

## MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO DE PARED GRUESA Y REVESTIMIENTO DE ANILLOS

INV E – 109 – 13

### 1 OBJETO

- 1.1** Esta norma contiene el procedimiento para el muestreo de suelos mediante el uso de tubos partidos de pared gruesa, con el fin de obtener muestras representativas para clasificación y caracterización en laboratorio. El tomamuestras es de pared gruesa con una zapata de corte afilada en su extremo inferior, y una válvula de retención de bola para ventilación. La sección media del tubo corresponde, con frecuencia, al diseño de tubo partido, aunque también se puede usar un tubo de una sola pieza y ambos pueden tener revestimientos de anillos. Generalmente, el tomamuestras se hinca, aunque también se puede introducir a presión en depósitos de suelos blandos. El método permite el empleo de una gran variedad de pesos de martillos de hinca, alturas de caída y diferentes tamaños de tomamuestras, de manera que su operación no se debe reportar de acuerdo con la norma INV E–111 (Ensayo normal de penetración (SPT) y muestreo de suelos con tubo partido) ni se debe calcular la resistencia a la penetración normalizada para arenas según la norma ASTM D 6066.
- 1.2** Este método de ensayo involucra el uso de equipos de perforación por rotación (descritos en las normas ASTM D 5783 y D 6151). Se pueden emplear otros procedimientos de perforación y muestreo que pueden resultar más apropiados (normas ASTM D 6286 y D 6169). Esta norma no cubre la hinca manual o el muestreo superficial sin perforaciones. Las investigaciones del subsuelo se registran y reportan de acuerdo con la norma ASTM D 5434. Las muestras se deben conservar y transportar de acuerdo con el registro del grupo B de la norma INV E–103. Las muestras se deben identificar por nombre y símbolo de grupo, de acuerdo con la norma INV E–102.
- 1.3** El empleo de las muestras obtenidas mediante este tipo de muestreo en la ejecución de ensayos especializados, como los de corte o consolidación, depende del criterio del ingeniero. Las muestras tomadas hincando el tomamuestras suelen presentar mayor alteración que las tomadas a presión, como las obtenidas con tubos de pared delgada (norma INV E–105). No obstante, los tubos de pared delgada no se pueden usar en suelos muy duros. Algunos tipos de suelos pueden aumentar o perder su compresibilidad y/o su resistencia al corte en forma apreciable como consecuencia del muestreo. En

casos como éstos, se deberán efectuar ensayos de comparación para valorar el efecto de la alteración de la muestra sobre la compresibilidad y la resistencia.

- 1.4** Esta norma no pretende tratar con amplitud todos los métodos y factores asociados con el muestreo de suelos. El profesional encargado del estudio deberá tomar la decisión en relación con el equipo y los métodos más adecuados para los requerimientos específicos de su programa de exploración y muestreo. La norma no reemplaza el juicio ni la experiencia profesional. Tampoco incluye recomendaciones sobre planes de seguridad e higiene durante el proceso de perforación y toma de muestras.

## 2 IMPORTANCIA Y USO

---

- 2.1** Esta norma se usa en investigaciones generales de suelos en las cuales se necesita extraer muestras para clasificación y caracterización. Las muestras alteradas se clasifican de acuerdo con la norma INV E-181 y sirven para realizar sobre ellas ensayos de contenido de agua, granulometría y límites de Atterberg. El tomamuestras puede estar equipado con un revestimiento de anillos apilados, los cuales se pueden usar directamente para la ejecución de otros ensayos de laboratorio.
- 2.2** El tomamuestras puede ser hincado mediante un martillo y se puede registrar su resistencia a la penetración. Existen numerosas combinaciones de pesos de martillo y alturas de caída, motivo por el cual los datos pertinentes se deben consignar siempre en el informe. Algunos usuarios han establecido correlaciones entre la resistencia a la penetración y las propiedades geomecánicas del suelo, basadas en las condiciones locales y bajo el empleo de sistemas o equipos específicos; sin embargo, la resistencia a la penetración así obtenida no coincide necesariamente con la determinada mediante el uso de la norma INV E-111.
- 2.3** El usuario debe evaluar la calidad de la muestra. El proceso de hinca puede alterarla y cambiar sus propiedades ingenieriles. En suelos blandos, el uso de tomamuestras de pared delgada (norma INV E-105) proporciona muestras con menor alteración. En suelos más duros, las técnicas de extracción de núcleos pueden dar mejores resultados (normas ASTM D 6151 y D 6169).
- 2.4** La presente norma hace referencia al muestreo durante perforación mecánica. Sin embargo, el tomamuestras puede ser hincado manualmente o, inclusive, en calcatas sin equipo de perforación, situación que se debe reportar en el informe de la exploración.

