

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RUBROS - TDRs P.H. LA UNIÓN

Contenido

1.	RED GEODÉSICA	5
1.1	MONUMENTACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL	8
1.2	ENLACE A RED GNSS IGM DEL ECUADOR	9
1.3	NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DE PRECISIÓN	10
2.	TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA	11
2.1	TOPOGRAFÍA 1:1000 LiDAR	11
2.2	TOPOGRAFÍA 1:1 000 CON ESTACIÓN TOTAL	16
2.3	PUNTOS DE CONTROL IGM TIPO B	18
3.	HIDROLOGÍA Y SEDIMENTOS	20
3.1	AFOROS LÍQUIDOS	20
3.2	AFOROS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS	21
3.3	TOMA DE MUESTRAS EN LA DESCARGA DE LA CENTRAL MINAS SAN FRANCISCO, PARA DETERMINAR CONCENTRACIÓN, TAMAÑO DE PARTÍCULA, MINERALOGÍA Y FORMA.	22
4.	ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS, MATERIALES	23
4.1	TOMOGRFÍA ELÉCTRICA	23
4.2	SÍSMICA DE REFRACCIÓN	25
4.3	SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES SEV	27
4.4	TOMOGRFÍA CROSS HOLE	28
4.5	TOMOGRFÍA SÍSMICA ENTRE PERFORACIONES Y/O TERRENO NATURAL	30
4.6	DOWN HOLE	31
4.7	PETITE SISMIQUE	33
4.8	PERFORACIONES Y SPT	34
4.8.1	PERFORACIÓN VERTICAL A ROTACIÓN CON MUESTREO	42
4.8.2	PERFORACIÓN INCLINADA A ROTACIÓN CON MUESTREO	43
4.8.3	ENSAYOS SPT CON MUESTREO Y ENSAYOS DE VELETA	44
4.9	ENSAYOS DILATOMÉTRICOS EN PERFORACIONES	45
4.10	ENSAYO DE PERMEABILIDAD (Lefranc)	46
4.11	ENSAYO DE PERMEABILIDAD (Lugeon)	48
4.12	PIEZÓMETROS	51
4.13	OPTV Y BHTV	52
4.14	ENSAYOS DE PENETRACIÓN DE CONO (CPTu)	53
4.15	ENSAYO DE PLACA DE CARGA	54
4.16	CALICATAS (L= 1,50, A=1,50; P=3.00 M)	55
4.17	ANÁLISIS PETROGRÁFICO (ISRM 1978)	56

4.18 SLAKE DURABILITY (ASTM D4644)	58
4.19 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA EN MUESTREO DE ROCAS (ISRM 1977)	59
4.20 DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO EN MUESTRAS DE ROCAS (ISRM 1977)..	60
4.21 OBTENCIÓN Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS A PARTIR DE FRAGMENTOS IRREGULARES (ASTM D4543).....	61
4.22 MEDICIÓN DE LAS VELOCIDADES V_p Y V_s (SÓNICAS) EN NÚCLEOS DE ROCA (ASTM D2845).....	61
4.23 COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE ROCA CON DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE DEFORMABILIDAD TANGENTE E_t50 (ASTM D3148)	62
4.24 COMPRESIÓN TRIAXIAL EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE ROCA EN CONTROL DE CARGA (ASTM D2664).....	63
4.25 ENSAYO DE RESISTENCIA AL CORTE (ISRM 1979)	64
4.26 CORTE DIRECTO EN MUESTRAS DE ROCA (DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE EN DISCONTINUIDADES DE LA ROCA) (ASTM D5607).....	64
4.27 INDICE DE ABRASIVIDAD CERCHAR (ASTM D7625-10)	65
4.28 DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN INDIRECTA EN NÚCLEOS DE ROCA (BRASILEÑA) (ASTM D3967).....	66
4.29 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CARGA PUNTUAL (ISRM).....	67
4.30 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ALTERACIÓN Y ABSORCIÓN EN ROCAS (ISRM Y NMX- C-164-ONNCCE-2002).....	68
4.31 DETERMINACIÓN DEL INTEMPERISMO ACELERADO (ASTM C88).....	68
4.32 CLASIFICACIÓN VISUAL Y AL TACTO (ASTM D2488)	69
4.33 CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	70
4.34 CONTENIDO NATURAL DE AGUA (ASTM D2216).....	71
4.35 PORCENTAJE DE FINOS (ASTM D1140).....	71
4.36 GRANULOMETRÍA POR MALLAS (ASTM D422).....	72
4.37 GRANULOMETRÍA HIDRÓMETRO (ASTM D422)	73
4.38 LÍMITES LÍQUIDO Y PLÁSTICO (ASTM D4318).....	74
4.39 DENSIDAD DE SÓLIDOS (ASTM D854)	75
4.40 COMPACTACIÓN PROCTOR ESTÁNDAR (ASTM D698)	75
4.41 ENSAYO EDOMÉTRICO CON INCREMENTOS LINEALES DE CARGA (ASTM D2435).....	76
4.42 COMPRESIÓN SIMPLE (ASTM D2166)	77
4.43 COMPRESIÓN TRIAXIAL UU (ASTM D2850)	77
4.44 COMPRESIÓN TRIAXIAL CU EN PROBETA REPRODUCIDA (LMS-L24-R2)	78
4.45 CORTE DIRECTO CONSOLIDADO Y DRENADO (ASTM D3080)	79
4.46 PIN HOLE (ASTM D4647)	80
4.47 DOBLE HIDRÓMETRO (ASTM D4221)	81
4.48 MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA MEDIANTE PERMEÁMETRO DE PARED FLEXIBLE	81

4.49 CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL EN PROBETA REPRODUCIDA (ASTM D2435)	82
4.50 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN ARENAS, PARA ENSAYOS DE HORMIGÓN. (COLORIMETRÍA). (ASTM C87)	83
4.51 DETERMINACIÓN DEL INTEMPERISMO DE ARENA Y/O GRAVAS PARA ENSAYOS DE HORMIGÓN (ASTM C88)	84
4.52 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR LAVADO EN AGUA DE ARENA Y/O GRAVA PARA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN (ASTM C117)	84
4.53 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE GRAVA PARA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN (ASTM C127).....	85
4.54 DETERMINACIÓN DE LA ABRASIÓN DE AGREGADO GRUESO HASTA DE 1 ½" PARA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN (ASTM C131)	86
4.55 DETERMINACIÓN PARA LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE ARENA PARA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN (ASTM C128).....	87
4.56 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE GRAVA Y ARENA PARA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN	87
4.57 DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO DE GRAVA O ARENA PARA LA FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN (ASTM C29)	88
4.58 DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO Y COMPACTO DE GRAVA O ARENA PARA LA FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN (ASTM C29).....	89
4.59 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN ARENA O GRAVAS PARA LA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN.....	89
4.60 ESTUDIO PETROGRÁFICO PARA AGREGADO FINO PARA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN; INCLUYE SEPARACIÓN GRANULOMÉTRICA POR MALLAS N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 Y 200, ANÁLISIS ESTEREOSCÓPICO DE LOS RETENIDOS Y ELABORACIÓN DE 5 LÁMINAS ESPECIALES CON RESINA PARA SU ESTUDIO	90
4.61 ESTUDIO PETROGRÁFICO; INCLUYE DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA CON MICROSCOPIO ESTEREOSCÓPICO Y DE POLARIZACIÓN, PORCENTAJE DE MINERALES, GRADO DE FRACTURAMIENTO, ALTERACIÓN, ORIGEN Y CLASIFICACIÓN; PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.....	91
4.62 DETERMINACIÓN DE LA REACTIVIDAD ÁLCALI – AGREGADO, MÉTODO DE BARRAS .	92
4.63 DETERMINACIÓN DE CLORUROS SOLUBLES EN AGUA A MUESTRAS DE AGREGADOS (ASTM D512).....	92
4.64 DETERMINACIÓN DE IONES SOLUBLES: SO ₄ EN MUESTRAS DE AGREGADO. SECADO, TRITURACIÓN, MACERACIÓN Y FILTRACIÓN	93
4.65 ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA, DETERMINACIÓN DE CaO, MgO, Na ₂ O, K ₂ O, CO ₃ , HCO ₃ , Cl, SO ₄ , DQO, SÓLIDOS DISUELTOS Y pH.	94
4.66 TOMA DE MUESTRAS CÚBICAS, ARISTA MÍNIMA 25 CM.	94
4.67 TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS SHELBY'S.	96
4.68 CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	97
4.69 ENSAYO TRIAXIAL TIPO UU (ASTM D2850)	98
4.70 ENSAYO CORTE DIRECTO (ASTM D3080).....	99
4.71 ENSAYOS EXPANSIÓN LIBRE Y CONTROLADA.....	100

4.72 PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557)	101
4.73 COMPRESIÓN SIMPLE (ASTM D2166)	102
4.74 MUESTREO DE AGUA EN SONDEO, INCLUYE ANÁLISIS DE PH, CLORUROS Y SULFATOS.	103
4.75 DENSIDAD DE SÓLIDOS (ASTM D854)	104
4.76 ENSAYO TRIAXIAL CU (ASTM)	105
4.77 ENSAYO TRIAXIAL CD (ASTM)	106
4.78 ENSAYO DE CBR.....	107
4.79 ENSAYOS DE DURABILIDAD (HINCHAMIENTO, ABRASIÓN Y DESINTEGRACIÓN)	109
4.80 ENSAYOS QUÍMICOS (CONTENIDO DE SULFATOS, CLORUROS, pH Y MATERIA ORGÁNICA)	110
4.81 ENSAYOS DE CONSOLIDACION (ASTM D2435)	111
4.82 OTROS ENSAYOS	112
5. SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN ATMOSFÉRICA	115
5.1 MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO.....	115

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RUBROS – TDRs P.H. LA UNIÓN

Para todos los rubros la información requerida deberá ser entregada en un ejemplar en físico a color y un ejemplar digital, suscrito electrónicamente.

El Contratista, según la interpretación de los resultados de los ensayos realizados, deberá elaborar para cada rubro que corresponda, los informes técnicos respecto a implicaciones geológicas y geotécnicas que tengan incidencia en los diseños geotécnicos y estructurales de las cimentaciones, terraplenes, estabilidad de taludes; mismos que deberán estar integrados en los capítulos de geología, geotécnica y otros que correspondan de los Términos de Referencia.

1. RED GEODÉSICA

Especificaciones Generales:

Para la implementación de la Red Geodésica Local que incluye los rubros *Monumentación de puntos de control* y *Enlace a red GNSS IGM del Ecuador*, se considerará lo siguiente:

Con la finalidad de realizar el levantamiento de la zona de estudio para el P.H. La Unión, obtener la topografía a escala 1:1000 y disponer además de un marco de referencia para actividades futuras del proyecto, se implementará una Red Geodésica Local.

Se requiere establecer una Red Geodésica Local que constituya un único marco de referencia para la recolección de información de campo para obtener resultados de alta precisión, especialmente en actividades vinculadas al diseño, construcción y fiscalización del proyecto, así como enfocadas en la fase de operación de la central, considerando futuras actividades de monitoreo.

Disponer de esta red geodésica permitirá reducir al mínimo deformaciones en la representación del terreno (anamorfosis), permitiendo que la información vinculada se mantenga dentro del alcance de aplicación de las hipótesis topográficas. Además, facilitará la combinación del uso de equipos de medición geodésica y topográfica, y garantizará que la información obtenida sea adecuada y coherente.

• **Calibración de equipos**

Previo al inicio de trabajos en campo, el Contratista deberá presentar los certificados de calibración de los equipos de doble frecuencia GNSS y estaciones totales. Se validarán certificados emitidos hasta 1 mes antes del inicio de los trabajos, mismos que serán preferentemente emitidos por las empresas que poseen representación de equipos topográficos en el país o empresas calificadas para realizar este tipo de trabajos.

- Estación Total con precisión de 2"
- Los equipos GNSS, con capacidad de recepción de constelaciones GPS, GLONASS, Galileo:

Precisión (RTK):	Horizontal: 8mm + 1ppm
	Vertical: 15mm + 1ppm
Precisión Estática	
Post-proceso:	Horizontal: 3mm + 0,5ppm
	Vertical: 5mm + 0,5ppm

- **Control Horizontal**

El establecimiento de los diferentes hitos de la red, medidos en un sistema de coordenadas planas, constituye la componente horizontal del control topográfico. Es decir, implica desarrollar tareas de triangulación, trilateración, determinar intersecciones y resecciones, según corresponda, utilizando también técnicas y sistemas de medición satelital.

- **Sistema de coordenadas locales**

Generalmente el cilindro Transverso de Mercator (TM) se proyecta a una altura media del proyecto, de manera que la diferencia entre las distancias horizontales del terreno y sus correspondientes proyectadas se mantengan dentro de la tolerancia. De esta forma, los planos representan fielmente la realidad métrica del proyecto, es decir, el plano TM actúa como un Plano Topográfico Local LTM.

Considerando la diferencia de nivel en el área de estudio, se deberá diseñar la red de control de tal manera que la distorsión planimétrica sea la mínima posible, en concordancia con la escala solicitada.

- Proyección cartográfica: Universal Transversal de Mercator (UTM)
- Huso UTM: 17 Sur
- Elipsoide de referencia: GRS 80 (WGS84)
 - o $a = 6\,378\,137,00$ m (semieje mayor)
 - o $f = 1 / 298,257222101$ (achatamiento)
- Modelo geoidal: EGM2008, o el modelo oficial vigente que determine el IGM al inicio de los trabajos.
-

Para determinar el factor de escala se toma la altura elipsoidal (H_0) media para el proyecto:

Factor de escala $K_0 = (1 + H_0 / a)$,

El origen para la proyección LTM es:

- Meridiano central = l_0 , Oeste
- Paralelo central = φ_0 , Sur o Norte
- Falso este E_0 = Calculado para (φ_0, l_0, H_0) en el Sistema UTM. Eje medio del proyecto.
- Falso norte N_0 = Calculado para (φ_0, l_0, H_0) en el Sistema UTM. Eje medio del proyecto.

Con este sistema de coordenadas LTM cuyo origen es ahora el centro del Proyecto, se reducirá al mínimo las deformaciones cartográficas (anamorfismo), así como la convergencia de meridianos que afecta la dirección de partida en cada punto terrestre.

Configurando la proyección LTM en los equipos GNSS en modo RTK, se obtienen mediciones de orden topográfico, por lo que se minimizará la necesidad de aplicar correcciones geodésicas adicionales a las observaciones topográficas medidas con estación total, para lo cual se empleará la estación total de 2" mediante las mediciones entre hitos de control.

El sistema de referencia vertical del proyecto estará expresado en metros sobre el nivel medio del mar (m s. n. m.) y será determinado mediante alturas ortométricas derivadas a partir de

observaciones GNSS geodésicas y del modelo geoidal EGM2008, o del modelo geoidal oficial vigente que establezca el IGM al inicio de los trabajos. Este criterio vertical será el de referencia para la Red Geodésica Local del proyecto y para los levantamientos topográficos posteriores. Su determinación, ajuste y control deberán ejecutarse conforme a la normativa técnica vigente emitida por el IGM aplicable al Sistema de Referencia Nacional.

- **Planeamiento**

En la fase de planeamiento se considerarán los siguientes aspectos:

- Compilación de la información existente en el IGM en cuanto a: puntos de control de la Red Geodésica Nacional de primer orden cercanos al área del proyecto (monografías de control horizontal y vertical), cartografía, fotografía aérea, etc.
- Recopilación de información disponible en la empresa contratante.
- Determinación de la extensión y desnivel máximo que cubre el área de proyecto, con el objetivo de establecer una proyección local adecuada que permita la combinación de mediciones GNSS con mediciones topográficas, en caso de ser factible.
- Elaboración del esquema de hitos de control en los diferentes sitios, el cual deberá ser presentado a la entidad Contratante para su revisión y aprobación, a fin de facilitar la liberación de los sitios donde se prevé la construcción de los hitos contratados.
- Facilitar a la entidad Contratante los tiempos y requerimientos necesarios para el desarrollo de otras actividades, tales como realización de nivelaciones de ser el caso, realización de vuelos fotogramétricos u otras labores que requieran procesos de socialización con las comunidades involucradas u otros actores relevantes, garantizando así el normal desarrollo de las actividades a cargo del Contratista. No obstante, el apoyo que brinde la empresa contratante en los procesos de socialización, el Contratista deberá desplegar todos los esfuerzos necesarios para cumplir cabalmente todas sus obligaciones.

