

ANEXO 2

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA PROSPECCIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA

1. PROSPECCIONES GEOFÍSICAS

Se entenderá como PROSPECCIONES GEOFÍSICAS o EXPLORACIÓN GEOFÍSICA, al conjunto de aplicaciones de las ciencias físicas al estudio de la estructura, composición y condiciones físicas de las diversas capas del subsuelo, para proyectos de cimentaciones de obras importantes. Los métodos más aplicados son: Tomografía Eléctrica o Prospección Geoeléctrica Continua, Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) y Sísmica de Refracción, cuyas características se describen a continuación.

1.1. INVESTIGACIÓN GEOELÉCTRICA (TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA) Y SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).

1.1.1. DEFINICIÓN

La Tomografía Eléctrica o Prospección Geoeléctrica Continua y los Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), son métodos geofísicos de prospección superficial indirecto, que dan soporte a la Ingeniería Civil; en estos casos se utiliza la variación de las propiedades eléctricas, en especial de los valores de resistividad de las distintas formaciones del subsuelo, pudiendo determinarse la distribución vertical y horizontal de objetos o estructuras en el subsuelo. En el caso de la Sísmica de Refracción se utiliza la velocidad de transmisión de las ondas sísmicas en los diferentes estratos del subsuelo.

1.1.2 GENERALIDADES

El sistema de Tomografía Eléctrica consta de un resistivímetro o unidad básica, un selector de electrodos y un juego de cables multiconectores que permiten utilizar hasta 64 electrodos conmutables de forma totalmente automática a través del selector de electrodos y controlado por la unidad básica de control Tomografía Eléctrica.

El Sondeo Eléctrico Vertical es una herramienta ampliamente utilizada por su sencillez y la relativa economía del equipo necesario. El objetivo de este estudio es delimitar capas del subsuelo obteniendo sus espesores y resistividades; y finalmente tratar de identificar el tipo de roca de acuerdo con su resistividad. La diferencia entre la tomografía o perfil eléctrico y los SEV, radica en la amplitud de la información que se obtiene, mientras la tomografía da un perfil eléctrico en 2D, el SEV proporciona un perfil eléctrico del subsuelo en un solo punto.

Para las tomografías eléctricas se usará un dispositivo multielectródico que dispondrá al menos de 16 electrodos, y preferiblemente 24 o 48, cuyo cableado permita una separación entre electrodos de hasta 10 m como mínimo en la que se obtendrán Imágenes de Resistividad Geoeléctrica en 2D (Tomografía eléctrica) con diversas configuraciones geométricas tales como:

- a) Dipolo-Dipolo.
- b) Wenner-Schlumberger.
- c) Wenner.
- d) Polo- Polo.
- e) Polo-Dipolo.

Para los arreglos debe considerarse:

- i) La profundidad de investigación.
- ii) La sensibilidad del arreglo a los cambios verticales y horizontales de la resistividad subterránea.
- iii) La cobertura horizontal de datos y la relación señal - ruido.

El arreglo geométrico debe responder a los requerimientos, es decir, la identificación de contrastes litológicos, arquitectura de cuerpos (ancho, alto y longitud), discordancias, fallas, pliegues, estructuras sedimentarias y fracturas.

Dependiendo de la profundidad de investigación se definirá el mallado, pudiendo realizarse líneas geoelectricas perpendiculares y a partir de la unión de los perfiles 2D, tener una visión tridimensional de los sitios investigados y, se deberá realizar las correcciones de topografía y los procesamientos de datos necesarios para su correcta visualización

Para los SEV se utilizará el método de resistividad eléctrica, que se basa en la aplicación de la Ley de Ohm. En un circuito de corriente, conformado por dos electrodos (AB), se introduce una corriente eléctrica que fluye radialmente y en la cual se mide la diferencia de potencial entre dos electrodos equipotenciales (MN).

Para la ejecución de los SEV se aplicará los arreglos o dispositivos Schlumberger, consistentes en aumentar la apertura de los electrodos de corriente AB y mantener los de potencial MN en una misma posición con relación al lugar central que se investiga.

Previo a la ejecución de los trabajos, el contratista debe realizar una calibración de los equipos con información de pozos existentes en la zona, si los hubiere.

1.1.3 PROCEDIMIENTOS GENERALES

De acuerdo a la información geológica, topográfica y geomorfológica del sector, se evaluarán y se diseñarán los sitios y el tipo de mallado a emplearse. La amplitud en superficie de la prospección geofísica y por ende, la profundidad de investigación dependerá de la implantación particular de las cimentaciones, aunque los métodos pueden investigar hasta 150 metros, por lo que las líneas de tomografía continua podrían alcanzar los 1000 metros en los sitios de obras muy especiales.

Una vez seleccionado el sitio y mallado, el grupo de topografía realizará las trochas y el estacado que dependerá de la disposición de los electrodos, manteniendo siempre la alineación, es decir, en lo posible se deberán mantener líneas totalmente rectas a través de la topografía del terreno.

En cada uno de los puntos determinados en la malla, se colocarán los electrodos en forma equiespaciada, estos electrodos deberán ser clavados en el terreno lo suficiente como para

garantizar un buen contacto electrodo-suelo. Cada uno de los electrodos instalados se conectará al cable principal y a la unidad central; previo a iniciar las mediciones, se verificará que las conexiones funcionen correctamente, para lo cual se mide la resistividad de la línea, la misma que no debe pasar de 2V; en caso que sobrepase este rango se hincarán más los electrodos o se humedecerá el suelo para obtener una mejor conductividad.