### 3 EQUIPO

- 3.1** *Equipo de perforación* – Se permite el empleo de cualquier equipo de perforación que realice un orificio adecuado antes de la inserción del tomamuestras y que no altere el suelo que va a ser muestreado. Se debe evitar el uso de brocas con descarga de fondo, por cuanto pueden alterar el intervalo de muestreo. Es preferible el uso de brocas con descarga lateral.
- 3.2** *Martinete* – Se puede usar cualquier equipo que provea una penetración entre 1 y 100 golpes por pie (0.30 m). Para la extracción de muestras poco alteradas en suelos blandos, se recomienda efectuar el proceso por empuje más que por hincado del muestreador.
- 3.3** *Conjunto tomamuestras con revestimiento interior de anillos* – Consta de zapata, tubo o barril tomamuestras, tubo para desperdicios (extensión) y cabezote con válvula de retención, aberturas de ventilación y conector de rosca para unir el conjunto a las barras de perforación (Figura 109 - 1). Los diámetros exteriores característicos del tomamuestras son 2", 2 ½", 3" y 3 ½". Se pueden utilizar otros tipos de tomamuestras siempre que tengan proporciones similares. La longitud total del conjunto muestreador es, generalmente, de 0.60 m (2 pies). Esta longitud debe ser un número entero para facilitar el registro de las profundidades de perforación a intervalos de 5 cm (o 0.1 pie).
- 3.4** *Tomamuestras con revestimiento interior de anillos* – Los especímenes de ensayo se extraen por medio de un tubo partido o un tubo entero revestido internamente con anillos o tubos de revestimiento removibles. Estos anillos o tubos de revestimiento deberán ser de pared delgada y su tamaño deberá estar de acuerdo con las dimensiones requeridas por las muestras, según los ensayos de laboratorio que se vayan a realizar con ellas. Los anillos y tubos deben encajar ajustadamente dentro del tomamuestras, sin juego libre perceptible en ninguna dirección. Los anillos deben ser de bronce, acero o acero inoxidable, o de algún otro material resistente y no corrosible. El tomamuestras deberá estar dividido en secciones, de manera que se puedan acoplar las que sean necesarias. Cada sección deberá estar diseñada de forma que la adición o la remoción de secciones no suelte, ni permita movimiento, ni afecte adversamente la retención de los anillos dentro del tomamuestras. El muestreador y los anillos deberán estar libres de golpes, abolladuras, rayones, óxido, polvo y corrosión.

*Nota 1: Se recomienda que el tomamuestras contenga entre 4 y 12 anillos o de uno a 2 revestimientos, para proporcionar suficientes muestras para laboratorio. La altura del anillo debe ser igual o menor que su diámetro interno.*

