

INGENIERÍA GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN MEDIOS VOLCÁNICOS

Tema 3 ; Técnicas de prospección geotécnica en medios volcánicos

Luis Enrique Hernández Gutiérrez
Licenciado en CC Geológicas



2

CONTENIDOS

CONTENIDOS

- ✓ **1.introducción.**
- ✓ **2.Técnicas geofísicas.**
- ✓ **3.Sondeos mecánicos.**
- ✓ **4.Penetrómetros dinámicos.**



DESARROLLO DE CONTENIDOS



1. INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

✓ Las técnicas de prospección más empleadas para el reconocimiento geotécnico en medios volcánicos son:

- ▶ Técnicas geofísicas.
- ▶ Sondeos mecánicos.
- ▶ Penetrómetros dinámicos.

2.TÉCNICAS GEOFÍSICAS

TÉCNICAS GEOFÍSICAS

- ✓ **Los métodos geofísicos determinan las características geotécnicas del terreno basándose en la medida de magnitudes físicas generalmente en la superficie de dicho terreno.**
- ✓ **Son rápidos y económicos y están especialmente indicados para investigar áreas extensas o alineaciones de gran longitud entre sondeos (interpolación).**
- ✓ **Deben ser considerados como métodos complementarios.**

TÉCNICAS GEOFÍSICAS

✓ En general se pueden agrupar en:

- ▶ Métodos eléctricos.
- ▶ Métodos electromagnéticos.
- ▶ Métodos sísmicos.

✓ El más utilizado en ingeniería civil es el método sísmico de refracción, aunque los eléctricos también tienen cierta utilidad.

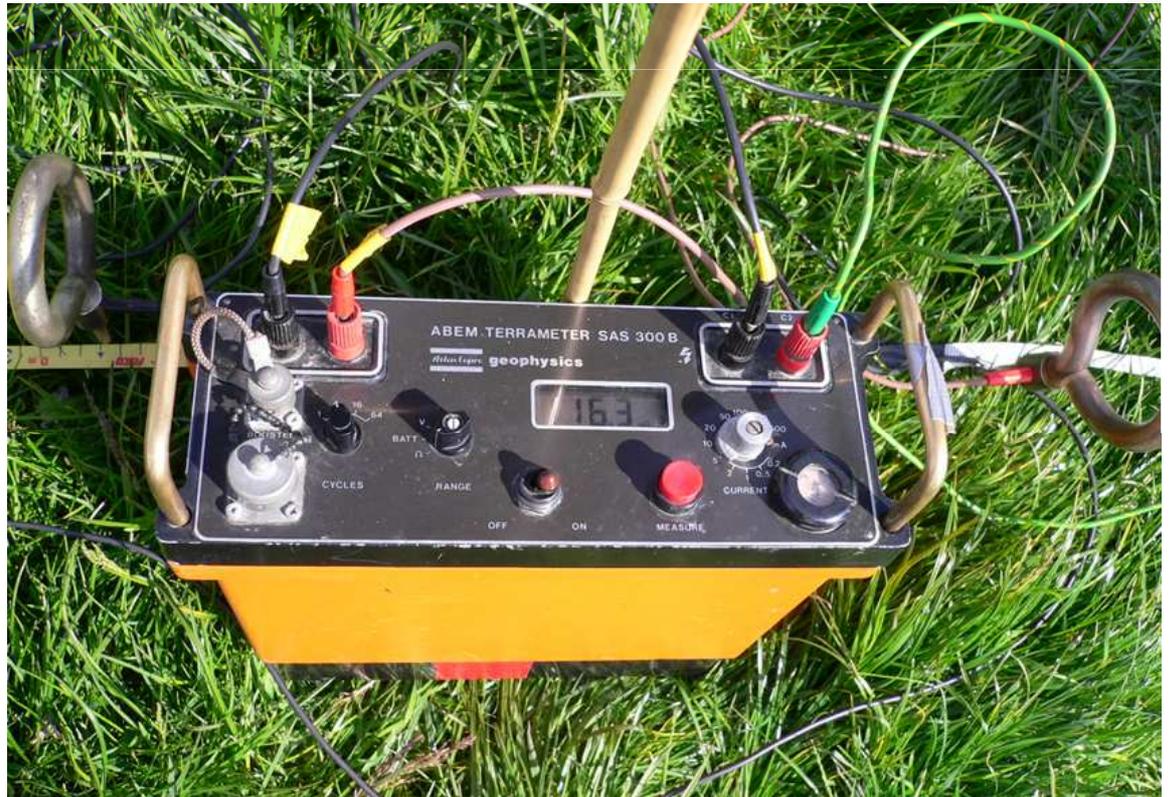
TÉCNICAS GEOFÍSICAS (MÉTODOS ELÉCTRICOS)

✓ Los **métodos geoelectrónicos** se basan en la conductividad o la resistividad de las rocas y suelos. Las mediciones se realizan mediante la configuración de unos electrodos dispuestos en la superficie del terreno a estudiar.