Probada la conductividad de la línea, se inicia el proceso de captura de los datos que automáticamente irán midiendo las resistividades aparentes a lo largo del perfil geoelectrico y obteniendo pseudosecciones de resistividad aparente. Con los datos topográficos y con un software se realizarán las correcciones, hasta obtener un modelo homogéneo de resistividad y mostrar imágenes con alta definición y con un porcentaje de error menor al 5%.

El procesamiento e interpretación de los datos se lo realizará con ayuda de programas desarrollados para estas actividades, los mismos que permitan resolver directamente el problema mediante la técnica de convulsión, ajustar los valores y calcular la resistividad verdadera y el espesor de cada estrato geoelectrico.

Los resultados y registros obtenidos deben adjuntarse al informe, el mismo que debe entre otros aspectos, identificar los diferentes estratos geoelectricos y correlacionarlos con la geología local e identificar los niveles freáticos del subsuelo.

El Informe debe entregarse impreso en un original y copia, con un respaldo digital.

El equipo de resistividad eléctrica consistirá de lo siguiente:

- Electrodo: que no son más que unas barras metálicas cuyo número variará en función del requerimiento de investigación.
- Cable: multiconector de gran longitud, con conexiones cada cierto intervalo a fin de poder conectar los electrodos.
- Conectores: suficiente cantidad de conectores que son unos pequeños cables de cobre con pinzas en los extremos, que son los que se encargan de conectar los electrodos al cable.
- Ordenador portátil: es un equipo portátil en el que se descarga la información obtenida y en el que se tiene instalado el software que permite por un lado, determinar las variables de trabajo: tipo de dispositivo electrónico, número de electrodos, espaciado entre ellos, número de medidas a realizar, etc.; y por otro lado, procesar y visualizar los resultados obtenidos.
- Unidad Central (resistivímetro): es el cerebro de todo el dispositivo, se encarga de ejecutar de forma automática toda la secuencia de medidas predeterminada, verificar el buen estado de las conexiones, así como almacenar digitalmente todos los resultados de campo.
- Una batería: utilizada como fuente de alimentación de todo el sistema. Se requiere tener una batería extra.

Las prospecciones geoelectricas con la definición del método a emplearse, se realizarán en los sitios que se indican en los planos u ordene el Fiscalizador, con las dimensiones, cantidad y profundidades de investigación requerida.

1.1.4. FORMA DE PAGO

La prospección geoelectrica (TOMOGRAFÍAS), se medirá por su longitud en metros. No se medirán para efectos de pago las longitudes de los cables sino exclusivamente desde el primer electrodo al último electrodo colocado, mientras que los Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), se pagarán por cada uno de los sondeos efectuados.

La toma de datos, procesamiento e interpretación está incluido en los precios unitarios, que además, incluye todos los costos de mano de obra, materiales, transporte y equipos que se requieran para ejecutar las perforaciones e hincado de los electrodos, de acuerdo con lo establecido en estas especificaciones técnicas.

EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta que no habrá pago específico por los costos de las operaciones detalladas a continuación:

- Toma de nuevos datos por daños en cables u otros elementos.
- Reinterpretación de datos de campo por no haber realizado correcciones por topografía.

1.1.5. CONCEPTOS DE TRABAJO

Movilización de personal y equipos	global
Tomografía eléctrica continua, incluye apertura de trocha e interpretación de datos	metros
Sondeo Eléctrico Vertical (SEV), incluye apertura de trocha e interpretación de datos	Unitario

1.2. SÍSMICA DE REFRACCIÓN

1.2.1. DEFINICIÓN

El **método sísmico** es un tipo de prospección geofísica y constituye una prueba realizada para la determinación de las características del subsuelo en un sector, como parte de las técnicas de reconocimiento geotécnico. En el caso de la Sísmica de Refracción se utiliza la velocidad de transmisión de las ondas sísmicas en los diferentes estratos del subsuelo.

Las ondas sísmicas que atraviesan un terreno pueden ser:

- **Longitudinales de compresión.**
- **Transversales de cizallamiento.**
- **Superficiales.**

La velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el terreno depende de sus características de deformabilidad. En la hipótesis de suponer un comportamiento elástico para el terreno, la velocidad de las ondas longitudinales y transversales es función del módulo elástico y del coeficiente de Poisson (ambos dinámicos), por lo que con ambas expresiones pueden obtenerse dichos parámetros.

Las **ondas longitudinales** (**Ondas P**) son más rápidas que las **transversales** (**Ondas S**), lo que dificulta la detección de estas últimas en campo. Por ello, en general se obtiene el módulo elástico a partir de la velocidad longitudinal, estableciendo hipótesis respecto al valor del coeficiente de Poisson. El módulo dinámico tiene un valor mayor que el estático, ya que se obtiene para incrementos tensionales pequeños como son los producidos por ondas sísmicas. La relación entre el módulo dinámico y el estático se considera normalmente de 4, pero el rango puede estar entre 1 y 20.