- **Entregables de la Red Geodesica.**

La memoria técnica contendrá al menos:

- Establecimiento de la Red Geodésica:
 1. Descripción del sistema de coordenadas locales.
 - Datum Horizontal.
 - Datum Vertical del proyecto.
 - Factor de escala (K)
 - Origen de la proyección.
 2. Planteamiento.
 3. Metodología empleada para realización de los trabajos de la Red Geodésica, incluyendo la determinación de la componente vertical mediante observaciones GNSS geodésicas y el modelo geoidal adoptado para el proyecto.
 4. Descripción de los trabajos ejecutados.
 5. Presentación de cálculos realizados para la determinación de la Red Geodésica.

6. Incluirá el listado de coordenadas, líneas base, cálculos de ajuste, listados de coordenadas, y alturas ortométricas derivadas conforme al modelo geoidal adoptado para el proyecto.
7. Elaboración de monografías de los hitos de la red, conteniendo al menos:
 - Identificación
 - Coordenadas geográficas y altura elipsoidal
 - Coordenadas UTM, convergencia y factor de escala.
 - Coordenadas locales TM, altura ortométrica derivada, referida al modelo geoidal adoptado por el proyecto, convergencia y factor de escala.
 - Croquis de ubicación.
 - Fotografía del hito de control.
 - Notas
7. Características técnicas de equipos y software empleado
8. Otra información relacionada con el proceso de Red Geodésica que se considere relevante por parte del Contratista.

1.1 MONUMENTACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL

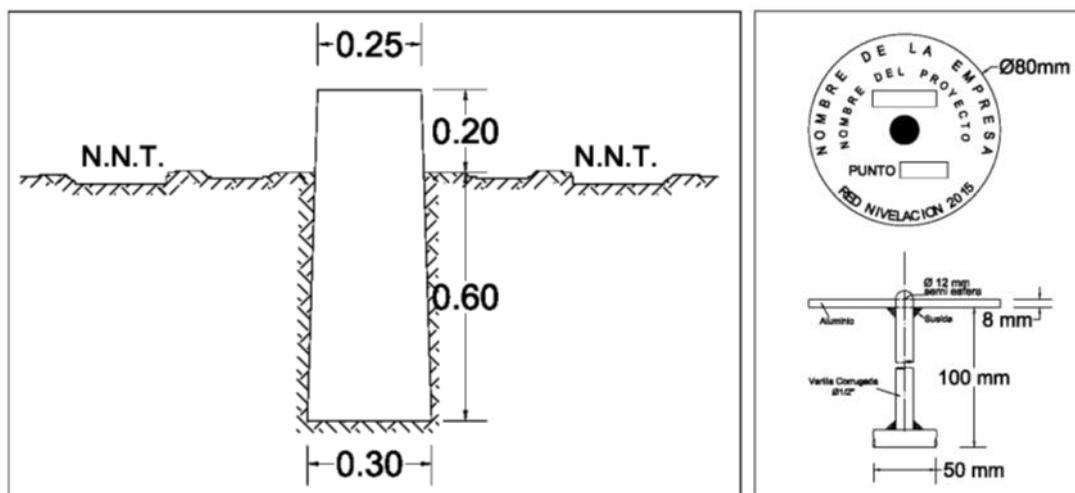
Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Con la finalidad de realizar el levantamiento de la zona de estudio para el P.H. La Unión, obtener la topografía a escala 1:1000 y servir de referencia para actividades en el futuro, se ha previsto implementar referencialmente 8 hitos de referencia (hitos tipo "B"), conforme a las especificaciones del Instituto Geográfico Militar (IGM), los cuales estarán distribuidos estratégicamente en el área del proyecto.

Para la implementación, se deberán considerar zonas elevadas, estables y libres de obstrucciones, alejadas de indicios de deslizamientos y fallas geológicas, procurando garantizar una adecuada visibilidad satelital y evitando superficies reflectantes, líneas de alta tensión, entre otras consideraciones que determine el IGM. Además, se deberá garantizar la cobertura espacial del proyecto, de manera que funcione como puntos de control geodésico, considerando la geometría de la red y su referencia para los trabajos topográficos y fotogramétricos posteriores. Su distribución deberá ser presentada por el Contratista y autorizada por el Administrador del Contrato.

Una vez definido el sitio para la implementación de la Red Geodésica, se procederá a la construcción de los hitos de acuerdo con los requerimientos y necesidades del proyecto. Para la materialización de este punto se construirá un hito según lo especificado a continuación, con su respectiva placa de identificación, tal como se muestra en la siguiente figura.



Nota: El hormigón tendrá una resistencia de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$. Las inscripciones en la placa serán en bajo relieve, de forma que no interfieran con el ajuste de la base nivelante. En el centro del mojón deberá ir empotrada una placa de material inoxidable en el que se inscribirá: el nombre de la empresa de la institución que contrató la posición del punto, se prohíbe destruir, nombre del proyecto, nombre o número del punto y orden del punto.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para el rubro Monumentación de Puntos de Control (IGM tipo B) será por unidad.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de los trabajos; transporte y movilización de los materiales hasta el proyecto y a los sitios de trabajos; viáticos de personal; actividades de desbroce; permisos (ante organismos que correspondan y en los predios donde se ejecutarán los trabajos); y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base al cumplimiento de lo establecido en *Especificaciones Generales* establecidas previamente, así como por los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato para este rubro.

1.2 ENLACE A RED GNSS IGM DEL ECUADOR

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

El enlace a red GNSS IGM Ecuador comprende la ejecución de todos los trabajos necesarios para el enlace geodésico del área del proyecto al sistema oficial de referencia geodésico del Ecuador, a través de la Red Geodésica Activa del Instituto Geográfico Militar (IGM), basada en tecnología GNSS (Global Navigation Satellite System). Esta actividad tiene como objetivo garantizar que

todos los datos geospaciales generados durante la realización del levantamiento de información del proyecto.

Procedimiento:

1. Observaciones GNSS en modo estático.
 - Planificar los tiempos de observación, visibilidad y número de satélites.
 - Tiempo de recepción = $30+2xL$ (minutos), para longitudes (L) de líneas base en kilómetros.
 - Intervalo de recepción: Referencia 5 segundos.
 - Factores PDOP ≤ 3 .
 - Enmascaramiento $\geq 15^\circ$
 - Numero de satélites ≥ 8
 - Enlace a la Red Geodésica del IGM: A dos puntos de control horizontal o REGME, según corresponda.

2. Procesamiento, cálculos de ajuste y enlace a la Red Geodésica del IGM.
 - Procesamiento de líneas base, fijación de ambigüedades.
 - Cálculos de ajuste horizontal y enlace al IGM.
 - Precisión relativa de las líneas base 1: 100 000
 - Cálculos de alturas ortométricas usando el Geoide EGM2008.
 - Transformación de coordenadas a los sistemas GEOGRAFICOS, UTM y LTM.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para el Enlace a Red GNSS IGM Ecuador será por unidad.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales y software requeridos; actividades de apoyo topográfico; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de los trabajos; transporte y movilización de los materiales hasta el proyecto y a los sitios de trabajos; viáticos de personal; actividades de desbroce; permisos (ante organismos que correspondan y en los predios donde se ejecutarán los trabajos); obtención, procesamiento e interpretación de datos, elaboración de monografías, informes y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base al cumplimiento de lo establecido en *Especificaciones Generales* establecidas previamente, así como por los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato para este rubro.

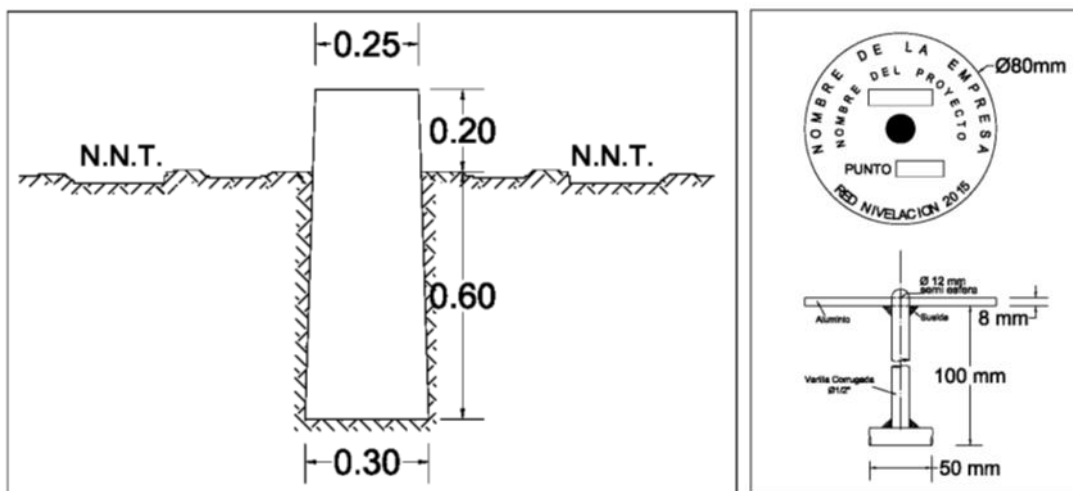
1.3 NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DE PRECISIÓN

Unidad: kilómetro

Descripción:

La nivelación geométrica de precisión de primer orden establecerá las secciones y/o circuitos de nivelación y colocará los hitos físicos cada 5 kilómetros mediante mojones IGM Tipo B con:

- Altura desde la superficie = 0,20 m
- Base Inferior = 0,30 m
- Base Superior = 0,25 m
- Profundidad = 0,60 m



Nota: Esquema del mojón IGM Tipo B con placa de nivelación. El hormigón tendrá una resistencia de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$. Puede ser empleado en actividades de monitoreo.

Además, se considerarán visuales máximas de 100m con la tolerancia para un circuito de nivelación $\leq (4\sqrt{K})$ expresado en (mm), donde K es la distancia en kilómetros. Esta nivelación se realizará para establecer el nivel geométrico de los hitos de la Red Local; e igualmente se deberá referenciar su posición con la LTM.

Excepcionalmente, y por autorización del Administrador, en la nivelación que se realice a lo largo de vías de primer orden, se podrá prescindir de la realización de los mojones de hormigón y se deberá colocar la correspondiente placa en estructuras que presenten la suficiente estabilidad, con la ayuda de epóxicos y otros materiales que garanticen su permanencia.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para la Nivelación Geométrica de Precisión es el kilómetro. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

2. TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA

2.1 TOPOGRAFÍA 1:1000 LiDAR

Unidad: kilómetros cuadrados (km^2).

Descripción:

Los trabajos topográficos deberán ser realizados mediante la tecnología LiDAR, previo a lo autorizado por el Administrador de Contrato. Los datos serán presentados en forma digital compatibles con un CAD (en AUTOCAD, Microstation) y SIG (ArcGIS Pro y QGIS), sin ajuste adicionales para su utilización.

Toda la información topográfica y los datos obtenidos mediante el levantamiento LiDAR deberán procesarse con base a los puntos geodésico de referencia establecido para el proyecto, el cual servirá para el cálculo de las coordenadas X, Y y Z (elipsoidal y geoide EGM08)

Objetivos

Disponer de información digital a detalle (escala 1:1000) de levantamientos topográficos de todos los sectores previamente definidos como parte del estudio, en el área que sea necesaria para la implantación de los sitios de obra y de las fajas de obras longitudinales. Esta información deberá estar estructurada y editada de tal manera que pueda ser utilizada en un sistema de información geográfica, CAD o un sistema automatizado en general.

Especificaciones Técnicas

- Para el empleo de la metodología LiDAR el sensor deberá tener como mínimo 4 retornos, en cumplimiento con las especificaciones técnicas emitidas por el IGM.
- Cámara RGB con resolución de 40 megapíxeles.
- Mediciones mínimo 200.000/seg.

Metodología

- LiDAR y Ortofoto

Para el control geodésico del levantamiento LiDAR, deberá basarse en la Red Geodesica para mantener coherencia entre bloques levantados. La misma que servirá como referencia geodésica para la instalación de los receptores GNSS utilizados en el procesamiento de la trayectoria GNSS/INS durante la ejecución de los vuelos y para el control del levantamiento topográfico.

En relación con el levantamiento topográfico a ejecutarse con tecnología LiDAR, se empleará como estación base GNSS el hito más cercano al área donde se ejecutará cada vuelo, garantizando condiciones adecuadas para el posicionamiento. La precisión en el post-proceso de la trayectoria será menor a 10 cm (RMSE \leq 10 cm). El Contratista deberá considerar la velocidad de viento de la zona de estudio, de un promedio anual 10.6 m/s para la realización de levantamiento, de manera que se garantice la estabilidad de la aeronave no tripulada (Dron) al momento del levantamiento y por ende la calidad de los datos levantados.

El área de vuelo deberá considerar excedentes laterales y longitudinales suficientes para asegurar la calidad del producto dentro del área efectiva autorizada con el objeto de mitigar efectos de borde durante las fases de procesamiento.

Previo a la ejecución del levantamiento, el Contratista deberá presentar a CELEC EP el Plan de Vuelo, el cual deberá contener la planificación técnica y operativa de la misión. Como parte de

este plan, se deberá incluir su representación en formato vectorial (.shp) y un mapa en PDF, en los que se describan de forma precisa la geometría de las pasadas, los parámetros operativos y las especificaciones técnicas del vuelo. El Plan de Vuelo deberá considerar, como mínimo: el área a levantar, la morfología del terreno, las restricciones del espacio aéreo cuando apliquen, la normativa vigente, el sensor LiDAR seleccionado, el tipo de aeronave a emplear, la trayectoria, la velocidad, la altura de vuelo, el ángulo y la frecuencia de escaneo, la densidad de puntos esperada, el ancho de franja y la superposición entre pasadas, entre otros, de manera que se garantice la densidad mínima requerida y la calidad de los productos a obtener.

Se deberá garantizar una captura efectiva de al menos 30 puntos/m², deberá definir adecuadamente la velocidad, altura de vuelo y demás parámetros operativos del sistema. Luego del procesamiento efectuado a la nube de puntos LIDAR, el modelo digital del terreno será elaborado con base a una malla 3D con una triangulación regular (TRN) con espaciamiento de 1 metro, a partir del cual se generarán las curvas de nivel para representación de topografía a escala 1:1000. Las curvas de nivel se entregarán en formato .dwg, .dxf y shapefile con sus componentes; y se verificará la calidad con referencia a las discrepancias topológicas. Se entregará un modelo digital de terreno (MDT), modelo digital de superficie (MDS), un modelo digital de superficie normalizado (nDSM), un mapa de sombras (hillshade), un mapa de pendientes (slope) y un mapa de aspectos (aspect).

Se deberá ejecutar el control y calibración del sistema LiDAR, incluyendo el procesamiento de la trayectoria GNSS/IMU, calibración boresight, ajuste entre franjas y verificación de consistencia interna, debiendo entregarse los reportes, residuos y estadísticas correspondientes

Con base en los Puntos de Control Geodésico establecidos dentro del área del proyecto, se empleará la metodología de levantamiento GNSS en modo RTK para la obtención de puntos de verificación independientes en sitios de interés, los cuales servirán para la verificación y control de calidad del levantamiento LiDAR y Ortofoto realizado.

En relación con la realización de ortofoto, la misma deberá ser ejecutada de manera tal que se obtenga una resolución de 10 cm/pixel en el producto a entregar. La referencia de su posicionamiento estará vinculada a la Red Geodésica Local y a los puntos de apoyo fotogramétrico establecidos para la orientación de imágenes, los cuales deberán ser debidamente levantados, señalizados, documentados y distribuidos en el área del proyecto.

En su ejecución se debe verificar que la iluminación sea la adecuada, de manera que la presencia de sombras en las imágenes sea la menor posible. Como horario, se recomienda que la altura del Sol sobre el horizonte sea mayor a los 40 grados sexagesimales.

Condiciones meteorológicas. - En general, el vuelo no podrá realizarse cuando exista niebla, nieve, humo, polvo, zonas inundadas o factores medio ambientales que dificulten o degraden la precisión del sensor, se deberá considerar las condiciones climáticas de la zona para el levantamiento LiDAR

Altura de vuelo.- La altura de vuelo se fijará en función de los siguientes parámetros:

Velocidad de la aeronave no tripulada (Dron) en función de la velocidad del obturador de la cámara y traslape requerido entre tomas aéreas.

Cumplimiento de altura de vuelo para drones en correspondencia con el reglamento expedido por la DGAC Dirección General de Aviación Civil vigente.

El vuelo se planificará a una velocidad adecuada para garantizar un traslape mínimo de imágenes del 80% longitudinal y 60-70% transversal que refiere a un mínimo distanciamiento entre líneas de vuelo.

