

# **503DR HYDROPROBE®**

## **Manual de Operación**

**CPN International, Inc.**

4057 Port Chicago Highway

Suite 100

Concord, CA 94553 USA

Tel: (925) 363-9770

Fax: (925) 363-9385

Website: [www.cpn-intl.com](http://www.cpn-intl.com)

**Abril 3, 1995**



## Sección 1 - Información General

Descripción del Equipo.....	3
Descripción Funcional .....	4
Características del 503DR HYDROPROBE® .....	5
Equipo Estandar .....	6
Especificaciones .....	8
Dimensiones/Pesos de embarque.....	8
Funcionamiento .....	8
Características Electricas.....	9
Características Ambientales.....	9
Características Radiológicas.....	9
Inicializando el 503DR HYDROPROBE® .....	10
Detenedores del Cable .....	12
Anillo Adaptador del Tubo de Acceso.....	12

## Sección 2 - Operación

Controles y pantalla.....	13
Funciones del Teclado .....	14
D-WET ( únicamente en el 501DR ) .....	14
D-DRY ( únicamente en el 501DR ).....	14
WATER .....	14
UNITS .....	14
CALIB .....	15
LOG .....	16
RCL .....	17
PRINT.....	17
MENU.....	18
STD.....	19
FMT.....	19
Procedimientos de Operación .....	20
Como realizar un Ensayo .....	20
Como Registrar los Ensayos .....	20
Procedimientos de Operación .....	21
Conteo Estandar.....	24
Conteo Estandar Previo .....	24
Como tomar un Conteo Estandar .....	24
Estadística en el Conteo Estandar.....	26
Impresión de los Registros.....	27
PRINT CD .....	27
PRINT LP .....	29

**Sección 3 - Calibración**

Calibración de Campo ..... 30  
Calibración de Laboratorio ..... 33  
RANGO DE LA CALIBRACION ..... 33

**Apéndice A** ..... 34

**Índice** ..... 35

# Sección 1 - Información General

---

## Descripción del Equipo

El modelo **503DR HYDROPROBE®** mide la humedad bajo la superficie de suelos y otros materiales usando una sonda que en su interior contiene una fuente de neutrones de alta energía y un detector de neutrones termalizados (desacelerados). La sonda es introducida dentro de un agujero previamente perforado y reforzado de 1.5 ó 2 pulgadas de diametro.

El átomos de hidrógeno presentes en el agua del suelo desaceleran lo neutrones que chocan con ellos, lo cual permite que estos neutrones sean detectados. El valor de humedad es mostrado directamente, en las unidades de interés, en un panel electrónico de fácil lectura.

Este instrumento de alta tecnología, ofrece una alternativa muy superior a otros métodos para monitoreo de la humedad en los suelos. Siendo muy simple de operar, el operador necesita únicamente instrucciones muy mínimas para su uso. A diferencia de otros instrumentos el 503DR realiza sus propios calculos y registra los resultados de los ensayos automáticamente.

El **HYDROPROBE®** es proporcionado con un cable de 12 pies de largo y cinco detenedores de cable, ajustables. Detenedores de cable opcionales y un cable de mayor longitud son opcionales.

Cuando la sonda es retraída hacia el blindaje, esta es anclada automáticamente para poder ser transportada.

El ensamblado completo es proporcionado con una maleta plástica para su transporte la cual contiene: accesorios, el cable, el manual de instrucciones, el cargador de baterías y todos los otros materiales que el operador pueda necesitar.

## Descripción Funcional

El 503DR HYDROPROBE<sup>®</sup>, utiliza la radiación emitida por una fuente radioactiva apropiadamente blindada:

- fuente Americium-241/Beryllium, emisor de neutrones para medidas de humedad.

Para determinar el contenido de humedad en el suelo, la fuente de Am-241/Be en el extremo de la sonda emite neutrones en el subsuelo bajo ensayo. Los neutrones de alta energía emitidos se desaceleran por colisión con los átomos de hidrógeno del agua contenida en el material, y se convierten en neutrones de baja energía (termalizados ó desacelerados). Solo los neutrones de baja energía son vistos por el detector de Helio de que va provista la sonda, por lo que un material húmedo dará un conteo alto en un tiempo de prueba determinado, debido a su alto contenido en átomos de hidrógeno; un material seco producirá un conteo bajo en el mismo período, dado que teniendo menor número de átomos de hidrógeno el número de neutrones desacelerados de baja energía será menor.

## **Características del 503DR HYDROPROBE®**

- Lectura directa, rápida y precisa de la humedad en subsuelos.
- Peso muy liviano y portable.
- Paquete de baterías recargable.
- Microprocesador integral para una mas fácil operación.
- Gran capacidad de memoria de registración de datos la cual permite hasta 1023 registros en un formato de 3 profundidades por sitio.
- Transferencia de datos a una PC ó a un impresor via una interfase serie RS232C.
- Selección del operador del tiempo de ensayo, formato de los registros, y las unidades de medida; ya sea cuentas por minuto, pcf, relación de cuentas, gcc, pulgadas por pie ó % de humedad.

## Equipo Estandar

Cada instrumento **503 HYDROPROBE®** se suministra en una maleta de plástico, de alta durabilidad, donde se incluye el conjunto de elementos necesarios para su uso y mantenimiento. No se necesitan instrucciones especiales de desembalaje, dado que el instrumento viene totalmente montado y listo para su uso.

Item	Número de parte CPN
<b>503 HYDROPROBE®</b>	400840
Manual de operación	700761
Certificado de ensayo de la fuente	700762
Juego de ensayo de fugas	401197
Juego de señales de radiación	101085
Candado y llaves	700472
Maleta de transporte	704467
Destornillador Phillips	700646
Destornilladores hexagonales, 9/64 pulg.	700764
Destornilladores hexagonales, 5/32 pulg.	700763
Llave hexagonal	
Cable de 12 pies <sup>7</sup>	
Retenedores de cable	
Cargador de baterías	
Camisa de tubo	

Figura 1-1 Equipo Estandar del 503DR HYDROPROBE®

# Especificaciones

## Dimensiones/Pesos de embarque

<b>Modelo</b>	<b>Peso</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Alto</b>
503(solo medidor, sin sonda)	7.12 kgs/15.7 lbs	178 mm/7.0 pulg.	173 mm/6.8 pulg.	356 mm/14 pulg.
503(con maleta de embarque)	16.6 kgs/36.5 lbs	330 mm/13 pulg	610 mm/24 pulg	254 mm/10 pulg
<b>Sonda</b>	<b>Peso</b>	<b>Largo</b>	<b>Diámetro</b>	
Modelo - 2	1.04 kgs/2.3 lbs	323 mm/12.7 pulg.	47.4 mm/1.86 pulg.	
Modelo - 1.5	0.77 kgs/1.7 lbs	323 mm/1 2.7 pulg	38.1 mm/1.5 pulg	

## Funcionamiento

Operación	Mediciones de humedad en el subsuelo.
Rango de Humedad	0 a 32% por volumen, ( 0.32 gcc ), ( 20 pcf ), (3.84 pulg/pie ).
Precisión	0.24% en 24% por volumen en un ensayo de un minuto.
Tiempo de conteo	1, 4, 16, 32, 64 y 256 sec.
Pantalla	De cristal líquido, de 8 caracteres alfanuméricos.
Unidades	Seleccionables por el operador: pulg/pie, pcf, gcc, % vol, cm/30 cm, cpm ó realción de cuentas.
Calibración	16 calibraciones lineales programables por el operador.
Formato de salida	RS232C serie hacia un impresor externo ó una PC.
Registración de datos	3072 localidades de memoria para cuentas, identificadores ó datos auxiliares. El formato es programable por el operador.
Construcción	Aluminio con pintura epóxica, acabados con anodizado duro, las partes sujetas a desgaste construídas con acero inoxidable.

## Características Electricas

Fuente de poder	Paquete de baterías internas NiCad tipo AA(8 baterías, 0.5 Ah).
Vida de las baterías	500-1000 ciclos de carga y descarga.
Consumo de corriente	6.5 mA promedio, permite mas de 3000 ensayos de 16 seg.
Recarga de la batería	14 horas a C/10, usando el cargador provisto.