1.2.2. GENERALIDADES

El **método sísmico de refracción** se basa, tanto en el hecho de la diferencia de velocidad de la onda sísmica en los distintos terrenos, como en que las ondas al cruzar la frontera entre dos tipos de terreno distinto sufren refracción, (al igual que sucede con las ondas de luz), cambiando su dirección en un ángulo cuyo valor depende de la relación entre las velocidades de onda de cada terreno.

El impulso generador de la onda puede ser un impacto o una pequeña carga explosiva que se coloca, generalmente, en un punto de la superficie. Mediante geófonos (que son detectores de pequeñas vibraciones en el terreno), dispuestos a distintas distancias del punto de impacto, se mide el momento en que llega la primera onda que alcanza a un determinado geófono. De esta forma se obtiene la velocidad de transmisión.

Cuando se produce el impulso, las ondas se emiten en todas direcciones. Una onda en particular recorre un camino por la superficie del terreno en dirección al geófono (onda directa). Otras ondas descienden con diversos ángulos respecto a la horizontal. Al encontrar un estrato inferior, la velocidad sísmica cambia y la onda se refracta en el plano de contacto entre ambos terrenos.

Existe una dirección de onda que al alcanzar el estrato inferior con un determinado ángulo de incidencia, su refracción se dirige por encima del estrato inferior paralelamente a la frontera entre terrenos. Esta onda, con su nueva dirección, continúa emitiendo energía hacia la superficie con un ángulo de refracción simétrico al de incidencia anterior, por lo que los geófonos pueden llegar a detectarla.

Si la velocidad sísmica del terreno inferior tiene un valor mayor que la del terreno superficial, el tiempo necesario para que la onda refractada alcance un punto de la superficie puede llegar a ser menor que el requerido por la onda directa que viaja superficialmente, aún cuando la longitud del camino sea mayor. Los geófonos cercanos al impulso reciben en primer lugar la onda directa, pero a los que se encuentran a una cierta distancia les alcanza antes la onda refractada.

El procesamiento e interpretación de los datos se lo realizará con ayuda de programas desarrollados para estas actividades, los mismos que permitan resolver directamente el problema, ajustar los valores y calcular la velocidad verdadera de las ondas sísmicas y el espesor de cada estrato.

Se debe incluir información de las Dromocronas de cada línea sísmica con su respectiva interpretación. Previamente se ingresan los datos topográficos de cada geófono y punto de disparo

El Informe debe entregarse impreso en un original y copia, con un respaldo digital.

El equipo de prospección sísmica consistirá de lo siguiente:

- Sismógrafo de refracción de mínimo doce canales
- Accesorios de cables de geófonos y de extensión, geófonos horizontales.
- Batería.
- Detonador.
- Explosivos.

1.2.3. PROCEDIMIENTOS GENERALES

De acuerdo a la información geológica, topográfica y geomorfológica del sector, se evaluarán y se diseñarán los sitios y el tipo de mallado a emplearse. Dependiendo de la profundidad de las cimentaciones particulares de cada proyecto o el estrato que se requiere definir, se dispondrán las longitudes de las líneas pudiendo alcanzar excepcionalmente profundidades de hasta 100 metros, en cuyo caso, las líneas sísmicas podrían ser de hasta 500 metros de extensión en los sitios de las obras especiales.

Una vez seleccionado el sitio y mallado, el grupo de topografía realizarán las trochas y el estacado que dependerá de la disposición de los geófonos, manteniendo siempre la alineación, es decir en lo posible se deberán mantener líneas totalmente rectas a través de la topografía del terreno.

En cada uno de los puntos determinados en la malla, se colocara los geófonos en forma equiespaciada; éstos deberán ser clavados en el terreno lo suficiente como para garantizar un buen contacto geófono-suelo. Cada uno de los geófonos instalados se conectará al cable principal y a la unidad central; previa a iniciar las mediciones, se verificará que las conexiones funcionen correctamente.

Para cada línea sísmica se debe considerar 5 disparos: dos en los extremos, uno en el centro y dos tiros largos a una distancia adecuada de los extremos, todo lo cual permitirá elaborar las curvas dromocronas para una óptima interpretación.

1.2.4. FORMA DE PAGO

La prospección sísmica se medirá por la longitud de las líneas y en metros. No se medirán para efectos de pago las longitudes de los cables sino exclusivamente desde el primer geófono hasta el último colocado en cada línea. Tampoco se considerarán las distancias hacia los tiros largos exteriores a la línea.

La toma de datos, procesamiento e interpretación está incluido en los precios unitarios, que además, incluye todos los costos de mano de obra, materiales, transporte y equipos que se requieran para ejecutar la prospección sísmica, de acuerdo con lo establecido en estas especificaciones técnicas.

EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta que no habrá pago específico por los costos de las operaciones detalladas a continuación:

- Toma de nuevos datos por daños en cables u otros elementos.
- Reinterpretación de datos de campo por no haber realizado correcciones por topografía.

1.2.5. CONCEPTOS DE TRABAJO

Movilización de personal y equipos	global
Sísmica de refracción, incluye apertura de trocha, levantamiento topográfico, trabajos de campo e interpretación de datos	metros

2. PERFORACIONES GEOLÓGICAS - GEOTÉCNICAS

2.1. DEFINICIÓN

Se entenderá como el conjunto de operaciones para realizar perforaciones en diferentes posiciones y longitudes, con métodos mecánicos para realizar una prospección subterránea, la misma que estará de acuerdo a las especificaciones y de conformidad con los detalles señalados y las instrucciones de fiscalización.