✓ Se genera una corriente eléctrica (baterías) y se detecta la respuesta del terreno a esta corriente por medio de electrodos.

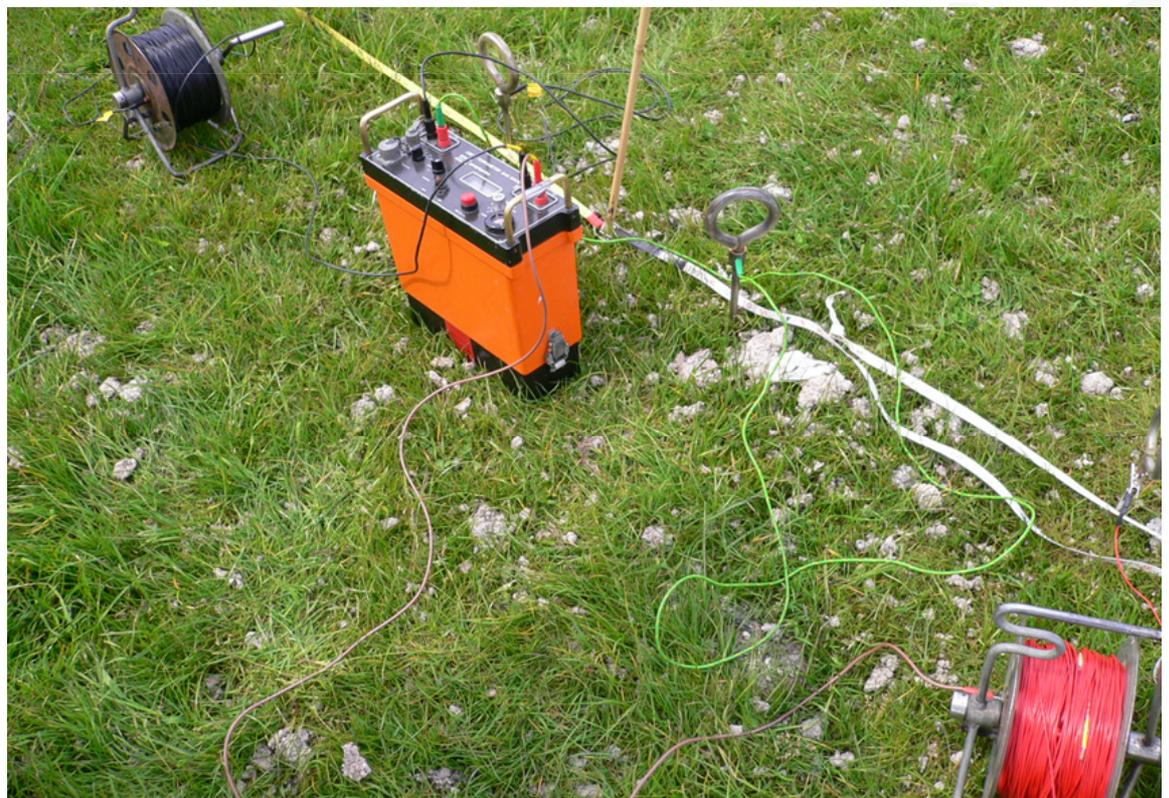
• MÉTODOS GEOELÉCTRICOS

Foto:
Hernández L.E.



• MÉTODOS GEOELÉCTRICOS

Foto:
Hernández L.E.



TÉCNICAS GEOFÍSICAS (ELECTROMAGNÉTICOS)

- ✓ En ingeniería civil el más empleado es el “Georadar” o GPR (Ground Penetration Radar), que consiste en generar unos pulsos electromagnéticos mediante el empleo de un par de antenas (emisora y receptora).
- ✓ Las ondas viajan y atraviesan el medio a caracterizar. Dependiendo de las propiedades geoelectricas de dicho medio, las ondas se comportan de manera diferente, algunas rebotando de nuevo a la superficie (reflejadas) y otras siendo absorbidas por dicho medio (atenuadas). Las ondas rebotadas o reflejadas permiten generar un mapa de “ecos” del medio a analizar, permitiendo obtener una imagen.

TÉCNICAS GEOFÍSICAS (SÍSMICOS)

- ✓ Los métodos sísmicos consisten en producir artificialmente un pequeño terremoto y detectar los tiempos de llegada de las ondas producidas, una vez reflejadas o refractadas en las distintas formaciones geológicas.

TÉCNICAS GEOFÍSICAS (SÍSMICOS)

- ✓ **Se puede obtener una imagen muy aproximada de las discontinuidades sísmicas. Estas discontinuidades coinciden generalmente con las discontinuidades estratigráficas.**
- ▶ **Sísmica de reflexión: Prospección petrolífera. Capas muy profundas.**
- ▶ **Sísmica de refracción: Ingeniería civil.**

3. SONDEOS MECÁNICOS

☀ SONDEOS MECÁNICOS

✓ El reconocimiento geotécnico mediante sondeos es, en términos generales, el método más directo para reconocer el terreno en profundidad, ya que permite:

- ▶ La recuperación de testigos.
- ▶ La toma de muestras para ensayos de laboratorio, la realización de ensayos in situ y la instalación de equipos de observación tales como piezómetros, inclinómetros, tubos de asiento, etc

Foto;
Hernández L.E.