Las imágenes obtenidas deberán ser ejecutadas con equipos (Drones) que tengan disponibles y operando su capacidad RTK para asegurar su correcta georreferenciación al momento de efectuar los trabajos (equipo GNSS de tierra debe estar operando)

Informes y resultados

Al finalizar los trabajos de levantamiento topográfico, el Contratista deberá entregar a CELEC EP los informes correspondientes, los cuales deberán contener al menos la siguiente información:

Para topografía con LiDAR y Ortofoto:

- Planificación del vuelo.
- Gráficos y datos del vuelo realizado (el track real, curvas de altitud/velocidad, entre otros.)
- Ficheros GPS-IMU del vuelo originales y procesados
- Ficheros de la trayectoria del sistema LiDAR
- Documentación del ajuste de fluctuaciones que incluyan al menos puntos de apoyo, que especifique las estaciones de enlace GNSS, proceso ejecutado, equipos utilizados y resultados alcanzados, elenco de coordenadas de los puntos de apoyo fotogramétrico en formato digital y en .shp, monografías de puntos de apoyo fotogramétrico con fotografías y croquis, reportes de procesamiento (ajuste de puntos), entre otros.
- Reporte de calibración y ajuste del sistema LiDAR, incluyendo el procesamiento de la trayectoria GNSS/IMU, calibración boresight, ajuste entre franjas, verificación de consistencia interna, residuos y estadísticas correspondientes.
- Ficheros ajustados LAS del vuelo sin clasificar
- Ficheros ajustados LAS del vuelo con clasificación que incluya al menos el esquema de clases empleadas en formato *.pct junto con el archivo vector .shp de ubicación de celdas para abrir la nube de puntos, entre otros.
- Índice general de bloques, celdas o teselas de los productos entregados, en formato vectorial (.shp) y en PDF, que identifique la ubicación, cobertura, nombre de archivo y tipo de producto correspondiente a la nube de puntos LiDAR, MDT, MDS, nDSM, ortofoto y demás productos raster y vectoriales generados.
- Mapa de las zonas sin representación LiDAR
- En caso de requerirse apoyo geodésico adicional al provisto por la Red Geodésica del proyecto, archivo vectorial y memoria de las estaciones base temporales y/o estaciones de enlace GNSS utilizadas para el procesamiento de la trayectoria GNSS/IMU del vuelo LiDAR.
- Características técnicas de equipos y Software empleado.
- La versión digital íntegra del proyecto, con todas sus características tridimensionales. Esto implica incluir la nube de puntos georreferenciada y las ediciones realizadas (puntos depurados, breaklines y límites, entre otros) que permitan generar de forma

inmediata los modelos de superficie TIN y TRN dentro de cualquier software CAD o SIG compatible.

- Entrega de modelos de elevación (MDT, MDS, nDSM, mapa de sombras, mapa de pendientes y un mapa de aspectos) de las áreas levantadas y ortofoto en formatos *.tif y *.ecw.
- Reporte de control de calidad y exactitud del levantamiento LiDAR y ortofoto.
- Reporte de densidad, cobertura y vacíos de la nube de puntos.
- Metadatos e inventario general de archivos entregados.
- Informe de orientación y calidad del bloque fotogramétrico y ortofoto final.

Planos e información digital

- Modelos Digitales de Terreno que incluyan los diferentes tipos de levantamiento. Los planos en versión digital se entregarán con todas sus características 3D incluyendo nubes de puntos, ediciones para generar el TIN y TRN; y demás datos en archivos *.landxml y *.dwg para Autocad Civil 3D versión 2020 o superior, con archivos debidamente referenciados. Su contenido estará georeferenciado a la Red Geodésica (TM LOCAL).

Descripción de los productos esperados

Una vez procesados, ajustados y verificados los datos LiDAR y GNSS, el Contratista deberá entregar los productos digitales y cartográficos establecidos contractualmente, de conformidad con las especificaciones técnicas del proyecto. Dichos entregables se adjuntan de manera digital en el informe, memoria técnica de levantamiento LiDAR, planos con curvas de nivel cada metro, también de forma digital los archivos tales como: Modelos Digitales de Elevación (MDT, MDS, nDSM, mapa de sombras, mapa de pendientes y un mapa de aspectos), Nube de puntos capturada y procesada, Ortofoto con tamaño de pixel 0.10 m.

A continuación, se describirá los siguientes productos esperados:

- Curvas de nivel.

Contiene un único archivo en formatos .dwg, .dxf y .shp por cada polígono límite de levantamiento. El curvado corresponde a las curvas de nivel resultantes de la triangulación del modelo digital del terreno (MDT) y es una forma de representar la altimetría del proyecto. Se entregarán curvas de nivel generadas a partir del MDT, con equidistancia de 1 m.

- Modelo Digital de Superficie (MDS)

Debe contener el modelo digital de superficie en formato ráster y, adicionalmente, la nube de puntos LAS clasificada, recortados según polígonos límite o bloque del proyecto según corresponda. Incluye todos los elementos existentes en el área de estudio, como árboles, construcciones, vías, etc.

- Modelo Digital del Terreno (MDT)

Debe contener el modelo digital del terreno en formato ráster y, adicionalmente, la nube de puntos LAS recortados según los polígonos límite o bloque del proyecto según corresponda, clasificada como terreno corresponde a una nube de puntos o una superficie triangulada luego

de haber filtrado el MDS, dejando solo los puntos pertenecientes al suelo. Constituye el producto altimétrico base del proyecto, con el cual los especialistas podrán generar curvas de nivel, perfiles, secciones transversales, etc., desde cualquier programa orientado al diseño.

- Modelo digital de superficie normalizado (nDSM)

Corresponde al modelo digital de superficie normalizado obtenido de la diferencia entre el MDS y el MDT, y permite representar la altura relativa de los elementos ubicados sobre el terreno, recortados según los polígonos límite o bloque del proyecto según corresponda.

- Mapa de sombras, mapa de pendientes y un mapa de aspectos

Como productos derivados del MDT se entregarán el mapa de sombras (hillshade), el mapa de pendientes (slope) y el mapa de aspectos (aspect), recortados según polígonos límite o bloque del proyecto según corresponda, en formato ráster, junto con una memoria técnica de su generación.

- Ortofoto y Planimetría

Contiene toda la información respecto a la ortofoto con un tamaño 0.10 m, recortados según los polígonos límite o bloque del proyecto según corresponda. En esta también se adjuntará la planimetría existente en la zona de levantamiento como son vías, infraestructuras, quebradas, canales, etc., según corresponda, en formato digital compatible con software CAD y SIG.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para Topografía 1:1 000 LiDAR (incluye ortofoto) será por kilómetro cuadrado (km²).

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; aeronave no tripulada (Dron), equipos, herramientas, materiales y software requeridos; actividades de apoyo topográfico; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de los trabajos; transporte y movilización de materiales hasta el proyecto y a los sitios de trabajos; viáticos de personal; actividades de desbroce; permisos y autorizaciones ante organismos que correspondan tales como IGM y otros que correspondan se ser el caso; permisos en los predios donde se ejecutarán los trabajos; obtención, procesamiento e interpretación de datos, elaboración de monografías, informes y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta de los trabajos.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto por los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato para este rubro.

2.2 TOPOGRAFÍA 1:1 000 CON ESTACIÓN TOTAL

Unidad: Unidad (ha).

Especificaciones Técnicas:

- Estación Total con precisión angular de 5s (o mejor precisión).

- Set de accesorios (prismas, porta prismas, trípode, accesorios varios).
- Se validarán certificados emitidos hasta 1 mes antes del inicio de los trabajos, mismos que serán preferentemente emitidos por las empresas que poseen representación de equipos topográficos en el país o empresas calificadas para realizar este tipo de trabajos.

Metodología

Se trazará una poligonal cerrada que cubra toda el área a ser levantada, el cierre de la poligonal se la realizará con los puntos GPS colocados (hitos de control).

Los ángulos y distancias de la poligonal serán medidos cuando menos dos veces; estas mediciones se realizarán utilizando equipo electrónico con precisión angular de mínimo 5". El registro angular se realizará con aproximación de 1" y las distancias con aproximación de milímetro, estos datos estarán debidamente registrados tanto en las libretas de campo como en la libreta electrónica.

La tolerancia angular será de ± 5 (cinco) segundos por vértice y la tolerancia lineal permisible será de $t = 1:5000$.

Para el cálculo de coordenadas se partirá de los hitos de control de la red local, los cuales cuentan con sus respectivas monografías.

De cada uno de los vértices luego de realizado el cierre de la poligonal y su respectiva corrección y distribución del error se realizará el levantamiento de los diferentes elementos que se encuentre en el área de estudio, así como los puntos necesarios para que en la restitución se represente la topografía de acuerdo con la escala establecida; de todas maneras, la densidad de puntos para esta escala será de 100 puntos por hectárea como mínimo.

Con los puntos levantados se realizará el proceso para la generación de la malla 3D con una triangulación irregular (TIR) mediante la cual se procederá al trazado de las curvas de nivel con una equidistancia entre ellas de 1m.

El levantamiento de los diferentes elementos registrara los detalles que permitan la restitución de dimensiones mayores o iguales a 1m; para aquellos elementos cuya dimensión sea inferior a la señalada y que por su importancia deben ser levantadas, se graficarán mediante el uso de una simbología apropiada.

Informes y resultados

El Contratista deberá entregar a CELEC EP, a la finalización de los trabajos de ejecución de los levantamientos topográficos los informes, que deberán contener al menos lo siguiente:

Para topografía con Estación Total:

- Se entregarán en archivos digitales los datos registrados por los equipos en su formato original y procesado.
- Metodología empleada para realización de los trabajos de Topografía.
- Descripción de los trabajos ejecutados.
- Cálculos realizados para las poligonales de levantamiento topográfico.

- Características técnicas de equipos y Software empleado.
- Otra información relacionada con el proceso de nivelación que el Contratista considere relevante.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para Topografía 1:1 000 con Estación Total será por hectárea (ha).

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales y software requeridos; actividades de apoyo topográfico; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de los trabajos; transporte y movilización de equipos y materiales hasta el proyecto y a los sitios de trabajos; viáticos de personal; actividades de desbroce; permisos en los predios donde se ejecutarán los trabajos; obtención, procesamiento e interpretación de datos, elaboración de monografías, informes y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta de los trabajos.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto por los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato para este rubro.

2.3 PUNTOS DE CONTROL IGM TIPO B

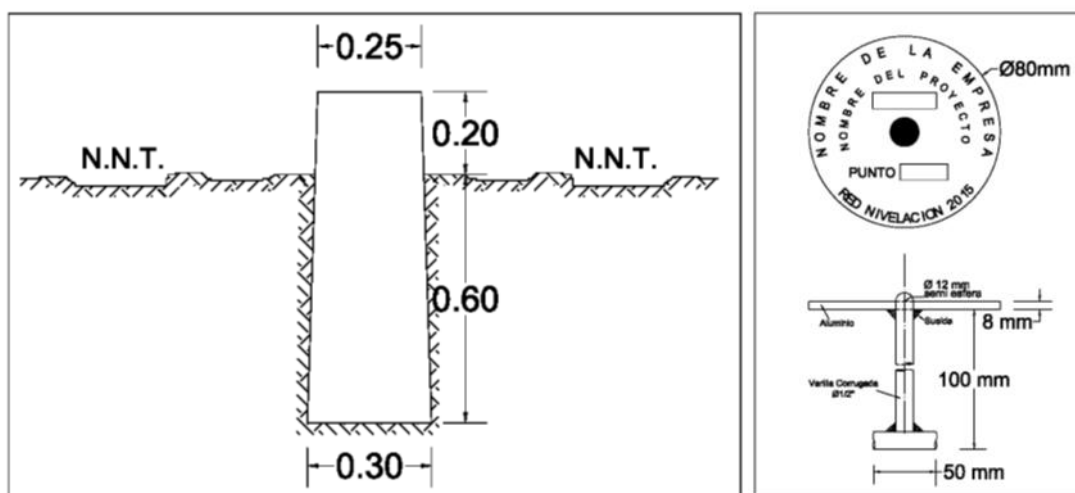
Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Con el objeto de densificar la Red Geodésica Local implementada (1 RED GEODÉSICA), se ha previsto implementar referencialmente 25 hitos de referencia (hitos tipo "B"), conforme a las especificaciones del Instituto Geográfico Militar (IGM), los cuales estarán distribuidos estratégicamente según se definan las áreas de implantación para los componentes del proyecto incluyendo la Línea de Transmisión; como resultado se obtendrá una Red Geodésica Local densificada que garantice la redundancia, seguridad y estabilidad del marco de referencia topográfico del Proyecto.

Para la implementación, se deberán considerar zonas elevadas, estables y libres de obstrucciones, alejadas de indicios de deslizamientos y fallas geológicas, procurando garantizar una adecuada visibilidad satelital y evitando superficies reflectantes, líneas de alta tensión, entre otras consideraciones que determine el IGM. Además, se deberá garantizar la cobertura espacial del proyecto, de manera que funcione como puntos de control geodésico, considerando la geometría de la red y su referencia para los trabajos topográficos y fotogramétricos posteriores. Su distribución deberá ser presentada por el Contratista y autorizada por el Administrador del Contrato.

Una vez definido los sitios para la densificación de la Red Geodésica, se procederá a la construcción de los hitos de acuerdo con los requerimientos y necesidades del proyecto. Para la materialización de este punto se construirá un hito según lo especificado a continuación, con su respectiva placa de identificación, tal como se muestra en la siguiente figura.



Nota: El hormigón tendrá una resistencia de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$. Las inscripciones en la placa serán en bajo relieve, de forma que no interfieran con el ajuste de la base nivelante. En el centro del mojón deberá ir empotrada una placa de material inoxidable en el que se inscribirá: el nombre de la empresa de la institución que contrató la posición del punto, se prohíbe destruir, nombre del proyecto, nombre o número del punto y orden del punto.

Entregables (Densificación de la Red Geodésica):

La memoria técnica contendrá al menos:

- Establecimiento de la Densificación de la Red Geodésica:
 2. Descripción del sistema de coordenadas locales.
 - Datum Horizontal.
 - Datum Vertical del proyecto.
 - Factor de escala (K)
 - Origen de la proyección.
 9. Planteamiento.
 10. Metodología empleada para realización de los trabajos de la Red Geodésica y su densificación, incluyendo la determinación de la componente vertical mediante observaciones GNSS geodésicas y el modelo geoidal, nivelación diferencial, en caso se requiera.
 11. Descripción de los trabajos ejecutados.
 12. Presentación de cálculos realizados para la determinación de la Red Geodésica.
 13. Incluirá el listado de coordenadas, líneas base, cálculos de ajuste, listados de coordenadas, y alturas ortométricas derivadas conforme al modelo geoidal adoptado para el proyecto.
 8. Elaboración de monografías de los hitos de la red, conteniendo al menos:
 - Identificación
 - Coordenadas geográficas y altura elipsoidal

- Coordenadas UTM, convergencia y factor de escala.
 - Coordenadas locales TM, altura ortométrica derivada, referida al modelo geoidal adoptado por el proyecto, convergencia y factor de escala.
 - Croquis de ubicación.
 - Fotografía del hito de control.
 - Notas
14. Características técnicas de equipos y software empleado
15. Otra información relacionada con el proceso de Red Geodésica que se considere relevante por parte del Contratista.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para el rubro Puntos de Control IGM tipo B será por unidad.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de los trabajos; transporte y movilización de los materiales hasta el proyecto y a los sitios de trabajos; viáticos de personal; actividades de desbroce; permisos (ante organismos que correspondan y en los predios donde se ejecutarán los trabajos); y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará conforme los entregables solicitados y a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato para este rubro.

3. HIDROLOGÍA Y SEDIMENTOS

3.1 AFOROS LÍQUIDOS

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Este rubro comprende la medición del caudal (volumen de agua por unidad de tiempo), que cruza la sección transversal de un curso de agua (sección de aforo), obtenido mediante mediciones directas de la velocidad del flujo en puntos representativos de la sección de aforo.

Las mediciones de la geometría de la sección transversal pueden hacerse por vadeo, desde el cable y carro de aforo (tarabita) o desde puentes, la medición de la velocidad del flujo debe ser lo más detallada posible (método de puntos en cada vertical acorde al tipo y magnitud del curso de agua).

Se determinarán fecha y hora, velocidad obtenida en cada punto de medición y la profundidad, velocidad media en cada sección vertical, caudal total aforado, cálculo de aforos líquidos, cálculo de la curva de descarga de gasto líquido, utilizando los métodos que consideren más apropiados.

Se seguirán los procedimientos recomendados en los manuales de prácticas hidrométricas, tanto del Instituto de Meteorología e Hidrología (INAMHI), así como de la Organización Meteorológica Mundial (OMM/WMO) y la Organización Internacional de Normalización (OIE/ISO).

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el rubro Aforos líquidos será la unidad (u), correspondiente a cada aforo ejecutado en cada sección de aforo y aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del cada aforo, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos (, materiales, herramientas, insumos y otros que sean requeridos para la realización de los aforos acorde los requerimientos de cada sección de aforo; transporte de personal hasta el sitio de cada sección de aforo; transporte y movilización de equipos, materiales, herramientas, insumos y otros que sean requeridos a cada sección de aforo; viáticos de personal; toma de datos, procesamiento e interpretación de resultados; elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta de cada aforo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto y serán en cantidad y sección de aforo previamente aprobados por el Administrador de Contrato, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato.

3.2 AFOROS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

Unidad: unidad

Descripción:

Este ítem comprende la ejecución de mediciones directas de caudales líquidos (agua) y caudales sólidos (sedimentos en suspensión y sedimentos de fondo) en cuerpos de agua naturales o artificiales, dentro del área del proyecto. El objetivo es obtener información hidrosedimentológica confiable para caracterizar el régimen hidráulico y sedimentológico del cauce, y aportar datos clave para el diseño de obras hidráulicas, estructuras de captación o control de sedimentos.

Procedimiento

1. Aforos líquidos

Se seleccionarán puntos representativos del cauce para realizar las mediciones, preferentemente en tramos rectos y de flujo uniforme.

Se establecerá un perfil transversal del cauce dividiéndolo en segmentos o verticales.

Se utilizarán instrumentos como molinetes hidrométricos (tipo OTT, Price AA, etc.), ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), o métodos volumétricos / empíricos en caso de caudales menores.

Se calculará el caudal mediante integración de velocidades y áreas en cada segmento transversal, conforme la norma ISO 748

2. Aforos sólidos

Para los sedimentos en suspecion, se utilizarán muestreadores isocinéticos (por ejemplo: US DH-48, DH-59 O US DH-83)

Para los sedimentos de fondo, se emplearán muestreadores tipo Helley-Smith u otros aprobados por normativas internacionales.

Las muestras recolectadas se enviarán a laboratorio para el análisis granulométrico, determinación de concentración de sedimentos, peso seco y cálculo de carga sólida.

Durante el muestreo se deberá registrar el nivel de agua, velocidad del flujo, profundidad y otras condiciones hidrométricas relevantes.

Frecuencia y Condiciones

Los aforos deben realizarse bajo diferentes condiciones de caudal (mínimo, medio y máximo), y en distintas épocas del año que reflejen la variabilidad hidrológica.

El número de aforos a realizarse estará indicado en los Términos de Referencia del proyecto.

Normas y referencias técnicas

- ISO 748 – Medición de flujo de canales abiertos mediante molinetes y métodos de velocidad/área.
- ASTM D 3977 – Métodos estándar para la recolección de muestras de sedimentos en suspensión.
- Manual de Sedimentología del USGS y recomendaciones del INEC-MAE para estudios hidrosedimentológicos.
- Lineamientos de la WMO (World Meteorological Organization) sobre monitoreo hidrológico.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el estudio de Aforos Sólidos y Líquidos es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

3.3 TOMA DE MUESTRAS EN LA DESCARGA DE LA CENTRAL MINAS SAN FRANCISCO, PARA DETERMINAR CONCENTRACIÓN, TAMAÑO DE PARTÍCULA, MINERALOGÍA Y FORMA.

Unidad: unidad

Descripción:

El objetivo de este ítem es realizar la toma de muestras de sólidos transportados por el flujo a la salida del sistema de descarga de la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco, con el fin de determinar la concentración de sedimentos, así como sus características físicas (distribución granulométrica, forma y tamaño de partículas) y mineralógicas. Esta información permitirá evaluar el potencial erosivo del flujo en las estructuras aguas abajo, así como sus implicaciones

para el diseño de obras complementarias, mantenimiento o futuras ampliaciones y entregará parámetros para el tipo de equipamiento a ser instalado en la central.

Procedimiento

El Consultor, previo a cualquier actividad o trabajo, deberá gestionar la autorización con CELEC EP para el ingreso y ejecución de actividades en la zona de descarga de la Central Minas San Francisco.

Deberán evaluarse las condiciones de seguridad y se aplicarán protocolos de trabajo seguro en zonas hidráulicas activas.

Las muestras se recogerán directamente del flujo en la descarga de la central, en condiciones normales de operación, garantizando que no se alteren las propiedades del material.

En caso de alta velocidad de flujo o condiciones turbulentas, se utilizarán muestreadores diseñados para flujos turbulentos, asegurando la representatividad y estabilidad de la muestra.

Las muestras deberán ser compuestas, es decir, obtenidas en distintos puntos de la sección transversal del flujo para asegurar una representación adecuada de la mezcla.

Las muestras serán etiquetadas, conservadas y transportadas en contenedores limpios y debidamente sellados, asegurando que no se contaminen ni alteren antes del análisis.

Los análisis a realizarse en el laboratorio para cada una de las muestras son, como mínimo: Concentración de sedimentos, Análisis granulométrico, Forma y morfología, Mineralogía.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para la Toma de Muestras en la Descarga de la Central Minas San Francisco es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4. ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS, MATERIALES

4.1 TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

Unidad: Metro lineal (m).

Descripción:

Este rubro comprende la ejecución de estudios de tomografía eléctrica de resistividad (ERT), con el objetivo de caracterizar las propiedades eléctricas del subsuelo en dos o tres dimensiones, identificar la estratigrafía, heterogeneidades, acuíferos, cavidades, zonas saturadas o estructuras geológicas relevantes para el proyecto, y generar información técnica que apoye la ingeniería civil, hidrogeología o minería.

El estudio incluirá la colocación de electrodos multicanal sobre la superficie del terreno, la inyección de corriente eléctrica, la medición de potencial eléctrico, la adquisición de datos mediante sistemas automatizados y la inversión de resistividad para generar modelos interpretativos del subsuelo. Las actividades se ejecutarán conforme a normas técnicas nacionales e internacionales y previa autorización de la Administración del Contrato, incluyendo:

- Normativa ambiental y de seguridad vigente en Ecuador.
- Buenas prácticas en geofísica aplicada a ingeniería y geotecnia.
- Protocolos de instalación, operación de equipos multielectrodo y análisis de resistividad.

Informe y planos:

A CELEC EP se deberán entregar los archivos digitales de cada tomografía eléctrica con sus modelos interpretados (con los archivos fuente que hayan sido utilizados en el análisis), junto con las gráficas de las dromocrónicas, así como el modelo final del proceso indicando el método de ajuste utilizado.

El Contratista deberá entregar el informe técnico correspondiente a la exploración geofísica en el cual estará integrada la información de las tomografías eléctricas.

El informe técnico de la Tomografía Eléctrica deberá incluir, como mínimo:

1. Identificación del proyecto, ubicación del área de estudio y fecha de ejecución.
2. Descripción del área de estudio y objetivos del ensayo.
3. Configuración del ensayo: número de electrodos, espaciado, tipo de arreglo y profundidad investigada.
4. Metodología aplicada: adquisición de datos, calibración de equipos, y criterios de inversión de resistividad.
5. Se deberán presentar pseudosecciones y modelos de resistividad, referidos a perfiles topográficos reales de la superficie del terreno, obtenidos a partir del levantamiento LiDAR o topografía con estación total. Los perfiles deberán estar correctamente georreferenciados y definidos con precisión en su trazado, garantizando la adecuada correlación entre la información geofísica y la topografía del terreno.
6. Interpretación geológica o hidrogeológica del subsuelo.
7. Identificación de posibles riesgos o anomalías detectadas (cavidades, zonas saturadas, fallas).
8. Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para el rubro Tomografía Eléctrica será el metro lineal, correspondiente a cada campaña o sección de estudio ejecutada y aprobada por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales y software requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; almacenamiento; viáticos de personal; actividades de apoyo topográfico de localización, tendido, colocación, etc. requeridos; actividades de desbroce; permisos (ante organismos que

correspondan y en los predios donde se ejecutarán los ensayos); obtención, procesamiento e interpretación de datos, elaboración de gráficas, informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base en los ensayos efectivamente ejecutados y aprobados y aprobados por el Administrador del Contrato.

4.2 SÍSMICA DE REFRACCIÓN.

Unidad: Metro lineal (m).

Descripción:

El método geofísico de refracción sísmica, consiste en obtener un modelo estratificado (2D) del subsuelo, a través de la inversión de datos de tiempo de la onda refractada. El modelo final puede asociarse a las condiciones elásticas del subsuelo a diferente profundidad, permitiendo tener un mejor conocimiento de la compacidad del terreno.

Para el trazado y nivelación geométrica el Contratista deberá partir de un punto georreferenciado a la Red Geodésica Local. Los trabajos de Sísmica de Refracción deberán estar autorizados con base en el mapa de investigaciones propuesto por el Contratista.

Posteriormente ubicar y estacar las líneas cada 10 metros para la realización de la sísmica de refracción según corresponda. Se deberán presentar pseudosecciones y modelos de las velocidades de refracción, referidos a perfiles topográficos reales de la superficie del terreno, obtenidos a partir del levantamiento LiDAR o topografía con estación total. Los perfiles deberán estar correctamente georreferenciados y definidos con precisión en su trazado, garantizando la adecuada correlación entre la información geofísica y la topografía del terreno

Utilizará un perfil sísmico continuo con disparos localizados en los extremos del cable de geófonos y en el centro del arreglo, usando un sismógrafo digital de 24 canales, geófonos y/o hidrófonos de componente vertical con frecuencia natural no mayor de 30 Hz, cable múltiple de uso específico para geófonos e implementos que el Contratista considere necesarios para la seguridad, como radios de comunicación y sirena de alarma.

La interpretación se realizará mediante método de Time Term Inversion o similares.

Se interpretará la sísmica de refracción integrando la topografía real.

Cualquier mejora en la metodología propuesta por el Contratista deberá ser aprobada por el Administrador de Contrato.

Se obtendrán velocidades sísmicas (V_s y V_p) por cada línea sísmica, espesores estratigráficos y módulos elásticos dinámicos (módulo de corte, Young, Poisson, densidad, y módulo volumétrico).

El Contratista hará entrega de los datos originales (en bruto) y los procesados, así como los sismogramas y dromocronas para cada línea sísmica debidamente correlacionados e interpretados indicando la información del subsuelo obtenida a lo largo de cada línea sísmica.

Informe y planos

A CELEC EP se deberán entregar los archivos digitales de cada Línea Sísmica (LS) con sus modelos interpretados (con los archivos fuente que hayan sido utilizados en el análisis), junto con las gráficas de las dromocrónicas, así como el modelo final del proceso indicando el método de ajuste utilizado.

El Contratista deberá entregar el informe correspondiente a la exploración geofísica en el cual estará integrada la información de las Líneas Sísmicas (LS).

El contenido del informe debe incluir por lo menos los siguientes puntos:

- Antecedentes
- Área cubierta por el estudio
- Objetivos y alcances
- Equipo empleado, descripción de los métodos y arreglos empleados
- Interpretación y correlación de los datos con tabla de unidades geofísicas, indicando los intervalos de velocidad y resistividad, espesores máximos, calidad de roca estimada y características físicas de la roca.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Como anexos del mismo:

- Plano de localización esc. 1:1000
- Secciones Geofísicas (se presentarán en planos en tamaño adecuado para un buen manejo) interpretados e integrados (LS) esc. 1:500)
- Tablas y gráficas de módulos elásticos dinámicos.
- Dromocrónicas, curvas de resistividad empalmadas.
- Programas de cómputo y tipo de procesamiento empleado
- Sismogramas obtenidos y hojas de campo.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para el rubro sísmica de refracción será el metro lineal, correspondiente a cada campaña o sección de estudio ejecutada y aprobada por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales y software requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; almacenamiento; viáticos de personal; actividades de apoyo topográfico de localización, tendido, colocación, etc. requeridos; actividades de desbroce; permisos (ante organismos que correspondan y en los predios donde se ejecutarán los ensayos); obtención, procesamiento e interpretación de datos, elaboración de gráficas, informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base en los ensayos efectivamente ejecutados y aprobados y aprobados por el Administrador del Contrato.

4.3 SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES SEV

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

La ejecución de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) se realizará con el fin de caracterizar las propiedades eléctricas del subsuelo en el área del proyecto, permitiendo determinar indirectamente la estratigrafía, profundidad del basamento rocoso, presencia de niveles saturados y cambios litológicos. Esta técnica es parte fundamental de los estudios geofísicos no invasivos, complementarios a la investigación geotécnica, para la selección y diseño de estructuras civiles.

El método se basa en la inyección de corriente eléctrica al subsuelo mediante electrodos y en la medición del potencial eléctrico generado para calcular la resistividad aparente del terreno en profundidad.

Para la ejecución de los Sondeos Eléctricos Verticales, el Contratista enviará, para autorización de la Administración del Contrato, el programa de investigaciones propuesto, en el que se incluya como mínimo la ubicación, longitudes y método de interpretación de datos a ser utilizados. Los Sondeos Eléctricos Verticales deberán estar georeferenciados a la Red Microgeodésica Local.

Normas y referencias técnicas

Para la realización de los SEV el Contratista deberá tomar en cuenta, entre otras, la siguiente normativa y recomendaciones:

- ASTM D6431 – Standard Guide for Using the Direct Current Resistivity Method for Subsurface Investigation.
- Bureau of Reclamation
- Otra normativa relacionada, vigente a la fecha.

Informes y planos

El Contratista basado en la utilización de los métodos de Sondeo Eléctrico Vertical, interpretará los resultados e identificará los parámetros de resistividad de los materiales del subsuelo en los sitios estudiados, que permitan caracterizarlos y coadyuvar a definir el modelo geológico del sitio.

A CELEC EP se deberán entregar los archivos digitales de cada Sondeo Eléctrico Vertical con sus modelos interpretados (con los archivos fuente que hayan sido utilizados en el análisis), junto con las gráficas correspondientes, así como el modelo final del proceso indicando el método de ajuste utiliza

do.

El contenido del informe debe incluir por lo menos los siguientes puntos:

- Antecedentes
- Área cubierta por el estudio
- Objetivos y alcances
- Equipo empleado, descripción de los métodos y arreglos empleados
- Interpretación y correlación de los datos con tabla de unidades geofísicas.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Como anexos del mismo:

- Plano de localización esc. 1:1000
- Curvas de resistividad e interpretación geológica.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para el rubro Sondeos Eléctricos Verticales SEV será por unidad (u), correspondiente a cada ensayo aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales y software requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; almacenamiento; viáticos de personal; actividades de apoyo topográfico de localización, tendido, colocación, etc. requeridos; actividades de desbroce; permisos (ante organismos que correspondan y en los predios donde se ejecutarán los ensayos); obtención, procesamiento e interpretación de datos, elaboración de gráficas, informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base en los ensayos efectivamente ejecutados y aprobados y aprobados por el Administrador del Contrato.

4.4 TOMOGRAFÍA CROSS HOLE

Unidad: estudio

Descripción:

La ejecución de la Tomografía Sísmica Cross Hole constituye un método geofísico de alta resolución empleado para evaluar las propiedades dinámicas del subsuelo entre dos o más perforaciones verticales previamente ejecutadas. Este método permite obtener perfiles detallados de velocidades sísmicas (ondas P y/o S), correlacionadas directamente con la rigidez, densidad relativa y grado de fracturamiento del medio atravesado, con el objetivo de mejorar la caracterización geotécnica y sísmica del terreno, especialmente en zonas donde se prevén cimentaciones profundas o estructuras críticas.

Para la ejecución de la Tomografía Cross Hole, el Contratista enviará, para autorización de la Administración del Contrato, el programa de investigaciones propuesto, en el que se incluya como mínimo la ubicación, cantidades y método de interpretación de datos a ser utilizados. La Tomografía Cross Hole deberá estar georeferenciada a la Red Microgeodésica Local.

Normas y referencias técnicas

- ASTM D4428 / D4428M – 14: Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing.
- ISRM Suggested Methods for Geophysical Logging and Testing in Boreholes.
- Bureau of Reclamation
- Otra normativa relacionada, vigente a la fecha.

Informes y planos

El Consultor interpretará los resultados e identificará, entre otros particulares, las velocidades sísmicas del subsuelo en los sitios estudiados, que permitan caracterizarlos y coadyuvar a definir el modelo geológico del sitio.

A CELEC EP se deberán entregar los archivos digitales de cada ensayo con sus modelos interpretados (con los archivos fuente que hayan sido utilizados en el análisis), junto con las gráficas correspondientes, así como el modelo final del proceso indicando el método de ajuste utilizado.

El contenido del informe debe incluir por lo menos los siguientes puntos:

- Antecedentes
- Área cubierta por el estudio
- Plano de localización esc. 1:1000
- Objetivos y alcances
- Equipo empleado, descripción de los métodos y arreglos empleados
- Secciones tomográficas
- Interpretación y correlación de los datos con tabla de unidades geofísicas.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Toda la información deberá ser entregada en un ejemplar en físico a color y un ejemplar digital, suscrito electrónicamente.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para la Tomografía Cross Hole es el estudio, correspondiente a cada ensayo aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales y software requeridos; preparación de la perforación para ejecución del ensayo; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; almacenamiento; viáticos de personal; actividades de apoyo topográfico de localización, tendido, colocación, etc.; actividades de desbroce; permisos (ante organismos que correspondan y en los predios donde se ejecutarán

los ensayos); obtención, procesamiento e interpretación de datos, elaboración de gráficas, informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base en los ensayos efectivamente ejecutados y aprobados y aprobados por el Administrador del Contrato.

4.5 TOMOGRAFÍA SÍSMICA ENTRE PERFORACIONES Y/O TERRENO NATURAL

Unidad: estudio

Descripción:

La tomografía sísmica entre perforaciones y/o terreno natural comprende la adquisición, procesamiento e interpretación de datos sísmicos para obtener una imagen detallada de la distribución de velocidades de las ondas sísmicas en el subsuelo. Esta técnica permite identificar la heterogeneidad del terreno, zonas de fracturamiento, presencia de fallas, contactos litológicos y calidad del macizo rocoso.

El método consiste en generar ondas sísmicas desde un pozo (o desde la superficie, en caso de acceso a terreno natural) y registrar su propagación en otro pozo o en múltiples geófonos distribuidos, con el fin de reconstruir una tomografía 2D o 3D del subsuelo mediante algoritmos de inversión.

Esta actividad es fundamental para complementar estudios geotécnicos, definir propiedades dinámicas del terreno y evaluar la continuidad del macizo rocoso entre puntos clave de la infraestructura.

Para la ejecución de la Tomografía Sísmica entre Perforaciones y/o Terreno Natural, el Consultor enviará, para autorización de la Administración del Contrato, el programa de investigaciones propuesto, en el que se incluya como mínimo la ubicación, cantidades y método de interpretación de datos a ser utilizados. Estos ensayos deberán estar georeferenciados a la Red Microgeodésica Local.

Normas y referencias técnicas

- ASTM D7400 – 20: Standard Test Methods for Downhole Seismic Testing.
- ASTM D5753 – 18: Standard Guide for Planning and Conducting Geotechnical Borehole Geophysical Logging.
- ISRM Suggested Methods for Geophysical Logging and Testing in Boreholes.
- ASTM D4428 / D4428M – 14: Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing.
- Bureau of Reclamation
- Otra normativa relacionada, vigente a la fecha.

Informes y planos

El Consultor interpretará los resultados e identificará, entre otros particulares, las velocidades sísmicas del subsuelo en los sitios estudiados, que permitan caracterizarlos y coadyuvar a definir el modelo geológico del sitio.

A CELEC EP se deberán entregar los archivos digitales de cada ensayo con sus modelos interpretados (con los archivos fuente que hayan sido utilizados en el análisis), junto con las gráficas correspondientes, así como el modelo final del proceso indicando el método de ajuste utilizado.

El contenido del informe debe incluir por lo menos los siguientes puntos:

- Antecedentes
- Área cubierta por el estudio
- Plano de localización esc. 1:1000
- Objetivos y alcances
- Equipo empleado, descripción de los métodos y arreglos empleados
- Secciones tomográficas
- Interpretación y correlación de los datos con tabla de unidades geofísicas.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para la Tomografía sísmica entre perforaciones y/o terreno es el estudio, correspondiente a cada ensayo aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales y software requeridos; preparación de la perforación para ejecución del ensayo; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; almacenamiento; viáticos de personal; actividades de apoyo topográfico de localización, tendido, colocación, etc.; actividades de desbroce; permisos (ante organismos que correspondan y en los predios donde se ejecutarán los ensayos); obtención, procesamiento e interpretación de datos, elaboración de gráficas, informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base en los ensayos efectivamente ejecutados y aprobados y aprobados por el Administrador del Contrato.

4.6 DOWN HOLE

Unidad: estudio

Descripción:

Con el ensayo Down Hole se busca determinar las velocidades de propagación de ondas sísmicas (onda de compresión P y onda de corte S) a lo largo de una columna de terreno. El método consiste en registrar el tiempo de llegada de las ondas generadas en la superficie, mediante sensores instalados a diferentes profundidades dentro de una perforación previamente ejecutada.

Este ensayo es fundamental para determinar propiedades dinámicas del terreno como los módulos de elasticidad, rigidez dinámica, densidad y velocidad de onda cortante (Vs), que a su

vez son esenciales para estudios de clasificación sísmica del sitio, diseño de cimentaciones, evaluación de licuación y análisis dinámico del suelo.

Para la ejecución del ensayo Down Hole, el Consultor enviará, para autorización de la Administración del Contrato, el programa de investigaciones propuesto, en el que se incluya como mínimo la ubicación, cantidades y método de interpretación de datos a ser utilizados. Este ensayo deberá estar georeferenciado a la Red Microgeodésica Local.

Normas y referencias técnicas

- ASTM D7400 – 20: Standard Test Methods for Downhole Seismic Testing.
- ASTM D5777 – 18: Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation.
- ISRM Suggested Methods for Geophysical Logging and Testing in Boreholes.
- Bureau of Reclamation.
- Otra normativa relacionada, vigente a la fecha.

Informes y planos

El Consultor interpretará los resultados de manera que permitan caracterizar y coadyuvar a definir el modelo geológico del sitio.

A CELEC EP se deberán entregar los archivos digitales del ensayo Down Hole con sus modelos interpretados (con los archivos fuente que hayan sido utilizados en el análisis), junto con las gráficas correspondientes, y/o los registros de campo obtenidos en el ensayo; así como el modelo final del proceso indicando el método de ajuste utilizado.

El contenido del informe debe incluir por lo menos los siguientes puntos:

- Antecedentes
- Área cubierta por el estudio
- Plano de localización esc. 1:1000
- Objetivos y alcances
- Equipo empleado, descripción de los métodos y arreglos empleados
- Análisis de los ensayos realizados.
- Interpretación y correlación de los datos.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para la Down Hole es el estudio, correspondiente a cada ensayo aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales y software requeridos; preparación de la perforación para ejecución del ensayo; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; almacenamiento; viáticos de personal; actividades de apoyo topográfico de localización, tendido, colocación, etc.; actividades de

desbroce; permisos (ante organismos que correspondan y en los predios donde se ejecutarán los ensayos); obtención, procesamiento e interpretación de datos, elaboración de gráficas, informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base en los ensayos efectivamente ejecutados y aprobados y aprobados por el Administrador del Contrato.

4.7 PETITE SISMIQUE

Unidad: sitio

Descripción:

El ensayo conocido como Petite Sismique es un método geofísico de Sísmica de Refracción en pequeña escala, utilizado para obtener información detallada sobre la velocidad de propagación de ondas sísmicas en los primeros metros del subsuelo. Es especialmente útil en estudios de ingeniería geotécnica para caracterizar la capa superficial del terreno, identificar horizontes litológicos y estimar parámetros dinámicos del suelo.

Este ensayo permite determinar la profundidad del nivel de alteración, la compactación relativa de los suelos, y la posible presencia de materiales blandos o sueltos, así como definir perfiles geomecánicos preliminares.

Para la ejecución del ensayo Petite Sismique, el Consultor enviará, para autorización de la Administración del Contrato, el programa de investigaciones propuesto, en el que se incluya como mínimo la ubicación, cantidades y método de interpretación de datos a ser utilizados. Este ensayo deberá estar georeferenciado a la Red Microgeodésica Local.

Normas y referencias técnicas

- ASTM D5777 - 18: Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation
- ASTM D6429 - 22: Standard Guide for Selecting Surface Geophysical Methods
- Bureau of Reclamation.
- Otra normativa relacionada, vigente a la fecha.

Informes y planos

El Consultor interpretará los resultados de manera que permitan caracterizar y coadyuvar a definir el modelo geológico del sitio.

A CELEC EP se deberán entregar los archivos digitales del ensayo Petite Sismique con sus modelos interpretados (con los archivos fuente que hayan sido utilizados en el análisis), junto con las gráficas correspondientes, y/o los registros de campo obtenidos en el ensayo; así como el modelo final del proceso indicando el método de ajuste utilizado.

El contenido del informe debe incluir por lo menos los siguientes puntos:

- Antecedentes

- Área cubierta por el estudio
- Plano de localización esc. 1:1000
- Objetivos y alcances
- Equipo empleado, descripción de los métodos y arreglos empleados
- Análisis de los ensayos realizados.
- Interpretación y correlación de los datos.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el Petite Sismique es el estudio, correspondiente a cada ensayo aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales y software requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; almacenamiento; viáticos de personal; actividades de apoyo topográfico de localización, tendido, colocación, etc. requeridos; actividades de desbroce; permisos (ante organismos que correspondan y en los predios donde se ejecutarán los ensayos); obtención, procesamiento e interpretación de datos, elaboración de gráficas, informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base en los ensayos efectivamente ejecutados y aprobados y aprobados por el Administrador del Contrato.

4.8 PERFORACIONES Y SPT

Para los rubros *Perforación vertical a rotación con muestreo*, *Perforación inclinada a rotación con muestreo* y *Ensayos SPT con muestreo y ensayos de veleta* se considerará lo siguiente (en lo que corresponda según el tipo de perforación), cuyos costos asociados se consideran incluidos en los precios unitarios de cada rubro.

Los datos e información respecto a piezómetros, permeabilidad y otros que correspondan que sean mencionados en estas instrucciones para su registro, se tomarán conforme la ejecución de los referidos rubros (*Instrumentación InSitu-Piezómetros*, *Ensayo de Permeabilidad (LeFranc)*, *Ensayo de Permeabilidad (Lugeon)*), mismos que se detallan en el presente documento.

Instrucciones generales para los trabajos de perforación

El Contratista para la ejecución de los sondeos considerará lo siguiente:

Localización de los sondeos

En función del Plan de Trabajo de Campo e Investigaciones aprobado por el Administrador de Contrato, el Contratista, someterá para aprobación del Administrador del Contrato, la posición exacta de los sondeos, los cuales deberán ser marcados y estacados en sitio.

Perforación a rotación con muestreo:

El sondeo deberá ser de tipo rotativo con recuperación continua de testigos de perforación.

El Contratista deberá contar en campo con muestreadores de doble y triple pared los cuales serán usados dependiendo de los materiales. Los tramos en los que se deba realizar las actividades de tipo destructivo serán notificados con anterioridad a la Administración del Proyecto. El Contratista deberá proporcionar máquinas con capacidad de perforación superior a 30 m.

Los diámetros a emplearse serán HQ.

Cada equipo de perforación y muestreo deberá estar equipado para operar tanto a rotación como a percusión y para perforar sea con equipo convencional o con "wire line", así como usar brocas de diamante o de widia y deberá tener suficientes repuestos para asegurar una operación continua. Se deberá contar con amplio stock de herramientas adecuadas, tubería de perforación, tubería de revestimiento, zapatas y brocas de diamante suficientes, de acuerdo a las cantidades preliminares previstas en el contrato y al rendimiento que se prevé en los materiales a perforar.

Además, toda la maquinaria de perforación y muestreo debe estar habilitada para trabajar a percusión, acoplar tubería de revestimiento; equipada con saca muestras giratorios de doble pared en cantidad suficiente y de los diámetros correspondientes al tipo de equipo utilizado, con las herramientas y accesorios necesarios para extraer testigos continuos de roca y muestras alteradas e inalteradas de suelos. Deberá proveerse de saca testigos de pared simple para los casos de perforación en seco.

Las sondas deber estar en perfectas condiciones de funcionamiento.

El testigo será transferido y depositado directamente en la sección correspondiente de la caja o en una canaleta debidamente señalizada para evitar confusión entre el inicio y final de la perforación recuperada.

En los testigos de roca o material se deberá señalar las fracturas mecánicas; y estos se deben colocar en las cajas correspondientes, en el orden en el cual fueron extraídos de la perforación. Se colocará el testigo dentro de la caja, empezando desde el extremo superior izquierdo y terminando por el extremo inferior derecho.

Los sondeos programados se realizarán hasta las profundidades estimadas y aprobadas. No obstante, la Contratante se reserva el derecho de aumentar o disminuir la profundidad programada de un sondeo durante la ejecución de este, siempre y cuando el equipo instalado en la plataforma correspondiente tenga la capacidad adecuada.

Fluido de perforación

El único fluido de perforación autorizado es agua, cualquier modificación deberá ser autorizada previamente por la Administración del Contrato. La provisión de agua de perforación estará a cargo del Contratista.

El Contratista podrá, previa aprobación escrita de la Contratante, emplear fluidos con base en bentonita y otros materiales específicos para ser utilizados en fluidos de perforación, de acuerdo con las recomendaciones del Bureau of Reclamation. Para minimizar la alteración de los

resultados de pruebas y ensayos especiales se debe volver a utilizar agua como fluido de perforación tan pronto lo permitan las condiciones del terreno.

En todo caso, deberá limpiarse el agujero cuidadosamente, hasta que el retorno no muestre rastros del fluido de perforación, antes de efectuar pruebas especiales o de tomar muestras de agua, en determinados intervalos de profundidad.

Al usar broca de cortar testigos, debe tratarse de emplear solamente agua como fluido de perforación, siempre que esto sea técnicamente viable. Antes de realizar pruebas especiales y de tomar muestras de agua, se deberá lavar, con agua, el agujero totalmente. El empleo de fluidos especiales de perforación y sus consecuencias son de estricta responsabilidad del Contratista, los daños que podrían provocarse a los tramos a ensayarse que pongan en duda los resultados de ensayos de permeabilidad u otros, no serán aceptados ni pagados por la Contratante.

Recuperación de testigos

Se debe contar con todo tipo de barril muestreador para rocas, así como para arenas o más finos.

La recuperación de testigos será acorde a los siguientes porcentajes:

- En roca deberá ser igual o superior al 90%.
- Las recuperaciones en suelos densos deberán ser superiores al 80%.
- Las recuperaciones en aluvial o suelos poco densos deberán ser superiores al 70%.

De presentarse condiciones geológicas adversas que impidan alcanzar los porcentajes antes referidos el Contratista presentará el informe correspondiente con los justificativos técnicos pertinentes a la Administración del Contrato, con el fin de descartar malas prácticas operativas de perforación.

De no alcanzarse los porcentajes establecidos por causas ajenas a condiciones geológicas adversas, no corresponderá pago alguno por los metros de perforación que no alcanzaron los porcentajes solicitados.

El avance de cada maniobra de perforación, en materiales de condiciones desfavorables deberá ser de un metro.

La Contratante podrá proponer cambios en los métodos que el Contratista esté utilizando, si en su opinión, dichos cambios mejorarán la calidad del trabajo, por lo que el Contratista deberá contar con equipo necesario que permitan mejorar estos métodos (barriles, retenedores, etc.).

El cambio de método no exime al Contratista de su total responsabilidad en el cumplimiento del programa de perforación, la calidad técnica de los resultados, ni implica aumento de los precios unitarios.

Para la ejecución de las perforaciones, el Contratista podrá utilizar tuberías de revestimiento en los diámetros y longitudes apropiados para el diámetro de perforación.

Si, por cualquier motivo, imputable al Contratista, una perforación no permite la ejecución de las pruebas, ensayos, la instalación de piezómetros o instrumentos, la obtención de muestras, a cualquier profundidad que se encuentre el avance de la perforación, no corresponderá un pago

por dicho sondeo. El Contratista deberá reemplazar esta perforación en un sitio adyacente a la inutilizada, hasta la profundidad de avance programada y con las mismas características.

En ningún caso se permitirá el uso de explosivos por parte del Contratista, sin la previa autorización escrita del Contratante.

Losetas

Estas serán de concreto y deberán indicar como rotulación la información básica del sondeo, código, profundidad de la perforación, profundidad del piezómetro, coordenadas, cota, fecha de ejecución, empresas ejecutoras, etc. Las dimensiones de estas deberán ser de al menos de 1 x 1m. y 0,15 m. de altura (o lo requerido puntualmente en la perforación) y estar pintadas de amarillo a prueba de agua. Finalizando el sondeo se deberá colocar un tubo galvanizado pintado de negro para su fácil ubicación. Adicionalmente de la escritura sobre el cemento fresco, las letras deberán pintarse de negro u otro color. Este trabajo final será aprobado por la Administración del Contrato.

Registro de perforación

Estos deberán incluir tanto la información general del sondeo en cuanto a la ubicación, código, coordenadas, cota, dirección de la perforación, profundidad, fecha de inicio y final, diámetros, etc. Así como el registro geológico definiendo claramente las maniobras de perforación, la velocidad, recuperación, RQD, meteorización, espaciamiento, fracturamiento, flujo de retorno, N° caja, revestimiento, instrumentación, valor de permeabilidad, simbología, nivel de agua en el sondeo y descripción geológica. Adicionalmente se deberá indicar la dureza de la roca y resistencia, así como los tramos que fueron cementados. El formato del registro de perforación deberá ser entregado previamente a la Administración del Contrato para su aprobación.

Partes diarios de trabajo (PDT)

Estos deberán incluir todas las novedades en cuanto a la ejecución de las maniobras de perforación y el Contratista deberá entregar a la Administración del Contrato un informe diario de los mismos.

En resumen, estos partes deben contener por lo menos la siguiente información:

- Número del sondeo y código
- Ubicación (coordenadas y cota en la superficie)
- Fecha y hora de ejecución
- Cotas de avance
- Diámetro y longitud del revestimiento
- Método del sondeo
- Diámetro del sondeo
- Progreso diario y justificativo de las interrupciones
- Medidas diarias del nivel de agua
- Ubicación del nivel freático
- Revoluciones
- Velocidad de avance

- Para cada maniobra, descripción del material, observaciones sobre el agua del sondeo, número de fragmentos, porcentaje de recuperación, RQD, fecha de ejecución, además de otras observaciones pertinentes.

Estos puntos también serán parte del registro de perforación y de su consecuente reporte.

Se deberá establecer las condiciones climáticas y horas de interrupción causadas por impedimentos tales como lluvias extraordinarias, inestabilidad de las paredes del sondeo y cualquier otra circunstancia que impida el avance de las actividades de perforación.

El nivel del agua en el agujero será medido diariamente antes y después del trabajo y registrado en el informe diario.

Se deberán registrar las profundidades en las cuales se presente una pérdida o ingreso de agua. En todo caso, se deberá determinar el verdadero nivel de agua y su tasa de descenso.

Se debe medir el nivel de agua dentro de la perforación al inicio de cada día o turno de perforación antes de iniciar la primera maniobra de perforación y al final del día o turno después de la última maniobra. Una vez terminado cada sondeo, se debe medir la distancia entre la superficie del terreno y el nivel de agua subterránea, que no debe confundirse con el nivel de agua dentro de la perforación. Esta observación se efectuará de la siguiente manera:

- Luego de realizado el último tramo de perforación, muestreo o recuperación del testigo de roca y limpieza del sondeo, se deberá observar y registrar el nivel de agua con indicación del tiempo transcurrido entre el momento de la observación pertinente y el último bombeo de agua de lavado que se haya inyectado en la perforación. Si se hubiese empleado tubería de revestimiento en la sobrecapa del suelo, esta tubería debe levantarse y efectuarse una segunda observación, tan pronto como fuese posible. No se levantará la tubería si se determina que es conveniente dejarla para evitar el derrumbe de las paredes del sondeo. Cualquier ajuste se podrá realizar en campo con la autorización de la Administración del Contrato.
- El nivel de agua y el tiempo transcurrido para la segunda observación también se registrarán. Se registrará una tercera observación, aproximadamente después de doce horas. Si los niveles para la segunda y tercera observación no son los mismos, las observaciones se continuarán realizando a intervalos de veinte y cuatro (24) horas hasta que se logre determinar un nivel constante o hasta que el Contratante acepte que el sondeo ha sido terminado. El Contratista estará obligado a continuar con las observaciones del nivel de agua aún después de terminado el sondeo ya que ésta información será parte de los informes correspondientes, los mismos que se recibirán conforme la recepción provista en los pliegos.

Cajas porta testigos

Estas deberán ser de plástico (polipropileno) de cuatro canaletas de un metro cada una para HQ, las mismas que deberán ser rotuladas con tinta indeleble tanto en su interior como en su exterior. La custodia de estas cajas estará a cargo de la Contratista hasta que se realice la entrega formal a la Contratante. Las cajas deberán contar con los respectivos separadores plásticos de

cada maniobra debidamente sujetos a la caja para evitar el movimiento de los testigos litológicos. Adicionalmente se deberá colocar un tubo de PVC en los sitios donde no existió recuperación. El modelo de rotulación de las cajas deberá ser aprobado por la Contratante. Estarán incluidas dos correas por cada caja para sujetar la tapa a la misma.

El cuidado de estas será responsabilidad del Contratista, quien deberá adecuar, a su propio costo, un sitio para su almacenamiento, evitando dejarlas a la intemperie.

Registro General del Sondeo (RGS)

Este deberá incluir ubicación, características técnicas del sondeo, maquinaria, personal, litología, características geotécnicas, condiciones hidrogeológicas, permeabilidad, instrumentación instalada y fotografías.

Estos deben contener el resumen completo de las operaciones diarias realizadas en base a los datos proporcionados durante los trabajos de campo, en el formato establecido y aprobado por el Contratante.

Este registro deberá contener como mínimo:

- Resumen de los datos anotados en los partes diarios de trabajo (PDT) de cada sondeo, acompañado de los resultados de los ensayos efectuados en el sitio, fecha de iniciación y finalización del sondeo.
- Perfil estratigráfico de la perforación.
- Lista de las muestras alteradas e inalteradas extraídas, indicando su posición y tipo de toma muestra empleada.
- Resultados completos de las pruebas de permeabilidad.
- Descripción geológica y geotécnica, RQD, fracturación, meteorización, resistencia, etc. de acuerdo al Registro de Sondeo aprobado por el Contratante.
- Diagrama de instalación de piezómetros o instrumentos.
- Cuadro integral de las medidas del nivel estático del agua freática en cada sondeo y piezómetro.

Informe Final

Al finalizar la perforación de todos los sondeos, el Contratista entregará al Contratante un Informe Final, que debe contener el resumen de todos los trabajos ejecutados; y en el cual se debe incluir:

- Una memoria descriptiva de los trabajos efectuados (perforaciones, toma de muestras, ensayos, instalaciones, etc.) haciendo referencias a condiciones de carácter especial que se hayan encontrado durante la ejecución de estos.
- Copia de los RGS de cada sondeo.
- Registro fotográfico que deberá ser entregado como Apéndice Fotográfico (las fotografías deberán ser de alta resolución), impreso, con respaldo magnético (formato PDF), y deberá contener lo siguiente:
 - o Foto del sondeo con el equipo instalado.

- Fotos de cada una de las cajas de testigos de perforación con escala de colores en cada una.
- Los testigos de las perforaciones de roca y de las muestras obtenidas en los Ensayos de Penetración Estándar (SPT) debidamente identificadas de ser necesario.
- Los equipos, pruebas o cualquier otro aspecto que el Contratista considere necesario destacar.
- Foto de la losa de finalización del sondeo con su identificación.

El informe deberá incluir el registro fotográfico del sitio de implantación del sondeo, así como de la ejecución de pruebas de permeabilidad y de las cajas porta testigos de manera perpendicular a las mismas.

El Contratista será responsable del cuidado de sus equipos, maquinaria e instrumentos en la zona donde se desarrollan los trabajos.

Propiedad de la información

Toda la información obtenida durante las operaciones de la perforación pertenece a la Contratante

La información no se puede divulgar a terceros que no estén implicados en las investigaciones del proyecto.

Se deberá dar cumplimiento a la normativa correspondiente o asociada a este tipo de trabajos, teniendo en cuenta entre otras la INEN y ASTM.

Nota: Será responsabilidad del Contratista el abandono o pérdida de tubería de perforación por entrapamiento por lo cual la Contratante no reconocerá ningún valor al respecto.

Personal

El Contratista, a más del personal técnico y directivo responsable de la actividad de perforaciones, mantendrá el siguiente personal mínimo:

- Un Ingeniero coordinador geólogo o geotécnico por turno.
- Un perforador o técnico de sondeos por cada taladro y por turno.
- Dos ayudantes principales por cada taladro y por turno.
- Peones en número suficiente para garantizar las labores de perforación y el adecuado abastecimiento de material al sitio de los trabajos.

Observaciones y mediciones que el perforador debe efectuar

Ciertas observaciones deben efectuarse durante el avance de la perforación. Es importante que el perforador observe algunos factores y los anote inmediatamente, para incluirlos en su informe diario de perforación, que será parte de los PDT. Se trata, entre otros de los siguientes:

- Comportamiento del agujero, derrumbes de las paredes, hinchamientos o elevación del fondo, partes cavernosas, o cualquier anomalía detectada.

- Descripción de la resistencia que presenta el material atravesado por las herramientas de perforación y características del mismo que pueden apreciarse.
- Cambios en el color del suelo o de las rocas perforadas.
- Cambio en el color del agua de retorno.
- Presencia de cuerpos extraños en el suelo, como madera, sustancias orgánicas, etc.

Para perforación en suelo, aluvial o roca se debe registrar la longitud de los testigos recuperados al centímetro más cercano.

El Contratista debe registrar las condiciones hidrogeológicas. Si bien es cierto que las mismas son influenciadas a veces por la perforación, es importante que el perforador observe y anote todos los cambios en el comportamiento del agua subterránea, durante las operaciones de perforación.

El perforador deberá disponer de una sonda eléctrica con cable marcado, que permita medir el nivel del agua al centímetro más cercano, en el pozo más profundo. Se deberá medir la profundidad del nivel de agua al principio y al final de cada turno o doble turno diario. Si no hay agua en el agujero, así se registrará. Igualmente, si del agujero fluye agua, cuantificará su caudal por métodos volumétricos sencillos y directos; al perforar con inyección de agua, se registrará el volumen de pérdida de circulación.

El perforador deberá medir y registrar la desviación eventual de la perforación al final de su turno de trabajo o cuando lo solicite la Contratante.

Una vez terminado cada sondeo, el Contratista está obligado a dejarlo con la terminación prevista para el sondeo. Asimismo, deberá limpiar el área de trabajo y dejarla en condiciones de acceso satisfactorias.

Autorización para el retiro de los equipos

Una vez que el Contratista termine un sondeo, deberá informar sobre el particular al Contratante, el cual determinará si autoriza al Contratista a retirar el equipo ya sea para cambiar de emplazamiento o desmovilizarlo de la obra.

Cementación y re-perforación

Será responsabilidad del Contratista determinar aquellos tramos de sondeo que necesiten cementación y su consecuente re-perforación.

Queda entendido que cualquier riesgo en el sondeo por falta de cementación o durante ella es responsabilidad del Contratista.

La cementación y re-perforación deberá estar incluida en el costo de perforación.

Informe de los trabajos:

El informe técnico deberá incluir, como mínimo, la siguiente información:

1. Identificación del proyecto, ubicación de las perforaciones y fecha de ejecución.

2. Método de perforación empleado (rotación y lavado).
3. Profundidad total alcanzada y diámetro del sondeo.
4. Registro geológico y geotécnico del macizo rocoso, incluyendo descripción litológica.
5. Porcentaje de recuperación del testigo y determinación del índice RQD, cuando corresponda.
6. Descripción y registro fotográfico de las muestras de roca obtenidas.
7. Nivel freático encontrado, si aplica.
8. Resultados, conclusiones y recomendaciones.

4.8.1 PERFORACIÓN VERTICAL A ROTACIÓN CON MUESTREO

Unidad: Metro lineal (m)

Descripción:

Ejecución de perforaciones **verticales** mediante método de rotación en roca u otro material que aplique, incluyendo la recuperación de testigos continuos, mediante el uso de barriles portatestigos adecuados. Se deberá garantizar una adecuada recuperación y preservación de las muestras, así como su registro geológico-geotécnico.

Durante la perforación se deberá realizar la toma de muestras de roca otro material, preferentemente mediante testigo continuo, garantizando su adecuada recuperación, identificación, protección y almacenamiento. Las muestras obtenidas serán sometidas a ensayos de compresión simple, con el fin de determinar la resistencia a compresión uniaxial.

Los trabajos deberán ejecutarse asegurando la estabilidad del sondeo, el control del avance, la correcta recuperación del testigo y el registro detallado de las discontinuidades, grado de fracturamiento y calidad del macizo rocoso.

La ejecución de este rubro deberá cumplir con las normas técnicas vigentes aplicables, o sus equivalentes, previa autorización de la Administración del Contrato, entre las cuales se incluyen:

- ASTM D2113 – *Standard Practice for Rock Core Drilling and Sampling of Rock for Site Investigation*
- ASTM D7012 – *Standard Test Method for Compressive Strength and Elastic Moduli of Intact Rock Core Specimens*
- ASTM D5876 – *Standard Guide for Rock Mass Classification Systems* (cuando aplique)

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para el rubro Perforación a rotación con muestreo, será por metro lineal (m), correspondiente a cada ensayo aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales y software requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; monumentación; cajas porta testigos; instalación; revestimientos, cimentaciones; desbroce, apertura de caminos y desalojo de material; almacenamiento; viáticos de personal; actividades de apoyo topográfico de localización, tendido, colocación, etc. requeridos; actividades de

desbroce; permisos (ante organismos que correspondan y en los predios donde se ejecutarán los ensayos); montaje, desmontaje y operación de equipos; provisión de todos los accesorios, incluido coronas, rimas, zapatas y preparación de la maquinaria para cada sondeo, provisión de combustibles, lubricantes, agua y de todo lo necesario para la ejecución de los sondeos; revestimiento; cementación; re-perforación, suministro e instalación de losetas, registros de perforación; obtención, procesamiento e interpretación de datos, elaboración de gráficas, informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base en los ensayos efectivamente ejecutados y aprobados y aprobados por el Administrador del Contrato. Se deberá considerar que para proceder con el pago se contabilizará la profundidad real ejecutada. Para aprobación de los sondeos, el Contratista deberá entregar toda la información que avale la actividad de perforación a través del informe, ensayos, cajas porta testigos, piezómetros, fotografías y demás elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.8.2 PERFORACIÓN INCLINADA A ROTACIÓN CON MUESTREO

Unidad: Metro lineal (m)

Descripción:

Ejecución de perforaciones **inclinadas** mediante método de rotación en roca u otro material que aplique, incluyendo la recuperación de testigos continuos, mediante el uso de barriles portatestigos adecuados. Se deberá garantizar una adecuada recuperación y preservación de las muestras, así como su registro geológico-geotécnico.

Durante la perforación se deberá realizar la toma de muestras de roca otro material, preferentemente mediante testigo continuo, garantizando su adecuada recuperación, identificación, protección y almacenamiento. Las muestras obtenidas serán sometidas a ensayos de compresión simple, con el fin de determinar la resistencia a compresión uniaxial.

Los trabajos deberán ejecutarse asegurando la estabilidad del sondeo, el control del avance, la correcta recuperación del testigo y el registro detallado de las discontinuidades, grado de fracturamiento y calidad del macizo rocoso.

La ejecución de este rubro deberá cumplir con las normas técnicas vigentes aplicables, o sus equivalentes, previa autorización de la Administración del Contrato, entre las cuales se incluyen:

- ASTM D2113 – *Standard Practice for Rock Core Drilling and Sampling of Rock for Site Investigation*
- ASTM D7012 – *Standard Test Method for Compressive Strength and Elastic Moduli of Intact Rock Core Specimens*
- ASTM D5876 – *Standard Guide for Rock Mass Classification Systems* (cuando aplique)

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para el rubro Perforación a rotación con muestreo, será por metro lineal (m), correspondiente a cada ensayo aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales y software requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; monumentación; cajas porta testigos; instalación; revestimientos, cimentaciones; desbroce, apertura de caminos y desalojo de material; almacenamiento; viáticos de personal; actividades de apoyo topográfico de localización, tendido, colocación, etc. requeridos; actividades de desbroce; permisos (ante organismos que correspondan y en los predios donde se ejecutarán los ensayos); montaje, desmontaje y operación de equipos; provisión de todos los accesorios, incluido coronas, rimas, zapatas y preparación de la maquinaria para cada sondeo, provisión de combustibles, lubricantes, agua y de todo lo necesario para la ejecución de los sondeos; revestimiento; cementación; re-perforación, suministro e instalación de losetas, registros de perforación; obtención, procesamiento e interpretación de datos, elaboración de gráficas, informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base en los ensayos efectivamente ejecutados y aprobados y aprobados por el Administrador del Contrato. Se deberá considerar que para proceder con el pago se contabilizará la profundidad real ejecutada. Para aprobación de los sondeos, el Contratista deberá entregar toda la información que avale la actividad de perforación a través del informe, ensayos, cajas porta testigos, piezómetros, fotografías y demás elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.8.3 ENSAYOS SPT CON MUESTREO Y ENSAYOS DE VELETA.

Unidad: Metro lineal (m).

Descripción:

Se ejecutarán ensayos de penetración estándar (SPT) durante el avance de la perforación, con una frecuencia de un (1) ensayo por cada metro de profundidad y/o en cada cambio de estrato, incluyendo la recuperación de muestras alteradas.

Asimismo, se prevé la ejecución de ensayos de veleta (Vane Shear Test) en estratos de arcillas de consistencia blanda a media, de acuerdo con las condiciones encontradas en el terreno.

Los trabajos deberán realizarse garantizando la estabilidad del sondeo, el registro continuo de los estratos atravesados y la correcta identificación del material extraído.

La ejecución de este rubro deberá cumplir con lo establecido en las siguientes normas técnicas, o sus equivalentes vigentes, previa autorización de la Administración del Contrato:

- ASTM D1586 – Ensayo de Penetración Estándar (SPT)
- ASTM D2573 – Ensayo de corte con veleta en campo
- ASTM D420 / ASTM D5434 – Prácticas para exploración del subsuelo

Informe de los trabajos:

El informe deberá incluir, como mínimo, la siguiente información:

1. Identificación del proyecto, ubicación de los sondeos y fecha de ejecución.
2. Método de perforación utilizado (percusión y lavado o rotación y lavado).
3. Profundidad total alcanzada en cada perforación.
4. Registro estratigráfico detallado del subsuelo.
5. Descripción de las muestras alteradas obtenidas, con su profundidad correspondiente.
6. Resultados de los ensayos SPT, incluyendo número de golpes por tramo y correcciones aplicables.
7. Resultados del ensayo de veleta, indicando profundidad, resistencia al corte no drenada y observaciones.
8. Nivel freático observado, si aplica.
9. Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para el rubro Ensayos SPT con muestro y ensayos de veleta, será por metro lineal (m), correspondiente a cada ensayo aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales y software requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; monumentación; cajas de testigos; instalación; revestimientos, cimentaciones; trabajos para conformación de plataformas; almacenamiento; viáticos de personal; actividades de apoyo topográfico de localización, tendido, colocación, etc. requeridos; actividades de desbroce; permisos (ante organismos que correspondan y en los predios donde se ejecutarán los ensayos); obtención, procesamiento e interpretación de datos, elaboración de gráficas, informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base en los ensayos efectivamente ejecutados y aprobados y aprobados por el Administrador del Contrato.

4.9 ENSAYOS DILATOMÉTRICOS EN PERFORACIONES.

Unidad: unidad

Descripción:

El objetivo de los ensayos dilatométricos en perforaciones es obtener información sobre el comportamiento mecánico in situ del suelo o roca frente a cargas laterales, mediante la expansión controlada de una sonda dentro del sondeo.

Estos ensayos son fundamentales para determinar parámetros geotécnicos, entre otros, el módulo de deformabilidad, el límite elástico y la resistencia a la presión del terreno.

Para la ejecución de los Ensayos Dilatométricos en Perforaciones, el Consultor enviará, para autorización de la Administración del Contrato, el programa de investigaciones propuesto, en el que se incluya como mínimo la ubicación, cantidades y método de interpretación de datos a ser utilizados.

Normas y referencias técnicas

- ASTM D6635 – Standard Test Method for Dilatometer Testing in Soils
- ISSMGE – TC-16: International Reference for In-Situ Testing
- ISRM Suggested Methods for In-Situ Testing of Rock
- Otra normativa relacionada, vigente a la fecha.

Informes y planos

A CELEC EP se deberán entregar los archivos digitales de los Ensayos Dilatométricos en Perforaciones con los archivos fuente que hayan sido utilizados en el análisis, y/o los registros de campo obtenidos en el ensayo.

El contenido del informe debe incluir por lo menos los siguientes puntos:

- Antecedentes
- Ubicación e identificación
- Objetivos y alcances
- Equipo empleado, descripción de los métodos y arreglos empleados.
- Análisis de los ensayos realizados.
- Interpretación y correlación de los datos.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para los Ensayos Dilatométricos en Perforaciones es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.10 ENSAYO DE PERMEABILIDAD (Lefranc).

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Este rubro comprende la ejecución de ensayos de permeabilidad in situ, mediante el método Lefranc, con el propósito de determinar el coeficiente de permeabilidad y el comportamiento hidráulico de suelos, información fundamental para el diseño geotécnico, hidrogeológico y estructural de proyectos de ingeniería y obras civiles.

El ensayo Lefranc se aplicará principalmente en suelos granulares y cohesivos de baja a media permeabilidad, mediante la inyección o extracción de agua en perforaciones.

Los ensayos se ejecutarán conforme a metodologías normalizadas y a las especificaciones técnicas del proyecto, garantizando la confiabilidad y representatividad de los resultados. Las actividades se desarrollarán de acuerdo con la normativa técnica vigente, bajo la supervisión de personal especializado y previa aprobación de la Administración del Contrato, entre las cuales se incluyen, sin limitarse a:

Los procedimientos a utilizarse deberán ser los correspondientes a la designación E-19 del "Earth Manual" (USBR) o similares.

Estas pruebas se realizarán en suelo o en roca con alto grado de fracturamiento, manteniéndose constante la carga hidráulica en el tramo de prueba.

Alcanzada la profundidad del ensayo, se bajará el revestimiento hasta el fondo de la perforación y luego se levantará tres metros (3), o tanto como mida el tramo de ensayo elegido. Enseguida se lavará el sondeo y se medirá la profundidad del nivel freático.

El equipo de prueba se debe instalar en el siguiente orden: bomba de agua, válvulas para el control de suministro de agua al taladro, complementado con una válvula de descarga en T, una válvula de control de suministro y un medidor de caudal. Estos accesorios de prueba deberán ser interconectados con tuberías o mangueras.

Se podrá realizar este tipo de ensayo ya sea con carga constante, con un nivel de agua estable, por un tiempo no menor a quince minutos, o con carga variable, para lo cual, una vez alcanzado un nivel constante dentro del revestimiento del sondaje, se suspende el suministro de agua y se medirá el descenso de este nivel en la tubería, inicialmente en tiempos cortos y posteriormente en tiempos más largos hasta que el nivel del agua se estabilice.

Normas y referencias técnicas

- Bureau of Reclamation.
- ISRM Suggested Methods for Hydraulic Tests in Rock Masses
- Otra normativa relacionada, vigente a la fecha.

Informes y planos

A CELEC EP se deberán entregar los archivos digitales del Ensayo Lefranc con sus modelos interpretados (con los archivos fuente que hayan sido utilizados en el análisis), junto con las gráficas correspondientes; y/o los registros de campo obtenidos en el ensayo.

El contenido del informe debe incluir por lo menos los siguientes puntos:

- Antecedentes
- Ubicación e identificación
- Objetivos y alcances
- Equipo empleado, descripción de los métodos y arreglos empleados
- Análisis de los ensayos realizados.
- Interpretación y correlación de los datos.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Registros

Las pruebas se reportarán detalladamente en los formularios aprobados por el Contratante, los mismos que contendrán entre otros, lo siguiente:

- 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
- Volumen de agua inyectado
- Profundidad del revestimiento.
- Diámetro del sondeo y del revestimiento más profundo.
- Duración de la prueba.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para este rubro será la unidad (u), correspondiente a cada ensayo de placa de carga ejecutado y aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos requeridos (incluyendo bomba, válvula de agua, recipiente de volumen conocido, cronómetro, sonda eléctrica con sus aditamentos, tubería, amperímetro, medidor de agua, obturador, herramientas diversas, etc); transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; preparación de perforaciones, sellos y dispositivos de medición; viáticos de personal; obtención; elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.11 ENSAYO DE PERMEABILIDAD (Lugeon).

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Este rubro comprende la ejecución de ensayos de permeabilidad in situ, mediante el método Lugeon, con el propósito de determinar el coeficiente de permeabilidad y el comportamiento hidráulico de suelos, información fundamental para el diseño geotécnico, hidrogeológico y estructural de proyectos de ingeniería y obras civiles.

El ensayo Lugeon se empleará en macizos rocosos, evaluando la permeabilidad del medio a través de inyecciones de agua a presión en tramos aislados de sondeos.

Los procedimientos a utilizarse deberán ser los correspondientes a la designación 7310 del "Earth Manual" (USBR)

Estas pruebas se efectuarán para determinar la permeabilidad en el macizo rocoso. Las pruebas se efectuarán en cada sondeo, continuamente, conforme avanza la perforación y a intervalos de 5 m de longitud salvo otras indicaciones del Contratante. Los tramos a ser ensayados en los diferentes sondajes, deberán ser seleccionados por el Contratista, quien a su vez definirá cada

uno de ellos de acuerdo a la profundidad, condiciones de fracturamiento de la roca y resultado inicial de la prueba, así como las presiones que deberán ser tomadas en cuenta en cada uno de estos ensayos.

La longitud de los tramos a ser ensayados podrá ser de 3 ó 5 m y se realizarán en los tramos de perforación con diámetro HQ ó NQ, por lo que el Contratista deberá tener los implementos necesarios para realizarlos, ya sea usando la configuración de obturador ("packer") doble o simple; los obturadores deberán ser neumáticos o mecánicos.

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 deberá ser suspendida y reiniciada desplazando la posición del obturador. Esta repetición no se considera como nuevo ensayo.

En caso de que el volumen inyectado sobrepase la capacidad de la bomba se deberá reducir el tramo ensayado, colocando el obturador más abajo y repetirse la secuencia de todo el ensayo, no considerándose como un nuevo ensayo. La secuencia de presiones de inyección aplicadas ascendentes y descendentes hasta 10 kg/cm², deberá ser las aprobadas por el Contratante, pero podrán ser modificadas si las condiciones del tramo ensayado así lo requieren. Cada rango de presión deberá ser mantenida por el tiempo mínimo de 10 minutos, con el fin de obtener los gastos estabilizados de absorción de agua.

Las medidas de caudales se realizarán una vez alcanzado un caudal constante, en cada tramo de presión.

Equipo principal

Obturador o empaque

Cada tramo por ensayar deberá ser perfectamente aislado, por medio de obturadores de tipo neumático, según sean aprobados por el Contratante. La longitud del obturador deberá ser de por lo menos 1 m.

Bomba

La bomba deberá ser tipo pistón, con capacidad de suministrar un caudal mínimo de 200 litros por minuto a 15 kg/cm² de presión, debiendo alcanzar una presión máxima de por lo menos 20 kg/cm². Deberá ser aprobada por el Contratante.

Medidor de caudales de agua

Para la medida del caudal inyectado se emplearán medidores calibrados de reconocida calidad y aprobados por el Contratante, que permitan determinar el caudal con errores inferiores al 1 %, el Contratante podrá solicitar su cambio tantas veces como sean necesarias.

Manómetros

Las presiones de inyección deberán ser medidas con manómetros, calibrados con una precisión de 0,1 kg/cm². El manómetro que se emplee en una prueba deberá ser previa y periódicamente calibrado por medio de un manómetro patrón si así lo requiere el Contratante, al que se lo guardará cuidadosamente. Además del equipo se requerirá de accesorios, estabilizadores, repuestos y herramientas diversas.

Normas y referencias técnicas

- Bureau of Reclamation.
- ISRM Suggested Methods for Hydraulic Tests in Rock Masses
- Otra normativa relacionada, vigente a la fecha.

Informes y planos

A CELEC EP se deberán entregar los archivos digitales del Ensayo Lugeon con sus modelos interpretados (con los archivos fuente que hayan sido utilizados en el análisis), junto con las gráficas correspondientes; y/o los registros de campo obtenidos en el ensayo.

El contenido del informe debe incluir por lo menos los siguientes puntos:

- Antecedentes
- Ubicación e identificación
- Objetivos y alcances
- Equipo empleado, descripción de los métodos y arreglos empleados
- Análisis de los ensayos realizados.
- Interpretación y correlación de los datos.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Registros

Los ensayos de permeabilidad (inyección de agua limpia) se reportarán detalladamente en los formularios aprobados por el Contratante, los que contendrán, entre otros, los siguientes datos:

- Tipo de obturador, su longitud y su diámetro interno.
- Cotas del tramo a probarse.
- Gastos de inyección.
- Presión del manómetro.
- Profundidad del nivel freático.
- Profundidad y longitud del tramo probado.
- Diámetro y longitud del tramo probado.
- Altura del manómetro y de la entrada de agua.
- Pérdidas de presión.

Los formularios originales y borradores deberán ser suscritos por el técnico responsable y por el Contratante luego de su revisión. Los resultados de estos ensayos se reportarán de acuerdo al formato propuesto por el Contratista y aprobado por la Contratante.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición del rubro ensayo de permeabilidad (Lugeon) será la unidad (u), correspondiente a cada ensayo ejecutado, procesado y aprobado por la Administración del Contrato, independientemente del método aplicado.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y

movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; preparación de perforaciones, sellos y dispositivos de medición; viáticos de personal; toma de datos, procesamiento e interpretación de resultados; elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.12 PIEZÓMETROS

Unidad: Unidad (m).

Descripción:

Suministro, instalación y monitoreo de piezómetros para la medición de la presión de poros y nivel freático en el subsuelo. La instrumentación permitirá evaluar el comportamiento hidrogeológico del terreno y su influencia en la estabilidad y deformación de estructuras geotécnicas.

Se debe usar piezómetros de cuerda vibrante de alta precisión, ideal para monitoreo continuo y automatizado a futuro.

El piezómetro se instalará en las perforaciones ya realizadas correspondientes al rubro "Perforación a rotación con muestreo".

Los piezómetros deberán tener el adecuado sistema de seguridad y su respectivo candado.

Procedimiento de instalación

- Instalación de tubería hasta la profundidad requerida
- Colocación del elemento sensor (punta filtrante o celda)
- Relleno con arena filtrante en la zona de medición
- Sellado con bentonita para evitar flujo vertical
- Relleno final del sondeo
- Protección superficial (caja metálica o pedestal)

Medición y forma de pago.

La unidad de medición para el rubro de instrumentación in situ – piezómetros será la unidad (m), correspondiente a cada ensayo ejecutado y aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas, insumos, y equipos requeridos (incluye suministro e instalación de tubería de pvc, cable, materiales de sellado, protección, etc.); transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; viáticos de personal; toma de datos, procesamiento e interpretación de resultados;

elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.13 OPTV Y BHTV

Unidad: metro

Descripción:

El OPTV (Optical Televiwer) y el BHTV (Borehole Televiwer) son métodos geofísicos de registro de imágenes continuas y orientadas del interior de un sondeo, mediante sensores ópticos (en el caso de OPTV) o acústicos (en el caso de BHTV). Se utilizan en estudios geológicos y geotécnicos para identificar fracturas, foliaciones, litologías, condiciones del macizo rocoso, orientación de discontinuidades y condiciones estructurales in situ con alta resolución.

Ambas tecnologías permiten generar imágenes en 360º del interior del pozo, facilitando la interpretación detallada de estructuras y propiedades del terreno, tanto en roca como en suelos consolidados.

Para la ejecución de los ensayos OPTV y BHTV, el Consultor enviará, para autorización de la Administración del Contrato, el programa de investigaciones propuesto, en el que se incluya como mínimo la ubicación, cantidades y método de interpretación de datos a ser utilizados.

Normas y referencias técnicas

- Bureau of Reclamation.
- ISRM Suggested Methods for Borehole Televiwer Logging (Optical and Acoustic)
- Otra normativa relacionada, vigente a la fecha.

Informes y planos

A CELEC EP se deberán entregar los archivos digitales de los ensayos OPTV y BHTV con los archivos fuente que hayan sido utilizados en el análisis, y/o los registros de campo obtenidos en el ensayo.

El contenido del informe debe incluir por lo menos los siguientes puntos:

- Antecedentes
- Ubicación e identificación
- Objetivos y alcances
- Equipo empleado, descripción de los métodos y arreglos empleados.
- Imágenes y registros.
- Análisis de los ensayos realizados.
- Interpretación y correlación de los datos.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el estudio OPTV y BHTV es el metro. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.14 ENSAYOS DE PENETRACIÓN DE CONO (CPTu)

Unidad: Unidad (m).

Descripción:

Este rubro comprende la ejecución de ensayos de penetración de cono con medición de pore pressure (CPTu) en suelos, con el objetivo de caracterizar el perfil geotécnico del terreno, determinar resistencia al corte, fricción lateral, estratigrafía y parámetros de diseño para cimentaciones y obras de ingeniería.