El trabajo de prospección subterránea mediante perforaciones que cubre esta especificación consiste en el suministro de mano de obra, materiales y equipos para la perforación con taladro de rotación diamantina (Rotary Diamond Drilling), y herramientas para la extracción de núcleos y pruebas geotécnicas.

2.2. GENERALIDADES

Para los trabajos se dispondrá de un equipo de perforación rotatoria diamantina, con avance mecánico hidráulico en buen estado de funcionamiento con todos sus accesorios, con las capacidades y características y en la cantidad necesaria para ejecutar los trabajos que serán indicados en planos u ordenados por el Fiscalizador, dentro de los plazos fijados.

El equipo de perforación será una máquina para operar tanto a rotación como a percusión y con avance mecánico-hidráulico con capacidad para perforar toda la profundidad establecida con diámetro NQ, equipada con una bomba de lodos de 3 pistones, barriles muestreadores diámetro NQ, HQ, herramientas para ensayos de Penetración Standar (SPT), revestimiento NW suficiente y, equipo para ensayos Lugeón y Lefranc; las brocas o coronas para perforación serán de diamante o widia y se deberá tener un stock mínimo para asegurar la operación.

Todas las perforaciones y extracción de muestras deberán ser realizados por personal calificado, con la experiencia suficiente en este tipo de trabajo.

Antes de iniciarse los trabajos, se deberá gestionar con los propietarios o ante organismos pertinentes los permisos de ocupación provisionales de los terrenos necesarios para la ejecución de los trabajos, debiendo el contratista para este efecto, presentar sus requerimientos de las áreas necesarias.

Sin embargo, la CONTRATANTE, no se responsabilizará por algún daño que se cauce a la propiedad de terceros por negligencia durante la ejecución de los trabajos. En el caso de que las áreas previstas resultaren insuficientes o inadecuadas el CONTRATISTA deberá comunicar oportunamente a la fiscalización, la que tomará las medidas pertinentes.

2.3. PROCEDIMIENTOS GENERALES

Los sitios de posible investigación serán definidos por el CONSULTOR en el campo considerando las obras previstas en el proyecto. Además, informará y coordinará con el Departamento de Distribución de la Gerencia de Operaciones la ubicación de los sitios señalados a fin de evitar incidentes con las redes de agua potable y saneamiento. El CONSULTOR debe consultar en las bases de datos públicas y privadas la ubicación de infraestructura soterrada: tuberías de agua potable, obras de saneamiento, colectores, oleoductos, gasoductos, etc; y hacer las verificaciones del caso en el campo, a fin de que las investigaciones geotécnicas no causen daños en la propiedad pública ni privada.

Para acceder a los sitios a perforar, en caso de no contar con un camino carrozable, el equipo se auto arrastrará con el winche que debe disponer el equipo, entre la vía principal y el sitio del sondeo.

En la perforación exploratoria se realizarán ensayos de penetración estándar (SPT) cada metro y hasta que las condiciones de los materiales lo permitan. Si se obtuviese rechazo a profundidades inferiores a 4 metros, el Consultor dispondrá la movilización del equipo de perforación a un sitio cercano e iniciará un nuevo sondeo. Esto con el fin de precautelar la integridad infraestructura soterrada (tuberías de agua potable, obras de saneamiento, colectores, oleoductos, gasoductos, etc). El CONSULTOR es responsable económicamente de cualquier afectación en los servicios descritos.

Las perforaciones a rotación con recuperación continua de testigos serán ejecutadas con una metodología óptima para que se pueda recuperar el mayor porcentaje posible de muestras del material perforado (muestras o testigos de perforación), para lo cual se deberá regular la velocidad de la perforadora, la velocidad de avance, la presión que ejerza sobre la broca y controlando el caudal y presión del fluido de perforación; además, se retirará el núcleo, tan frecuentemente como sea necesario para asegurar el máximo porcentaje de recuperación. Los testigos recuperados serán cuidadosamente manipulados para asegurar que sean convenientemente identificados y colocados en el orden según el cual han sido obtenidos en el sondeo.

En caso de que las paredes de la perforación sean inestables se empleará un fluido de perforación más viscoso que el agua para estabilizar las paredes o tener un mejor retorno del fluido de perforación de sus finos o de sus ripios, el Contratista podrá, previa aprobación y autorización escrita del Contratante, emplear fluidos a base de bentonita y otros materiales especiales, como CMC (Carboximetil Celulosa), barita, polímeros, etc. En cuanto lo permitan las condiciones del terreno, se volverá al empleo de agua, en vista de que el uso de fluidos especiales de perforaciones, alteran el comportamiento del agujero, lo cual puede poner en duda los resultados de pruebas y ensayos especiales.

Si se usa otro tipo de fluido de perforación con autorización de la supervisión, se limpiará el agujero cuidadosamente, lavando con agua por lo menos durante 30 minutos, antes de efectuar pruebas especiales o de tomar muestras de agua, en determinados intervalos de profundidad.

Para mantener estables las paredes del sondeo, se instalará una tubería de revestimiento a lo largo del tramo perforado.

Los diámetros de las perforaciones se los establecerán de acuerdo a la profundidad final del sondeo; en el caso de pozos de hasta 100 m de profundidad se iniciará con diámetro HQ hasta la profundidad que la fiscalización recomiende, y se cambiará de diámetro a NQ, con lo que se llegará hasta la profundidad final.

