

# **CPN<sup>®</sup> MC-1DR-P PORTAPROBE<sup>®</sup>**

## **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)

**Febrero 1996**



## Sección 1 - Información General

Descripción del Equipo.....	1
Descripción Funcional .....	2
Características del MC-1DRP PORTAPROBE® .....	3
Equipo Estándar .....	4
Accesorios.....	4
Especificaciones .....	6
Dimensiones/Pesos de embarque .....	6
Funcionamiento.....	6
Características Electricas.....	7
Características Ambientales.....	7
Características Radiológicas.....	7
Error Químico.....	8
Error de Rugosidad.....	8
Profundidad de Medida .....	8
Precisión .....	8
Inspección del MC-1DRP PORTAPROBE® .....	9

## Sección 2 - Operación

Funciones del Teclado .....	11
Funciones Especiales .....	12
Configurando el PORTAPROBE® para Mediciones .....	13
Como usar el MC-1DRP.....	16
Conteo Patrón .....	18
Procedimiento para tomar el Conteo Patrón .....	18
Calibración .....	20
Sumario de Operaciones .....	21
Como realizar un ensayo .....	21
Como cambiar el modo de Ensayo .....	21
Como tomar un Conteo Patrón .....	21

## Sección 3 - Operación en el Campo

Pavimento de Asfalto.....	22
Mediciones por Retrodispersión ( Backscatter ) .....	22
Recubrimientos de Capa Delgada.....	24
Suelos / Agregados.....	25
Mediciones en Transmisión .....	25
Mediciones de Humedad .....	27
Corrección para rocas de gran tamaño.....	27
Mediciones en Trincheras ó Zanjas.....	28
Corrección por Efecto de las Paredes de la Zanja .....	28

## **Sección 4 - Otros Métodos de Ensayo**

Control Estadístico .....	29
Correlación de Ensayos .....	29
Ensayos en Concreto .....	29
Medidor Strata .....	29
Franjas para Control de Ensayos .....	30
Evaluación de Aplanadoras .....	30

## **Sección 5 - Mantenimiento**

Limpieza y Lubricación del Mecanismo de Cierre .....	31
Inspección del Ensamblado del Mango .....	32
Ensayo de Fugas Radioactivas .....	33
Reemplazo del Paquete de Baterías .....	34
Limpieza y Almacenamiento .....	34

## **Sección 6 - Reparación**

Guía de Reparación .....	35
Mensajes e Indicaciones .....	35

## **Apendice A**

Factores de Conversion .....	36
------------------------------	----

<b>Glosario</b> .....	37
-----------------------	----

<b>Indice</b> .....	39
---------------------	----

# Sección 1 - Información General

---

## Descripción del Equipo

El MC-1DRP PORTAPROBE® es un instrumento robusto y confiable basado en la aplicación de un microprocesador, realiza mediciones de densidad y humedad en suelos y materiales de construcción en el mismo lugar de la obra. El PORTAPROBE® proporciona medidas rápidas y exactas, las cuales son mostradas en una pantalla de cristal líquido ( LCD ).

El PORTAPROBE® satisface los requerimientos establecidos en los siguientes métodos estándar de ASTM:

- D-2922: Medición de densidades "in situ" de suelos áridos por métodos nucleares.
- D-3017: Medición de humedad "in situ" en suelos áridos por métodos nucleares.
- D-2950: Determinación "in situ" de densidad de materiales bituminosos por métodos nucleares.

Dependiendo del modelo, el PORTAPROBE® mide la densidad cada 25 ó 50 mm ( 1 ó 2 pulgadas ) hasta profundidades de 200 ó 300 mm. ( 8 ó 12 pulgadas). Para la medida de humedad el equipo promedia los valores correspondientes a una profundidad de 150mm. ( 6 pulgadas ).

El uso adecuado del PORTAPROBE® elimina la probabilidad de riesgos de radiación para los operadores. Sin embargo, existe un peligro potencial si el equipo no fuera utilizado adecuadamente. En este sentido es indispensable que los operadores lean y comprendan la información relativa a protección radiológica que se acompaña con el instrumento, así como la realización de un curso sobre aplicaciones y protección radiológica impartido por un representante local de Boart Longyear/CPN o por alguna otra organización competente.

## Descripción Funcional

El MC-1DRP PORTAPROBE® utiliza la radiación emitida por dos fuentes radioactivas apropiadamente blindadas:

- una fuente cesium Cs-137, emisor de rayos gamma, para la medida de densidad,
- y una fuente Am-241/Be, como emisor de neutrones, para medidas de humedad.

Para determinar la densidad, la radiación gamma que pasa a través del material bajo prueba se mide utilizando un contador Geiger Muller situado en la base del instrumento. Un material de baja densidad da como resultado un conteo alto de radiación en un tiempo determinado, en el mismo período, un material de alta densidad proporciona un conteo bajo, dado que este es capaz de "absorber" una mayor cantidad de radiación.

Para determinar el contenido de humedad, la fuente de Am-241/Be emite neutrones sobre el material en prueba. 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. Solo los neutrones de baja energía son vistos por el detector de Helio de que va provisto el equipo, 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 menos número de átomos de hidrógeno el número de neutrones desacelerados de baja energía será menor.

## Características del MC-1DRP PORTAPROBE®

- Lectura directa de los resultados de ensayos en una pantalla de cristal líquido:

Densidad Total

Humedad Total

% de Agua

Densidad Seca

%Proctor

%Huecos de Aire

Proporción de Huecos de Aire

%Marshall

- Pantalla de caracteres grandes (3/8 pulgada ) de fácil lectura bajo la luz directa del sol.
- Paquete de baterías alcalinas tipo D de fácil reemplazo en aproximadamente en unos 5 minutos.
- Este nuevo paquete de baterías permite hasta cerca de 25,000 ensayos, ó de 1 a 2 años de uso intesivo.
- El porcentaje de baterías disponible y la posición del ensayo son mostrados al inicio de cada prueba.
- Es muy fácil de usar. Cuenta únicamente con cuatro teclas. Y no se necesita entrenamiento.
- Los resultados estadísticos ( valor de Chi ) del Conteo Patrón verifican el funcionamiento diariamente.
- Combinación Tablero de Campo/Calculadora para facilitar los reportes de inspecciones de campo.

## Equipo Estándar

Cada instrumento MC-1DRP PORTAPROBE® 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
MC-1DRP PORTAPROBE®	114082
Bloque de calibración, 3"	701423
Llaves de bloqueo del mango	400925
Placa-guía	200050
Barrena	100035
Lubricante	704394
Manual de operación	704497
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
Tablero de campo	703946
Destornillador Phillips	700646
Destornilladores hexagonales, 9/64 pulg.	700764
Destornilladores hexagonales, 5/32 pulg.	700763
Llave Allen	700760
Cepillo	702403

## Accesorios

Martillo Campbell, tipo de impacto	101050
Medidor de Radiación ( Detector Gamma )	700496

# Equipo Estándar

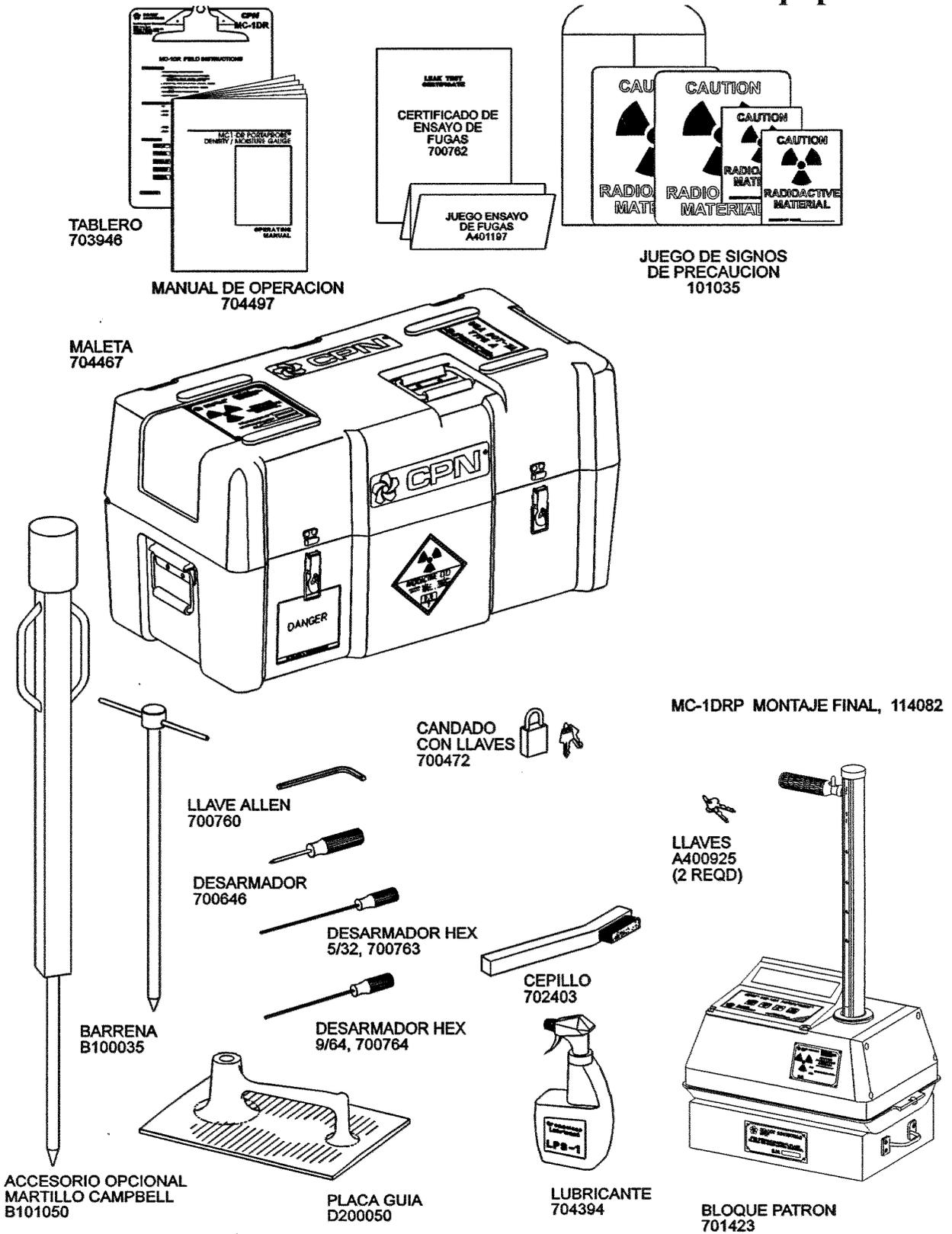


Figura 1-1 Equipo Estándar del MC-1DRP PORTAPROBE®

# Especificaciones

## Dimensiones/Pesos de embarque

Modelo	Peso	Largo	Ancho	Alto
MC-1DRP(solo medidor)	14.06 kgs/31 lbs	356 mm/14 pulg.	229 mm/9 pulg.	559 mm/22 pulg.
MC-1DRP(con maleta de embarque)	34.93 kgs/77 lbs	650 mm/25.6 pulg	391 mm/15.4 pulg	409 mm/16.1 pulg

## Funcionamiento

Operación	Mediciones de densidad y humedad en el lugar de trabajo.
Rango de densidad	1.12 a 2.73 gm/cm <sup>3</sup> (70 a 170 pcf)
Rango de humedad	0 a 0.64 gm/cm <sup>3</sup> (0 a 40 pcf)
Precisión	(calculada en una prueba de un minuto en 2 gm/cm <sup>3</sup> (125 pcf) de densidad y 0.24 gm/cm <sup>3</sup> (10 pcf) de humedad)
Retrodispersión(BS)	±0.013 gm/cm <sup>3</sup> (0.80 pcf)
Contenido de Asfalto(AC)	±0.008 gm/cm <sup>3</sup> (0.50 pcf)
Transmisión(6 pulg.)	±0.004 gm/cm <sup>3</sup> (0.25 pcf)
Humedad	±0.004 gm/cm <sup>3</sup> (0.25 pcf)
Error Químico	
Retrodispersión(BS)	±0.016 gm/cm <sup>3</sup> (1.00 pcf)
Transmisión	±0.012 gm/cm <sup>3</sup> (0.75 pcf)
Error de superficie rugosa	
Retrodispersión(BS)	-0.048 gm/cm <sup>3</sup> (-3.00 pcf)
Contenido de Asfalto(AC)	-0.0096 gm/cm <sup>3</sup> (-6.0 pcf)
Transmisión(6 pulg.)	-0.008 gm/cm <sup>3</sup> (-0.5 pcf)
Humedad	-0.011 gm/cm <sup>3</sup> (-0.7 pcf)
Profundidad de medida:	
Retrodispersión (BS)	7.6 cm. (3.0 pulg.).
Transmisión	5.1 a 50.5 cm. (2 a 8 pulg, opcional de 2 a 12 pulg.).
Humedad	15.2 cm(6 pulg.)
Pantalla	Pantalla de cristal líquido de matrix de puntos, 2 líneas x 16 caracteres. Fácil de leer bajo la luz del sol.
Tiempo de ensayo	1 minuto. Al presionar cualquier tecla termina el ensayo termina tempranamente .
Calibración	Calibración de fábrica
Unidades de medida	Seleccionadas de fábrica. ( pcf o gm/cm <sup>3</sup> )

# Especificaciones

## Características Electricas

Fuente de poder	Paquete de baterías internas (6 baterías alcalinas tipo D).
Vida de las baterías	Hasta 25,000 ensayos de 1 minuto.
Consumo de corriente	12 mA promedio

## Características Ambientales

Temperatura de operación	Ambiental: 0° a 60° C (32° a 140° F) Máxima de superficie: hasta 177° C (350° F) por 15 min.
Temperatura de almacenaje	0° a 60° C (32° a 140° F).
Humedad de almacenaje	95% (sin condensación).