SONDEOS MECÁNICOS (INFORMACIÓN MÍNIMA)

- ✓ **Fechas de realización y datos de identificación del sondeo y del sondista que lo realizó.**
- ✓ **Coordenadas y cota de boca.**

SONDEOS MECÁNICOS (INFORMACIÓN MÍNIMA)

- ✓ **Parte del sondeo, donde figuren el equipo empleado, el procedimiento y los ritmos de avance, las profundidades donde se han tomado muestras o realizado ensayos, los tramos entubados (o cementados) y tipo y tamaño de entubación, así como cualquier incidencia de interés, tales como la pérdida del caudal de agua de perforación, niveles de agua, color del agua, caídas o desprendimientos de la pared del sondeo, etc.**
- ✓ **A estos efectos se indica que existen equipos de sondeo con registro automático de algunos de estos parámetros.**

SONDEOS MECÁNICOS (INFORMACIÓN MÍNIMA)

- ✓ **Caja portatestigos**, suficientemente robusta y debidamente ilustrada, donde además de identificarse el sondeo correspondiente, se marquen con números claramente visibles, las profundidades inicial y final del testigo de cada maniobra.
- ✓ **Fotografías a color de las cajas de testigos** hechas de frente de manera que se aprecie bien los detalles del terreno de caja en caja. En ocasiones puede ser conveniente la realización de fotografías de detalle de ciertos testigos aislados.

SONDEOS MECÁNICOS

- ✓ **Columna litológica**, realizada por un titulado universitario experto en geotecnia, en la que, con ayuda gráfica, se recoja la descripción del terreno en cada nivel, los parámetros de avance del sondeo, la ubicación de muestras y ensayos, la situación del nivel freático en el sondeo y el porcentaje de testigo recuperado, el R.Q.D., grado de meteorización e índice de fracturación o diaclasado.

SONDEOS MECÁNICOS

✓ Aunque se suele considerar como sondeo geotécnico todo aquel que se realiza en una campaña geotécnica, como pueden ser;

- ▶ Sonda helicoidal.
- ▶ Hinca de tubos.
- ▶ Rotación con corona ciega.
- ▶ Rotación con batería portatestigos.

SONDEOS MECÁNICOS

✓ En realidad, sólo el último está considerado como tal, y es de este tipo de sondeos del que hablaremos. También se conocen como sondeos rotacionales con extracción continua de testigos.

Foto:
Hernández L.E.



☀ SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPO)

- ✓ El aparato utilizado para perforar llamado sonda, consiste en esencia en unos dispositivos capaces de transmitir la energía de rotación suministrada por un motor al elemento de corte que gira en contacto con el terreno.

☀ SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPO)

- ✓ Existen en el mercado multitud de sondas preparadas para trabajar en diferentes condiciones y situaciones. Así, tenemos sondas montadas sobre patines, montadas sobre orugas, adaptadas a un vehículo todoterreno o a un camión, desmontables etc.

• EQUIPO DE SONDEO

Foto;
Hernández L.E.



SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS)