## Características Ambientales

Temperatura de operación	Ambiental: 0° a 70° C (32° a 158° F)
Temperatura de almacenaje	0° a 60° C ( 32° a 140° F ).
Humedad de almacenaje	95% (sin condensación ).

## Características Radiológicas

Fuente de Neutrones	50 mCi (1.85 GBq) Americium-241:Be.
Encapsulamiento	cápsula doblemente sellada, modelo CPN-131.
Blindaje	Parafina con base de silicon.
Requisitos de transporte	Material radioactivo, forma Especial N.O.S., UN2974. Indice de transporte 0.1. Etiqueta amarilla II, USA DOT 7A, tipo A.
Forma Especial de Aprobación	USA /0115 /S

### NOTA:

Se requiere estar en posesión de autorización de puesta en marcha de instalación radiactiva de segunda categoría para usar legalmente el instrumento. Comuníquese con el Servicio de Asistencia Técnica del representante de CPN mas cercano para obtener detalles sobre preparación de solicitudes y tramitación de la autorización.

**CPN CO. SE RESERVA EL DERECHO DE MODIFICAR LAS PRESENTES ESPECIFICACIONES Y/O LAS CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO PARA SATISFACER REQUERIMIENTOS INDUSTRIALES O HACER MEJORAS EN EL PRODUCTO.**

## Inicializando el 503DR HYDROPROBE®

Para familiarizarse con el **HYDROPROBE®** realice la revisión siguiente:

1. Remueva el **HYDROPROBE®** de la caja de transporte y colóquelo sobre una superficie plana, tal como un piso de concreto.
2. Examine la pantalla, el teclado, el cable, la sonda y el blindaje de la sonda.

### NOTA

La fuente radioactiva se encuentra localizada en el extremo de la sonda. No la toque ni se coloque enfrente de ella.

La energía consumida por el 503 durante su condición de reposo es mucho menor que la descarga propia de las baterías NiCad, eliminando así la necesidad de un switch de encendido y apagado. El 503DR siempre se encuentra encendido pero tiene un control que automáticamente apaga la pantalla y lo pone en modo de reposo para ahorrar energía, esto sucede después de 30 segundos en que el DR no detecta ninguna operación. Para encenderlo nuevamente presione cualquier tecla una sola vez y se verá en pantalla la última función que se estaba ejecutando. Esto significa que cuando el DR está en reposo la primera tecla que se presiona sirve únicamente para encenderlo nuevamente y no ejecuta ninguna otra acción, después de encendido las teclas tienen las funciones descritas en la sección Funciones del Teclado. Se recomienda que las baterías del 503DR se carguen durante la toda la noche después que este es recibido, para asegurarse que se inicia con una carga completa.

El operador tendrá que configurar el medidor para adaptarlo a las condiciones de su campo de trabajo. Para facilitar el familiarizarse con el 503DR, en fábrica es configurado de la siguiente manera:

UNIDADES	pulgadas por pie
TIEMPO DE ENSAYO	1 segundo
CALIBRACION	Cal #1, de fábrica utilizando arena saturada y seca. Aproximadamente una pendiente de 2.5 pulg/pie por relación de cuentas y un intercepto de -0.06 pulg/pie.
STD	Conteo estandar aproximado de 10000
FMT	1 ID, 1 dato clave (keydata) y 3 profundidades permitiendo 1023 registros.

## Inicializando el 503DR HYDROPROBE®

Con el medidor colocado sobre la maleta de embarque, directamente sobre la placa de identificación presione START. El 503DR tomará un ensayo de un segundo y mostrará una humedad equivalente a la de la cera del blindaje, aproximadamente 2.4 pulgadas por pie.

La mayoría de los comandos en el 503DR son MUESTRE/SALTE/ESCRIBA ( READ/STEP/WRITE ). Esto significa que cuando el comando es activado la primera vez, se muestra en la pantalla el valor actual, se presiona STEP para ver el próximo valor y luego se escribe el nuevo valor en memoria ( presionando ENTER ). Como un ejemplo sigue la siguiente secuencia para cambiar el tiempo de ensayo de 1 a 16 segundos.

<b>PRESIONAR</b>	<b>EN PANTALLA APARECE</b>	<b>EXPLICACION</b>
	READY	
TIME	TIME 1	Muestra el valor actual
STEP	TIME 4	Muestra el siguiente valor
STEP	TIME 16	Muestra el siguiente valor
ENTER	READY	Escribe Time 16 en memoria.

Siguiendo la misma secuencia para cambiar las unidades de pulgadas por pie a % por volumen:

<b>PRESIONAR</b>	<b>EN PANTALLA APARECE</b>	<b>EXPLICACION</b>
	READY	
UNITS	UNIT IF	Muestra las unidades actuales
STEP	UNIT CC	Muestra las siguientes unidades
STEP	UNIT %V	Muestra las siguientes unidades
ENTER	READY	Escribe UNIT %V en memoria.

Con estos nuevos parámetros realice un nuevo ensayo presionando START. El resultado del ensayo deberá ser el mismo que el anterior, excepto que la duración del conteo es ahora 16 segundos y la pantalla mostrará aproximadamente 20.0 % de humedad por volumen ( el cual es equivalente a 2.4 pulgadas por pie en la lectura anterior ).

# Inicializando el 503DR HYDROPROBE®

## Detenedores del Cable

El medidor es provisto con 5 detenedores que permiten realizar ensayos en incrementos de 1 pie en una zona de raíz de hasta 5 pies de profundidad. Para zonas mas profundas ó incrementos menores es necesario ordenar mas de este tipo de detenedores. La figura muestra una sección recta del medidor, esta figura se utiliza para determinar la posición del primer detenedor de tal manera que el punto de medición en la sonda ( como se indica por la banda ) se encuentre en el centro del primer pie por encima de la zona de la raíz. Su posición dependerá de que tanto el tubo de acceso sale por encima del suelo. Siempre instale los tubos con la misma posición.

Como un ejemplo, si la base del medidor se encuentra 5.0 pulgadas por encima del suelo y se desea tomar la primera medición a 6 pulgadas, coloque el primer detenedor a  $5.35 + 5.0 + 6.0 = 16.35$  pulgadas arriba de la línea de referencia.

## Anillo Adaptador del Tubo de Acceso

La base del medidor contiene un agujero sobremedido para permitir la penetración de un anillo adaptador con un diámetro que acople al tipo de tubo de acceso que se esta utilizando. El anillo es asegurado con un tornillo en el frente de la base. A menos que otra cosa se especifique en el momento de hacer la orden, un anillo adaptador para tubería de aluminio será proporcionado. Adaptadores de otro tipo, ó de otro diámetro estan disponibles en CPN, ó estos pueden ser adquiridos localmente.

## Sección 2 - Operación

### Controles y pantalla

Muchas de las funciones en el 503DR son directamente activadas presionando la tecla apropiada. Las opciones de las funciones son revisadas presionando STEP, y seleccionadas presionando ENTER. La siguiente es una tabla resumen de las funciones del teclado:

Tecla	Función
D-WET	Muestra la lectura de densidad húmeda mas reciente (501DR únicamenete).
D-DRY	Muestra la lectura de densidad seca mas reciente (501DR únicamenete).
WATER	Muestra la lectura de humedad mas reciente.
UNITS	Selecciona las unidades de medición(CNT,RAT,PCF,IPF,GCC,CPC,%V)
TIME	Selecciona el tiempo de ensayo (1, 4, 16, 32, 64, 256 ) seg.
CALIB	Selecciona la calibración ( 1 .. 16 ) y opcionalmente:
COEFF	Escribe los coeficientes directamente
SLFCAL	Realiza la calibración semiautomáticamente.
LOG	Inicia el proceso de registrar un sitio.
RCL	Revisa los datos dentro de los registros.
PRINT	Descarga los datos a un dispositivo externo.
PRINT CD	Descarga los datos a un dispositivo activo ( un computador ).
PRINT LP	Descarga los datos a un dispositivo pasivo ( un impresor de líneas ).
MENU	Selecciona una función miscelanea:
SELFTEST	Auto ensayo de los circuitos.
BAUDRATE	Selecciona el baudrate ( 110, 300, 1200, 2400, 4800, 9600 ).
ATTRIB	Selecciona los atributos para el impresor ( Prefix, suffix, Top of form ).
SERNO	Muestra ó cambia los 5 dígitos del número de serie.
VERSION	Muestra la version del programa interno.
STD	Muestra/actualiza los valores del conteo estandar.
FMT	Selecciona el formato de los registros, limpia la memoria.
START	Inicia un ensayo.
CLEAR ( NO )	Limpia, aborta, significa "NO".
STEP	Significa próximo, salta, cambia.
ENTER ( YES )	Introduce datos, hace selecciones, significa "SI".
STEP + CLEAR	Presionados simultaneamente significa inicialización (reset) maestra.

Pantalla	Significado
READY	El medidor esta listo para operar.
READY LO	Indica la condición de bajo voltaje de las baterías.

## Funciones del Teclado

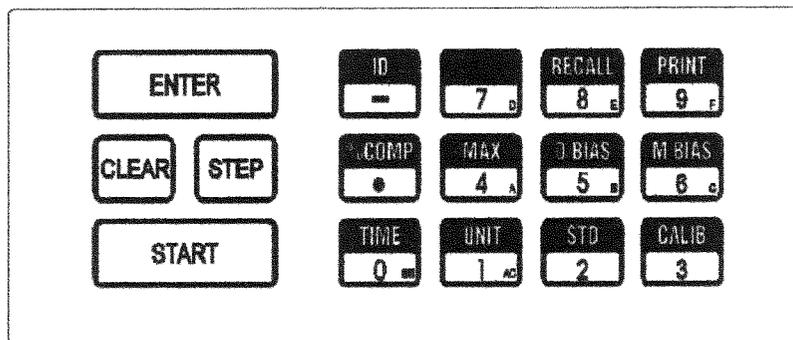


Figura 2.1 Teclado del 503DR HYDROPROBE®.

### D-WET ( únicamente en el 501DR )

Muestra el valor de la densidad húmeda mas reciente utilizando la calibración y las unidades seleccionadas, en el 503DR regresa al modo READY sin ejecutar ninguna acción.

### D-DRY ( únicamente en el 501DR )

Muestra el valor de la densidad seca mas reciente utilizando la calibración y las unidades seleccionadas, en el 503DR regresa al modo READY sin ejecutar ninguna acción.

### WATER

Muestra el valor de la humedad mas reciente utilizando la calibración y las unidades seleccionadas, e.g. "M 23.4". Si el número a ser mostrado es indefinido, ó excede el número de dígitos de la pantalla; "M \*.\*" sera mostrado.

### UNITS

Muestra las unidades actuales, e.g. "MUNT PCF". Para seleccionar nuevas unidades, presione STEP hasta que aparezca las unidades deseadas y luego presione ENTER. Si presiona CLEAR ó cualquier otra tecla, las unidades no se alteran.

Unidades	Descripción	Conversión
CNT	cuentas por minuto (normalizadas a 16 seg.)	N/A
RAT	relación (cuentas / stdcount )	N/A
PCF	libras de agua / pie cúbico de suelo	62.428
GCC	gramos de agua / centímetro cúbico de suelo	1.0
IPF	pulgadas de agua / pies de suelo	12.0
CPC	cm de agua / 30 cm de suelo	30.0
%V	porcentaje de agua por volumen	100.0

## Funciones del Teclado

Los números de conversión en la tabla anterior se muestran únicamente para referencia. El medidor realiza la conversión internamente dependiendo de las unidades seleccionadas, e.g. una lectura en  $\text{gr/cm}^3$  (gcc) se divide por 1.0 y se multiplica por 12 para obtener una lectura equivalente en pulgadas por pie.

### CALIB

Muestra ó selecciona las calibraciones ( de la 1 a la 16 ) y/ó revisa ó modifica los coeficientes. Antes de presionar CALIB, es necesario seleccionar las unidades apropiadas y el tiempo de calibración utilizando las teclas UNITS y TIME. Si cuentas (CNT) ó relación (RAT) son las unidades seleccionadas el medidor mostrará "BAD MUNT", indicando que se seleccionen otras unidades diferentes. Si el procedimiento SLFCAL va a ser realizado, seleccione un tiempo de conteo de 256 segundos para una mejor precisión.

#### Como seleccionar una calibración

Después de presionar CALIB la calibración activa es mostrada en pantalla, "MCAL 1", por ejemplo. Para seleccionar otra calibración, presione STEP hasta que el número deseado aparezca y luego presione ENTER. Cuando en la pantalla aparezca "MCOEFS ?", presione CLEAR para regresar al modo READY.

#### Como cambiar los coeficientes

Seleccione el número de calibración como se explica en el párrafo anterior. Cuando en la pantalla aparezca "MCOEFS ?", presione ENTER. El coeficiente A es la pendiente y el coeficiente B es el intercepto en una ecuación de la forma:

$$\text{Valor} = A \times (\text{relación}) + B$$

Donde **relación** es el valor del conteo dividido por el conteo estandar.

Escriba el nuevo valor de A usando las mismas unidades previamente seleccionadas. El nuevo valor es mostrado en pantalla, presione ENTER para aceptarlo, CLEAR para escribir un nuevo valor ó CLEAR dos veces para regresar al modo READY. El mismo procedimiento se sigue para cambiar el coeficiente B. Al aceptar el valor del coeficiente B, el 503DR regresa automáticamente al modo READY.

#### Como usar el modo MSLFCAL

Cuando el valor de los coeficientes no es conocido previamente, como en el párrafo anterior, puede utilizarse este procedimiento para determinarlos automáticamente.

Seleccione el número de calibración a ser modificada. Cuando "MCOEFS ?" aparezca en pantalla presione STEP, "MSLFCAL?" aparece, presione ahora ENTER para ejecutar el procedimiento.

## Funciones del Teclado

“R2 0.0”	Escriba el primer valor conocido de humedad, en las unidades seleccionadas. Presione ENTER para aceptarlo, CLEAR inicia un nuevo valor ó CLEAR dos veces para regresar a modo READY.
“C2 0”	Escriba ahora el número de cuentas que corresponde a ese valor de humedad y presione ENTER ó presione START para tomar un conteo. Al terminar el conteo presione ENTER para aceptar el valor ó presione START nuevamente para contar de nuevo.
“R1 0.0”	Escriba el segundo valor conocido de humedad, en las unidades seleccionadas. Presione ENTER para aceptarlo, CLEAR inicia un nuevo valor ó CLEAR dos veces para regresar a modo READY.
“C1 0”	Escriba ahora el número de cuentas que corresponde al segundo valor de humedad y presione ENTER ó presione START para tomar un conteo. Al terminar el conteo presione ENTER para aceptar el valor ó presione START nuevamente para contar de nuevo.

No es importante el orden en que los pares de datos son introducidos, el par mayor primero, el menor de segundo, etc., el programa automáticamente los ordena y calcula el valor correcto de los coeficientes.

Cuando se tome un conteo de calibración, coloque la sonda en el bloque correspondiente a la humedad previamente escrita y luego presione START. Como última verificación el programa pregunta si los datos escritos estan correctos antes de calcular y escribir los coeficientes en memoria, “DATA OK?”, presionando ENTER (“Si”) el usuario acepta los datos y los coeficientes son calculados y escritos en memoria, cualesquiera coeficientes anteriores seran permanentemente borrados y los nuevos tomarán su lugar. Presionando CLEAR (“NO”), regresa al modo READY y nada ocurre, los coeficientes anteriores permanecen.

Para revisar los nuevos valores de los coeficientes utilice la opción “MCOEFS ?”.

## LOG

Esta tecla inicia el procedimiento para salvar en memoria el registro correspondiente a las lecturas en un punto de monitoreo (un tubo ó pozo de ensayo). Utilizando la tecla FMT, descrita mas adelante, se programa el número de profundidades y datos clave para cada registro. Los números máximos para cada registro son los siguientes: un número de ID (IDentidad), de 0 a 99 datos clave ( keydatas ) y de 0 a 99 profundidades (depths). El número de ID, los datos claves y las profundidades siempre empiezan en el valor mas alto y cuentan regresivamente hasta llegar a 1.

Cuando se presiona LOG, el número del ID que aparece en pantalla corresponde al número de registro a ser procesado. Puede presionarse ENTER para usar ese valor en ID ó puede escribirse otro cualquiera que tenga mejor significado para el registro. El número de registro va disminuyendo desde el máximo hasta 1, cada vez que un nuevo registro es salvado en memoria. Como puede verse este número de registro es un indicador de cuantos registros más pueden ser procesados.

## Funciones del Teclado

Los datos clave ( keydata ) son del tipo Leer/Modificar/Escribir, primero mostrarán lo que esta almacenado en esa localidad de memoria ( normalmente el dato esta en blanco si es para un nuevo registro ). Escribe el nuevo valor y presiona ENTER para salvarlo ó CLEAR para corregir un error. Los datos clave pueden ser saltados, es decir no es necesario escribir nada ó mejor dicho se escribe zero, presionando la tecla STEP.

Los datos de humedad para cada profundidad son salvados de la misma manera que los datos clave, excepto que el valor es resultado de un ensayo iniciado presionando START. El ensayo puede ser repetido las veces que sea necesario presionando la tecla START pero únicamente será salvado temporalmente y pasará a la siguiente profundidad cuando presione ENTER.

El registro completo no será salvado definitivamente en memoria hasta que el mensaje "DATA OK?" aparezca y ENTER sea presionado para aceptarlo, puede presionarse STEP en este momento y la pantalla mostrará el inicio del registro ( mostrará el ID ) lo cual permite modificar el ID, los datos clave ó repetir los ensayos para las profundidades antes de que el registro sea salvado. Para aceptar un valor existente de dato clave ó de humedad puede presionarse STEP ó ENTER, para cambiar el dato clave únicamente escriba sobre él y presione ENTER. Para cambiar el valor de humedad presione START para tomar un nuevo conteo, y luego ENTER. El registro corregido es finalmente salvado en memoria cuando se presiona ENTER después que el mensaje "DATA OK?" aparece.

### RCL

Esta tecla se utiliza para revisar los datos de los registros en memoria. Al presionarla la pantalla mostrará el número del ID del último registro salvado, presionando STEP se mueve a travez de los registros en sentido ascendente. Cuando la pantalla muestra el número de registro deseado, se presiona ENTER para revisar su contenido interno, puede tambien escribirse el número de registro deseado directamente en pantalla y luego ENTER para ir directamente a ese registro, por ejemplo: "ID 1234" y luego ENTER. Si ese número de registro no existe en memoria, el 503DR responderá "NOT HERE", presione STEP para reconocerlo y escriba un nuevo número ó use STEP para revisar los registros existentes.

Cuando la pantalla muestre el número de registro deseado, presione ENTER para seleccionarlo y luego úsese la tecla STEP para revisar los datos dentro de ese registro .

Presione CLEAR si desea salirse del registro siendo revisado. Estando fuera del registro únicamente se verá el número de los registros existentes; ID 1233, ID 1234 etc. Estando dentro de un registro en particualr puede verse su contenido completo.

### PRINT

Esta función permite transferir los datos de los registros hacia un dispositivo externo. Contiene dos opciones "PRINT CD" ó "PRINT LP", al presionar la tecla la pantalla mostrará la última opción que fue ejecutada, presione STEP para cambiar la opción y luego ENTER para ejecutarla.

#### PRINT CD

Esta es una salida formateada para ser transferida hacia un computador. Incluye un contador de líneas y con cada línea de datos un valor de revisión ( checksum ). Utiliza los comandos ACK y NACK de software para controlar la transmisión de datos. Véase el formato en la sección Impresión de los Registros.

## Funciones del Teclado

### PRINT LP

Esta es una salida formateada para ser leída fácilmente. Contiene la misma información que PRINT CD pero sin el contador de líneas y sin los valores revisión, esta es la salida recomendable ser usada con impresores de línea.

### MENU

Con esta esta tecla se habilita una serie de funciones miscelaneas destinadas a configurar el 503DR para adaptarlo al sistema en que se esta utilizando, además incluye funciones de autopruueba y revisiones. Presione STEP para moverse dentro de las funciones y ENTER para ejecutarlas.

### BAUDRATE

Esta función permite la selección de la velocidad de transmisión de datos. Cuando es activada, muestra la velocidad que esta seleccionada. Presione STEP para moverse a otra velocidad y ENTER para seleccionar.

### ATRIB

Esta función permite seleccionar ciertos atributos en PRINT LP para ciertos dispositivos externos. Tiene capacidad para 3 caracteres al inicio de la transmisión ( prefix ) y 3 al final ( suffix ). Un "prefix" típico sería transmitir un caracter ASCII decimal 15 a un impresor EPSON para colocarlo en modo de impresión comprimida. Un "suffix" típico sería un caracter ASCII decimal 26, el cual es reconocido por un sistema CP/M como el final de la transmisión de un archivo de datos.

El caracter Inicio de página ( TOF ) es transmitido cada 60 líneas de datos.

"PFX1 000"	Primer caracter en "prefix".
"PFX2 000"	Segundo caracter.
"PFX3 000"	Tercer caracter.
"SFX1 000"	Primer caracter en "suffix".
"SFX2 000"	Segundo caracter.
"SFX3 000"	Tercer caracter.
"TOF 0"	Caracter de Inicio de página.

Los atributos son seleccionados en fábrica de la siguiente manera: los 3 caracteres "prefix" y 2 de los caracteres "suffix" son el caracter NUL (0), uno de los caracteres "suffix" es control Z ( caracter ASCII 26 para fin de archivo en programas CP/M ). El caracter TOF es control L ( ASCII 12 ). Los caracteres ASCII son escritos como sus valores decimales ( 0 ... 127 ) y luego presionando ENTER.

### SERNUM

Muestra los cuatro últimos dígitos del número de serie del 503DR. Este número puede ser cambiado escribiendo uno nuevo y presionando ENTER. Es necesario verificar que este número corresponde al número de serie grabado en la caja del blindaje.

## VERSION

Muestra la versión del programa del 503DR, muy útil para propósitos de servicio.

## STD

Esta tecla permite ver el contenido del conteo estandar y/o tomar uno nuevo. Inicialmente muestra el conteo estandar actual, "S 12345" por ejemplo. Presionando STEP muestra el conteo estandar previo "P 11342 ", STEP otra vez y el valor de CHI es mostrado "CHI 0.95 ".

Para tomar un nuevo valor de conteo estandar siga la secuencia anterior, despues que el valor de CHI es mostrado presione STEP, cuando "NEW STD?" aparece presione ENTER ( CLEAR para volver a modo READY y no modificar nada ). Durante el conteo estandar el 503DR tomará 32 lecturas de 8 segundos cada una, con 2 segundos de pausa entre prueba y prueba, lo que significa un conteo total de 4.27 minutos aproximadamente . Durante cada período de conteo, el número del período previo y el conteo de ese período son mostrados: "28 12345" por ejemplo. Cuando el último conteo es realizado, un nuevo conteo estandar basado en el promedio de los 32 períodos es calculado y salvado en memoria junto con el nuevo valor CHI.

Presione STD nuevamente y revise los nuevos datos, si la diferencia entre el nuevo valor y el previo ó el valor CHI no son aceptables, repita el conteo nuevamente.

Para abortar un conteo estandar en progreso, presione CLEAR varias veces hasta que el modo READY sea mostrado. Los valores previos del conteo estandar no seran modificados.

## FMT

Esta función permite configurar los registros y además, tambien permite inicializar el área de memoria de datos. Al presionar FMT, se muestra el número máximo de registros con la presente configuración, "REC 279" por ejemplo.

Para crear una nueva configuración, presione ENTER despues de "REC 279" y escriba el nuevo número de datos clave "KDATA 25" ( de 0 a 99 ) y presione ENTER, haga lo mismo para las profundidades ( de 0 a 99 tambien ). Cuando el 503DR muestre "SET FMT?", este seguro que quiere cambiar la configuración y presione ENTER. Al presionar ENTER toda la memoria de datos es limpiada, la nueva configuración entra en efecto y un nuevo número máximo de registros es calculado. Antes de crear una nueva configuración tenga la precaución de tomar una impresión de los registros existentes si no se desea perder esa información, una vez borrados los datos no pueden ser recuperados de ninguna manera. Si solo se desea revisar la configuración existente presione CLEAR en "SET FMT?" y regresará a modo READY sin realizar ningun cambio. Si únicamente se desea revisar el número máximo de registros existentes, presione FMT y luego CLEAR para regresar a modo READY.

# Procedimientos de Operación

## Como realizar un Ensayo

Para realizar un ensayo, únicamente baje la sonda hasta la profundidad deseada y luego presione START. Pero antes de realizar esto, las unidades, el tiempo del ensayo y el número de calibración a usar deben ser seleccionados. Si se seleccionan otras unidades diferentes de CNT, el 503DR debe tener un valor válido de conteo estandar antes de realizar el ensayo.

## Como seleccionar las Unidades para el Ensayo

La selección de las unidades dependerá del uso que se le dará a los datos obtenidos. Investigadores normalmente escogerán gramos por centímetro cúbico ó porcentajes por volumen , mientras que los programadores de cosechas usarán pulgadas por pie ó centímetros por 30 centímetros. Las unidades cuentas por minuto son útiles para reparación. Todo es el mismo dato excepto que difieren en el factor de conversión de las unidades.

## Como seleccionar el Tiempo del Ensayo

Para una velocidad de conteo conocida el intervalo de conteo determina la precisión de ese conteo. Entre más largo sea el intervalo, mayor número de cuentas serán recibidas y por lo tanto el conteo será más preciso. Correspondientemente, entre mas largo es el período de conteo menos lecturas pueden realizarse en un día de trabajo. Por lo tanto el intervalo de conteo es normalmente seleccionado como el menor tiempo que no sacrifique la precisión.

Para una operación del tipo programada, un conteo de 16 segundos proveerá suficiente precisión como para pronosticar la próxima fecha de irrigación.

Véase el apéndice A, Estadística en el Conteo, para una mejor descripción de la precisión.

## Como seleccionar la Calibración del Ensayo

Las calibraciones han sido determinadas previamente y los coeficientes ( pendiente A e intercepto B ) estan salvados en cualquiera de las 16 calibraciones disponibles. Seleccione la calibración para el tipo de suelo y el tipo de tubo de acceso con los cuales esta trabajando.

## Como Registrar los Ensayos

Los ensayos pueden ser resistrados (salvados) por el 503DR a medida que ellos son tomados en el campo de trabajo. Cada sitio de monitoreo representa un registro de información. Antes de salvar cualquier registro, la configuración de ellos debe ser definida ( usando FMT ) de acuerdo a los sitios en que se trabaja. Despues que los ensayos han sido registrados ellos pueden ser revisados en pantalla ó transferidos hacia cualquier dispositivo externo.

## Como configurar los Registros

Utilize la tecla FMT para configurar el formato de los registros, el cual refleje las condiciones de los tubos en los sitios de trabajo. Para cada tubo de acceso, al cual corresponde un registro de datos, la configuración permitirá de 0 a 99 entradas para datos clave ( keydata ) y/o de 0 a 99 profundidades en el tubo ( conteos por tubo ). El 503DR siempre proveerá un número de identificación ( ID ) para cada registro y salvará también el número de calibración que se este utilizando.

## Procedimientos de Operación

El espacio de memoria total disponible para datos en el 503DR es de 11262 bytes. El número de bytes requeridos en un registro por cada sitio de monitoreo es como sigue:

<b>Campo en el Registro</b>	<b>Número de Bytes</b>
ID	2
Calibración	1
Datos clave (keydata)	2 ( por cada dato clave )
Profundidades ( conteos )	2 ( por cada conteo de profundidad )

Por lo tanto para un registro de un sitio de monitoreo típico: con un ID, una calibración, un dato clave (1 keydata) y 3 profundidades ( 3 conteos ); tomará 11 bytes por registro y el 503DR podrá salvar 1023 registros.

### Como registrar las lecturas de los ensayos

Seleccione las unidades, el tiempo de ensayo, la calibración y la configuración para los registros. Luego para registrar (salvar) un registro de información, coloque el 503DR sobre el tubo de acceso y presione LOG. El DR mostrará el número del registro actual en el cual los datos van a ser salvados. Puesto que el DR cuenta de mayor a menor, ese número también es un indicador de cuantos registros estan disponibles.

Puede dejarse que el DR genere los números de ID a ser salvados, únicamente presionando ENTER, ó puede escribirse otro número diferente para este registro ( correspondiente al tubo de acceso bajo ensayo ), el número debe estar en el rango de 1 a 65535 para ser válido, luego presione ENTER para aceptar el nuevo número de ID.

Puede ser muy importante tratar este número de ID más que un solo número, por ejemplo: pueden considerarse los 2 primeros dígitos como el número de granja, permitiendo así de 1 a 65 granjas que pueden ser monitoreadas; los 2 últimos dígitos pueden considerarse como indicadores de números de zonas para esa granja , permitiendo así de 1 a 99 zonas en cualquier granja. El dígito en el centro puede considerarse como el indicador del número del operador, permitiendo de 1 a 9 operadores del DR; ó puede únicamente dejarse como 0.

Un ejemplo sería: "ID 12523", indicando con este código; la granja #12, lecturas tomadas por el operador #12 en el tubo de acceso #23.

Despues de aceptar el número de ID el DR estará listo para aceptar los datos clave ( keydata ). Las entradas de los datos clave permiten al usuario del 503DR anexar información auxiliar en los registros tales como: temperatura, nivel de lluvia etc. Esta provisión permite eliminar errores cuando se trasladan los datos a libros de notas y luego del libro de notas a la computadora. Siempre es recomendable tomar nota de los resultados en un cuaderno aparte para prevenir cualquier eventualidad ó falla del equipo.

Escriba el dato clave como un número entre 0 y 65535 seguido por ENTER. De nuevo, este número puede ser tratado mas que como una pieza de información, por ejemplo: a los primeros 2 dígitos puede asignárseles la temperatura en grados centígrados y los dos últimos la precipitación de lluvia en pulgadas. Nótese que un número de dato clave no tiene provisión para el punto decimal, por lo tanto este debe estar implícito y no escrito directamente.

## Procedimientos de Operación

Utilice cualquier esquema que se adapte a las condiciones de su campo de trabajo. Pero es necesario ser consistente de registro a registro. El programa The Probe ( Crop Management and Irrigation Scheduling Software, de NPS ), disponible a travez de CPN, permite escribir la fecha para una serie de lecturas al escribir 0 en el ID y la fecha en el primer dato clave, 412 para abril 12 por ejemplo, y luego presionar ENTER sin tomar ningun conteo en las profundidades para este registro especial. Todos los registros siguientes a este registro especial con ID "0" son registros regulares que corresponderán a la fecha que se escribió en el dato clave.

Si se comete cualquier error al escribir un número, presione CLEAR y escriba el valor correcto nuevamente. Si CLEAR es presionado mas de una vez en sucesión cancelará la registración sin salvar ninguna lectura y regresará al modo READY.

Si el 503DR no acepta algún dato, por ejemplo si se quiere escribir un punto decimal, sonará varias veces y no hará ninguna acción , si el número es aceptado cambiará al siguiente dato clave para ser introducido ó si todos los datos clave ya han sido escritos cambiará hacia la primera lectura de humedad ( primera profundidad ) mostrando "TAKE 3" por ejemplo, el número 3 sería la profundidad número 3, luego la 2 y hasta 1, de acuerdo a la configuración que se selciono en FMT.

Baje la sonda a la profundidad adecuada y presione START. El DR mostrará "COUNT 3", por ejemplo, indicando que se encuentra en el proceso de tomar una lectura en la tercera profundidad. Al finalizar mostrará "3M 2.563", que significa humedad en la tercera profundidad igual a 2.563 en las unidades seleccionadas. Presione ENTER para aceptar ese dato ó START para tomar otro conteo a esa misma profundidad. Al aceptar el dato el DR cambia a la siguiente profundidad, el proceso se repite hasta que todas las profundidades han sido monitoreadas.

Si se desea saltar una profundidad, presione STEP en ves de START ó ENTER y un 0 será escrito automáticamente en esa profundidad. Esta opción es bien útil si en algunos casos se tienen tubos con diferentes profundidades y en este caso, por ejemplo, se configura el registro para el máximo número de profundidades y en los tubos con menos profundidades se presiona STEP en las profundidades que no existen.

Otra opción bien útil es por ejemplo cuando se tiene una configuración con un número grande de profundidades, 90 por ejemplo, y al realizar el ensayo talves solo estamos interezados en las primeras 10 lecturas del tubo. En este caso se toman las 10 primeras lecturas normalmente y en la 11 se presiona CLEAR, el DR automáticamente escribirá ceros en todas las otras profundidades, y luego presione ENTER al ver "DATA OK?" y el registro será salvado.

Cuando "DATA OK?" aparece al final del registro, puede presionarse STEP para revisar todo su contenido desde el ID, antes de salvarlo. Ademas pueden editarse los datos que esten equivocados ó pueden repetirse los conteos en las profundidades que se deseen, use las teclas ENTER ó STEP para moverse de campo en campo, cuando "DATA OK?" aparece nuevamente presione ENTER para salvar el registro, si se presiona CLEAR en este momento todo el proceso es abortado y todos los datos tomados seran borrados.

## Procedimientos de Operación

### Como revisar los registros en memoria

Normalmente los datos almacenados en memoria serán transmitidos a un impresor ó a una computadora.

Pero tambien pueden ser revisados en la pantalla del DR utilizando la tecla RCL.

Cuando se presiona la tecla RCL siempre apunta hacia el ID del último registro salvado. Puede presionarse STEP para moverse de registro a registro, ó se puede escribir el registro deseado directamente y luego ENTER.

Al ver el número de registro deseado en pantalla presione ENTER para ver su contenido. Use STEP para moverse dentro del registro.

## Conteo Estandar

El conteo estandar es una medida del hidrógeno contenido en la parafina que compone el blindaje. Siguiendo el mismo procedimiento cada vez que se toma el conteo estandar, proporciona dos maneras de verificar la validez de los resultados del conteo.

1. Comparando los valores de conteo patrón actual y previo para ver que el cambio sea en una cantidad aceptable, verifica que el control electrónico esta trabajando adecuadamente. El americium-241 tiene una vida media de 458 años por lo que su velocidad de decaimiento es despreciable.
2. Al tomar una serie de lecturas de duración corta en vez de una con una duración larga y verificando que su distribución estadística es una curva normal, es un medio de verificar que no existe ruido que este influyendo en el resultado del conteo.

### Conteo Estandar Previo

Cuando un nuevo conteo estandar es realizado, el 503DR automáticamente coloca el conteo estandar actual en la localidad de memoria correspondiente al conteo estandar previo. Esto permite comparar los dos resultados. La diferencia entre los dos conteos deberá estar dentro de 0.707 de la raíz cuadrada del promedio de los dos conteos el 95% de las veces. Veamos un ejemplo:

Supóngase que el conteo estandar actual es 14400 mientras que el conteo estandar previo es 14450. La diferencia entre los dos números es 50. La raíz cuadrada del promedio de los dos conteos es:  $((14400 + 14450) / 2)^{1/2} = 120.1$ ; estadísticamente esto es una desviación estandar. Puesto que 50 es menor que 85 ( $0.707 \times 120.1$ ), significa que los dos conteos estan dentro de los límites aceptables y no existe razón para pensar que el DR no este funcionando correctamente.

Si la diferencia es mayor que el valor aceptable ó si esta cambiando continuamente en la misma dirección, esto indica que algo no esta funcionando bien y el DR necesita servicio.

### Como tomar un Conteo Estandar

Con la maleta sobre el suelo, coloque el 503DR en el hueco donde se encuentra la placa de información en la parte superior de la maleta. Asegúrese que ninguna fuente radioactiva se encuentre en un radio de 30 pies del DR y que ningún material conteniendo hidrógeno se encuentre en un radio de 10 pies. El operador deberá permanecer al menos 10 pies alejado del sitio del conteo.

Para iniciar el conteo estandar presione STD, luego STEP dos veces hasta ver en la pantalla "NEW STD?" luego presione ENTER.

La parafina en la caja de blindaje no tiene un volumen infinito, por lo que tomar el conteo de esta manera significa que el ambiente externo afecta el ensayo. Es importante que el conteo estandar sea tomado en las mismas condiciones en que fué tomado cuando las calibraciones fueron establecidas y que esas mismas condiciones sean las mismas cada vez que se realice.

## Conteo Estandar

Un método mas estable para tomar el conteo estandar es usar un tubo de acceso instalado en un barril de 30 galones ó mas grande. Si se quiere usar la calibración de fábrica pero se quiere cambiar a un nuevo método para tomar el conteo estandar, se necesita modificar el coeficiente "A" ( el valor de la pendiente ) de la calibración por la relación del nuevo conteo estandar y el valor del conteo estandar de fábrica. Por ejemplo:

Supóngase que el conteo estandar de fábrica fué 11000 con una pendiente "A" de 2.6, y usando el barril con agua el conteo estandar es 33000. El nuevo coeficiente "A" será:

$$2.6 \times ( 33000 / 11000 ) = 7.8.$$

La lectura de verificación de la parafina en el blindaje que se describe en la página 8 tendrá el mismo valor.

Cuando un nuevo conteo estandar es iniciado, el DR tomará 32 lecturas de 8 segundos cada una, en cada conteo la pantalla mostrará el número de conteo previo junto con el número de cuentas obtenido, "30 14400", por ejemplo. Cuando el conteo termina ( despues del 32avo. ) el DR calcula y almacena el promedio de las 32 lecturas como el nuevo conteo estandar y el valor actual es salvado como el valor previo, luego regresa al modo READY.

Para salirse del conteo estandar sin actualizar ningun dato, presione las teclas STEP+CLEAR simultáneamente para regresar al modo READY.

Si el DR se encuentra conectado a un impresor de líneas durante el conteo estandar, producirá una impresión como la de la figura a medida que va tomando cada conteo.

Figura X.X. Salida al impresor durante el conteo patrón.

503B-2.1 STANDARD COUNT FOR SN255	
SAMPLE COUNTS ARE 8 SECONDS NORMALIZED TO 16	
N	COUNT
32	4370
31	4370
30	3742
29	4370
28	4370
27	3812
26	4370
25	4370
24	4402
23	4370
22	4370
21	4370
20	3636
19	4370
18	4370
17	3566
16	4370
15	4370
14	4370
13	4368
12	4370
11	4368
10	4370
9	3730
8	4368
7	4370
6	4370
5	4370
4	4370
3	4370
2	4370
1	4370
AVERAGE 4266	
PREVIOUS 4370	
CHI-RATIO 0.95	

# Conteo Estandar

## Estadística en el Conteo Estandar

Tomar una serie de 32 conteos resultará en una distribución alrededor de un valor central ó promedio. La desviación estandar es una medida de la dispersión de esos conteos alrededor de ese valor central. Para un fenómeno aleatorio, tal como el decaimiento de una fuente radioactiva, la desviación estandar ideal es igual a la raíz cuadrada de ese valor central.

Si el 503DR trabaja correctamente, la medida de la desviación estandar y la desviación estandar ideal deberían de ser iguales y por lo tanto su razón debe ser 1.00. La prueba de Chi-squared se usa para determinar que tanto se desvía ese valor de 1.00 y todavía considerarlo como aceptable. Esto es similar a esperar que al tirar una moneda muchas veces, las caras y las coronas aparezcan en número igual y por otro lado que tanto aceptar otra distribución cuando solo se tira unas pocas veces ( la moneda no debe estar falseada ).

Para una muestra de 32 conteos, la razón ó relación entre el valor medio ideal y el valor medio obtenido debería estar entre 0.75 y 1.25 para el 95% de los ensayos. Si la relación cae fuera de ese rango consistentemente, podría significar alguna de las causas siguientes: problemas en el control electrónico debido probablemente a ruido causado por fallas en el circuito de alto voltaje ó un tubo detector defectuoso.

Si la relación es alta la causa también podría ser que la eficiencia del tubo detector ó el control electrónico se desvían demasiado durante un período de conteo, por ejemplo, si el promedio de los primeros cinco conteos es significativamente diferente del promedio de los cinco últimos. Otra causa también podría ser que la electrónica esta recogiendo un ruido que es periódico tal como el que podría ocurrir debido a una falla en el filtro del circuito de alto voltaje. Esto también podría ir acompañado por un significativo aumento en el conteo estandar comparado a su valor previo.

En cualquier caso, consulte a su representante de CPN por servicio.

# Impresión de los Registros

Esta función permite transmitir el contenido de la memoria de los registros hacia un dispositivo externo ( un computador, una terminal, un modem, un impresor, etc ) usando el conector serie RS232C.

Dos formatos estan disponibles:

## PRINT CD

Este tipo de formato permite transmitir hacia un dispositivo activo, tal como una computadora ( ó hacia una computadora vía modem ). Cada línea de datos incluye un dato de verificación (check sum) y requiere una respuesta del programa desde la computadora para asegurarse que la transmisión de datos sea correcta.

El esquema de comunicación es usando los comandos de programación ACKNOWLEDGE/NEGATIVE-ACKNOWLEDGE ( ACK/ control-F, NAK/control-U ) el cual permite al dispositivo externo controlar la transmisión de datos. ACK es en respuesta a una línea de datos bien recibida, lo cual permite que la siguiente línea sea transmitida, NAK causa que la misma línea sea transmitida de nuevo y puede ser repetido las veces que sea necesario hasta que el error desaparezca y la línea sea recibida sin error.

Cada línea en este formato consiste en una serie de campos separados por comas y terminada con los caracteres CRLF. Los campos son variables en número y tamaño, el último campo es el caracter de verificación (checksum) el cual se calcula sumando el valor decimal ASCII de cada caracter en la línea hasta incluir la última coma.

Una línea recibida cuyo "checksum" calculado concuerda con el "checksum" transmitido se considera buena y se responde con un comando ACK, por el contrario si es diferente significa que algun dato se perdió en la comunicación y debe ser repetida, un comando NAK es enviado.

A medida que cada línea es transmitida, en pantalla aparece su número, "LN-32 " por ejemplo, las cuales son contados en orden descendente dando una indicación de las líneas que faltan ser transmitidas. Si una línea es repetida aparece una letra R al lado derecho de la pantalla, "LN-32 R".

Las siguientes tablas son una descripción de los campos contenidos en los 3 tipos de líneas en PRINT CD.

### Línea 1, línea de encabezamiento:

#### Lineas, 503DR, Sn, Unidades, Mstd, k, d, chk

Campo	Descripción
Líneas	Total de líneas a ser transmitidas
503DR	Modelo del 503DR
Sn	Número de serie del DR
Unidades	Unidades de medida usadas
Mstd	Conteo estandar
k	Número de datos clave por registro
d	Número de profundidades por registro
chk	dato de verificación módulo 65536

# Impresión de los Registros

Líneas de la 2 a la 17, líneas de calibración:

Cal, A, B, chk

Campo	Descripción
Cal	Número de calibración
A	Coefficiente A, pendiente de la recta. ( es número real)
B	Coefficiente B, intercepto de la recta ( es número real )
chk	dato de verificación módulo 65536

Líneas de la 18 en adelante, líneas de los registros:

ID, Cal, K( k ), ..., K( 1 ), M( d ), ...,M( 1 ), chk

Campo	Descripción
ID	Identificación el registro
Cal	Número de calibración del registro
K( k )	k datos clave
M( d )	d lecturas de humedad
chk	dato de verificación módulo 65536

```

20,503B-2.1,255,PCF,4266,1,3,1497
19,1,23.2,.12,673
18,2,20.25,-1.23,819
17,3,15.36,.35,734
16,4,-0.0,0.0,660
15,5,0.0,*,*,603
14,6,0.0,*,*,603
13,7,*,*,*,591
12,8,-0.0,183.38,827
11,9,-0.0,0.0,660
10,10,*,*,0.0,642
9,11,*,*,*,591
8,12,0.0,0.0,615
7,13,184.36,*,*,769
6,14,*,*,*,591
5,15,0.0,0.0,615
4,16,-0.0,*,*,648
3,1023,3,1,16.08,16.08,*,*,1293
2,1022,3,2,*,*,*,16.08,1169
1,1021,3,3,16.09,16.08,16.08,1415
    
```

Figura ---. Ejemplo del formato en PRINT CD.

## Impresión de los Registros

El programa de impresión requiere que la computadora este encendida durante la transmisión de datos, lo que hace que una gran demanda de corriente sea requerida de las baterías. Cargue las baterías antes de usar esta función. Si no esta seguro que las baterías esten cargadas, conecte el cargador de baterías durante toda la sesión de impresión. Si el apagado automático del DR, debido a bajo voltaje de las baterías, ocurre; los datos no se pierden únicamente recargue las batería y empiece el proceso nuevamente

### PRINT LP

Esta función se utiliza para transmitir a dispositivos pasivos, tales como impresores ó terminales. Es la misma información que en PRINT CD excepto que no hay dato de verificación y las líneas son transmitidas sin esperar ninguna respuesta del dispositivo que recibe. En este modo la información es formateada para facilidad de lectura y además son incluidos encabezamientos cada 60 líneas. PRINT LP también transmite 3 caracteres de control al comienzo de la transmisión y 3 al final, los cuales pueden ser usados para controlar dispositivos externos tal como hacer que un impresor imprima en modo comprimido, etc. Estos atributos junto con el caracter reconocido como inicio de página (TOF) son seleccionados a travez de la función ATTRIB, la cual es un sub-menu de la función MENU.

MODEL	SERIAL	UNIT	STD	KDATA	DEPTH
503B-2.1	255	PCF	4266	1	3
CAL	A	B			
1	23.2	.12			
2	20.25	-1.23			
3	15.36	.35			
4	-0.0	0.0			
5	0.0	**			
6	0.0	**			
7	**	**			
8	-0.0	183.38			
9	-0.0	0.0			
10	**	0.0			
11	**	**			
12	0.0	0.0			
13	184.36	**			
14	**	**			
15	0.0	0.0			
16	-0.0	**			
ID	C	K1	M3	M2	M1
1023	3	1	16.08	16.08	**
1022	3	2	**	**	16.08
1021	3	3	16.09	16.08	16.08

Figura ---. Ejemplo de una impresión usando PRINT LP.

## Sección 3 - Calibración

---

La sonda contiene una fuente de neutrones acelerados de alta energía y un detector de neutrones desacelerados o termalizados. Los neutrones acelerados son frenados por las colisiones con los núcleos de la materia en el suelo. Puesto que la masa del núcleo de hidrógeno es la misma que la de un electrón libre, la presencia del hidrógeno en el suelo resultará en una gran cantidad de neutrones desacelerados. Elementos mas pesados también frenan a los neutrones pero no tan efectivamente, mientras que para el hidrógeno toma un promedio de 18 colisiones, toma 200 con el proximo elemento normalmente encontrado en el suelo.

Los neutrones desacelerados son continuamente absorbidos por la materia en el suelo. El boro, por ejemplo tiene una alta afinidad hacia ellos. El flujo resultante de neutrones desacelerados dependerá de un número de factores ambos creandolos y absorbiendolos, pero mas importante será que tanto hidrógeno esta presente en el suelo. La sonda de neutrones puede así ser usada como una dispositivo de medida de la humedad en el suelo pero necesita ser calibrada para las condiciones locales del mismo.

### Calibración de Campo

Una calibración de campo requiere la sonda, un muestreador de suelos, una balanza y un horno de secado. Instale el tubo de acceso en un punto representativo en el campo a ser ensayado. Tome lecturas en el tubo y muestra de suelo alrededor del tubo a la misma profundidad de las lecturas y con un radio de un pie o dos del tubo de acceso.

Selle las muestras en depósitos ó en bolsas plasticas inmediatamente despues de extraerlas. Tenga cuidado de no compactar la zona alrededor del tubo cuando las muestras estan siendo tomadas. Idealmente 20 de tales pares deberían ser tomados.

Un método alternativo es usar un muestreador con un diámetro mas pequeño que el tubo y tomar muestras de suelo en cada profundidad a medida que se esta haciendo el agujero para instalar el tubo. Luego tomar lecturas a las mismas profundidas. Este procedimiento tiene la ventaja de que la calibración es realizada en el tubo a ser usado para programación.

Otra alternativa, popular con los programadores de irrigación, es tomar únicamente dos pares de medición, un par cuando el campo se encuentra saturado y un segundo par a una condicion de humedad del suelo de 50% de agotamiento.

## Calibración de Campo

Tome el peso de las muestras húmedas y luego séquelas por 24 horas a 105° C en un horno ventilado. Luego calcule la humedad por peso y la densidad del suelo seco, luego combínelas para determinar el contenido de humedad en el suelo en pulgadas por pie de la siguiente manera:

$$\text{pulgadas por pie} = \frac{[\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}] (\text{gramos agua})}{\text{Peso seco} (\text{gramos suelo})} \times \frac{\text{Peso seco} (\text{gramos suelo})}{\text{Volumen} (\text{cm}^3 \text{ suelo})} \times \frac{1 (\text{cm}^3 \text{ agua})}{(\text{gramos agua})}$$

Usando papel para graficar marque los puntos de las lecturas de la sonda en razón de conteo (count ratio) contra el volumen de las muestras en pulgadas por pie. Con los puntos en el gráfico marque la recta que mejor describa la tendencia de los puntos ó para un diagrama muy disperso de 10 a 20 pares de puntos calcule los parámetros de la recta usando regresión lineal con una calculadora. Para únicamente dos puntos utilice las siguientes fórmulas para calcular la pendiente y el intercepto de la recta:

$$\text{Pendiente} = A = \frac{MH - ML}{RH - RL}$$

$$\text{Intercepto} = B = ML - A \times RL$$

$$m = (A \times r) + B$$

Donde:

m = humedad en pulgadas por pie

r = razón de conteo ( count ratio )

MH = valor alto de humedad en pulgadas por pie

ML = valor bajo de humedad en pulgadas por pie

RH = razón de conteo para el valor alto de humedad

RL = razón de conteo para el valor bajo de humedad

Un ejemplo sería el siguiente:

Un campo saturado en 3.8 pulg/pie da una razón de 1.500, mientras que a 50% de agotamiento da una relación de 0.77

$$A = \frac{3.8 - 1.90}{1.5 - 0.77} = 2.603 \text{ pulg / pie / razón de conteo}$$

$$B = 1.9 - 2.603 \times 0.77 = -0.1043 \text{ pulg / pie}$$

ó

$$m = 2.603 \times R - 0.1043 \text{ [ pulg / pie ]}$$

## Calibración de Campo

Siga la siguiente secuencia para escribir estos coeficientes dentro de la calibración número 2:

TECLA	PANTALLA
	READY
UNITS	MUNT CNT
STEP	MUNT RAT
STEP	MUNT PCF
STEP	MUNT GCC
STEP	MUNT %V
STEP	MUNT IPF
ENTER	READY
CALIB	MCAL 1
STEP	MCAL 2
ENTER	MCOEFS ?
ENTER	A *.*
2.603	A 2.603
ENTER	B *.*
-.1043	B -.1043
ENTER	READY

El DR define la pendiente y el intercepto con el agua en el eje vertical y la razón de conteo en el eje horizontal, como se muestra en la figura 3.1-2. Si sus datos han sido graficados con los ejes invertidos como se muestra en la figura 3.1-3, será necesario transponer la pendiente y el intercepto antes de que sean escritos en la memoria del 503DR, de la siguiente manera:

$$A = 1 / A'$$

$$B = B' / A'$$

Donde  $A'$  y  $B'$  se definen como en la figura 3.1-3.

## Calibración de Laboratorio

Para la calibración en laboratorio se necesitan dos puntos de calibración conocidos. Un punto patrón de calibración alto podría ser un barril de arena saturado con agua (típicamente 0.32 g/cc que equivalen a 0.32 gramos de agua por centímetro cúbico de suelo ó 32 % de agua por volumen ó 3.84 pulgadas de agua por pie de suelo). Un punto de calibración bajo sería otro barril con arena seca (típicamente 0.0 g/cc).

Seleccione las unidades deseadas en el medidor y seleccione un tiempo de conteo de 256 segundos. Use la opción SLFCAL del menú CAL. Coloque la sonda en el primero de los patrones de calibración conocidos, escriba el valor conocido de humedad en las unidades seleccionadas y presione START para tomar un conteo de 256 segundos. Cuando el conteo finalice mueva la sonda al segundo patrón de calibración, y escriba el valor de humedad para ese patrón, presione START para tomar el conteo de 256 segundos en el segundo patrón. Cuando finalice el 503DR calculará y escribirá en memoria los coeficientes A (pendiente) y B (intercepto) para la calibración en las unidades seleccionadas. Puede usar "COEFF ?" para revisarlos. Recomendamos también que los escriba en su libro de notas para futuras referencias.

Este es el procedimiento que se sigue en fábrica para determinar la calibración número 1. Esta funciona en suelos arenosos con cantidades insignificantes de minerales ó componentes orgánicos. También puede ser usada para mediciones relativas, como por ejemplo; medir un campo antes y después de irrigarse un cantidad conocida permitirá determinar que tanta agua fue aplicada versus que tanto el 503DR mide antes y después, de esta forma calibrando el 503DR para ese campo en particular.

### RANGO DE LA CALIBRACION

La calibración lineal proporcionada con el DR es útil en el mas comúnmente rango de humedad utilizado, de 0 a 33 %. Para operaciones especiales en porcentajes de humedad mayores que este, es necesario tener una calibración especial. La figura 3.1-4 muestra una calibración de alto rango. Si datos del campo no estan disponibles, un conteo en un barril con agua puede ser usado.

# Apéndice A

---

## A

Anillo Adaptador del Tubo de Acceso • 10  
Aprobación, forma especial de • 7  
ATLIB  
opción • 16

## B

Baterías, vida de las • 7  
BAUDRATE  
opción • 16

## C

CALIB  
tecla • 13  
Calibración • 28  
Calibración de Campo • 28  
Calibración de Laboratorio • 31  
Características  
Ambientales • 7  
Eléctricas • 7  
Características del 503DR HYDROPROBE® • 3  
Caraterísticas  
Radiológicas • 7  
comandos en el 503DR • 9  
Como cambiar los coeficientes • 13  
Como configurar los Registros • 18  
Como realizar un Ensayo • 18  
Como registrar las lecturas de los ensayos • 19  
Como Registrar los Ensayos • 18  
Como revisar los registros en memoria • 21  
Como seleccionar el Tiempo del Ensayo • 18  
Como seleccionar la Calibración del Ensayo • 18  
Como seleccionar las Unidades para el Ensayo • 18  
Como seleccionar una calibración • 13  
Como tomar un Conteo Estandar • 22  
Como usar el modo MSLFCAL • 13  
configuración de fábrica • 8  
Construcción  
del 503DR • 6  
Conteo Estandar • 22  
Conteo Estandar Previo • 22  
conversión, factores de • 13  
Corriente, consumo • 7

## D

datos clave • 18  
D-DRY  
tecla • 12  
Descripción  
del 503DR HYDROPROBE® • 1  
Funcional • 2

Detenedores del Cable • 10  
D-WET  
tecla • 12

## E

Encapsulamiento • 7  
Equipo Estandar  
descripción • 5  
números de parte • 4  
Especificaciones  
Dimensiones/Pesos de Embarque • 6  
Funcionamiento • 6  
Estadística en el Conteo Estandar • 24

## F

FMT  
tecla • 17  
Fuente  
de neutrones • 7  
de poder • 7  
Fuente radioactiva • 2  
Funcionamiento  
del 503DR • 6  
funciones del teclado  
resumen • 11

## G

General, Información • 1

## H

Helio, detector • 2  
Humedad  
de almacenaje • 7

## I

Impresión de los Registros • 25  
Información General • 1  
Iniciando el 503DR HYDROPROBE® • 8

## L

LOG  
tecla • 14

## M

MENU  
tecla • 16

## **N**

Neutrones, emisor de • 2

## **O**

Operación del 503DR • 6, 11

## **P**

Pantalla

indicaciones • 11

posición de los tubos de acceso • 10

posición del primer detenedor • 10

PRINT

tecla • 15

PRINT CD

opción • 15, 25

PRINT LP

opción • 16, 27

Procedimientos de Operación • 18

profundidades

ó depths • 18

## **R**

Rango de Humedad • 6

RANGO DE LA CALIBRACION • 31

RCL

tecla • 15

registro

bytes en un • 19

reposo

estado de • 8

## **S**

SERNUM

opción • 16

STD

tecla • 17

## **T**

Teclado

del 503DR • 12

funciones • 12, 13, 14, 15, 16, 17

Temperatura

de almacenaje • 7

de operación • 7

Transporte, requisitos de • 7

## **U**

Unidades del 503DR • 12

UNITS

tecla • 12

## **V**

VERSION

opción • 17

## **W**

WATER

tecla • 12