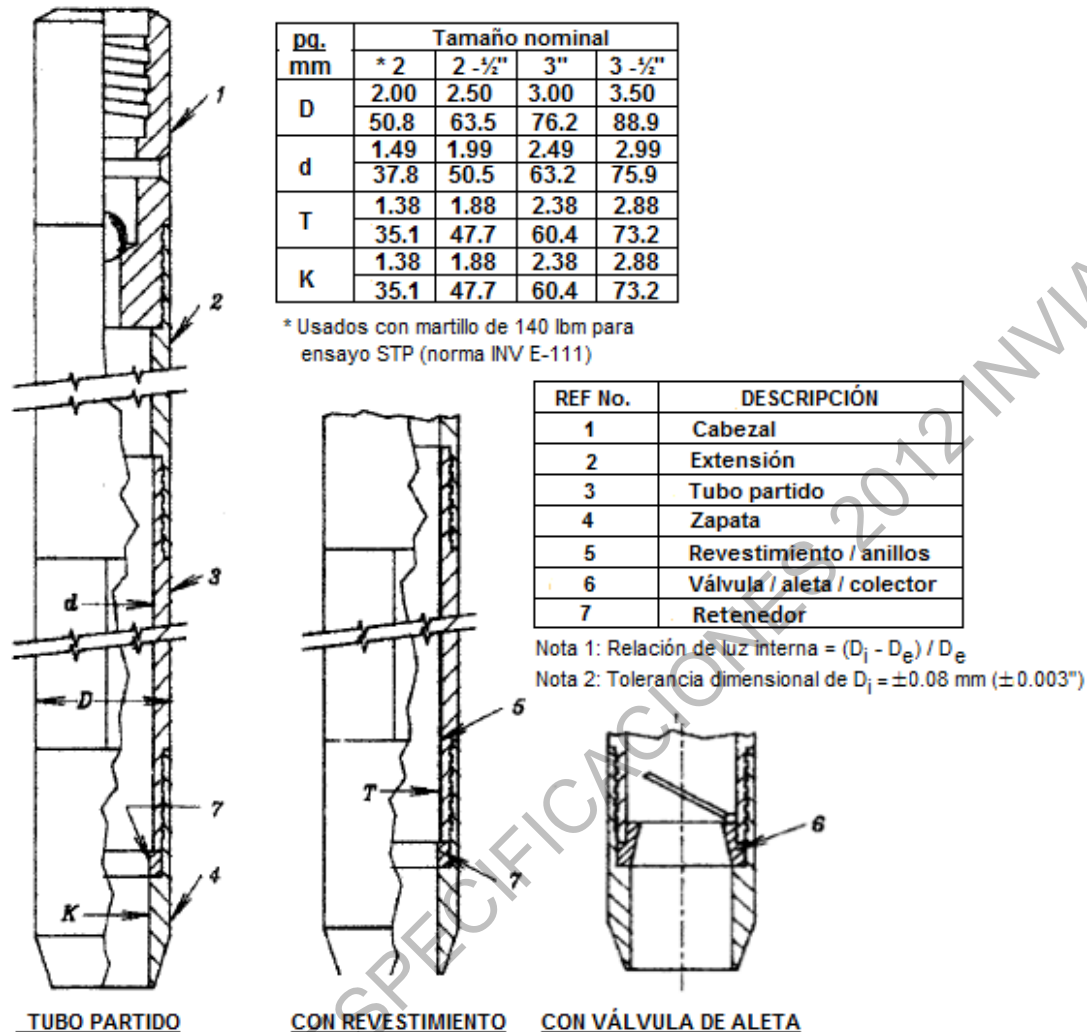


Figura 109 - 1. Equipo de muestreo de tubo partido con revestimiento de anillos

**3.5 Tubo para desperdicios** – Consiste en un tubo diseñado para almacenar el suelo alterado del fondo de la perforación; puede ser removido del muestreador en campo. La longitud de este tubo deberá ser, al menos, de tres veces su diámetro interior y éste deberá ser igual (o levemente mayor) que el diámetro interior de los anillos. Puede poseer anillos o revestimientos para contener el suelo alterado.

**3.5.1** El tubo debe contar con una unión, una válvula de retención y una o más aberturas de ventilación.

**3.6 Zapata** – Similar en diseño a la descrita en la norma INV E-111. En la Figura 109 - 1 se muestran las dimensiones típicas especificadas por DCDMA

(*Diamond Core Drill Manufacturers Association*). El interior del conjunto zapata-tomamuestras deberá ser liso, pulido y uniforme. El uso de zapatas de acero templado mejora la resistencia al daño. No se deben usar zapatas abolladas o torcidas.