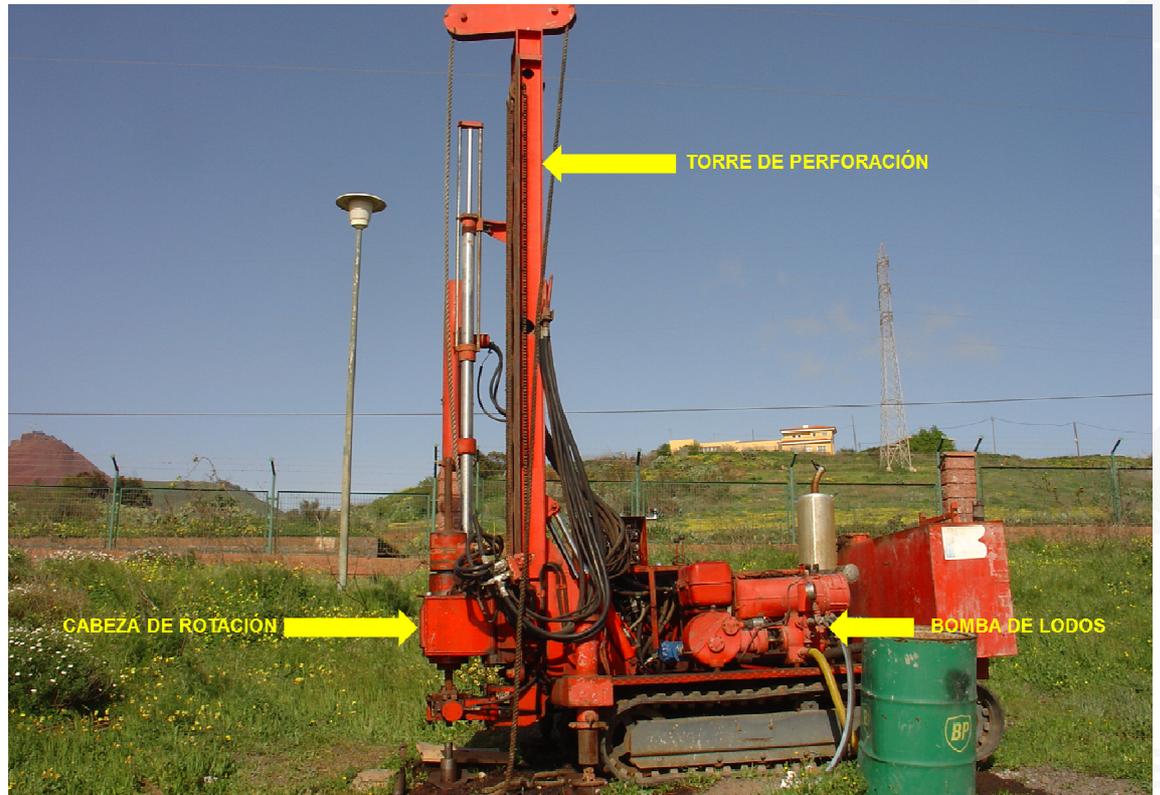
- ✓ Estos equipos están constituidos por:
- ✓ Un **motor** de 20 a 100 c.v. (normalmente diesel).
- ✓ Una **cabeza de rotación o perforación**, equipada de un sistema para hacer avanzar el tren de perforación. Posee un plato de mordazas cuya misión es sujetar las varillas para imprimirles el movimiento de rotación y el avance.

SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS)

- ✓ Una **caja de engranajes** para transmitir el movimiento del motor a la cabeza de rotación. Equipada con una palanca de embrague para seleccionar las distintas marchas del motor.
- ✓ Una **torre de perforación**, donde se encuentra instalada la cabeza de rotación. Tiene un recorrido que va a condicionar la longitud de avance en una maniobra.
- ✓ Todos estos componentes suelen ir montados sobre el mismo bastidor.

• SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS)

Foto:
Hernández L.E.

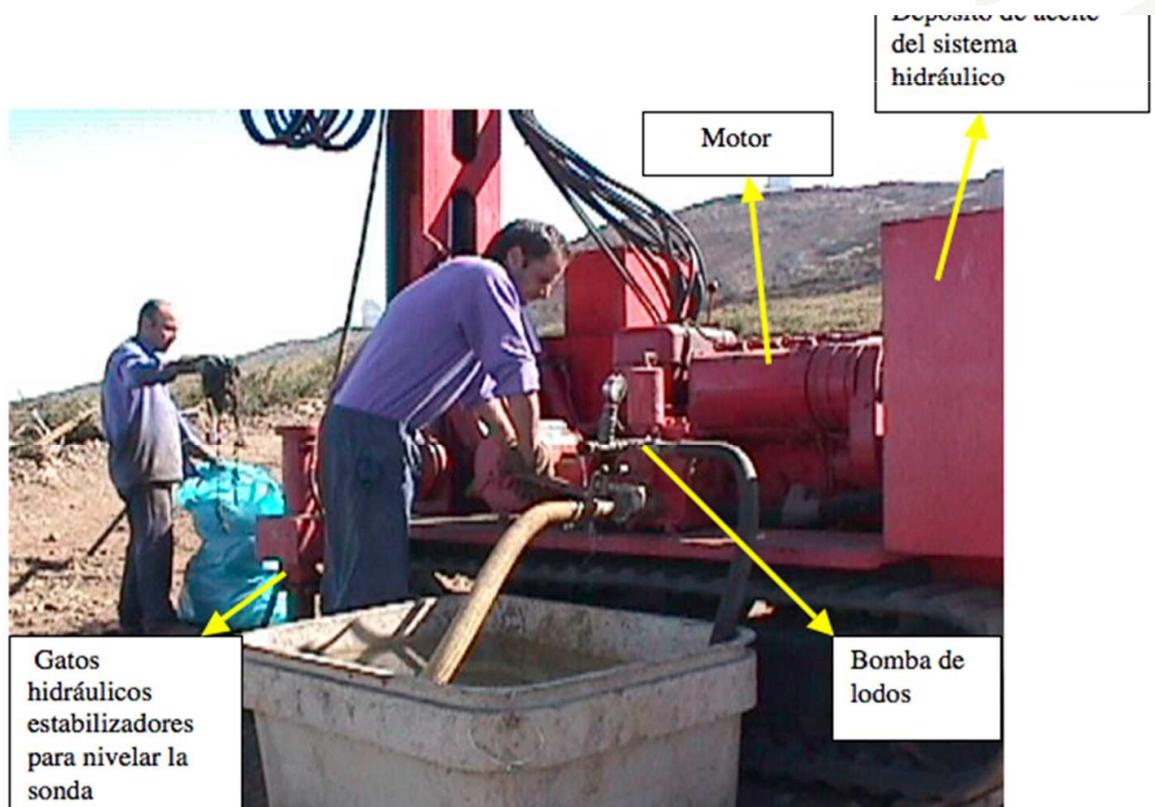


☀ SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS-BOMBA DE LODOS)