Para el caso de sondeos más profundos, se realizará un sondeo telescópico (previa autorización de la fiscalización), con diámetros HQ - NQ y BQ

El CONTRATISTA, mantendrá un registro diario y logs de la perforación los cuales deberán estar debidamente firmados por el CONTRATISTA y el ingeniero residente de la perforación, estos registros formarán parte del informe de perforación. En el registro diario se debe indicar al menos los siguientes datos:

- 1 Identificación del sondeo, incluyendo el nombre del proyecto, coordenadas, sitio de obra, fechas de inicio y finalización, nombre del Jefe del Sondeo y del Supervisor del Proyecto.
- 2 Equipo de perforación empleado, métodos e instrumentos especiales utilizados.
- 3 Diámetro de la perforación a diferentes intervalos de profundidad, en caso de que éste varíe.
- 4 Columna estratigráfica con una descripción detallada de cada estrato, indicando todas las variaciones. Las muestras serán clasificadas y descritas por parte del Contratista, de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS.). Las muestras de roca se clasificarán de acuerdo con las clasificaciones petrográficas internacionales.
- 5 Tipo y diámetro del tubo saca testigos empleados.
- 6 Profundidad del Nivel freático si este existiera
- 7 Porcentaje de recuperación RQD
- 8 Presencia de agua subterránea, pérdidas de agua de perforación e inconvenientes que se produjeron durante la perforación

El registro diario se elaborará en duplicado: un ejemplar debe guardarse en el sitio de la perforación, disponible para ser consultado; el otro será entregado al CONTRATANTE. Además se mantendrá un libro de obra, en donde se anotará los pormenores del trabajo, instrucciones y disposiciones de la fiscalización.

En presencia de agua se deberá contar con una sonda eléctrica, para determinar los niveles de agua al centímetro, debiéndose medir el nivel de agua al inicio y al final de cada turno.

EL CONTRATISTA llevará a cabo las perforaciones, teniendo en cuenta los objetivos de cada una y de acuerdo con lo indicado en los planos o con las instrucciones del Fiscalizador.

Será responsabilidad de EL CONTRATISTA ejecutar, proteger y mantener los huecos después de perforados, hasta que termine el tratamiento respectivo, de acuerdo con su función, de tal manera que no se tapen o derrumben. En el caso de que algún sondeo no pueda perforarse de acuerdo con lo estipulado o no pueda usarse para el fin previsto, debido a su mala ejecución, EL CONTRATISTA deberá re-perforarlo o tratarlo y llenarlo adecuadamente como ordene el Fiscalizador.

Si al perforar los sondeos se encuentran zonas de falla o de cizalla rellenas de arcilla o lodo, será necesario retirar estos materiales, mediante la inyección de agua a presión por

las perforaciones vecinas o la colocación de casing con tubería perforada.

Las perforaciones se realizarán en los sitios que señale la fiscalización. Las profundidades y el número de perforaciones están en función de las condiciones del terreno y objeto del estudio y, serán definidas por la fiscalización. A menos que el Fiscalizador indique algo diferente, las perforaciones se realizarán hasta su profundidad programada, en una sola etapa.

No se permitirá el uso de lubricantes o grasas para las brocas o barras de perforación, ni para las tuberías a través de las cuales se perforen los huecos.

Una vez concluidos los trabajos de perforación y previo la autorización del Geólogo o Supervisor se procederá a rellenar los agujeros con una mezcla de suelo - cemento, (10% de cemento con una hidratación del 22%), para obtener una mezcla lo suficientemente fluida para rellenar todo el agujero, controlando el porcentaje de hidratación para evitar la fuga por las fisuras y poros de los materiales atravesados. Finalmente se fundirá una losa cuadrada de hormigón, de 10 cm de espesor y de 60 cm de lado, alrededor del sondeo. Cuando se haya fundido la losa de hormigón y todavía se encuentre fresca, el CONTRATISTA inscribirá en bajo relieve una leyenda de identificación que contendrá los siguientes datos: código del sondeo, proyecto, coordenadas, cota, fechas de inicio y terminación, profundidad y nombre de la empresa contratista. Si no fuese posible sellar el pozo con losa de hormigón debido a que el sondeo se realizó en una zona urbana y de tránsito, el CONTRATISTA colocará una placa metálica a fin de sellar e identificar el pozo.

Si el contratante lo requiere, en los pozos se instalarán piezómetros convencionales de 2 pulgadas con tubería ranurada de PVC.

Al terminar las perforaciones, el Contratista preparará y entregará a Contratante por cada sondeo, el Informe Final en castellano, en original y una copia impresa, y en soporte magnético en formato Auto Cad, Word o Excel, según sea el caso. Este informe contendrá entre otros, los siguientes puntos básicos:

- Memoria descriptiva de cada sondeo (ubicación, profundidad, características técnicas de la perforación, litología, características de recuperación, velocidades de avance, flujos de retorno, permeabilidades, espaciamientos de fracturas, calidad de la roca, meteorización, niveles de agua, etc.).
- Registro de perforación de cada sondeo que contendrá la siguiente información: ubicación, coordenadas, profundidad en metros, fechas de inicio y finalización, nombres del jefe del sondeo y supervisor, profundidades de revestimientos, velocidades de avance, ubicación de muestras y tipo de herramientas empleadas para la toma; número de golpes SPT, simbología y descripción de los estratos, porcentajes de recuperación, grado de meteorización, niveles de agua y/o nivel freático, flujo de retorno, tramo de prueba de permeabilidad con indicación del resultado. El registro de perforación deberá entregarse en versión impresa con respaldo magnético (Formato Auto Cad o Excel).
- Partes diarios de perforación debidamente aprobados por la supervisión.
- Registro fotográfico que deberá ser entregado como Anexo Fotográfico (las fotografías deberán ser de muy buena resolución), impreso con respaldo magnético (formato PDF), y deberá contener lo siguiente:
 - Foto del sondeo con el equipo instalado.
 - Fotos de cada una de las cajas de testigos de perforación.

- Las muestras obtenidas en los Ensayos de Penetración Estándar (SPT) en el momento que se abre el tubo partido saca muestras, debidamente identificadas (número de sondeo, profundidad a la que se obtuvo la muestra, valor del N, cinta métrica que sirva como escala).
- Los equipos, pruebas o cualquier otro aspecto que el Contratista considere necesario destacar.
- Foto de la losa de finalización del sondeo

2.4. ENSAYOS GEOTÉCNICOS IN SITU

Se entenderá como Ensayos Geotécnicos In Situ al conjunto de pruebas tendientes a determinar ciertas características físicas y mecánicas de las diversas capas del subsuelo, que permitan tomar las medidas técnicas adecuadas para implementación de obras de ingeniería.

2.4.1. ENSAYOS DE PERMEABILIDAD

Corresponde al conjunto de pruebas de permeabilidad tendientes a determinar ciertas características mecánicas de las diversas capas del subsuelo, tales como fracturas, discontinuidades y porosidad. Los ensayos dependerán de las características geológicas, pudiendo efectuarse ensayos de permeabilidad a gravedad y/o presión.

2.4.1.1 ENSAYO DE PERMEABILIDAD A PRESIÓN

DEFINICIÓN.-

El ensayo de permeabilidad a presión conocido como ensayo Lugeon, es una prueba de campo en donde se inyecta agua a presión mediante una bomba.

GENERALIDADES

Dentro del equipo de perforación se dispondrá de una bomba y los respectivos accesorios para inyectar agua a presiones definidas, controlar la pérdida de agua y poder calcular el coeficiente de permeabilidad.

PROCEDIMIENTOS GENERALES

Los tramos dispuestos para ensayos por el técnico del Contratante o Supervisor serán perfectamente aislados por medio de obturadores de tipo neumático o mecánico dependiendo de la calidad de la roca.

Si se observa o se juzga que está ocurriendo filtración de agua a la parte superior del obturador luego de iniciada la inyección de agua, la prueba será suspendida y reiniciada desplazando la posición del obturador hacia arriba o hacia abajo.

Para este ensayo se deberá contar con agua de buena calidad, limpia y clara.

La bomba para inyectar agua a presión será de pistones, capaz de suministrar un caudal mínimo de 100 l/min a 10 kg/cm² de presión, debiendo alcanzar una presión máxima de

10 kg/cm².

Para la medida del caudal inyectado se emplearán medidores de reconocida calidad, que permitan determinar el caudal con errores del orden del 1%.

Las presiones de inyección serán medidas con manómetros, calibrados con una precisión de 0,1 kg/cm².

Las presiones a aplicarse en cada caso serán definidas por la fiscalización de acuerdo a las profundidades del ensayo y las características del terreno.

Los ensayos de permeabilidad se reportarán detalladamente en formularios previamente aprobados por la Supervisión que contendrán, entre otros, los siguientes datos:

- Tipo de obturador,
- Longitud y diámetro interno;
- Cotas del tramo investigado;
- Caudales de inyección; Presión en el manómetro;
- Profundidad del nivel freático antes y después del ensayo;
- Diámetro del tramo ensayado;
- Altura del manómetro y de la entrada de agua, y;
- Pérdidas de presión.

Los resultados de campo de los ensayos se presentarán en gráficos de presión y caudal, cuadros con los datos de lecturas, que incluyan los datos correspondientes a cada etapa de ensayos: tiempo, posición de la válvula de circuito para aplicar la presión al tramo ensayado, valores en porcentaje de los gráficos de los registradores de presión y de caudal en el circuito hidráulico del tramo ensayado

EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta que no habrá pago adicional por los costos de las operaciones detalladas a continuación:

- o Repetición del ensayo por no tener una buena obturación.
- o Por daño en las bombas o por falta de suministro de agua.

Los datos, cálculos y resultados de los ensayos están incluidos en los precios unitarios; también incluye todos los costos de mano de obra, materiales, transporte y equipos que se requieran para ejecutar este ensayo.

2.4.1.2. ENSAYO DE PERMEABILIDAD A GRAVEDAD

DEFINICIÓN.-

El ensayo de Permeabilidad a gravedad conocida como ensayo Lefranc, es un tipo de prueba de campo, que se inyecta agua a gravedad y sirven para determinar el coeficiente de permeabilidad en materiales sueltos y/o cohesivos.

GENERALIDADES

El contratista para este ensayo deberá contar con todo el equipo necesario, incluyendo bomba, válvula de agua, recipiente de volumen conocido, cronómetro, sonda eléctrica con sus aditamentos, tubería, amperímetro, medidor de agua, obturador, herramientas diversas, etc., los cuales estarán debidamente calibrados en el sistema métrico decimal.

PROCEDIMIENTOS GENERALES

El técnico del Contratante y el Supervisor determinarán la profundidad a la que se deberá realizar el ensayo.

Para este ensayo se deberá contar con agua de buena calidad, limpia y clara.

Previo al inicio del ensayo Lefranc, es importante que el agujero esté limpio y el tramo libre de revestimiento. Una vez que el gasto de la infiltración provocada se estabilice en la boca del pozo, se empezará a medirlo durante 30 minutos y se medirá el volumen infiltrado cada minuto.

Los ensayos de permeabilidad por gravedad denominados Lefranc se reportarán detalladamente en formularios aprobados por la Fiscalización y contendrán los siguientes datos:

- Profundidad del sondeo
- Profundidad del nivel freático
- Profundidad del nivel de agua en el sondeo, al comienzo de la prueba.
- Niveles estabilizados del agua en la perforación
- Gastos inyectados
- Profundidad del revestimiento.
- Diámetro del sondeo y del revestimiento más profundo.
- Duración de la prueba

EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta que no habrá pago adicional por los costos de las operaciones detalladas a continuación:

- o Repetición del ensayo por no tener una buena obturación.
- o Por daño en las herramientas o por falta de suministro de agua.

Los datos, cálculos y resultados de los ensayos están incluido en los precios unitarios; también incluye todos los costos de mano de obra, materiales, transporte y equipos que se requieran para ejecutar este ensayo.

2.5. FORMA DE PAGO

Las actividades y rubros descritos en el numeral 2 de estas Especificaciones se pagarán de conformidad a las unidades establecidas en el siguiente cuadro de “conceptos de trabajo”.

Movilización de equipos de perforación y personal	global
Traslado de equipos por arrastre hasta sitio de perforación a rotación, incluye construcción de acceso	metros
Instalación de sondeos a rotación, incluye construcción de plataforma	Unitario
Perforación a rotación en suelo, incluyen un ensayo SPT por metro y cajas de testigos; diámetro NQ	metros
Perforación en aluvial, coluvial, conglomerado, diámetro NQ, incluye cajas de testigos	metros
Perforación en roca, diámetro NQ; incluye cajas de testigos	metros

Revestimiento de pozo	metros
Ensayo de permeabilidad Lefranc	Unitario
Ensayos de permeabilidad Lugeon	Unitario
Shelby	Unitario

3. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

3.1. DEFINICIÓN.-

El ensayo de penetración estándar o SPT, es un tipo de prueba de campo que sirve para medir la resistencia del terreno a la penetración, mediante el hincado dinámico de un saca muestras normalizado, sirviendo este para realizar un reconocimiento geotécnico.

3.2. GENERALIDADES

El equipo de perforación deberá contar con todas las herramientas para los Ensayos de Penetración Estándar SPT, de conformidad con la Norma ASTM D 1586-99.

3.3. PROCEDIMIENTOS GENERALES

Las características del equipo de penetración serán las que se especifican en las normas internacionales. En cada sondeo se clavará el tubo partido saca muestras en las capas de suelos que no hayan sido perturbadas por la operación de perforaciones. Cuando exista tubería de revestimiento en la perforación, la muestra se obtendrá desde un nivel situado a 50 cm como máximo o a 10 cm como mínimo, bajo el extremo inferior del revestimiento. Para retener la muestra, el toma muestras partido se equipará con una válvula de gozne, un retenedor u otro dispositivo similar.

Después de que la perforación se haya limpiado completamente y preparado para el muestreo, el toma muestras se conectará al extremo de las varillas de penetración y se lo bajará hasta el fondo de la perforación. Una vez que el extremo inferior del toma muestras llegue a ese nivel se dejará caer la masa sobre el cabezal de hincado hasta que haya penetrado aproximadamente 15 cm en un avance preliminar.

La hincadura o penetración del toma muestras estándar se realizará con una masa de 63,5 kg (140 lb.) que se dirigirá en su descenso mediante un tubo guía. Esta masa se manejará de tal manera que caiga libre y directamente sobre el cabezal de hincado, el cual a su vez va conectado a las varillas de penetración.

Tan pronto como se haya logrado la penetración inicial del toma muestras, en aproximadamente 15 cm, como se indicó anteriormente, éste se hincará mediante golpes producidos por la caída libre de la masa desde una altura de 76,2 cm (30"), medida sobre el nivel superior del cabezal de hincado. El número de golpes que se requiera para hincar el toma muestras a una profundidad adicional de 30,48 cm (12 ") se registrará como el resistencia a la penetración estándar. Este registro se establecerá cada vez que se hincado mencionado toma muestras; la operación de muestreo se considerará insatisfactoria y no será aceptada, cuando se omita la operación estándar de penetración, o cuando se la realice en forma inadecuada.

Después de realizar cada ensayo de penetración estándar, se levantará el toma muestras y se lo abrirá y fotografiará con la debida identificación. La muestra correspondiente a los últimos 30 cm de penetración se guardarán en un recipiente impermeable que se marcará claramente (mediante tinta indeleble) con la identificación completa. Esta rotulación incluye el número de la muestra, el intervalo de las profundidades entre las cuales se ha obtenido la muestra y el porcentaje de recuperación con que esta muestra ha sido obtenida. El resto del suelo retirado del muestreador y que corresponde a los 15 cm de penetración preliminar, se clasificará por parte del Contratista, mediante el procedimiento manual-visual, de acuerdo con el sistema Unificado de clasificación de suelos (SUCS)

Los testigos de perforación y las muestras obtenidas mediante los ensayos de SPT serán cuidadosamente manipulados para asegurar que sean convenientemente identificados, fotografiados y colocados en el mismo orden con el que fueron obtenidos en el sondeo.

Los testigos deben ser convenientemente guardados, conforme a las normas internacionales, en cajas de madera tratada y en estricto apego a las especificaciones técnicas que señale el contratante. Una vez que se llene una caja con los testigos, ésta será inmediatamente rotulada, a fin de que sea fotografiada; las fotografías deberán ser de alta resolución. Estas cajas y muestras serán de propiedad del Proyecto y se le entregará al contratante en obra.

Los ensayos de SPT se realizarán cada metro.

EL CONTRATISTA, realizará un registro de los ensayos realizados a lo largo del pozo en la que se indique al menos los siguientes datos:

- 1 Identificación del sondeo, incluyendo el nombre del proyecto, coordenadas, sitio de obra, fechas de inicio y finalización, nombre del Jefe del Sondeo y del Supervisor del Proyecto.
- 2 Profundidad de realizado el ensayo.
- 3 Diagrama de golpes.
- 4 Descripción litológica del tramo investigado y clasificación de los suelos de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS.).
- 5 Determinación de Niveles freáticos.

Se deberá obtener el registro fotográfico y tomar la muestra de los Ensayos de Penetración Estándar (SPT) en el momento que se abre el tubo partido saca muestras, para análisis de laboratorio. La identificación contendrá al menos: número del sondeo, profundidad a la que se obtuvo la muestra y el valor N, (una cinta métrica puede servir como referencia de escala para las fotos).

3.4. FORMA DE PAGO.-

Los ensayos de SPT, se pagarán por metro efectivamente realizado.

Los datos, procesamiento e interpretación están incluidos en los precios unitarios que además, incluyen todos los costos de mano de obra, materiales, transporte y equipos que se requieran para ejecutar este ensayo.

3.5. CONCEPTOS DE TRABAJO.-

Perforaciones manuales con SPT cada metro, incluye logs, fotografías, toma de muestras alteradas y descripción de muestras	metros
--	--------

4. EXCAVACIONES MANUALES

4.1. DEFINICIÓN

Excavaciones manuales (trincheras y calicatas), son trabajos encaminados a la obtención de información del subsuelo mediante métodos de remoción o excavación del terreno con herramienta manual, con la finalidad de realizar una descripción manual visual de las condiciones geológicas - geotécnicas y la obtención de muestras alteradas e inalteradas para ensayos de laboratorio.

Estas prospecciones se ubicarán a lo largo de la línea de conducción con una frecuencia promedio de 500 metros, en los sitios donde se prevé la ejecución de cortes para conformación de taludes pronunciados y en los portales de entrada y salida de túneles proyectados (las ubicaciones exactas serán definidas in situ por la fiscalización).

En general las calicatas serán excavadas con las siguientes dimensiones: ancho 1,00 m, largo 1,50 m y, profundidad h, en función de la obra que se investiga.

4.2. PROCEDIMIENTOS GENERALES.-

El contratista para este trabajo deberá contar con el personal y herramientas necesarias que garanticen sus resultados. Las calicatas se los realizarán en terrenos relativamente planos y las trincheras en terrenos de pendientes pronunciadas.

4.3. FORMA DE PAGO.-

Se pagará de acuerdo a la tabla de cantidades y costos, por unidad la toma de muestras inalteradas y por metro cúbico de excavación.

4.4. CONCEPTO DEL TRABAJO.-

Toma de muestras inalteradas.	Unitario
Excavación de calicatas y trincheras, incluye la descripción litológica, toma de muestras alteradas y la reconfiguración del terreno original	m3

5. ENSAYOS DE LABORATORIO.

5.1 DEFINICIÓN

Son ensayos que se realizan sobre las muestras de suelos obtenidas en las perforaciones y excavaciones manuales, así como en canteras para ensayos de materiales de construcción, para estudio de vías, conducciones, hormigones, etc.

5.2. GENERALIDADES

Las muestras serán tomadas por el contratista en los tramos o sitios que determine la fiscalización. Los ensayos se los realizará en laboratorios especializados y bajo las normas internacionales (ASTM, AASHTO), y la normativa vigente aprobada por el INEN.

5.3. FORMA DE PAGO.-

Se pagará por ensayo ejecutado de acuerdo a la tabla de cantidades y costos.

5.4. CONCEPTO DEL TRABAJO.-

Ensayos de clasificación SUCS	Unidad
Compactación Proctor estándar	Unidad
Compresión simple en suelos	Unidad
Compresión simple en rocas	Unidad
Ensayo de corte directo	Unidad
Triaxial UU con Probeta saturada	Unidad
Triaxial UU con probeta remodelada	Unidad
Ensayo de infiltración	Unidad
Otros ensayos	Unidad

OL/LP

Mayo / 2019