- 3.6.1** Se recomienda que la relación entre el área y el bisel de borde cortante se mantenga dentro de las proporciones recomendadas en la norma INV E-111. Sin embargo, para suelos muy duros, la zapata puede ser más roma. Un ángulo de corte menor de 10 grados permite menor alteración del suelo.
- 3.7** *Retenedor* – Se usan varios tipos de retenedores para ayudar en la recuperación. Estos se ubican en el área 7 mostrada en la Figura 109 - 1. Se debe registrar su tipo en caso de que se requieran durante el proceso de perforación.
- 3.8** *Extractor de muestras* – Los anillos llenos con el material se remueven del tomamuestras, presionándolos hacia afuera o, alternativamente, mediante el uso de un tubo partido. El disco extractor debe tener un espesor mínimo de 13 mm (0.5") y su apoyo contra los anillos llenos de muestra debe ser total y firme. Se debe deslizar fácilmente dentro del tubo tomamuestras, sin presiones y sin juego libre.
- 3.9** *Recipientes para anillos llenos con muestras* – Deben ser recipientes anticorrosivos, rígidos, perfectamente ajustados y herméticamente sellados (a prueba de agua). No deben permitir el movimiento de los anillos llenos.
- 3.10** *Elementos adicionales* – Incluyen una prensa para tubo, llaves de tubo, espátulas, cepillos para limpieza, baldes, trapos, formatos, cajas para transportar muestras, cuchillos, marcadores indelebles, gratas, etc. Se debe tener agua a disposición para limpiar el equipo.

## 4 PROCEDIMIENTO

---

- 4.1** Se limpia el orificio perforado hasta la profundidad deseada de muestreo, empleando un método seguro para evitar la alteración del material que se va a muestrear. En arenas y limos saturados, la barrena de perforación se debe levantar lentamente para evitar que se afloje el suelo alrededor del orificio. Si se usa tubería de revestimiento, ella no se debe hincar por debajo de la profundidad deseada de muestreo (cota superior). El agua o el líquido de

perforación se debe mantener siempre al mismo nivel o por encima del nivel freático; es preferible mantener lleno el orificio.

- 4.2** Se debe llevar un registro cuidadoso del avance de la perforación y de la profundidad del tomamuestras, para asegurarse de que el suelo que está siendo muestreado es el suelo original en el fondo del orificio y no está contaminado por el suelo que cae de los lados de éste. Se deben emplear agua, lodos de perforación, barrenas de vástago hueco o tubería de revestimiento, si existe la posibilidad de desprendimiento de las paredes del orificio. En las últimas dos opciones es importante verificar que el suelo no fluya hacia el interior del vástago o de la tubería, como puede ocurrir, por ejemplo, en arenas sueltas bajo el nivel freático. No se permite emplear chorros de arena por fuera de la tubería ni inyecciones a través de un muestreador de tubo abierto, para muestrear posteriormente cuando se alcance la profundidad deseada. No se aconseja el uso de brocas de descarga de fondo.
- 4.3** El dispositivo de muestreo se debe armar y bajar cuidadosamente dentro del hueco. Con el borde cortante de la zapata descansando sobre el suelo (profundidad inicial para toma de muestra) y con el nivel de agua de perforación a la profundidad del nivel freático o por encima de éste, se hincan y empujan los tomamuestras dentro del suelo, lo suficientemente profundo para que los detritos, el lodo y el suelo alterado por la perforación queden dentro del tubo para residuos; en ningún caso se puede hincar o empujar el equipo de muestreo más allá del total de la longitud de la zapata, del tomamuestras y del tubo para desperdicios. Se debe evitar la pérdida de cualquier muestra por operaciones inapropiadas de la válvula de retención. Se deben registrar las profundidades de inicio del muestreo y la de avance.
- 4.4** Cuando sea necesario usar un martillo para hincar el equipo de muestreo, se debe registrar la resistencia a la penetración en incrementos constantes de profundidad, de acuerdo con el programa de pruebas de campo. En este caso, se deberán anotar, también, la masa del martillo, la altura de la caída, el número de golpes y la profundidad del intervalo penetrado.
- 4.5** Se extrae el tomamuestras una vez se ha tomado la muestra. En algunos casos, resulta conveniente esperar un tiempo corto antes de sacarlo. El tubo se puede rotar para cortar la base de la muestra. El tomamuestras se debe extraer a una velocidad tal, que se conserve la muestra. Si la presión de fluidos en la tubería es excesiva, se deben proveer aberturas de ventilación para aliviarla. Se pueden usar retenedores cuando se vuelve difícil la recuperación de la muestra.