## Características Radiológicas

Fuente de rayos Gamma	10 mCi (0.37 GBq) cesium-137.
Fuente de Neutrones	50 mCi (1.85 GBq) americium-241:Be.
Encapsulamiento	cápsula doblemente sellada, modelo CPN-131.
Requisitos de transporte	Material radioactivo, forma Especial N.O.S., UN2974, índice de transporte 0.4, Etiqueta amarilla II, USA DOT 7A, tipo A.
Forma Especial de Aprobación	GB/281/S85 y GB/24/S.

## Definiciones

### Error Químico

Es el error debido a la variación de los coeficientes de dispersión y absorción de fotones en los distintos materiales. La mayoría de los materiales naturales se sitúan entre la caliza y el granito, en relación con dichos coeficientes.

### Error de Rugosidad

Es el error producido por la existencia de huecos o irregularidades sobre la superficie que se mide. Se determina midiendo la humedad o la densidad sobre una superficie lisa de referencia y repitiendo la medida con el instrumento colocado 1.5 mm. encima de esa misma superficie.

### Profundidad de Medida

Es la profundidad a través de la cual pasa el 95% de los fotones y neutrones desacelerados antes de llegar hasta los detectores.

### Precisión

Es la precisión estadística del equipo, calculada con un 68.3% de nivel de confianza ( $\pm 1$  desviación estándar). Dicha precisión supone que la repetibilidad del instrumento es tal que el 68.3% de los resultados de una misma medida repetida en el mismo lugar estarán en el mismo intervalo, es calculado por:

Para la precisión de la Densidad total(DenTotal) y la precisión húmeda(H<sub>2</sub>O):

$$Pr, DenTotal \text{ or } HumTotal = \frac{\sqrt{\text{Suma de los pulsos}}}{\text{Pendiente curva de calibracion}}$$

y para la precisión de la densidad seca(DenSeca):

$$Pr, DenSeca = \sqrt{Pr, DenTotal^2 + Pr, HumTotal^2}$$

### NOTA:

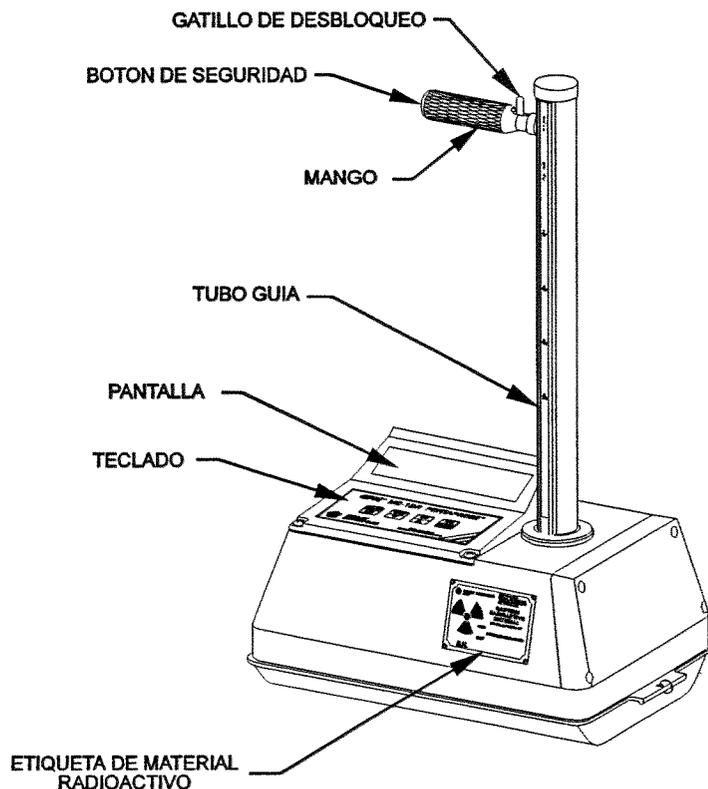
Se requiere estar en posesión de autorización de puesta en marcha de instalación radiactiva de segunda categoría para usar legalmente el instrumento. Comuníquese con el Servicio de Asistencia Técnica del representante de Boart Longyear/CPN mas cercano para obtener detalles sobre preparación de solicitudes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

**BOART LONGYEAR/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.**

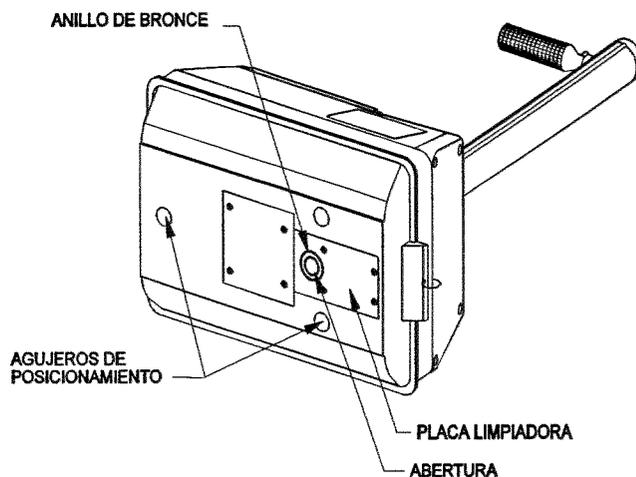
# Inspección del MC-1DRP PORTAPROBE®

Para familiarizarse con el instrumento realice la revisión siguiente:

1. Extraiga el equipo de la maleta de transporte y colóquelo sobre una superficie sólida y plana, tal como en un piso de concreto.
2. Examine el teclado, la pantalla, el posicionador (mango) y el tubo guía.



3. Examine la parte de abajo del MC-1DRP. Internamente, atrás del orificio en la placa limpiadora, esta el mecanismo de cierre. Esta construido con carburo metálico y esta montado sobre un resorte el cual lo abre y lo cierra automáticamente, cada vez que la varilla que contiene la fuente radioactiva es bajada ó subida. Un anillo de bronce desliza sobre la varilla, limpiandola de residuos, cada vez que esta es subida.



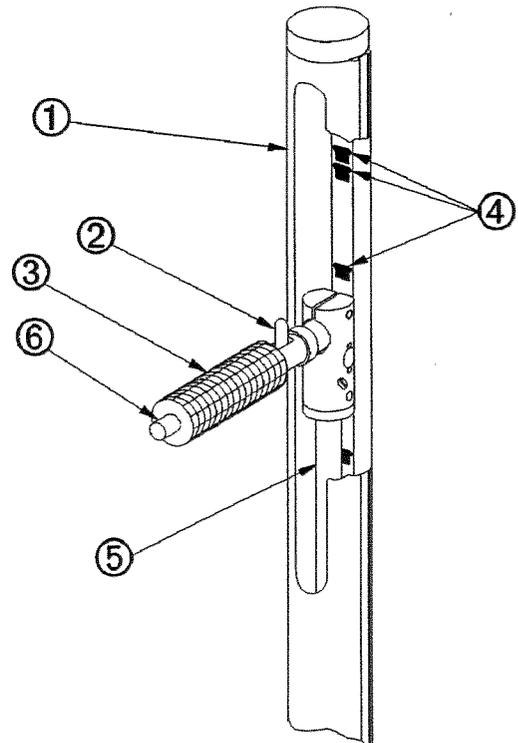
## PRECAUCION

UNA DE LAS FUENTES RADIOACTIVAS ESTA LOCALIZADA AL FINAL DE LA VARILLA MOVIBLE. NO LA TOQUE NI SE SITUE FRENTE A ELLA SIN UN BLINDAJE ADECUADO.

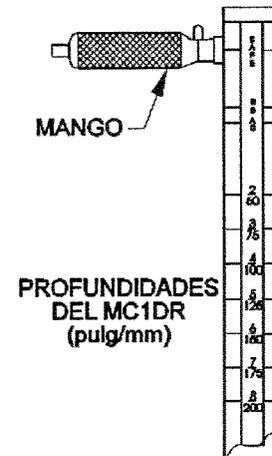
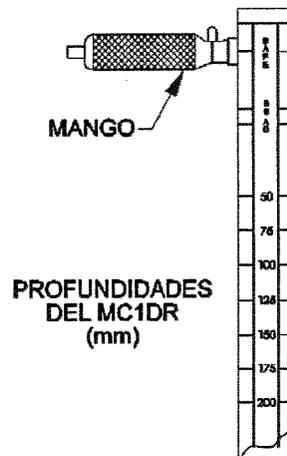
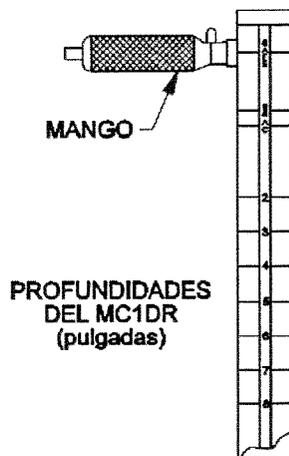
# Inspección del MC-1DRP PORTAPROBE®

## 4. Examine en el ensamblado del tubo-guía:

- 1 El tubo-guía.
- 2 El gatillo de desbloqueo.
- 3 El posicionador (mango).
- 4 Los agujeros de bloqueo para cada posición.
- 5 La varilla de la fuente ( con la fuente de rayos gamma en el extremo).
- 6 El botón de seguridad



El MC-1DRP tiene máximas profundidades de medición de 200 mm ( 8 pulg. ) ó 300 mm ( 12 pulg. ) en incrementos de 25 mm ( 1 pulg. ) ó 50 mm ( 2 pulg. ).



## Sección 2 - Operación

### Funciones del Teclado

La Figura 2.1 muestra el teclado del PORTAPROBE®.

Tecla	Función
START / EXIT	Inicia un ensayo. Termina un ensayo en progreso. La función EXIT es habilitada únicamente cuando la tecla MAX es presionada.
STEP / ▼	Muestra los resultados del ensayo mas reciente. Hace ir hacia la proxima pantalla. Cuando MAX es presionado, STEP muestra los diferentes tipos de modos de ensayo. Cuando el modo de ensayo ya ha sido seleccionado, la función ▼ decrementa el valor del máximo mostrado en la pantalla.
STD / ▲	Muestra el valor del conteo patrón reciente. Presionando primero STD y luego START, se inicia un nuevo conteo patrón. Cuando el modo de ensayo es seleccionado, la función ▲ incrementa el valor del máximo mostrado en la pantalla.
MAX / ENTER	Esta tecla activa las funciones inferiores de las teclas. Inicia la selección del tipo de ensayo deseado (Proctor, Marshall ó Huecos de Aire). Cuando el tipo de ensayo deseado es mostrado en pantalla, se presiona ENTER para aceptarlo. Cuando se cambia el valor del maximo, y el valor deseado aparece en pantalla presione ENTER nuevamente para salvar ese valor. Puede presionarse EXIT y el valor del máximo no se cambia.