- ✓ Durante la perforación se genera un detritus, por el corte de la corona, que hay que evacuar para que el sondeo no se obstruya, por lo que debe existir la circulación de un líquido (lodo o agua) que arrastre ese detritus al exterior.
- ✓ Además, las coronas debido a la fricción con el terreno se calientan y necesitan un líquido que las refrigere.
- ✓ La bomba puede o no estar montada sobre el mismo bastidor que la sonda. Las bombas que más se emplean son las de pistones.

• EQUIPOS

Foto:
Hernández L.E.



☀ SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS-GIRATORIA DE INYECCIÓN)

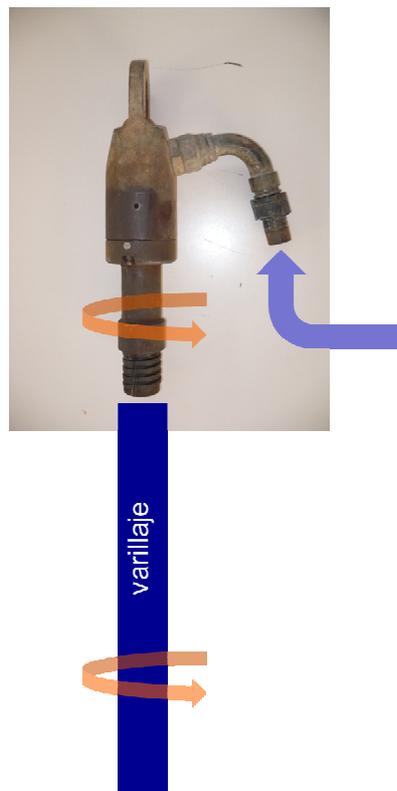
- ✓ Es el aparato que introduce el agua en las varillas, por la manguera de impulsión que está conectada a la bomba.
- ✓ Posee una serie de engranajes que permiten la rotación de la parte de la giratoria conectada a las varillas y que permanezca inmóvil la parte conectada a la manguera, evitando así que ésta última se pueda enredar en el varillaje.

☀ SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS-VARILLAJE)

- ✓ Es la parte del equipo de sondeos que más sufre en la perforación.
- ✓ Se trata de tubos rígidos de poco diámetro (los más usuales son 42 y 50 mm) y pared gruesa, huecos para dejar circular lodo o agua.

• SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS)

Foto:
Hernández L.E.



SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS-BATERÍA)

- ✓ Se llama **batería** al recipiente donde se va introduciendo el terreno que va siendo perforado, permitiendo la extracción del mismo al finalizar la maniobra.

SONDEOS MECÁNICOS (MANIOBRA)

- ✓ Se entiende por **maniobra** la operación que consiste en la introducción de la batería en el sondeo, la perforación de un tramo de terreno (igual o menor a la longitud de la batería) y la extracción de la muestra.

Foto:
Hernández L.E.



☀ SONDEOS MECÁNICOS (PARTES DE LA BATERÍA)

- ✓ **Tubo portatestigos:** Donde se aloja la muestra.
- ✓ **Cabeza:** Elemento que permite la unión entre la batería y el varillaje
- ✓ **Corona:** Elemento de corte. Pueden ser de widia (terrenos blandos) y de diamante (terrenos duros).

SONDEOS MECÁNICOS (PARTES DE LA BATERÍA)

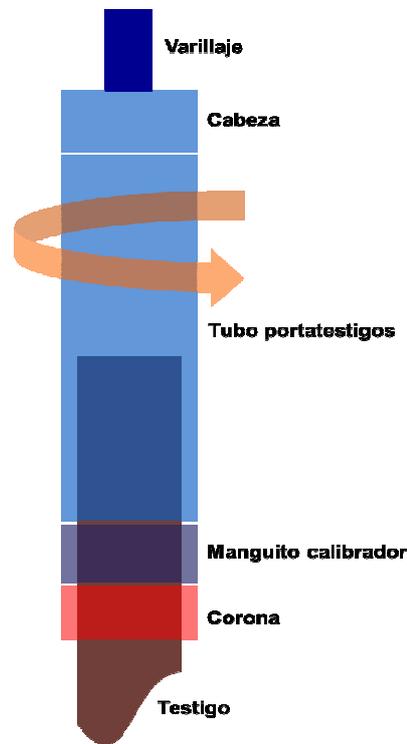
- ✓ **Manguito calibrador o prolongador:** Es un trozo de tubo que va entre la corona y el tubo sacatestigos, que se pone según sea el tipo de batería (sencilla, doble).