- 4.6** Se desarma cuidadosamente el dispositivo de muestreo, evitando la alteración de la muestra en cuanto sea posible. Las muestras alteradas se pueden colocar en recipientes apropiados, como bolsas plásticas o tarros sellados. Los recipientes se deben identificar adecuadamente. Las muestras contaminadas o dudosas se deben descartar.
- 4.7** En caso de haber empleado anillos o tuberías de revestimiento, se deben tapar sus extremos, una vez se haya cortado el suelo a ras con ellos. Si el suelo va a ser almacenado dentro de los anillos o las tuberías por más de 72 horas, se deben sellar las tapas correspondientes. Se verifica que no haya movimiento del suelo dentro de los anillos y que el espécimen no se haya alterado al ser removido del tubo. Si el suelo del anillo del extremo inferior no sobresale de éste después de retirar la zapata, ese material solamente se podrá emplear para realizar ensayos de clasificación y contenido de humedad. Si el o los anillos superiores contienen vacíos, depresiones o cualquier material diferente del suelo que está siendo muestreado, se debe desechar el suelo contenido en ellos. No se permite rellenar los vacíos en los extremos de los anillos con suelo adicional.
- 4.8** Se clasifica la muestra de suelo de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma INV E-102 y se examina el material en cuanto a estructura, consistencia, color y condición. Se anotan e incluyen estas observaciones en el informe.
- 4.9** Se describe la condición de humedad de la muestra según la misma norma INV E-102. De ser necesario, se determinará el contenido de humedad de un espécimen tomado de la zapata o del anillo del fondo, empleando la norma INV E-122.
- 4.10** La muestra se deberá conservar y transportar de acuerdo con la norma INV E-103.

## **5 INFORME**

---

- 5.1** Se deberá consignar la siguiente información:
- 5.1.1** Nombre y localización de la obra.
  - 5.1.2** Fecha de la perforación y horas de inicio y de finalización.
  - 5.1.3** Número y localización de la perforación.

- 5.1.4** Cota de la superficie del terreno, si se dispone de ella.
- 5.1.5** Número y profundidad de la muestra.
- 5.1.6** Método de avance del tomamuestras, peso del martillo, altura de caída, resistencia a la penetración, presiones de empuje empleadas y longitudes recuperadas.
- 5.1.7** Descripción y tamaño del tomamuestras, diámetro externo, tipo de zapata, diámetro interior de la zapata, anillos o tubo partido. Longitud del ensamble o conjunto de muestreo. Tipo de retenedor, si se empleó alguno.
- 5.1.8** Descripción del suelo (norma INV E-102) y resultado de cualquier ensayo de laboratorio que se haya realizado con las muestras obtenidas.
- 5.1.9** Descripción de las condiciones de humedad o resultados de los ensayos para determinarla, si se efectuaron (normas INV E-122, INV E-135 o INV E-150).
- 5.1.10** Intervalo de profundidad muestreado, intervalo de hincas, longitud de la muestra recuperada y recuperación, expresada como porcentaje.
- 5.1.11** Profundidad del nivel freático o profundidad del agua de perforación y horas de lectura y niveles del fluido.
- 5.1.12** Dimensiones de revestimiento, profundidad revestida.
- 5.1.13** Tipo y descripción del equipo de perforación.
- 5.1.14** Nombres del personal: trabajadores de cuadrilla, ingeniero, inspector, etc.
- 5.1.15** Condiciones del clima.
- 5.1.16** Observaciones generales.



## 6 PRECISIÓN Y SESGO

---

- 6.1 Esta norma no produce datos numéricos o repetibles y, por lo tanto, no es aplicable una declaración sobre precisión y sesgo.

## 7 NORMAS DE REFERENCIA

---

ASTM D 3550 – 07

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS