300. Estas calibraciones funcionarán en una gran cantidad de suelos. Sin embargo, cada medidor tendrá una pequeña diferencia en cómo responde a las mismas condiciones del suelo. Esto se debe a la desviación del sensor o a la variabilidad de los componentes electrónicos utilizados durante la fabricación. El medidor permite realizar ajustes en la calibración para tener en cuenta estas diferencias. Por lo tanto, si dos medidores proporcionan lecturas ligeramente diferentes en el mismo suelo, la salida de los medidores se puede normalizar de manera tal que los medidores puedan utilizarse indistintamente. Después de la calibración, un TDR 350 en modo "TDR 300" (ver pág. 13) debe proporcionar una lectura igual a la de un medidor TDR 300.

Para realizar la calibración, necesitará un recipiente de plástico de 6" de diámetro con agua destilada o desionizada. El contenedor debe tener por lo menos la misma altura que la longitud de las varillas TDR. El procedimiento es el siguiente:

1. En el menú Configuración (pág. 12), desplácese hasta la opción Calibration. Presione el botón **Select** para iniciar el proceso de calibración.
2. Sostenga el medidor de manera que las varillas estén en el aire. Presione el botón **Menu/Select** y espere hasta que el medidor indique que está listo.
3. Sumerja las varillas completamente en el agua. Presione el botón **Menu/Select** y espere hasta que el medidor indique que está listo.

El medidor mostrará entonces que la calibración se ha completado para esa longitud de varilla específica. Si

## APLICATIVO MÓVIL FIELD SCOUT / SPECCONNECT

Además de transferir datos a una unidad flash, la aplicación móvil FieldScout se puede utilizar para enviar datos directamente a la utilidad web SpecConnect. Los datos se pueden visualizar en un teléfono inteligente en dos formatos. En el modo cuadrícula, el sitio se divide en una cuadrícula bidimensional personalizable de 3 a 5 filas y de 3 a 5 columnas. Las mediciones se toman en cada celda de la cuadrícula. En la aplicación se muestran datos promedio codificados por colores (Fig. 1). En el modo libre, se coloca un ícono de chincheta codificado por colores en cada punto de muestreo. Si el TDR 350 tiene un buen punto de GPS (p. 11), el aplicativo utilizará las coordenadas del medidor. Si no, o si el GPS del medidor está desactivado, utilizará el GPS interno del teléfono inteligente.



Figura 1. Modo cuadrícula

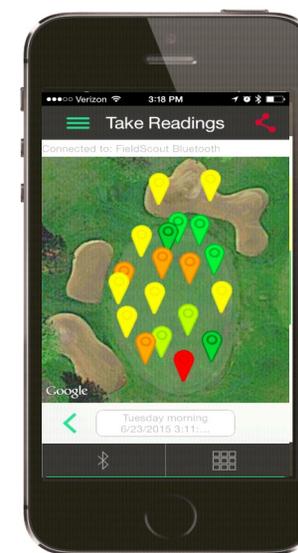


Figura 2. Modo libre

# REEMPLAZO DE LA PANTALLA

---

Retire las varillas antes de separar la pantalla antigua del bloque de la sonda. La barra debe estar plegada antes de comenzar el procedimiento.

1. Invierta el TDR 350 y retire los 4 tornillos. Abra la parte inferior y separe el módulo de visualización de la placa base (fig. 1). Es posible que necesite tirar del cable del sensor ligeramente fuera de la barra en este paso.
2. Retire el tapón de espuma y desenchufe el conector del cable del sensor del conector. Si hay un sensor IR de temperatura conectado, desconecte también este enchufe. Separe completamente la pantalla de la base.
3. Vuelva a conectar el cable del sensor al enchufe grande en la parte inferior del nuevo módulo de visualización. Coloque el sensor IR de temperatura si es necesario.
4. Vuelva a colocar el tapón de espuma en su sitio. El extremo bifurcado encaja alrededor de la moldura del cable del sensor.
5. Vuelva a montar la pantalla.



Fig. 1: Cable conectado. Retenedor de espuma

se utiliza más de un tamaño de varilla, se debe realizar una operación de calibración para cada una de ellas.

Nota: Este procedimiento es diferente a una calibración específica para el suelo (Apéndice 1, pág. 28) donde se genera una curva de calibración única.

# ACTUALIZACIÓN DEL FIRMWARE

---

El firmware del TDR 350 puede actualizarse por medio de una unidad flash USB. Los archivos de actualización de firmware están disponibles en el sitio web de Spectrum.

1. Copie la última actualización de firmware de su ordenador a su unidad flash.
2. Apague el medidor.
3. Inserte la unidad flash en el puerto USB del medidor.
4. Mientras mantiene pulsado el botón **Delete**, pulse el botón **On/Off/Back**. El medidor emitirá un pitido.
5. Suelte el botón Delete después de que el medidor emita un segundo pitido.
6. Retire la unidad flash.

El medidor se encenderá como de costumbre.

# CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

## Conductividad eléctrica

Conocer el nivel de salinidad del suelo es un componente importante para la irrigación y la gestión de los nutrientes. La fuente de las sales en el suelo va desde el material primario original hasta las adiciones de fuentes naturales y la actividad de gestión. A menudo, tener sal en el suelo tiene una connotación negativa. Esto se debe a que cuando la solución del suelo tiene una alta concentración de sal, las raíces de las plantas no pueden absorber suficiente humedad del suelo. Sin embargo, el fertilizante está disponible como iones de sal en esa misma solución del suelo. Por lo tanto, si el nivel de sal es demasiado bajo, la planta no puede obtener los nutrientes que necesita.

La medición directa del contenido de sal solo puede realizarse sometiendo una muestra de campo a análisis de laboratorio. Afortunadamente, la conductividad eléctrica (CE) es una función de las sales disueltas en el suelo. La CE se expresa en unidades de mS/cm. Esta medición aproximada es posible porque las sales se disocian en iones que conducen la electricidad a medida que se disuelven en el suelo.

La CE medida por un electrodo se define como la CE en volumen. La importancia de este valor depende de la preparación de la muestra. La CE reportada por un laboratorio de suelos es típicamente el extracto de medio saturado. En pocas palabras, se agrega agua destilada al suelo hasta que brille. Se le da tiempo a la solución del suelo para que se equilibre con los iones en los sitios de intercambio del suelo. Luego, el agua del suelo es succionada para ser medida. La medición de la CE de soluciones diluidas de suelo/agua (como 1 parte de suelo: 2 partes de agua) también es común. La determinación de si la CE se encuentra dentro de un rango aceptable se basa en el tipo de muestra que se mide.

El TDR 300 utiliza las mismas varillas metálicas utilizadas para el sensor de humedad de suelo que los electrodos para el circuito de la CE. El valor medido es un promedio

## REEMPLAZO O RECONEXIÓN DEL BLOQUE DE LA Sonda



Figura 1. Conexión del cable del sensor a la placa



Figura 2. Bloque sensor/interfaz de la barra

El bloque sensor TDR 350 es un componente reemplazable por el usuario (artículo 6435S). Retire las varillas antes de separar el sensor antiguo.

1. Invierta el TDR 350 y retire los 4 tornillos. Abra la parte inferior y separe el módulo de visualización de la placa base (fig. 1). Es posible que necesite tirar del cable ligeramente hacia fuera de la barra.
2. Desconecte el conector del cable del conector para separar completamente la pantalla de la base.
3. Retire el tornillo de fijación que une el bloque de la sonda con la barra.
4. Separe el bloque de la sonda de la barra (fig. 2).
5. Pase el cable desde el bloque de sonda de recambio a través de la barra.
6. Conecte el cable al enchufe grande en la parte inferior del módulo de visualización y vuelva a montar la pantalla.

las varillas se desvíen o doblen. Si el terreno es especialmente duro o compacto, puede usar un piloto para realizar agujeros (artículo 6430PH) que le permitirá crear agujeros de 3 pulgadas para ayudar a iniciar la inserción de las varillas de la sonda.

Presione el botón READ para iniciar la secuencia de medida. La lectura debe aparecer casi instantáneamente. Si la pantalla no detecta el sensor, mostrará guiones. Compruebe que el sensor esté bien sujeto (ver pág. 21).

**Nota:** Las varillas TDR están fabricadas en acero inoxidable tipo 303 y están diseñadas para doblarse si se les aplica una fuerza no vertical. Esto sirve para proteger la electrónica del bloque TDR de potenciales daños que podrían ser causados por exceso de fuerza.

La curvatura ocasional de la varilla es normal y puede suceder en el curso del muestreo. Las varillas más largas serán más susceptibles a doblarse que las más cortas. Si se doblan, las varillas deben simplemente doblarse a la posición paralela, perpendicular al bloque TDR. Las medidas continuarán siendo exactas siempre que las varillas estén razonablemente paralelas.

Si no se tiene cuidado de reposicionar las varillas a una posición paralela, la presión subsecuente sobre las varillas acentuará la curvatura y podría provocar que las varillas se rompan.

Las varillas se deben considerar elementos que requieren mantenimiento y que podrían necesitar ser reemplazados con el tiempo, dependiendo de la naturaleza y frecuencia del muestreo. Las varillas se desgastarán más rápidamente en las áreas radicales con base de arena.

para toda la profundidad muestreada.

### **Índice de Salinidad**

El TDR 350 mide la CE en volumen del suelo que puede o no estar saturado. Existen dos mecanismos que compiten entre sí. A medida que el suelo se seca, la solución restante en el espacio poroso se vuelve más concentrada, lo que aumenta su CE. Sin embargo, la reducción de agua en los poros conduce a un trayecto más largo y tortuoso entre los electrodos del sensor, lo que disminuye la CE. El segundo mecanismo domina. Esto significa que la CE en volumen disminuirá a medida que disminuya la humedad del suelo. Las mediciones de CE en diferentes tiempos de muestreo son comparables cuando el contenido de humedad para cada medición es el mismo. Esto se logra fácilmente si las lecturas se toman siempre cuando el sitio está a capacidad de campo. La capacidad de campo se define como la condición que existe cuando se permite que un suelo saturado drene hasta el punto en que la atracción de la gravedad ya no pueda eliminar el agua adicional.

El TDR 350 también ofrece la opción de informar sobre la CE en forma de Índice de Salinidad. El índice de salinidad se define como la relación entre la CE en volumen y el contenido volumétrico de agua (expresado en decimales). Por ejemplo, si la CE en volumen es de 0,25 mS/cm y la VWC es del 22%, el Índice de Salinidad sería de 1,14 ( $0,25 \div 0,22 = 1,14$ ). Por lo tanto, el Índice de Salinidad combina VWC y CE (corregido según la temperatura) en un parámetro que será menos dependiente del contenido de agua sub-saturada.

# FUNCIONAMIENTO DEL MEDIDOR



Figura 1. Barra, tornillo de fijación y varilla

## Configuración del medidor

La barra telescópica (fig. 1) se puede utilizar en posición extendida o retraída. Para ajustar la longitud, retire el tornillo de fijación y empuje o tire de la barra a su nueva posición.

Atornille las varillas en los enchufes situados en la parte inferior del bloque de la sonda.

## Configuración del medidor

La configuración del medidor se realiza en el menú Configuración (págs. 12 y 13).

El TDR 350 se puede ajustar a uno de los tres modos de **Soil Type**: Estándar, Muy Arcilloso o Arena. El modo Estándar será apropiado para la mayoría de los suelos minerales. El modo Muy Arcilloso será más preciso para suelos con mayor contenido de arcilla (> 27%). Hay 3 opciones de **Moisture Type**. El modo VWC% muestra el contenido de humedad optimizado por la salida del sensor CE. El modo Periodo muestra la lectura de sensor sin procesar. Este modo está pensado principalmente para la resolución de problemas o para calibraciones específicas del suelo. El modo TDR 300 muestra una lectura que coincidirá con la salida de un medidor TDR 300.

Para la georeferenciación de datos, active la capacidad **GPS**. Si está utilizando el aplicativo FieldScout Mobile (p.

22), la funcionalidad **Bluetooth** debe estar activada. Cuando el Bluetooth está activado, siempre estará encendido mientras el medidor esté encendido. Si el **GPS** está desactivado, el aplicativo en cambio utilizará el GPS del teléfono.

## Pantalla

La Figura 2 muestra una pantalla de datos de muestra. El

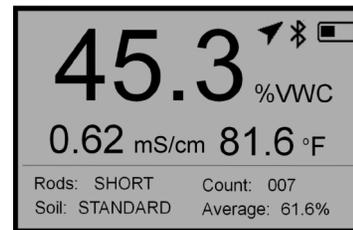


Figura 2. Pantalla de datos de muestreo

GPS, Bluetooth y el estado de la batería se muestran en la esquina superior derecha. Los datos de humedad del suelo, CE y temperatura se muestran en la mitad superior de la pantalla. La lectura media y la cantidad de lecturas incluidas en la media se ven en la esquina inferior derecha. La **Rod Length** actual y el **Soil Type** se muestran en la esquina inferior izquierda.

La **Rod Length** actual y el **Soil Type** se muestran en la esquina inferior izquierda.

## Toma de Lecturas

Presione las varillas en el suelo. Al realizar una medición, es importante que las varillas estén completamente insertadas en el suelo. Caso contrario, parte del volumen de muestreo estará compuesto de aire y la lectura será inexactamente baja. Por la misma razón, la sonda se debe insertar con una presión constante hacia abajo. Si las varillas se insertan en el suelo con un movimiento de vaivén, es posible que se formen burbujas de aire junto a las varillas, lo que producirá lecturas bajas. La sonda no se debe golpear con un martillo u otro objeto contundente, ya que esto puede causar daños a la electrónica interna. Además, se debe tener cuidado de asegurar que las varillas se inserten tan paralelas entre sí como sea posible. Esto no afectará significativamente la lectura, pero disminuirá las posibilidades de que las varillas se doblen o se rompan. De la misma manera, es mejor evitar áreas con rocas u otros materiales que puedan causar que