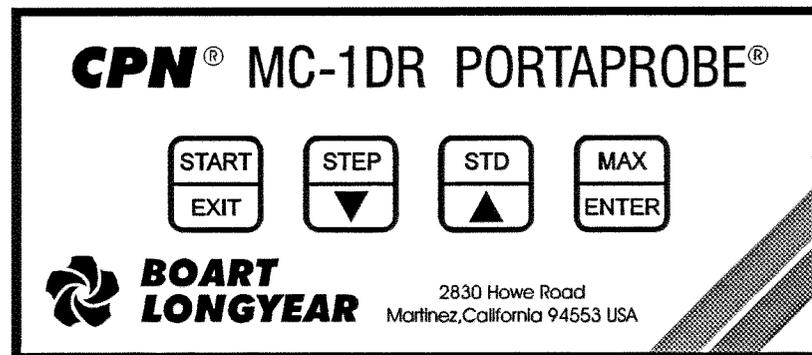


Figura 2.1 Teclado del PORTAPROBE®.

## Funciones Especiales

Si es necesario, varias funciones especiales pueden ser activadas usando un micro-switch interno:

1. Remueva los cuatro tornillos que aseguran el panel pantalla/teclado.
2. Levante el panel y voltéelo hacia abajo, deje los cables conectados.
3. El micro-switch esta colocado entre el módulo pantalla /teclado y el tablero electrónico.
4. Coloque cada switch para la opción deseada siguiendo la tabla que se muestra. Los switches son colocados de fábrica en la posición OFF, a menos que otra cosa se especifique.

Número de switch	Función	
	ON	OFF
1	4 minutos de conteo, elimina la función del sw 4.	No hay función.
2	Muestra solo el conteo.	Muestra densidades y conteo.
3	Version en Español.	Versión en Inglés.
4	¼ de minuto de conteo en posiciones BS y AC.	1 minuto de conteo.
5	Unidades gcc.	Unidades pcf.

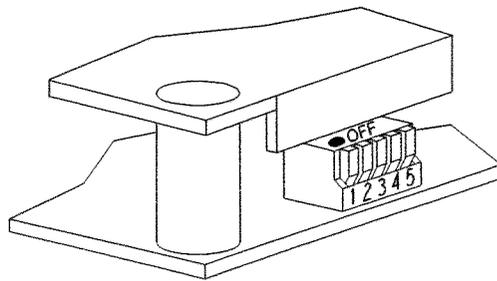


Figura 2.2 Switch de Funciones Internas.

# Configurando el PORTAPROBE® para Mediciones

El CPN MC-1DRP PORTAPROBE® muestra en pantalla las siguientes mediciones directas después de cada ensayo.

1. **DenTot:** Densidad total (pcf ó gr/cm<sup>3</sup>).
2. **HumTotal:** Humedad total (pcf ó gr/cm<sup>3</sup>).
3. **DenSeca:** Densidad seca, DenTot - HumTot (pcf ó gr/cm<sup>3</sup>).
4. **%Agua:** Porcentaje de agua, (HumTot / DenSeca) x 100.
5. **DenConteo:** Conteo de densidad (cpm).
6. **HumConteo:** Conteo de humedad (cpm).

El operador puede seleccionar diferentes valores máximos objetivos determinados por ensayos de laboratorio estándares (ASTM ó comparables) antes ó después de realizado el ensayo.

Presionar la tecla **MAX/ENTER** permite al operador seleccionar uno de tres posibles tipos de ensayos, ensayo Proctor, ensayo Marshall ó ensayo de Huecos de Aire. La primera vez que la tecla **MAX/ENTER** es presionada, la pantalla mostrará el tipo de ensayo que se está usando. Presionar la tecla **STEP/▼** en este momento permite mostrar los otros tipos de ensayo. Para seleccionar el tipo de ensayo que está siendo mostrado en la pantalla presione la tecla **MAX/ENTER** nuevamente.

Las siguientes tablas muestran las diferentes secuencias y valores máximos para los tres tipos de ensayos.

## Caso 1:

La tecla **MAX/ENTER** es presionada y el **MC-1DRP** muestra que el modo de ensayo en uso es el Ensayo Marshall.

Ensayo Marshall ?
-------------------

Presionando la tecla **MAX/ENTER** de nuevo acepta este como el ensayo a usar. El valor máximo de densidad húmeda ó total es mostrado. Las funciones inferiores de las otras tres teclas están activas ahora. La tecla **START/EXIT** permite salirse sin cambiar el valor del máximo y dejando activo el modo de ensayo seleccionado. Las teclas **STEP/▼** y **STD/▲** permiten cambiar el valor del máximo. Al presionar ó mantener presionada cualquiera de estas teclas cambia el valor. Cuando el valor deseado para el máximo es mostrado en pantalla presione la tecla **MAX/ENTER** para aceptar ese valor.

Max Densidad Tot 100.0
---------------------------

Cuando el ensayo Marshall es el ensayo seleccionado por el operador, al final de cada prueba el **MC-1DRP** mostrará además de las medidas directas el porcentaje Marshall y el porcentaje de agua.

%Marshall	98.5
%Agua	12.7

## Configurando el PORTAPROBE® para Mediciones

### Caso 2:

La tecla **MAX/ENTER** es presionada. El **MC-1DRP** muestra que el ensayo en uso es el Ensayo Proctor.

Ensayo Proctor ?

Presionando la tecla **MAX/ENTER** aceptará este como el ensayo a usar. El valor máximo de densidad seca es mostrado. Las funciones inferiores de las otras teclas se activan. Presione **START/EXIT** para salirse sin cambiar el máximo ó **STEP/▼** ó **STD/▲** para escoger el valor deseado. Cuando el valor a usar es mostrado en pantalla, presione la tecla **MAX/ENTER** para aceptarlo.

Max Den Seca  
150.0

Si el ensayo Proctor es el ensayo seleccionado, al final de cada prueba el medidor mostrará, además de las mediciones directas, el porcentaje Proctor y el porcentaje de agua.

%Proctor 98.5  
%Agua 12.7

### Caso 3:

En este caso el **MC-1DRP** muestra que el ensayo en uso es el Ensayo de huecos de aire.

Ensayo Huecos  
de Aire?

Presione **MAX/ENTER** para aceptar este modo. El valor de la gravedad ó peso específico es mostrado. Cambie este valor usando las otras teclas y presione **MAX/ENTER** para aceptarlo.

Peso Especifico  
2.000

En este modo el medidor mostrará el porcentaje de volúmenes de aire y la proporción de huecos de aire.

%HuecoAire 12.55  
HAireRatio 13.9

## Configurando el PORTAPROBE® para Mediciones

Los siguientes parámetros pueden ser configurados en el CPN MC-1DRP PORTAPROBE® para complementar las necesidades del operador.

Parámetro	Configuración de Fábrica	Rango/Opciones
Unidades	pcf	- pcf - gr/cm <sup>3</sup> .
Modo de Ensayo	Ensayo Proctor	- Ensayo Proctor - Ensayo Marshall - Ensayo de Huecos de Aire
Máxima Densidad Total	150.0	0.0 to 250.0 pcf (0.0 to 4.00 gcc)
Máxima Densidad Seca	150.0	0.0 to 250.0 pcf (0.0 to 4.00 gcc)
Gravedad ó Peso Específico	2.000	0.0 to 4.00

El CPN MC-1DRP PORTAPROBE® calculará y mostrará las compactaciones realtivas (%) usando las siguientes ecuaciones.

$$\%Compactacion = \frac{Densidad\ Seca}{Maxima\ Densidad\ Seca} \times 100$$

$$\%Huecos\ de\ Aire = 100 \times \left( 1 - \frac{Densidad\ Seca}{Peso\ Especifico \times 62.43} - \frac{Humedad\ Total}{62.43} \right)$$

$$\%Maxima\ Densidad\ Total = \frac{Densidad\ Total}{Maxima\ Densidad\ Total} \times 100$$

$$Proporcion\ de\ Huecos\ de\ Aire = \frac{Peso\ Especifico \times 62.43 - Densidad\ Seca}{Densidad\ Seca}$$

# Como usar el MC-1DRP

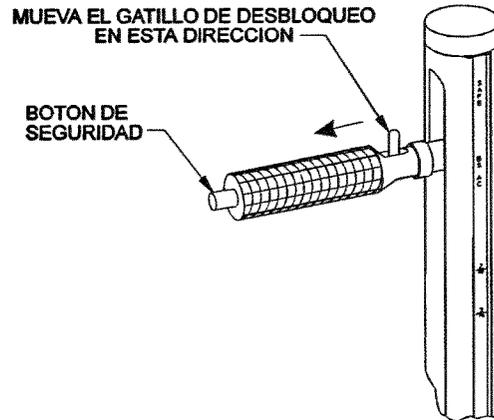
Para ejecutar un ensayo, realice lo siguiente:

## Acción

1. Prepare el sitio a ser ensayado ( Vea la sección 3, Operación en el Campo ). Utilice la llave para desbloquear el posicionador. Tire hacia atrás el gatillo de seguridad y deslice el mando hacia abajo, hasta la posición adecuada.

Presione **START** para iniciar el ensayo.

## Resultado



El **MC-1DRP** muestra el porcentaje de baterías disponible y la posición ( profundidad ) del ensayo por 5 segundos.

Bateria 75 %  
Profundidad 6

Luego el **MC-1DRP** muestra el conteo regresivo empezando en 60 segundos.

Contando  
60 segundos

**NOTA:** Presionando **START** durante el conteo hará terminar el ensayo tempranamente.

Al terminar el ensayo el medidor mostrará la densidad total y la humedad total.

DenTotal 128.5  
HumTotal 12.7

Presione **STEP** para mostrar la densidad seca y el porcentaje de agua.

DenSeca 115.8  
% Agua 10.97

Presione **STEP** otra vez para mostrar el conteo de densidad y humedad.

ConteoDen 26717  
ConteoHum 5301

Después de 30 segundos sin ninguna operación el display del **MC-1DRP** se apaga automáticamente para ahorrar energía.

Presionando **STEP** muestra nuevamente el resultado mas reciente.

## Como usar el MC-1DRP

Las proximas pantallas mostradas por el medidor dependeran de el modo de ensayo seleccionado.

### Caso 1: Ensayo Proctor Seleccionado.

Presione **STEP** para ver el porcentaje Proctor y el porcentaje de agua.

%Proctor	90.8
% Agua	10.97

### Caso 2: Ensayo Huecos de Aire seleccionado.

Presione **STEP** para mostrar el porcentaje de huecos de aire y la proporción de huecos de aire.

%HuecoAire	12.26
HAireRatio	0.23

### Caso 3: Ensayo Marshall seleccionado.

Presione **STEP** y verá el porcentaje Marshall y el porcentaje de agua.

%Marshall	90.8
%Agua	10.97

En cualquiera de los casos, despues de 30 segundos la pantalla se apagará para ahorrar energía de las baterías. Presione la tecla **STEP** para activar nuevamente la pantalla y mostrar los resultados de los ensayos mas recientes.

## Conteo Patrón

Debido a que las fuentes radioactivas en el **PORTAPROBE®** decaen lentamente con el tiempo, el usuario debe tomar nuevo conteo patrón diariamente utilizando el bloque patrón provisto. Cuando esto es realizado, el conteo patrón previo es reemplazado y el **MC-1DRP** utiliza el nuevo conteo patrón para calcular: “relación = pulsos recibidos/conteo patrón”, este valor se utiliza para compensar el decaimiento de las fuentes radioactivas.

“Chi” en DenChi and HumChi significa la distribución “chi-squared” de los pulsos recibidos. Esto es el valor de la relación de la distribución actual de los pulsos recibidos comparada contra la distribución esperada. Los valores de “Chi” entre 0.75 y 1.25 indican que el **MC-1DRP** está trabajando apropiadamente. Si el valor de “Chi” está fuera del rango especificado, repita el conteo patrón. Si los valores obtenidos nuevamente están fuera de los límites, contacte el Centro de Servicios de Boart Longyear/CPN.

La diferencia entre los valores actual y previo del conteo patrón debe ser menor que dos veces la raíz cuadrada del promedio de los pulsos recibidos. Métodos Estandar de Prueba ASTM D2922, D3017 y D2950 contienen una sección sobre estandarización y pruebas de referencia usando instrumentos nucleares.

### Procedimiento para tomar el Conteo Patrón

#### Acción

Coloque el **PORTAPROBE®** en el bloque patrón sobre una superficie sólida y plana (por ejemplo suelo compactado ó asfalto ). Tres pines de metal se alinean con tres perforaciones en la base del medidor .

Coloque el mango en la posición SAFE.