SONDEOS MECÁNICOS (PARTES DE LA BATERÍA)

- ✓ **Muelle extractor:** Manguito cónico que aprisiona la muestra cuando se termina la maniobra para que el testigo no se salga de la batería. Va alojado en la corona o en el manguito calibrador o prolongador.

• BATERÍA DE SONDEO

Figura ;
Hernández LE. (2011)



☀ SONDEOS MECÁNICOS (BATERÍA)

- ✓ La longitud de las baterías suele oscilar entre los 0,5 y los 3,0 m.
- ✓ Los diámetros (exteriores) estándar de perforación (de baterías) son: 116, 101, 86, 76 y 66.

• BATERÍA DE SONDEO

Foto:
Hernández L.E.



• BATERÍA DE SONDEO

Foto:
Hernández L.E.



• BATERÍA DE SONDEO

Foto:
Hernández L.E.



• BATERÍA DE SONDEO

Foto:
Hernández L.E.



☀ SONDEOS MECÁNICOS (TUBERÍA DE REVESTIMIENTO)

- ✓ **La tubería de revestimiento se introduce en el sondeo por dos causas:**
 - ▶ Para contener hundimientos de las paredes del sondeo, porque se esté perforando un terreno poco coherente.
 - ▶ Para cortar fugas de agua, que no permiten ver el detritus y puede provocar la acumulación de éste en determinados tramos del sondeo que impidan la extracción de la batería y originen por tanto una avería de sondeo.

☀ SONDEOS MECÁNICOS (TUBERÍA DE REVESTIMIENTO)

- ✓ **Las tuberías de revestimiento son de tipo telescópico, que quiere decir que una pasa a través de la otra.**
- ✓ **La longitud máxima de cada tramo de tubo es de 3 m.**
- ✓ **Los diámetros (exteriores) estándar de tubería de revestimiento, corresponden con los de la batería de perforación, pero lógicamente han de ser algo más pequeños que ésta para que puedan penetrar en el orificio abierto por ella.**

• TUBERÍA DE REVESTIMIENTO

Foto:
Hernández L.E.



• TUBERÍA DE REVESTIMIENTO

Figura:
Hernández L.E. (2011)

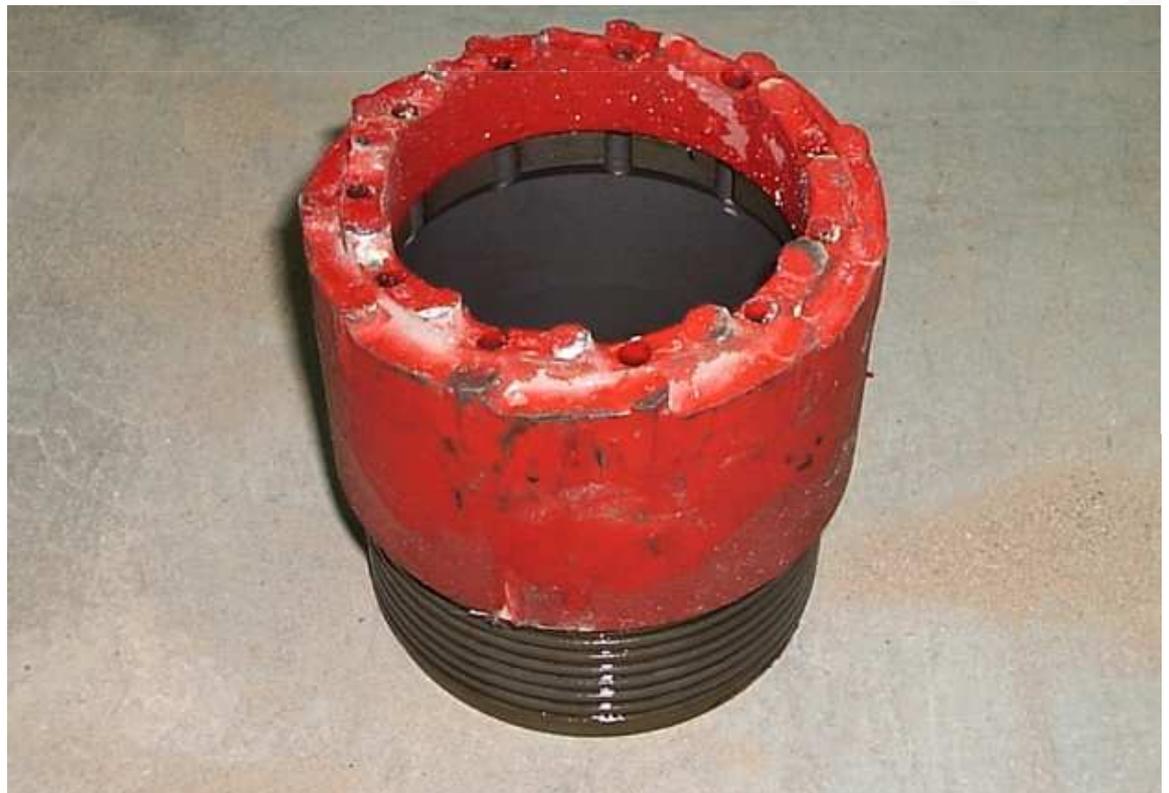
ϕ batería (mm)	ϕ tubería de revestimiento (mm)
116	114
101	98
86	84
76	74
66	64

☀ SONDEOS MECÁNICOS-(CORONA DE WIDIA)

- ✓ Las coronas de widia son utilizadas para suelos o rocas blandas. Cortan por desgarre. Precisan velocidades bajas de rotación (menos de 300 r.p.m.).

• CORONA DE WIDIA

Foto;
Hernández L.E.



☀ SONDEOS MECÁNICOS-(CORONA DE DIAMANTE)

- ✓ Las coronas de diamante se usan para rocas duras. Cortan por desgaste. Precisan de velocidades de rotación elevadas (más de 300 r.p.m.)

• CORONA DE DIAMANTE

Foto;
Hernández L.E.



4. PENETRÓMETROS DINÁMICOS.



PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ Es el método más sencillo y económico para ensayar el terreno en profundidad.
- ✓ Consiste en la hincada, por golpeo, de un varillaje con una puntaza metálica.
- ✓ Todos los penetrómetros dinámicos están basados en la medida del número de golpes necesarios para introducir una barra o un tubo hueco en el interior del terreno, por golpeo repetido de una maza.



PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ El uso de este tipo de pruebas está restringido a terrenos blandos que permitan la penetración de una herramienta por golpeo.
- ✓ Por tanto no es utilizable en rocas.

PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ En España los ensayos de penetración dinámica continua se deben ejecutar conforme a la Norma UNE-EN ISO 22476-2/08.
- ✓ Esta norma abarca la determinación in situ de la resistencia de los suelos y rocas blandas a la penetración dinámica de una puntaza cónica ciega.
- ✓ Para hincar la puntaza se utiliza una maza de masa y altura conocidas.

☀ PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ Se define la resistencia a la penetración como el número de golpes requeridos para hincar la puntaza una longitud determinada.
- ✓ Se obtiene un registro continuo en función de la profundidad pero no se recuperan muestras.
- ✓ Al equipo empleado para la realización de estos ensayos se le conoce con el nombre de **penetrómetro dinámico**.

• PENETRÓMETROS DINÁMICOS

Foto;
Hernández L.E.



NORMA UNE-EN ISO 22476-2/08

- ✓ **Ensayo de penetración dinámica ligera (DPL):** Se utiliza una maza de 10 kg que se deja caer libremente desde 500 mm de altura. La puntaza tiene un área nominal de la base de 10 cm² y el varillaje empleado es de 22 mm de diámetro exterior.
- ✓ **El trabajo específico por golpe es de 50 kJ/m².**

NORMA UNE-EN ISO 22476-2/08

- ✓ **Ensayo de penetración dinámica mediana (DPM):** Se utiliza una maza de 30 kg que se deja caer libremente desde 500 mm de altura. La puntaza tiene un área nominal de la base de 15 cm² y el varillaje empleado es de 32 mm de diámetro exterior. El trabajo específico por golpe es de 100 kJ/m²

NORMA UNE-EN ISO 22476-2/08

- ✓ **Ensayo de penetración dinámica pesada (DPH):** Se utiliza una maza de 50 kg que se deja caer libremente desde 500 mm de altura. La puntaza tiene un área nominal de la base de 15 cm² y el varillaje empleado es de 32 mm de diámetro exterior.
- ✓ **El trabajo específico por golpe es de 167 kJ/m².**

NORMA UNE-EN ISO 22476-2/08

Ensayo de penetración dinámica súper pesada (DPSH): Existen dos modalidades:

- ✓ **DPSH-A:** Con una maza de 63,5 kg que se deja caer libremente desde 500 mm de altura. La puntaza tiene un área nominal de la base de 16 cm² y el varillaje empleado es de 32 mm de diámetro exterior. El trabajo específico por golpe es de 194 kJ/m².
- ✓ **DPSH-B:** Con una maza de 63,5 kg que se deja caer libremente desde 750 mm de altura. La puntaza tiene un área nominal de la base de 20 cm² y el varillaje empleado es de 35 mm de diámetro exterior. El trabajo específico por golpe es de 238 kJ/m².

PENETRÓMETROS DINÁMICOS

Los resultados se adjuntarán en gráficos o curvas de penetración-número de golpes. En dicho impreso se incluirán, asimismo, los siguientes datos:

- ✓ Empresa que realiza los trabajos y maquinaria empleada.
- ✓ Lugar, nombre o referencia de estudio geotécnico.
- ✓ Situación y número de identificación del penetrómetro.

PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ Tipo de cono utilizado. Dimensiones y masa.
- ✓ Longitud de cada varilla. Masa por metro de varillaje, incluido niples de unión.
- ✓ Masa, altura y mecanismo del dispositivo de golpeo.

PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ **Fecha y hora de la prueba. Tiempo de duración.**
- ✓ **Incidencias del ensayo (interrupciones superiores a cinco minutos, pérdidas de verticalidad mayores al 5%, penetraciones sin golpeo, etc.)**

PENETRÓMETROS DINÁMICOS

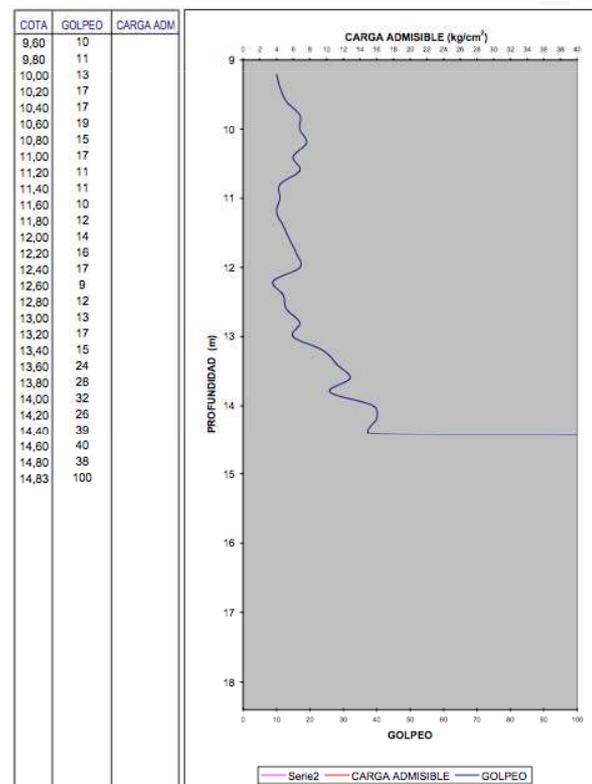
- ✓ **Los resultados obtenidos proporcionan una medida indirecta de la resistencia del terreno, determinándose estas propiedades mediante correlaciones empíricas. Estos ensayos están especialmente indicados en terrenos granulares finos (arenas).**
- ✓ **El análisis y tratamiento de los golpes obtenidos en otros terrenos (limos, arcillas o gravas) deberá efectuarse con las reservas y precauciones debidas.**

☀️ PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ El ensayo se dará por finalizado cuando se alcance la profundidad previamente establecida o cuando se produzca rechazo.
- ✓ En el primero de estos casos, la profundidad alcanzada no debe ser inferior a la profundidad total definida en la planificación de la campaña geotécnica.

• PENETRÓMETROS DINÁMICOS

Figura:
Hernández LE. (2011)



• PENETRÓMETROS DINÁMICOS

Foto;
Hernández L.E.



☀ PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ El ensayo de penetración estándar o SPT se realiza simultáneamente a la ejecución del sondeo y consiste en introducir en el terreno un tomamuestras tubular de acero, de dimensiones estándar, mediante el golpeo de una maza de 63,5 Kg. de peso que cae libremente desde una altura de 76 cm. La longitud ensayada es de 45 cm, contabilizando el número de golpes que corresponde a cada penetración parcial de 15 cm.
- ✓ El resultado del ensayo (Golpeo SPT o N) es el número que se obtiene como suma de los golpes correspondientes a las penetraciones parciales de los dos últimos tramos.

• PENETRÓMETROS DINÁMICOS-ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

Foto:
Hernández L.E.



☀ PENETRÓMETROS DINÁMICOS-ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

- ✓ El equipo utilizado y el procedimiento operativo del ensayo se ajustará a lo establecido en la Norma UNE-EN ISO 22476-3/06.
- ✓ En caso de que se alcancen los 50 golpes en cualquiera de los intervalos de 15 cm se dará por finalizado el ensayo y se anotará, en el registro del mismo, el símbolo R (Rechazo).

• PENETRÓMETROS DINÁMICOS-ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

Foto ;
Hernández L.E.



LICENCIA Y MÁS
INFORMACIÓN



CITAR ESTE CURSO /CITE THIS COURSE

- ✓ **Santamarta Cerezal , Juan Carlos,Hernández Gutierrez Luis Enrique,Rodriguez Losada Jose Antonio.Ingeniería geológica y geotécnica en medios volcánicos. Otoño 2011.(Universidad de La Laguna). <http://ocw.ull.es/> (fecha de acceso). License: Creative Commons BY-NC-SA.**

LICENCIA/LICENCE

- ✓ **Para más información sobre el uso de estos materiales y la licencia Creative Commons, consulta nuestros Terminos de uso**
- ✓ **For more information about using these materials and the Creative Commons license, see our Terminos de uso.**

 PARA MÁS INFORMACIÓN

jcsanta@ull.es

<http://webpages.ull.es/users/jcsanta/>

<http://hidrogeotecnicas.blogspot.com/>