#### Resultado

**NOTA**  
Coloque el **PORTAPROBE®** al menos 4.5 m ( 15 pies ) de cualquier otro medidor nuclear y al menos 1.5 m ( 5 pies ) de cualquier otro objeto.

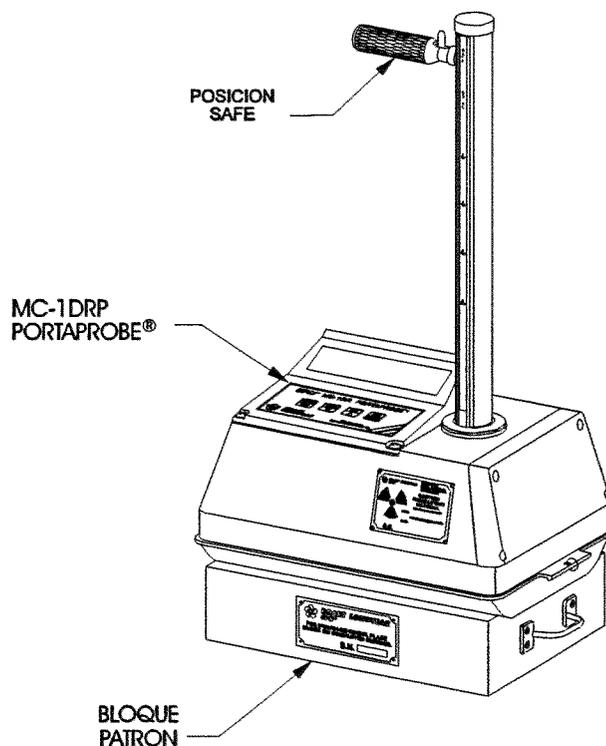


Figura 2.3 Procedimiento para tomar el Conteo Patrón.

## Conteo Patrón

### Acción

Presione STD para mostrar los conteos patrón actuales de densidad y humedad.

Presione START.

El medidor mostrará el porcentaje de baterías disponible y la posición ( SAFE ) del mango por 5 segundos.

Luego el medidor mostrará la cuenta regresiva empezando en 240 segundos ( 4 minutos ).

Al final del conteo el medidor mostrará el conteo patrón de densidad y humedad.

Presione STEP para mostrar los valores Chi de densidad y humedad.

El nuevo conteo patrón es salvado en memoria reemplazando los valores previos.

### Resultado

DenPatron	26304
HumPatron	21394

Bateria	75%
Profundidad	SAFE

Contando	240 segundos
----------	--------------

DenPatron	26233
HumPatron	21445

DenChi	0.97
HumChi	1.03

# Calibración

Cada medidor de densidad MC-1DRP PORTAPROBE® es calibrado en fábrica. Una muestra típica de una hoja de calibración aparece en la Figura 2.3. La calibración para cada medidor es grabada en la memoria de cada unidad de control y NO puede ser borrada accidentalmente. Es recomendable que el MC-1DRP sea recalibrado en la fábrica ó por un Centro de Servicio autorizado, cada 1 ó 2 años.

Boart Longyear/CPN CALIBRATION						
SERIAL NO: 2103		MODEL: MC-1DRP				
DENSITY STANDARD COUNT: 36310				DATE: 940712		
CALIBRATION DATE: 940712						
---COUNT AT---						
DEPTH	1.717	2.14	2.632	-- A --	-- B --	-- C --
--- Mg/m^3 ---						
BS	24868	18698	13812	2.41224	1.18436	.11896
AC	49236	37044	26900	4.44034	1.36054	.09914
50	120314	87758	60185	11.61835	1.43689	-.20318
100	109341	74293	47628	14.69058	1.07225	.04968
150	82174	51398	29800	15.24046	.89976	.00285
200	53821	30680	16683	16.58982	.69386	.08571
250	32612	17447	9188	14.59902	.59712	.07516
300	19205	10033	5507	11.8642	.52773	.07068
WHERE: DENSITY IN Mg/m^3 = B * Ln( $\frac{A}{R - C}$ )						
R = RATIO = $\frac{\text{COUNT}}{\text{STD CNT}}$						
MOISTURE STANDARD COUNT: 10610				DATE: 940712		
CALIBRATION DATE: 940712						
---COUNT AT---						
	0.0	.53		-- A --	-- B --	
--- Mg/m^3 ---						
	494	6634		.91615	.04265	
WHERE: MOISTURE IN Mg/m^3 = (A * R) - B						

Figura 2.3 Salida al impresor de una hoja de calibración.

# Sumario de Operaciones

## Como realizar un ensayo

- Prepare el sitio, coloque el medidor y el mango en la posición adecuada.
- Presione **START**, el medidor cuenta durante 60 segundos.
- Al presionar **START** durante el conteo, completa el ensayo en menos de 60 segundos.
- Al final del ensayo el medidor muestra el valor de la densidad total (DenTotal ) y humedad total (HumTotal).
- Presione **STEP** para ver la densidad seca (DenSeca) y el porcentaje de agua (%Agua).
- Presione **STEP** nuevamente para ver el conteo de densidad (DenConteo) y de humedad (HumConteo).
- Si el ensayo Proctor ha sido seleccionado:
  - Presione **STEP** para ver %Proctor y el %Agua.
- Si el ensayo de Huecos de Aire ha sido seleccionado:
  - Presione **STEP** para ver %Huecos de Aire y la Proporción de Huecos de Aire (HAireRatio).
- Si el ensayo Marshall ha sido seleccionado:
  - Presione **STEP** para ver %Marshall y %Agua.

## Como cambiar el modo de Ensayo

- Presione la tecla **MAX**. El **MC-1DRP** mostrará el tipo de ensayo en uso.
- Presione **STEP** hasta que el modo deseado aparezca en pantalla.
- Presione **ENTER** para aceptar el modo de ensayo mostrado. Las funciones inferiores de las teclas estan activadas.
- El **MC-1DRP** muestra el valor actual del máximo correspondiente.
- Use las teclas **▼** y **▲** para cambiar el valor del máximo ó **EXIT** para salirse sin cambiarlo.
- Presione **ENTER** para aceptar el valor mostrado.

## Como tomar un Conteo Patrón

- Coloque el medidor en el bloque patrón sobre una superficie compactada, ponga el mango en la posición **SAFE**.
- Presione **STD + START**. El medidor cuenta durante 240 segundos.
- Al final del conteo, el medidor muestra el conteo patrón de densidad y de humedad ( DenPatron y HumPatron ).
- Presione **STEP** para ver los valores de Chi de densidad y humedad ( DenChi y HumChi ).

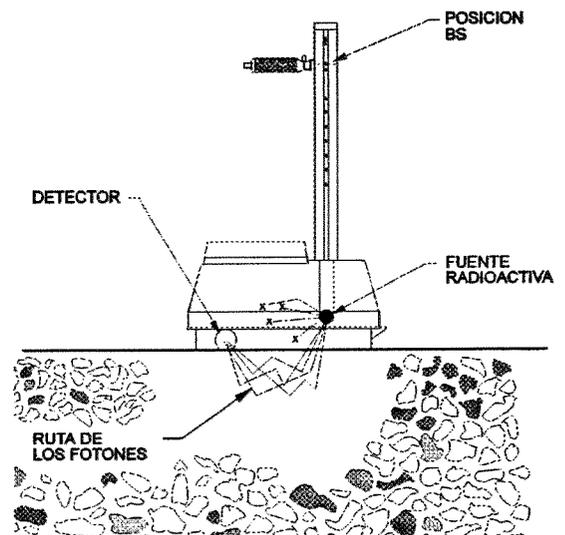
## Sección 3 - Operación en el Campo

### Pavimento de Asfalto

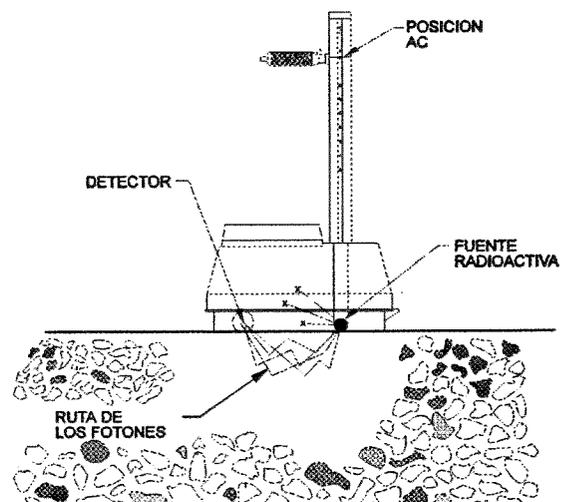
#### Mediciones por Retrodispersión ( Backscatter )

El MC-1DRP PORTAPROBE® tiene dos modos de operación en densidad: 1. retrodispersión ( BS y AC para operación en superficie ) y 2. transmisión ( operación en profundidad ). En el modo retrodispersión se pueden realizar ensayos no destructivos y es principalmente usado para pavimentos asfálticos y de concreto donde la perforación de un agujero de transmisión no es factible.

El mango del MC-1DRP se coloca en la posición BS. Como se observa en la figura, la fuente radioactiva se encuentra un poco elevada con respecto al nivel del suelo, lo que permite bloquear el curso de los fotones en la superficie del pavimento. De esta forma se obtiene una lectura a una mayor profundidad y se minimiza el error debido a la rugosidad de la superficie. Las lecturas de densidad son hasta 71 mm ( 2.8 pulg ). Esta configuración se usa frecuentemente en pavimentos con espesores mayores de 76 mm ( 3 pulg.).



El mango del MC-1DRP se coloca en la posición AC ( concretos asfálticos ). La fuente radioactiva se encuentra al mismo nivel del suelo, véase la figura. Con esta configuración se miden densidades en profundidades de hasta 51 mm ( 2.0 pulg. ). Típicamente se usa en pavimentos con recubrimientos delgados.



#### NOTA

Si la densidad del material en la capa inferior y el espesor de la capa superior son conocidos, use el procedimiento de ensayo de Capa Delgada (Thin Lift Overlay ).

# Pavimento de Asfalto

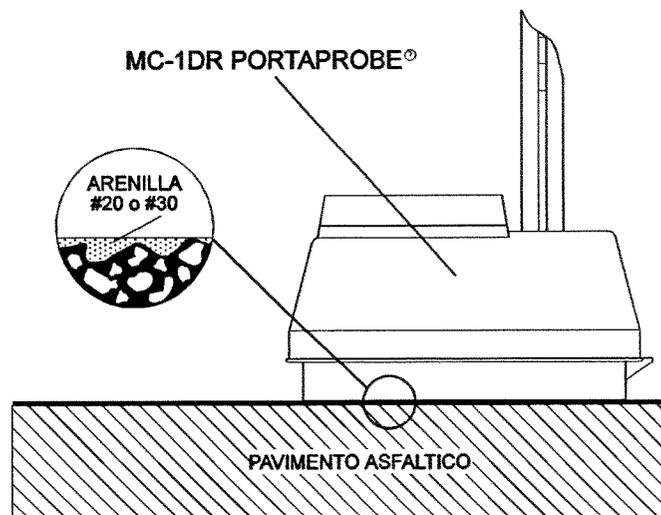
## Mediciones por Retrodispersión ( Backscatter ).

Las mediciones de densidad son realizadas pra determinar la compactación de pavimentos de asfalto. Este tipo de mediciones son realizadas con el MC-1DRP en las posiciones AC ó BS, dependiendo del espesor del asfalto ( vea la tabla de abajo ).

Posición del MC- 1DR	Tipo de asfalto Aplicación	Máxima profundidad de medida ( 95 % de retorno )
AC	recubrimientos de capa delgada; superficies o trayectorias gastadas	51 mm ( 2.0 pulg.)
BS	base de asfalto ó manto final si tiene un espesor de 76 mm ( 3.0 pulg) ó mas.	76 mm ( 3.0 pulg.)

Para obtener mediciones correctas, la superficie de asfalto debe ser aplanada y si contiene huecos, estos deben ser rellenados utilizando arenilla colada #20 ó #30. Esta arenilla sólo debe usarse para rellenar las depresiones de la superficie. Utilize el borde de la placa guía para remover los excesos de la arena y obtener una superficie plana. Asegúrese de que el MC-1DRP no se balancee antes de tomar un ensayo. Con estas precauciones, el efecto de huecos en la superficie será minimizado.

No utilice ningún tipo de rellenedor en superficies planas debido a que estas pueden levantar el medidor de la superficie lo suficiente como para causar errores en las lecturas, posiblemente lecturas de densidades inferiores a las verdaderas.

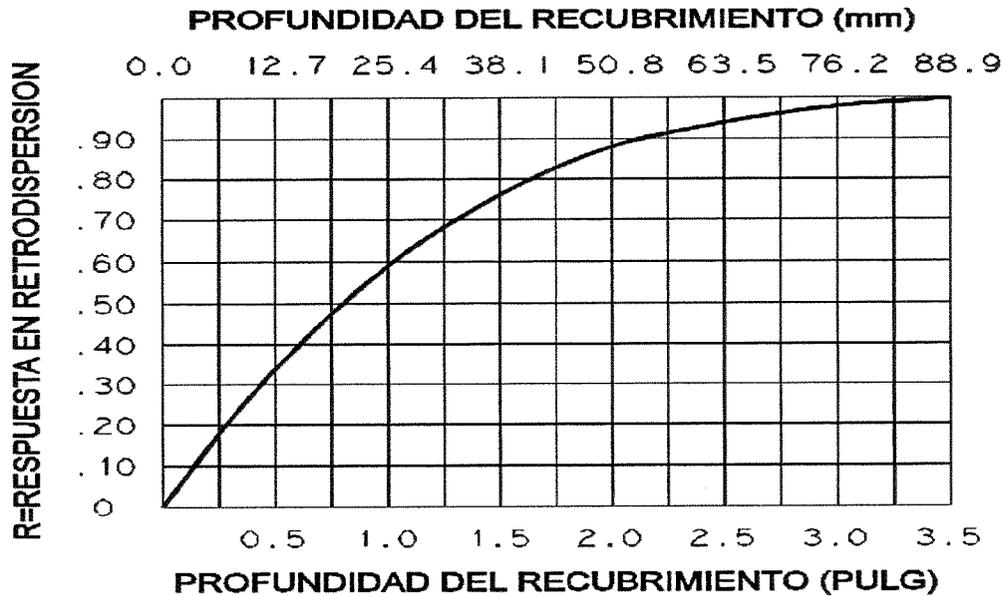


# Pavimento de Asfalto

## Recubrimientos de Capa Delgada

El siguiente gráfico muestra la influencia relativa de la capa superior de un pavimento de asfalto usando el ensayo por retrodispersión del MC-1DRP.

Utilice el gráfico y la fórmula de abajo para determinar la densidad de las capas superiores de pavimentos de asfalto que recubren un material base. La densidad del material base y la profundidad del recubrimiento compactado deben ser conocidos.



1. Ubique el espesor del material recubrente en el eje horizontal.
2. Proceda verticalmente hacia la curva en el gráfico, luego horizontalmente encuentre el factor de corrección.
3. Para determinar la densidad del recubrimiento superior, use la fórmula:

$$DenTotal, \text{ capa superior} = \frac{DenTotal - DenTotal, \text{ capa inferior}}{CF} + DenTotal, \text{ capa inferior}$$

Donde:

*DenTotal, capa superior* es la densidad de la capa superior

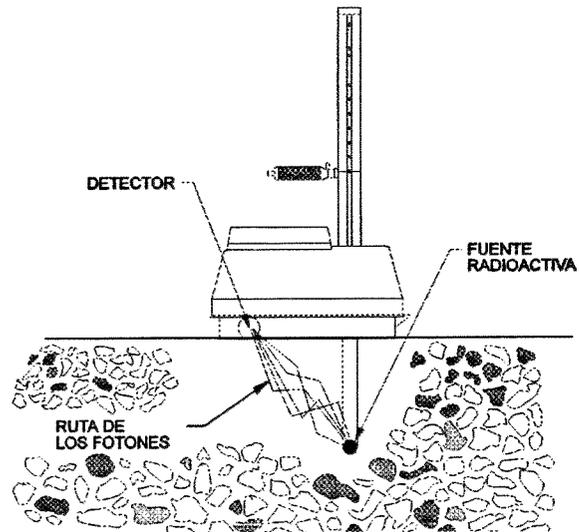
*DenTotal*, es la densidad leída en el MC-1DRP

*DenTotal, capa inferior* es la densidad de la capa inferior ó material base.

*CF*, es el factor de corrección resultado del paso 2.

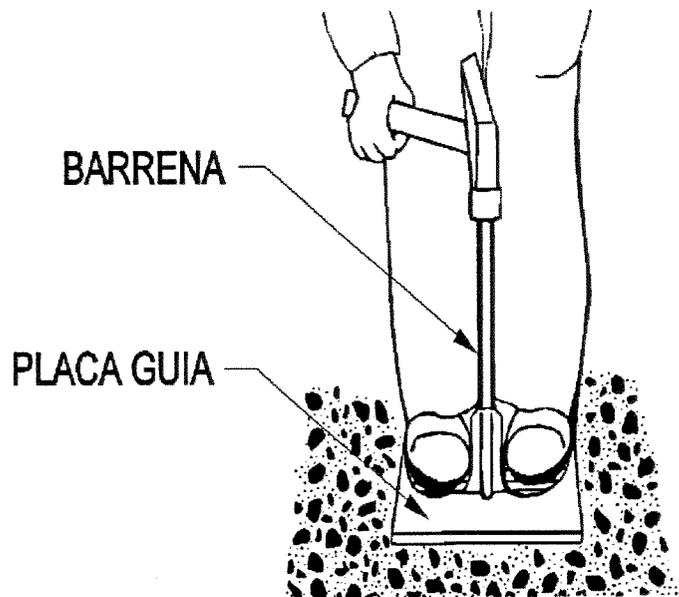
## Mediciones en Transmisión

En el modo de transmisión, el **PORTAPROBE®** mide densidades de suelos y agregados a profundidades de 50 a 200 mm ( 2 a 8 pulg). Modelos opcionales miden hasta profundidades de 300 mm ( 12 pulg.).



Las mediciones de densidad son realizadas con el **PORTAPROBE®** colocado en cualquiera de las profundidades de transmisión. Las mediciones realizadas en suelos no requieren ninguna preparación especial, excepto la de preparar la superficie a que este plana y relativamente pareja y perforar un agujero para insertar la varilla de la fuente.

La placa guía puede servir para emparejar suelos sueltos ó una superficie que no este plana. En suelos blandos, el agujero puede ser perforado con la barrena y el martillo ó un mazo, usando la placa guía como una plantilla . Extraiga la barrena mientras se encuentra parado sobre la placa guía para asegurarse que el agujero no sea perturbado. No utilice la placa guía como una herramienta para extraer la barrena.



# Suelos / Agregados

## Mediciones en Transmisión

Para suelos duros, se necesita usar un martillo Campbell, como se muestra en la Figura 3.2. El martillo es utilizado tanto como para introducir como para extraer la barrena mientras el operador se encuentra de pie sobre la placa guía. Perfore el agujero unos 50 mm ( 2 pulg ) mas profundo de la profundidad a ser medida.

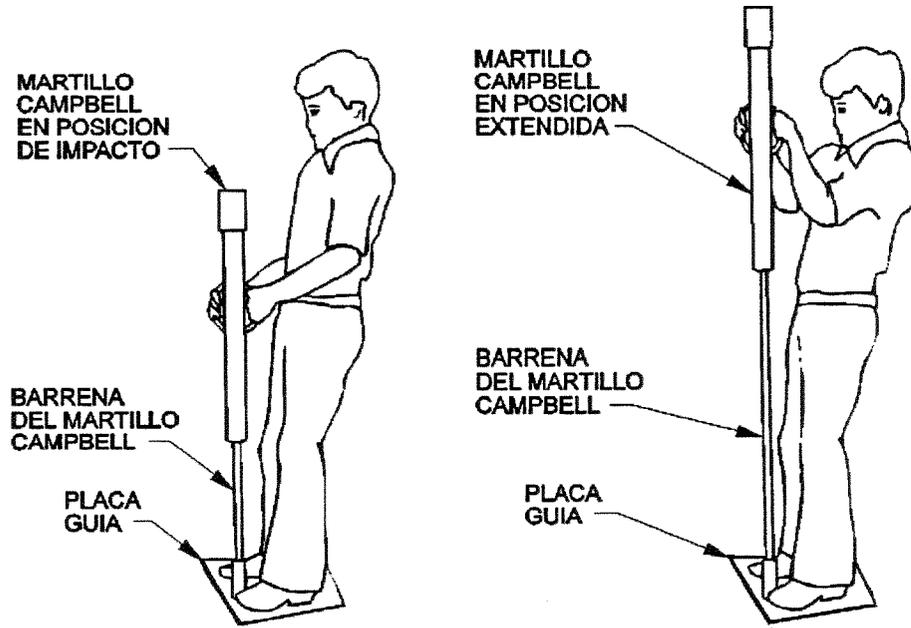
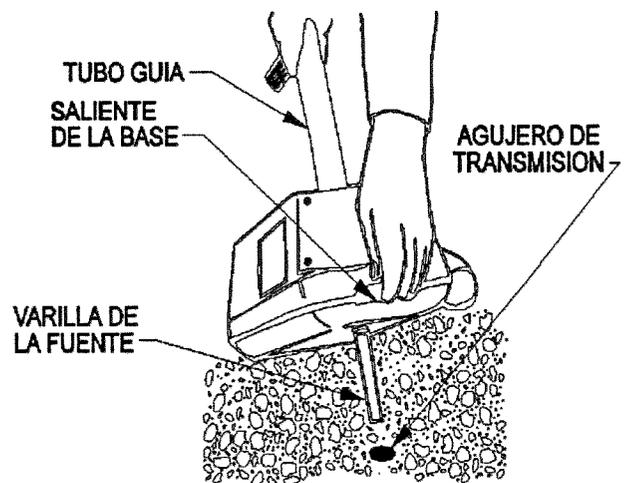


Figura 3-2. Como usar el martillo Campbell.

Después de que se ha hecho el agujero de transmisión:

1. Incline ligeramente el **PORTAPROBE®**, usando el saliente en el frente de la base.
2. Baje la varilla de la fuente hasta que el mango se encuentre entre 50 y 100 mm ( 2 y 4 pulg ).
3. Sostenga el tubo guía por arriba del mango y levante el MC-1DRP para asegurarse que la varilla de la fuente esta en la dirección del agujero.
4. Baje el MC-1DRP con la varilla de la fuente dentro del agujero.
5. Coloque el mango en la profundidad deseada y comience el ensayo.



## Mediciones de Humedad

Las mediciones de humedad son tomadas simultáneamente con las medidas de densidad por el MC-1DRP. La profundidad de medida es una función del contenido de humedad y disminuye con el incremento de humedad, esta se encuentra alrededor de 15 cm ( 6 pulg ) en un suelo con una humedad de 0.240 g/cm<sup>3</sup> ( 15 pcf ). En el modo de humedad, el MC-1DRP mide el contenido de hidrógeno en el material. En la mayoría de suelos y agregados este contenido esta presente en el agua. Suelos barrosos y materia orgánica, los cuales contienen abundante hidrógeno, producirán lecturas de humedad mas altas en el MC-1DRP PORTAPROBE®.

Para establecer el valor de ajuste correcto en tales suelos, siga el procedimiento siguiente:

1. Sobre un suelo compactado con un contenido uniforme de humedad, determine la densidad total ( DenTotal ) y la humedad ( HumTotal ) usando el MC-1DRP PORTAPROBE® .
2. Obtenga una o mas muestras de suelo ( de 150 a 200 gr ) del sitio donde se realizo el ensayo nuclear.
3. Pese cada muestra, luego séquelas en el horno a una temperatura de 110o C, y luego pese cada muestra ya secada. Calcule el contenido de humedad promedio de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Peso del agua perdida} \times 100}{\text{Peso de la muestra seca de suelo}} = \text{MC, \% de humedad, en base al peso seco}$$

4. Calcule la humedad actual en libras por pie cúbico de la siguiente manera:

$$M = \frac{\text{MC} \times D_w}{\text{MC} + 100} \quad \text{Donde: } M = \text{humedad, pcf}$$

MC = contenido de humedad, % del peso seco ( paso 3 )

D<sub>w</sub> = densidad seca, pcf ( del paso 1 ).

5. Determine el factor de corrección para M-BIAS:

$$M \text{ BIAS} = M, \text{ secado en el horno} - H_2O, \text{ del medidor nuclear}$$

6. Este valor puede ser usado para todos los campos con el mismo tipo de suelo.

Ejemplo:

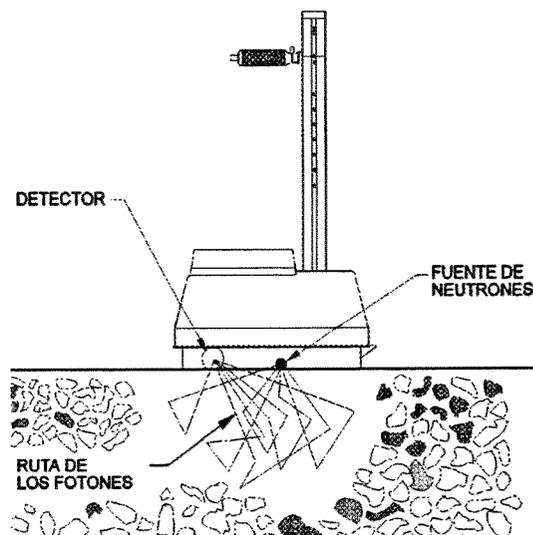
Resultados del MC-1DRP: D<sub>w</sub> = 130.0 pcf

H<sub>2</sub>O = 12.5 pcf

MC del secado en el horno = 9.0 %

$$\text{Entonces, } M = \frac{9.0 \times 130.0}{9.0 + 100} = 10.73 \text{ pcf}$$

$$M \text{ BIAS} = 10.73 - 12.50 = -1.77 \text{ pcf}$$



## Corrección para rocas de gran tamaño

A menudo es necesario medir la densidad de suelos naturales rocosos. El MC-1DRP medirá la densidad total del material bajo prueba, incluyendo rocas. Por esta razón, una serie de pruebas aleatorias en este material mostrará una gran desviación del promedio comparada a una de material uniforme. Una serie de volúmenes de suelo pueden ser ensayados, sobre un sitio preparado, rotando el MC-1DRP a 90 ó 180 grados alrededor del agujero de transmisión y registrando la densidad promedio. Este procedimiento debe ser usado cuando el material requiera una corrección de roca en la prueba de laboratorio de la relación humedad-densidad, y esto cuando de 10 a 30 por ciento del material es retenido por un cedazo de 3/4 de pulgada.

# Suelos / Agregados

## Mediciones en Trincheras ó Zanjas

En los ensayos que son realizados en excavaciones de zanjas que son al menos 610 mm ( 30 pulg ) de ancho, el medidor deberá ser centrado en la base de la trinchera, alineado horizontalmente para evitar las reflexiones de las paredes.

Cuando se realizan ensayos en excavaciones confinadas, tales como trincheras de ancho menor de 610 mm (30 pulg), el siguiente procedimiento corrige el ensayo de humedad (MoiDen) para la influencia de fondo de los neutrones reflejados en las paredes. El ensayo de densidad (WetDen) no sufre ningún efecto por las paredes cercanas.

## Corrección por Efecto de las Paredes de la Zanja

1. Tome un ensayo por retrodispersión (Backscatter) de un minuto con el MC-1DRP sobre el bloque patrón en una superficie sólida y plana. Tome nota de la lectura de humedad (MoiDen).
2. Tome un ensayo por retrodispersión (Backscatter) de un minuto con el MC-1DRP sobre el bloque patrón en el lugar del ensayo de la trinchera. Tome nota de la lectura de humedad (MoiDen).
3. El incremento en el valor de humedad del paso 1 al paso 2, si es que hay, es causado por neutrones reflejados por las paredes de la trinchera y es el valor de corrección.
4. Remueva el bloque patrón y tome un ensayo normal en el mismo lugar. (Típicamente un ensayo en transmisión en la trinchera). Tome nota de los resultados.
5. Calcule el valor correcto de humedad substrayendo el valor de corrección (paso 3) del valor resultado durante el ensayo normal (paso 4).

Ejemplo:

1. Humedad total (HumTotal) sobre el bloque patrón en una superficie sólida y plana.	0.847 gr/cm <sup>3</sup> ( 52.9 pcf )
2. Humedad total (HumTotal) sobre el bloque patrón en la trinchera.	0.897 gr/cm <sup>3</sup> ( 56.0 pcf )
3. Calcule el valor de corrección.	$0.897 - 0.847 = 0.05 \text{ gr/cm}^3$ ( 56.0 - 52.9 = 3.1 pcf )
4. Humedad total (HumTotal), ensayo normal en la trinchera.	0.253 gr/cm <sup>3</sup> ( 15.8 pcf )
5. Valor corregido de la humedad total.	$0.253 - .050 = 0.203 \text{ gr/cm}^3$ ( 15.8 - 3.1 = 12.7 pcf )

## Sección 4 - Otros Métodos de Ensayo

---

Debido al incremento en el porcentaje de lugares de terracerías y pavimentación en la construcción de carreteras, los departamentos de carreteras de los estados y otras agencias han adoptado procedimientos que simplifican y agilizan los ensayos de control de densidad con medidores nucleares, Estos son discutidos en terminos generales en los párrafos siguientes:

### Control Estadístico

Un planteamiento estadístico para el control de compactación consiste en tomar varios ensayos de densidad en el lugar, en un área designada por ingeniería y basada en la uniformidad de los materiales a ser ensayados. La aceptación ó el rechazo es basado en la compactación relativa promedio y en el porcentaje por debajo del valor de compactación relativa requerido. Por ejemplo, la especificación de un ensayo podría requerir que el promedio de 10 ensayos en un área debe estar por encima del 95% de la compactación relativa y ningun ensayo individual debe estar por debajo del 90%.

### Correlación de Ensayos

Un método de ensayo común, compara una serie de ensayos de densidad del MC-1DRP con muestras de densidades determinadas en laboratorio y tomadas directamente del sitio donde se realizaron los ensayos nucleares. Un factor de corrección puede entonces establecerse para programar el valor de D BIAS para futuras pruebas con el mismo material. El método de ensayo estándar ASTM D 2950, discute estos procedimientos en mas detalle. Series de historia de datos indican valores de D BIAS de 0.016 a 0.032 g/cm<sup>3</sup> ( 1 a 2 pcf ) en posición BS y 0.048 a 0.064 g/cm<sup>3</sup> ( 3 a 4 pcf ) en la posición AC. Por ejemplo, una serie de 10 lecturas de densidades totales ( Dw ), en una franja de prueba promedia 144 pcf y las 10 pruebas de laboratorio de la misma franja promedian 145.5 pcf, entonces el valor de D BIAS es 145.5 - 144, ó +1.5 pcf.

### Ensayos en Concreto

El MC-1DRP puede ser utilizado para determinar la densidad de pavimentos de concreto ó estructuras. Las mediciones de densidad pueden ser realizadas en el modo de transmisión ó en el modo de retrodispersión ( backscatter ).

Es mejor preparar un agujero de transmisión cuando el concreto esta todavía curándose. Después de que el concreto ha inicialmente empezado a curarse, perfore un agujero de transmisión. Cuando el concreto este listo, los ensayos pueden ser realizados.

El PORTAPROBE<sup>®</sup> puede ser usado en concretos de cemento portland, en suelos compactados por aplanadoras y en mezclas de suelo y concreto.

### Medidor Strata

Boart Longyear/CPN ofrece el Modelo Strata MC-S-24 para mediciones de humedad y densidad en capas ó estratos horizontales hasta una profundidad de 600 mm (24 pulg) en incrementos de 50 mm (2 pulg). Llame al representante de CPN para mas detalles.

## Franjas para Control de Ensayos

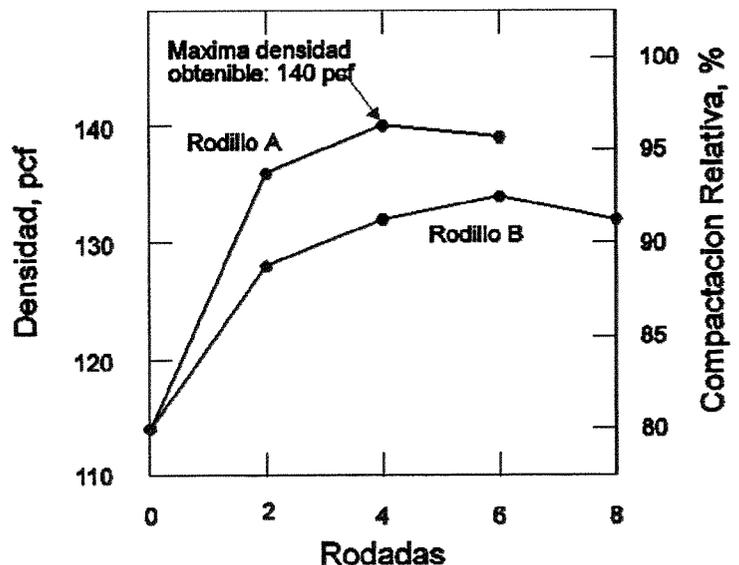
El MC-1DRP puede ser utilizado para establecer la máxima densidad obtenible de ó terraplenes ó pavimentos de asfalto. Una sección inicial del material en construcción es usada como una franja de control. Ensayos de densidad nucleares son tomados despues de cada paso sucesivo de la aplanadora hasta que ya no se obtenga ningun incremento en la densidad ( véase la Figura 4-1 ). En este punto, repetidos ensayos son tomados usando el MC-1DRP, para determinar un valor exacto de la densidad máxima obtenible.

La franja de control ya completada se vuelve parte de la construcción y especificaciones para el resto del proyecto son establecidos como un porcentaje de la densidad de la franja de control. Una nueva franja es requerida cuando ocurre un cambio en el material.

Por ejemplo, un método de ensayo podría requerir:

1. Una franja de control de 300 pies de largo por una línea de ancho. Después de completada, el promedio de 10 ensayos de densidad total ( DenTotal ) usando el MC-1DRP sería la densidad máxima obtenible.
2. Franjas de prueba de 2000 pies de largo por una línea de ancho ó 1000 pies de largo por dos líneas de ancho. El promedio de 10 ensayos de densidad total usando el MC-1DRP deben estar al menos en el 98% de la densida máxima obtenible ( en la franja de control ), las lecturas individuales no deben estar abajo del 95%.

Figura 4-1. Patrón de rodadas en una franja de control de ensayos.



## Evaluación de Aplanadoras

El MC-1DRP puede ser usado para evaluar las capacidades de compactación de las aplanadoras, el objetivo es lograr el uso mas eficiente de tiempo y equipo para un proyecto dado.

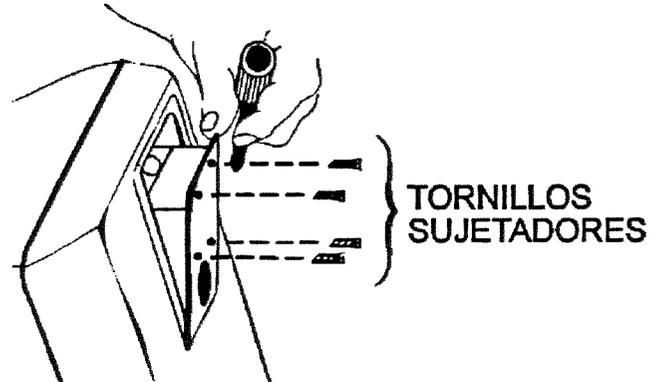
## Sección 5 - Mantenimiento

### Limpeza y Lubricación del Mecanismo de Cierre

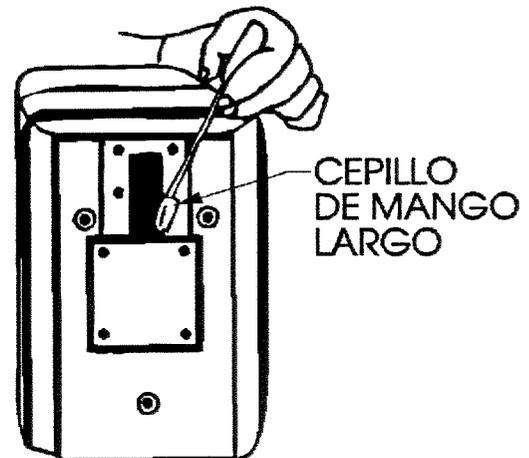
El mecanismo de cierre debe limpiarse y lubricarse cada semana cuando el equipo se este usando, ó cuando la varilla se encuentre sucia y empiece a atascarse.

1. Quite los cuatro tornillos que aseguran la placa limpiadora.
2. Remueva el mecanismo de cierre.

**PRECAUCION**  
La fuente radioactiva se encuentra en la cavidad expuesta. **NO** toque el extremo de la varilla ni se coloque enfrente de la abertura después de que el mecanismo de cierre es removido.

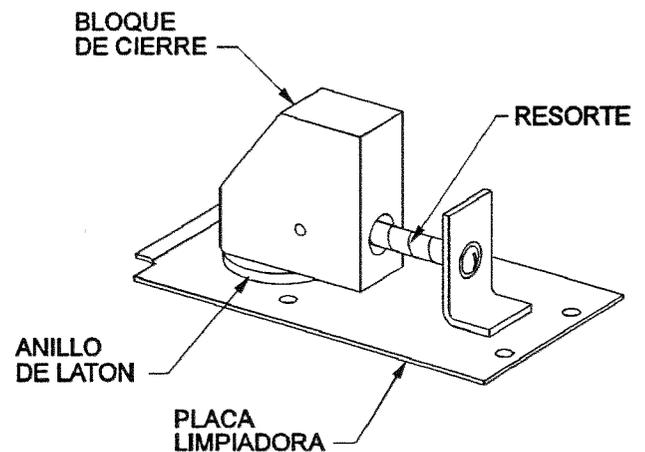


3. Permanezca detrás del medidor y use una brocha de mango largo ó aire comprimido para limpiar el área expuesta dentro del MC-1DRP.
4. Limpie completamente el mecanismo de cierre y rocíelo con el lubricante sin grasa.
5. Déjelo secarse, luego reinstálelo.



6. Revise el mango del MC-1DRP para asegurarse que se desliza suavemente en el tubo guía.

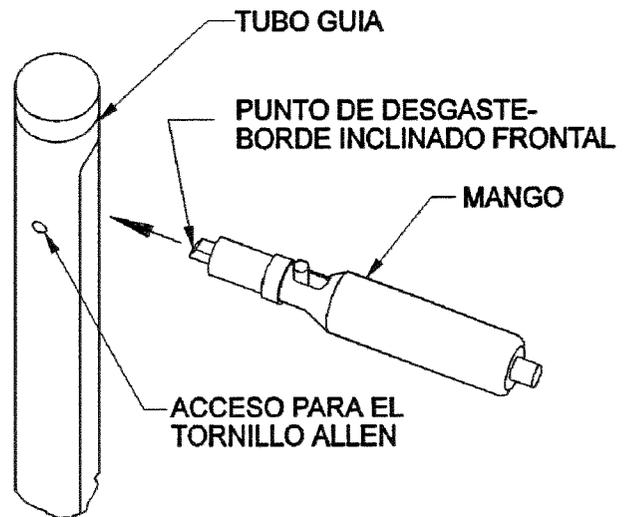
La limpieza y la lubricación estan completadas.



# Inspección del Ensamblado del Mango

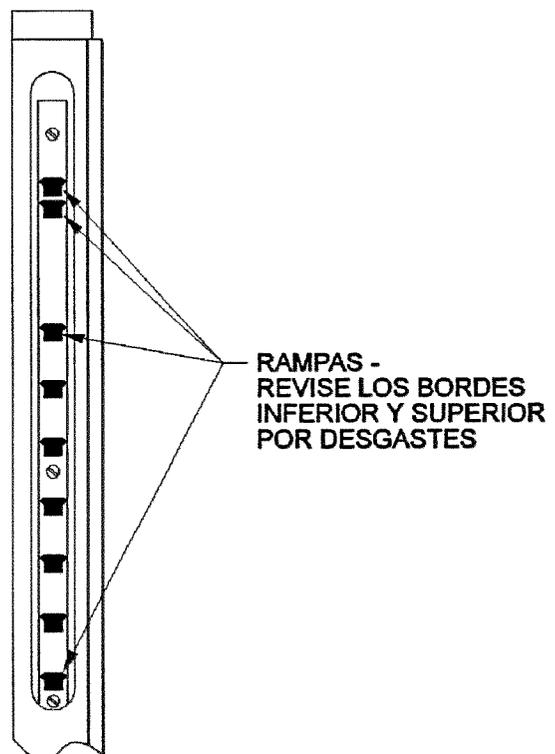
Inspeccione este ensamblado mensualmente para revisar los desgastes.

1. Ponga el mango en la posición BS.
2. Afloje el tornillo allen de 5/32 pulgadas que se encuentra del lado del tubo guía, únicamente hasta que el mango pueda salir, no es necesario que remueva el tornillo completamente.
3. Quite el mango del tubo guía.
4. Revise el frente biselado del cerrojo del mango por desgaste excesivo.
5. Revise las ranuras dentro del tubo guía para revisar el desgaste excesivo.



**NOTA**  
Si el desgaste parece excesivo, contacte su representante de servicio CPN para asistencia.

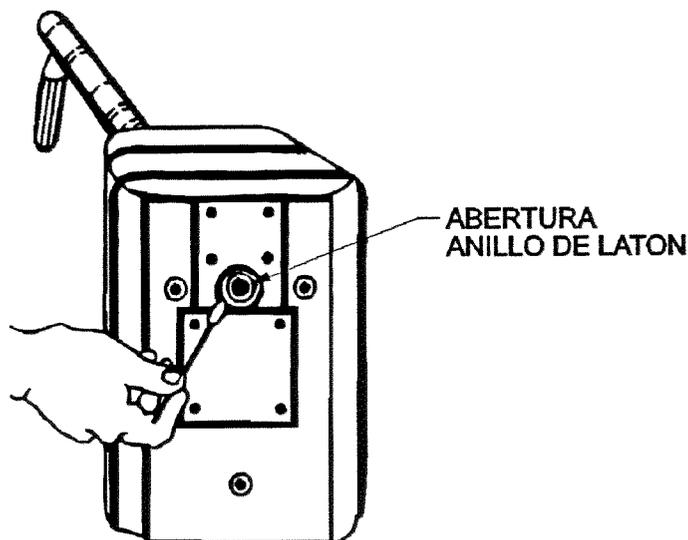
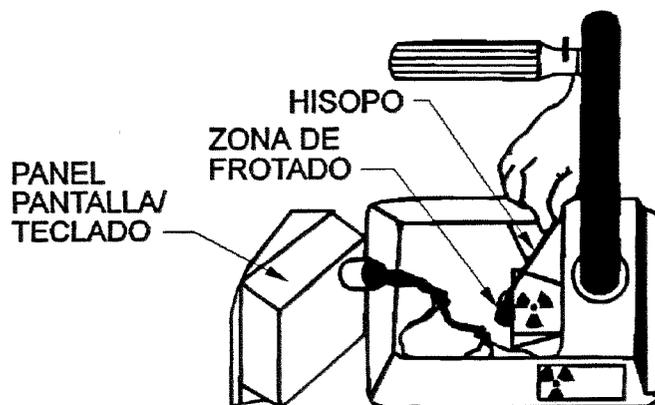
6. Reinstale el mango al ensamblado del tubo guía y apriete el tornillo allen.



## Ensayo de Fugas Radioactivas

Este ensayo es requerido cada seis meses ó anualmente ( Revise su Licencia de Materiales Radioactivos para ver el período ).

1. Utilize el juego de ensayo de fugas CPN TD-11 LTK para realizar este ensayo para fugas del material radioactivo de su encapsulado. Coloque el mango en la posición SAFE.
2. Quite los cuatro tornillos que sostienen el panel de la pantalla/teclado del MC-1DRP. Coloque este panel a un lado, dejando los cables conectados.
3. Utilize el hisopo de algodón y frotelo contra la capsula de la fuente dentro del MC-1DRP. Con esto se recogerá cualquier trazo removible del material radioactivo Am-241:Be.
4. Reinstale el panel al MC-1DRP y asegure los tornillos que se removieron en el paso 2.
5. Use otro hisopo para frotar alrededor de la parte del anillo en la abertura. Esto recogerá cualquier trazo removible de material radioactivo Cs-137.
6. Quiebre los hisopos por la mitad y coloquelos dentro de la bolsa plástica. Llene la forma y engrápela al sobre, envíela a la dirección que aparece en el sobre. Dentro de aproximadamente seis semanas usted recibirá una notificación de los resultados.



## Reemplazo del Paquete de Baterías

Un paquete de 6 baterías alcalinas tipo D, se encuentra detrás del panel pantalla/teclado.

Al inicio de cada ensayo, el porcentaje de la capacidad disponible de las baterías es mostrado en pantalla. Cuando este valor llega a cero, el display mostrará el mensaje "Replace Batteries". Llame al departamento de Servicios de Boart Longyear/CPN ó a un centro autorizado y ordene un paquete de baterías de reemplazo, número de parte 703750.

El siguiente es el procedimiento a seguir para realizar el reemplazo.

1. Coloque el mango del MC-1DRP en la posición SAFE.
2. Quite los cuatro tornillos que aseguran el módulo electrónico.
3. Levante el módulo y voltéelo, dejando los cables conectados.
4. Quite los cuatro tornillos que sostienen la placa de aluminio y el paquete de baterías.
5. Desconecte el paquete de baterías usado y conecte el nuevo.
6. Reinstale nuevamente el módulo electrónico.

**El procedimiento esta completo.**

## Limpieza y Almacenamiento

Limpie el medidor con agua y jabón si se encuentra sucio. Remueva el asfalto con algun solvente mineral. NO limpie la pantalla con materiales abrasivos.

Para proteger al MC-1DRP, guardelo dentro de la maleta de embarque cuando no se este utilizando.

## Guía de Reparación

La pantalla permanece en blanco, no responde a ninguna tecla.

Los ensayos no son correctos.

El Eeprom esta dañado.

Las baterías estan muertas y necesitan reemplazo.

Llame al centro de Servicios de CPN.

Llame al centro de Servicios de CPN.

## Mensajes e Indicaciones

Bateria XX%  
Profundidad XX

Por 5 segundos al inicio del conteo.

Contando  
XX segundos

Un ensayo ó un conteo patrón estan en progreso.

Profundidad mala  
cambie y pruebe

El mango no esta en la posición SAFE durante un conteo patrón, ó el mango no esta en la posición adecuada durante un ensayo.

Contadores malos  
llame a fabrica

Llame a la fabrica de Boart Longyear/CPN ó al Centro de Servicios mas cercano para asistencia.

Eprom malo  
llame a fabrica

Llame a la fabrica de Boart Longyear/CPN ó al Centro de Servicios mas cercano para asistencia.

Cambie Baterias

Las baterías estan agotadas. Reemplaze las baterías.

# Apendice A

---

## Factores de Conversion

<b>Multiplique</b>	<b>Por</b>	<b>Para obtener</b>
pulgadas (in)	25.4	milímetros*
milímetros (mm)	0.03937	pulgadas (in)
libras por pie cúbico (pcf)	16.01846	kilogramos por metro cúbico
kilogramos por metro cúbico (kg/m <sup>3</sup> )	0.06243	libras por oie cúbico
libras por pie cúbico (pcf)	0.01601846	gramos por centímetro cúbico
gramos por centímetro cúbico (gr/cm <sup>3</sup> )	62.428	libras por pie cúbico

---

\* En el tubo guía del CPN MC-1DRP , 1 pulgada (in) es igual a 25.0 milímetros.

**ASTM:** Sociedad Americana de Ensayos y Materiales. Publica métodos de ensayo estándar para todos los materiales, incluyendo la determinación de densidad y humedad de suelos, agregados y pavimentos.

**CONTROL DE COMPACTACION (DENSIDAD):** Es el ensayo de suelos y mezclas de agregados durante la construcción de una obra para asegurarse que los niveles especificados de compactación relativos a los obtenidos en laboratorio sean obtenidos. Los siguientes ensayos estándar ASTM son usados para obtener los valores máximos a ser usados en el MC-1DRP para la determinación de las compactaciones relativas (%).

D 1557: Relaciones Densidad-Humedad de suelos y mezclas de suelos-agregados usando 10 lbs ( 4.54 Kg ) Rammer y 18 pulg ( 457 mm ) Drop.

D 1188: Peso específico de mezclas Bituminosas compactadas usando especímenes Paraffin-Coated.

D 2041: Peso específico máximo teórico de mezclas bituminosas de pavimento.

**DENSIDAD SECA( DenSeca ):** Masa de suelo, después de secada por 24 horas a 105°C, contenida en una unidad de volumen de suelo no secado, expresado en pcf ó gr/cm<sup>3</sup>.

Calculada en el MC-1DRP por:

$$\text{DenTotal} - \text{HumTotal} = \text{Densidad seca.}$$

**RELACION DENSIDAD SECA-CONTENIDO DE HUMEDAD:** Es la relación entre la densidad seca y el contenido de humedad de un suelo bajo un esfuerzo de compactación dado. Se conoce comúnmente como un Ensayo Proctor, por su originador R. R. Proctor.

**PESO ESPECIFICO MAXIMO( SG ):** Es el peso específico máximo de una mezcla de pavimentación. Determinada en un ensayo de laboratorio y usada con los resultados del MC-1DRP para el calculo del porcentaje de volúmenes de aire (%HuecoAire).

**DENSIDAD MAXIMA SECA ( Md ):** Es la densidad seca obtenida usando una cantidad específica de compactación en el contenido óptimo de humedad. Se conoce comúnmente como el valor Proctor.

**DENSIDAD MAXIMA HUMEDA ( Mw ):** Es la densidad máxima de una mezcla de pavimentación. Determinada en ensayo de laboratorio y comúnmente conocida como valor Marshall.

**CONTENIDO DE HUMEDAD ( %AGUA):** es la masa de agua en el suelo expresada como un porcentaje de la masa seca del suelo. Calculada por el MC-1DRP como:

$$\text{HumTotal} / \text{DenTotal}$$

**CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD ( OMC ):** Es el contenido de humedad de un suelo al cual una cantidad especificada de compactación producirá la máxima densidad seca, es expresada como un porcentaje de humedad.

**PORCENTAJE DE VOLUMENES DE AIRE (%HuecoAire):** Es el volumen de aire en un suelo o mezcla de pavimento expresada como un porcentaje del volumen total del material.

$$100 \times (1 - (\text{DenSeca}/\text{SG}) - \text{HumTotal}).$$

**COMPACTACION RELATIVA , PAVIMENTOS (%Mw):** Es la relación de porcentajes entre la densidad total de un pavimento (DenTotal) y su densidad máxima total(Mw) determinada por un ensayo de laboratorio específico de compactación.

**COMPACTACION RELATIVA , SUELOS (%MD ó Av):** Es la relación de porcentajes entre la densidad seca de un suelo (DenSeca) y su densidad máxima seca(Md) determinada por un ensayo de laboratorio específico de compactación.

**HUMEDAD TOTAL ( HumTotal):** Es la masa de agua en una unidad de volumen de suelo, expresada en pcf ó gr/cm<sup>3</sup>. Es una lectura directa en el MC-1DRP.

**DENSIDAD TOTAL ( DenTotal ):** Es la masa de suelo, incluyendo sólidos, agua, y aire contenidos en una unidad de volumen, expresada en pcf ó gr/cm<sup>3</sup>. Es una lectura directa en el MC-1DRP.

**Página en blanco  
intencionalmente.**

## A

Almacenamiento  
del MC-1DRP • 34  
Aplanadoras  
Evaluación • 30  
Aprobación, forma especial de • 7  
ASTM • 37  
métodos standar • 1

## B

Backscatter • *Vea* Retrodispersión  
Barrena  
como usarla • 25  
Baterías  
reemplazo del paquete • 34  
Baterías, vida de las • 7  
Botón  
de seguridad del mango • 10

## C

Calibración • 6, 20  
Capa Delgada  
Recubrimientos de • 24  
Características  
Ambientales • 7  
Eléctricas • 7  
Características del MC-1DRP PORTAPROBE® • 3  
Caraterísticas  
Radiológicas • 7  
**CLEAR/▲, tecla** • 11  
Como cambiar el modo de Ensayo • 21  
Como realizar un ensayo • 21  
Como tomar un Conteo Patrón • 21  
Como usar el MC-1DRP • 16  
COMPACTACION RELATIVA , PAVIMENTOS (%Mw) • 37  
COMPACTACION RELATIVA , SUELOS (%MD ó Av) • 37  
Configuración de parámetros • 15  
Configurando el PORTAPROBE® para Mediciones • 13  
Contador Geiger Muller • 2  
CONTENIDO DE HUMEDAD ( %AGUA) • 37  
CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD ( OMC) • 37  
conteo Patrón  
como tomarlo • 18  
descripción • 18  
CONTROL DE COMPACTACION (DENSIDAD) • 37  
Control Estadístico • 29  
Corrección  
para rocas de gran tamaño • 27  
por efecto de las paredes de la zanja • 28  
Correlación de Ensayos • 29  
Corriente, consumo • 7

## D

Definiciones  
Error de Rugosidad • 8  
Error Químico • 8  
Precisión • 8  
Profundidad de Medida • 8  
Densidad  
Rango de Operación • 6  
DENSIDAD MAXIMA HUMEDA ( Mw ) • 37  
DENSIDAD MAXIMA SECA ( Md ) • 37  
DENSIDAD SECA( DenSeca ) • 37  
DENSIDAD TOTAL ( DenTotal ) • 37  
Desbloqueo, Gatillo de • 10  
Descripción  
del MC-1DRP PORTAPROBE® • 1  
Funcional • 2

## E

Ecuaciones usadas para calculo de máximos • 15  
Encapsulamiento • 7  
Ensayo  
como realizarlo • 16  
de Fugas Radioactivas • 33  
Ensayo de huecos de aire • 14  
Ensayo Marshall • 13  
Ensayo Proctor • 14  
Ensayos en Concreto • 29  
Equipo Estándar  
descripción • 5  
números de parte • 4  
Error  
de Rugosidad • 8  
de superficie rugosa • 6  
Químico • 6, 8  
Especificaciones  
Dimensiones/Pesos de Embarque • 6  
Funcionamiento • 6

## F

Factores de Conversion • 36  
Franjas  
para Control de Ensayos • 30  
Fuente  
de neutrones • 7  
de poder • 7  
de rayos Gamma • 7  
Fuentes radioactivas • 2  
Fugas Radioactivas  
procedimiento de ensayo • 33  
Funcionamiento  
del MC-1DRP • 6  
Funciones  
Especiales • 12

Internas • 12

## G

Gamma, emisor de rayos • 2  
Gatillo de desbloqueo • 10  
Geiger Muller, contador • 2  
General, Información • 1  
Glosario • 37  
gravedad ó peso específico • 14

## H

Helio, detector • 2  
Humedad  
  de almacenaje • 7  
  Rango de Operación • 6  
HUMEDAD TOTAL ( HumTotal ) • 37

## I

Indicaciones • 35  
Información General • 1  
Inspección del MC-1DRP PORTAPROBE® • 9

## L

Limpieza  
  del MC-1DRP • 34

## M

Mango • 10  
  inspección del ensamblado del • 32  
Mantenimiento General • 31  
Martillo Campbell  
  como usarlo • 26  
MAX/ENTER, tecla • 11  
Mecanismo de cierre • 9  
  limpieza y lubricación • 31  
Mediciones  
  de Humedad • 27  
  de Humedad, procedimiento para ajuste de valores • 27  
  en Transmisión • 25, 26  
  en Trincheras ó Zanjas • 28  
  por Retrodispersión • 22, 23  
mediciones directas • 13  
Mensajes • 35  
Métodos  
  de Ensayo, otros • 29  
Micro-switch  
  para funciones internas • 12

## N

Neutrones, emisor de • 2

## O

Opciones  
  usando el switch interno • 12

Operación  
  del MC-1DRP • 6  
Operación en el Campo • 22  
Operaciones, Sumario • 21

## P

Pantalla • 6, 9  
PESO ESPECIFICO MAXIMO( SG ) • 37  
Placa limpiadora • 9  
porcentaje de agua • 14  
porcentaje de compactación • 14  
porcentaje de huecos de aire • 13, 14  
porcentaje de la densidad total • 13  
PORCENTAJE DE VOLUMENES DE AIRE (%Av) • 37  
Posicionador • 9. *Vea* Mango  
Precisión • 8  
  rangos de • 6  
Profundidad  
  de mediciones • 6, 8

## R

Rango de densidad  
  del MC-1DRP • 6  
Rango de humedad  
  del MC-1DRP • 6  
Rango de los parámetros • 15  
RELACION DENSIDAD SECA-CONTENIDO DE  
  HUMEDAD • 37  
Reparación  
  del MC-1DRP • 35  
Resultados cuando  
  Ensayo Huecos de Aire seleccionado • 17  
  Ensayo Marshall seleccionado • 17  
  Ensayo Proctor seleccionado • 17

## S

START/EXIT, tecla • 11  
STEP/▼, tecla • 11  
Strata  
  medidor • 29  
Sumario de Operaciones • 21  
Switch  
  para funciones internas • 12

## T

Teclado • 9  
  del MC-1DRP • 11  
  funciones • 11  
Temperatura  
  de almacenaje • 7  
  de operación • 7  
Tiempo  
  de ensayo • 6  
Transporte, requisitos de • 7  
Tubo guía • 9, 10

## U

Unidades  
de medición • 6

## V

valor máximo de densidad húmeda ó total • 13  
valor máximo de densidad seca • 14

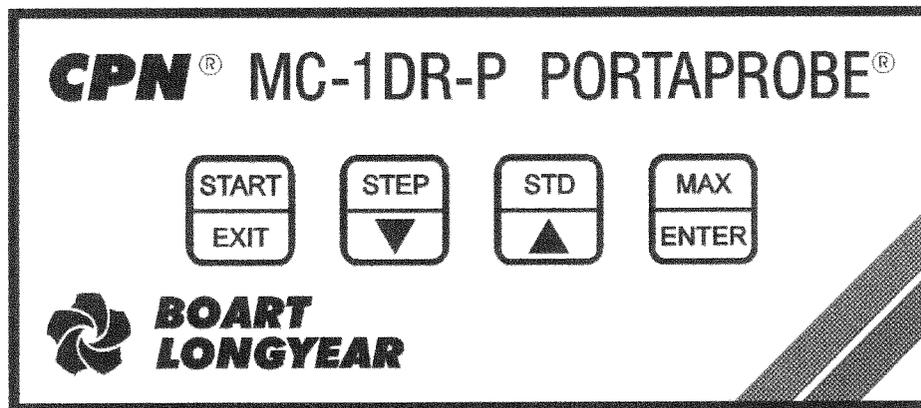
Varilla de la fuente • 10  
Version en Español • 12  
Versión en Inglés. • 12

## X

Xi  
descripción • 18

# MC-1DR-P (PROCTOR) — NUEVAS FUNCIONES

*La versatilidad y conveniencia han sido mejoradas ...  
con la adición de nuevas funciones operacionales en el MC-1DR*



Nuevo teclado del MC-1DR-P PORTAPROBE®

El operador puede ahora introducir valores máximos objetivos determinados en ensayos de laboratorio (ASTM ó equivalentes) antes ó despues que los ensayos han sido tomados.

Pulsando la tecla **MAX/ENTER** permite seleccionar uno de tres posibles métodos de ensayo: ensayo Proctor, ensayo Huecos de Aire, ó ensayo Marshall. La primera vez que la tecla **MAX/ENTER** es pulsada, el método de ensayo en uso es mostrado en la pantalla. Pulse la tecla **STEP/▼** para cambiarse a los otros métodos. Si el ensayo mostrado en pantalla es el que desea usar, pulse la tecla **MAX/ENTER** nuevamente. Luego, pulsando las teclas **▼** ó **▲** permite cambiar el valor del máximo correspondiente al ensayo seleccionado, cuando el valor deseado aparece en la pantalla pulse la tecla **MAX/ENTER** para aceptar ese valor.

## Para cambiar el Método de Ensayo

- Pulse la tecla **MAX**. El medidor muestra ahora el método en uso.
- Pulse **STEP** para mostrar los otros métodos, ó **EXIT** para salirse sin cambiar nada.
- Pulse **ENTER** para aceptar el método que es mostrado en pantalla. Las funciones inferiores de las teclas se activan en este momento.
- El medidor muestra ahora el valor del máximo correspondiente al método de ensayo seleccionado.
- Use las teclas **▼** y **▲** para cambiar ese valor, ó **EXIT** para salirse y no cambiar nada.
- Pulse la tecla **ENTER** para aceptar el valor del máximo que es mostrado en pantalla.

El CPN MC-1DR-P PORTAPROBE® calculará y mostrará las compactaciones relativas (%) usando las siguientes ecuaciones:

$$\%Proctor = \frac{Densidad\ Seca}{Maxima\ Densidad\ Seca} \times 100$$

$$\%Marshall = \frac{Densidad\ Total}{Maxima\ Densidad\ Total} \times 100$$

$$\%Huecos\ de\ Aire = \left( 1 - \frac{Densidad\ Total}{Densidad\ Maxima\ Teorica} \right) \times 100$$