Los ensayos se realizarán mediante el empuje de un cono estandarizado a velocidad constante, registrando en forma continua:

- Resistencia a punta del cono (qc)
- Resistencia de fricción lateral (fs)
- Presión de poro (u)

Se deberán respetar las normas de operación del equipo y garantizar registro continuo de datos, estabilidad del sondeo y mínima alteración del terreno. En suelos saturados, se controlará la medición de presiones de poro, y en todo caso se elaborará un perfil geotécnico completo.

Los trabajos deberán ejecutarse cumpliendo la normativa ecuatoriana vigente y normas internacionales equivalentes, previa aprobación de la Administración del Contrato, entre las cuales se incluyen:

- ASTM D5778 – Standard Test Method for Electronic Friction Cone and Piezocone Penetration Testing of Soils.
- NTE INEN 1537 / 1545 – Ensayos de suelos. Procedimientos de campo.

Informe de los trabajos:

El informe técnico deberá incluir, como mínimo:

1. Identificación del proyecto, ubicación del sondeo y fecha de ejecución.
2. Método de ensayo utilizado: CPTu.
3. Profundidad total alcanzada y condiciones de operación del equipo.
4. Registro continuo de resistencia a punta (qc), fricción lateral (fs) y presión de poro (u).
5. Perfil geotécnico interpretado del terreno, incluyendo estratigrafía, estratos y posibles capas problemáticas.
6. Observaciones sobre anomalías, dificultad de penetración y estabilidad del sondeo.
7. Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para este rubro será el metro lineal (m) de ensayo efectivamente ejecutado y aceptado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos requeridos;; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; instalación, calibración y operación de equipos CPTu; viáticos de personal; obtención, registro electrónico de datos y control de calidad en campo; elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.15 ENSAYO DE PLACA DE CARGA

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Este rubro comprende la ejecución de ensayos de placa de carga sobre el terreno o cimentaciones existentes, con el objetivo de determinar la capacidad portante del suelo y la deformabilidad bajo cargas aplicadas, para fines de diseño de obras de infraestructura.

El ensayo se realizará mediante la colocación de una placa metálica de dimensiones conocidas, sobre el terreno preparado, aplicando cargas incrementales y registrando los asentamientos verticales. El ensayo permitirá determinar parámetros como:

- Capacidad portante última y admisible del suelo.
- Módulo de reacción del terreno (k).
- Relación carga-asentamiento para verificación de diseño.

Los trabajos deberán ejecutarse cumpliendo la normativa ecuatoriana vigente y normas internacionales equivalentes, previa autorización de la Administración del Contrato, entre las cuales se incluyen:

- NTE INEN 1537 / 1545 – Ensayos de suelos. Procedimientos de campo.
- ASTM D1196 – Standard Test Method for Non-Repetitive Static Plate Load Tests of Soils and Flexible Pavement Components.
- ASTM D4694 – Standard Test Method for In-Place Measurement of Soil Strength.

Informe de los trabajos:

El informe técnico deberá incluir, como mínimo:

1. Identificación del proyecto, ubicación del ensayo y fecha de ejecución.

2. Preparación del terreno y dimensiones de la placa utilizada.
3. Procedimiento de aplicación de carga y registro de asentamientos.
4. Datos obtenidos: cargas aplicadas, asentamientos medidos y relación carga-asentamiento.
5. Determinación de capacidad portante última y admisible.
6. Observaciones sobre comportamiento del suelo durante el ensayo.
7. Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para este rubro será la unidad (u), correspondiente a cada ensayo de placa de carga ejecutado y aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos requeridos; preparación de perforaciones, sellos y dispositivos de medición; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; viáticos de personal; toma de datos, procesamiento e interpretación de resultados; informes y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.16 CALICATAS (L= 1,50, A=1,50; P=3.00 M).

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Ejecución de calicatas de 1,50 m × 1,50 m y hasta 3,00 m de profundidad, incluyendo excavación manual o mecánica, estabilización y protección de paredes durante la inspección. Comprende la toma de muestras alteradas, muestras integrales y representativas para ensayos de compactación (Proctor), así como la descripción manual-visual del perfil estratigráfico. Incluye la realización de ensayo de veleta en suelos cohesivos, cuando las condiciones del terreno lo permitan, y el posterior relleno y restitución del área intervenida

Las actividades incluyen la excavación controlada, estabilización y protección temporal de las paredes de la calicata para garantizar la seguridad del personal, así como la toma de muestras alteradas y muestras integrales destinadas a ensayos de compactación tipo Proctor. Adicionalmente, se realizará la descripción manual-visual del suelo, considerando color, textura, humedad, estructura, consistencia y otros parámetros relevantes, conforme a metodologías geotécnicas reconocidas.

El rubro incluye la ejecución del ensayo de veleta in situ, cuando las condiciones del suelo lo permitan, con el objetivo de determinar la resistencia al corte no drenada de suelos cohesivos.

Una vez concluidos los trabajos, se procederá al relleno y compactación de la calicata, restituyendo el terreno a condiciones similares a las originales y garantizando la seguridad del área intervenida.

Informe de los trabajos:

El Contratista deberá presentar un informe técnico de calicatas, el cual deberá contener, como mínimo, la siguiente información:

- Identificación del proyecto, ubicación de cada calicata y fecha de ejecución.
- Descripción del procedimiento de excavación y condiciones de seguridad implementadas.
- Registro estratigráfico detallado de cada calicata.
- Descripción manual-visual de los suelos identificados.
- Detalle de las muestras tomadas (tipo, profundidad y destino de ensayo).
- Resultados del ensayo de veleta, incluyendo metodología y valores obtenidos (de ser el caso)
- Registro fotográfico representativo antes, durante y después de la excavación.
- Observaciones relevantes y condiciones especiales encontradas.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el rubro Calicatas ($l=1,50$, $a=1,50$; $p=2,00$ m), será por unidad (m), correspondiente a cada calicata aprobada por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; actividades de excavación manual y/o mecánica y protección de la calicata; toma, rotulado y preservación de muestras alteradas e integrales; transporte hasta laboratorio de las muestras; ejecución del ensayo de veleta in situ (cuando corresponda); apertura de caminos y desalojo de material; almacenamiento; viáticos de personal; actividades de apoyo topográfico para localización; actividades de desbroce; permisos en los predios donde se ejecutarán los ensayos; obtención y registro de datos, elaboración de gráficas; relleno, compactación y restitución del área intervenida; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.17 ANÁLISIS PETROGRÁFICO (ISRM 1978)

Unidad: unidad

Descripción:

El análisis petrográfico consiste en el estudio detallado de las características mineralógicas, texturales y estructurales de muestras de roca mediante técnicas microscópicas, principalmente con láminas delgadas observadas en microscopio petrográfico de polarización. Este análisis permite identificar los minerales presentes, su proporción, alteraciones, cohesión entre granos, porosidad, grado de meteorización y otros aspectos clave que afectan el comportamiento geomecánico de la roca.

Este estudio es fundamental para comprender el origen, evolución y propiedades físico-mecánicas de los materiales rocosos presentes en el área del proyecto.

El análisis incluirá, al menos, los siguientes aspectos:

- Identificación litológica y mineralógica (minerales primarios y secundarios).
- Textura y estructura del material rocoso (tamaño de grano, forma, orientación, foliación).
- Grado de alteración y meteorización.
- Presencia de rellenos o minerales secundarios en discontinuidades.
- Microfracturamiento y otras estructuras relevantes bajo microscopía óptica.

Se deberá presentar un informe que incluya al menos:

- Fotografías de cortes delgados (con escala).
- Descripciones petrográficas completas.
- Interpretación geotécnica preliminar basada en los resultados.
- Correlación con la estratigrafía y otras propiedades mecánicas o hidráulicas.
- Conclusiones y recomendaciones.

Normas y referencias técnicas:

- ISRM 1978

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el Análisis Petrográfico (ISRM 1978) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

DIFRACTOMETRÍA RX

Unidad: unidad

Descripción:

La Difractometría RX es una técnica analítica no destructiva utilizada para la identificación y caracterización de las fases minerales cristalinas presentes en una muestra. Esta técnica permite determinar la composición mineralógica cualitativa y semicuantitativa del material rocoso,

sedimento o suelo, mediante la medición de los patrones de difracción producidos por la interacción de los rayos X con la estructura atómica del cristal.

Este análisis es fundamental para complementar los estudios geotécnicos, geológicos y de materiales, ya que permite identificar minerales expansivos, cementantes, o aquellos que puedan afectar la estabilidad o comportamiento del terreno en obras de infraestructura.

El análisis deberá incluir, como mínimo:

- Identificación cualitativa de minerales cristalinos principales y secundarios.
- Estimación porcentual aproximada de cada mineral detectado.
- Detección de minerales arcillosos, sulfatos, óxidos, y otros que puedan influir en el comportamiento mecánico, hidrogeológico o químico del terreno.
- Interpretación geotécnica de los resultados.

El informe deberá incluir al menos:

- Detalle del método y equipo utilizado.
- Tabla con los minerales identificados y sus porcentajes aproximados.
- Gráfico del patrón de difracción.
- Fotografías de las muestras.
- Comentarios sobre la relación de los resultados con las condiciones del proyecto.
- Anexos con archivos digitales de los patrones.
- Conclusiones y recomendaciones.

Normas y referencias técnicas:

- ASTM D934-12: Standard Test Method for Analysis of Mineral Content of Soils by X-Ray Diffraction.
- ISRM Suggested Methods (1978): Petrographic and Mineralogical Description of Rocks.
- Otra normativa relacionada, vigente a la fecha.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Difractometría RX es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.18 SLAKE DURABILITY (ASTM D4644)

Unidad: unidad

Descripción:

Con este ensayo se pretende evaluar la resistencia de rocas blandas o moderadamente resistentes (como lutitas, margas, arcillolitas y algunas rocas volcánicas) al desintegrarse cuando se someten a ciclos alternos de inmersión en agua y secado.

El objetivo principal del ensayo es estimar la durabilidad de una roca frente a condiciones climáticas de intemperismo, simulando ciclos de humedad y desecación. Este parámetro es fundamental para evaluar la estabilidad de taludes, rellenos, materiales para estructuras que estarán expuestas a la intemperie.

El procedimiento incluirá, al menos:

- Selección de muestras representativas de roca débil, alterada o meteorizada, según criterio geotécnico.
- Preparación de la muestra siguiendo los requisitos dimensionales de ASTM D4644.
- Realización de ciclos de inmersión y secado conforme a la norma.
- Registro del peso inicial y final de los fragmentos retenidos después de cada ciclo.
- Cálculo del Índice de Durabilidad al Remojo (SDI) correspondiente.

El informe deberá incluir al menos:

- Identificación y localización de las muestras.
- Fotografías de las muestras antes y después del ensayo.
- Peso inicial y pesos posteriores a cada ciclo.
- Cálculo del SDI con tabla de resultados.
- Comentarios sobre el comportamiento observado (fragmentación, colapsos, formación de finos).
- Interpretación geotécnica del resultado en relación con la estabilidad esperada del macizo en obra.
- Conclusiones y recomendaciones.

Normas y referencias técnicas:

- ASTM D4644

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo Slake Durability (ASTM D4644) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.19 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA EN MUESTREO DE ROCAS (ISRM 1977)

Unidad: unidad

Descripción:

La determinación del contenido de agua en muestras de roca tiene como objetivo establecer la cantidad de humedad presente en una muestra en su estado natural. Este parámetro es fundamental para la evaluación geotécnica del macizo rocoso, ya que influye directamente en su resistencia, deformabilidad, comportamiento frente a la intemperie y capacidad portante.

El procedimiento se basa en la medición de la pérdida de masa de la muestra después de ser sometida a secado en estufa a temperatura controlada, hasta alcanzar un peso constante.

El informe del ensayo deberá incluir al menos:

- Código y descripción de la muestra (sondeo, profundidad, litología).
- Masa húmeda y masa seca.
- Porcentaje de contenido de agua (%).
- Temperatura y tiempo de secado.
- Observaciones relevantes durante el secado (fisuración, disgregación, pérdida de volumen)
- Conclusiones y recomendaciones.

Normas y referencias técnicas:

- ISRM 1977

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de la Determinación del Contenido de Agua en Muestreo de Rocas (ISRM 1977) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.20 DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO EN MUESTRAS DE ROCAS (ISRM 1977)

Unidad: unidad

Descripción:

La determinación del peso volumétrico de una muestra de roca tiene como finalidad establecer la relación entre su masa y su volumen total (incluyendo vacíos), lo cual constituye un parámetro fundamental para la caracterización física del macizo rocoso. Esta propiedad influye directamente en el análisis de estabilidad, comportamiento mecánico y diseño de estructuras geotécnicas.

El procedimiento consiste en medir el peso seco de una muestra representativa y determinar su volumen mediante métodos geométricos o por desplazamiento de agua (principio de Arquímedes), dependiendo de la regularidad de la forma de la muestra.

El informe del ensayo incluirá al menos:

- Identificación de la muestra (sondeo, profundidad, tipo de roca),
- Descripción del método utilizado,
- Resultados de masa y volumen,
- Cálculo de las densidades solicitadas,

- Observaciones sobre la condición física de la muestra.
- Conclusiones y recomendaciones.

Normas y referencias técnicas:

- ISRM 1977

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para la Determinación del Peso Volumétrico en Muestras de Rocas (ISRM 1977) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.21 OBTENCIÓN Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS A PARTIR DE FRAGMENTOS IRREGULARES (ASTM D4543)

Unidad: unidad

Descripción:

Este procedimiento tiene como finalidad la obtención y preparación de especímenes cilíndricos normalizados a partir de fragmentos de roca irregulares, con el objetivo de realizar posteriormente ensayos de laboratorio.

La norma ASTM D4543 establece las directrices para el corte, tallado y acabado superficial de las muestras cilíndricas, garantizando su representatividad, uniformidad y precisión geométrica, aspectos esenciales para asegurar la validez de los resultados en ensayos mecánicos.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para la Obtención y Preparación de Muestras Cilíndricas a partir de Fragmentos Irregulares (ASTM D 4543) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.22 MEDICIÓN DE LAS VELOCIDADES V_p Y V_s (SÓNICAS) EN NÚCLEOS DE ROCA (ASTM D2845)

Unidad: unidad

Descripción:

Este ensayo tiene como objetivo determinar en laboratorio las velocidades de propagación de ondas sísmicas longitudinales (V_p) y cortantes (V_s) en núcleos cilíndricos de roca. Estas propiedades son fundamentales para caracterizar el comportamiento dinámico y el módulo de elasticidad dinámico del macizo rocoso, así como para correlacionar resultados de ensayos in situ (sísmica de refracción, cross-hole, down-hole, entre otros).

El procedimiento sigue los lineamientos establecidos en la norma ASTM D2845, la cual proporciona métodos estandarizados para la medición precisa de velocidades sínicas en muestras de roca, considerando condiciones de laboratorio controladas.

Las velocidades obtenidas serán fundamentales para:

- Estimación de módulos elásticos dinámicos (módulo de Young dinámico, módulo de corte).
- Análisis de integridad y calidad del macizo rocoso.
- Correlación con ensayos in situ y calibración de modelos numéricos.

El informe técnico deberá incluir al menos:

- Identificación y descripción de las muestras (profundidad, litología, estado).
- Detalle del equipo y método utilizado para la medición.
- Resultados de velocidades V_p y V_s con sus promedios y desviaciones.
- Condiciones ambientales y de preparación de la muestra.
- Observaciones sobre la calidad de la muestra y posibles interferencias.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Medición de las Velocidades V_p y V_s (Sónicas) en Núcleos de Roca (ASTM D2845) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.23 COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE ROCA CON DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE DEFORMABILIDAD TANGENTE E_{t50} (ASTM D3148)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo de compresión simple en probetas cilíndricas de roca permite determinar la resistencia a la compresión simple del material rocoso, así como el módulo de deformabilidad tangente E_{t50} , que representa la pendiente de la curva esfuerzo-deformación en el 50% del esfuerzo último.

Este procedimiento sigue los lineamientos establecidos en la norma ASTM D3148, y se realiza aplicando una carga axial creciente de forma controlada hasta la rotura de la muestra, mientras se registran las deformaciones axiales con instrumentos de alta precisión. Los resultados obtenidos son fundamentales para el análisis de estabilidad, diseño de cimentaciones en roca y modelación numérica de macizos rocosos.

Los resultados del módulo E_{t50} servirán para la modelación del comportamiento elástico no lineal del macizo rocoso bajo cargas estructurales y condiciones operativas.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras (procedencia, litología, estado).
- Dimensión y preparación de las probetas.
- Curvas esfuerzo-deformación completas.
- Valor del módulo de deformabilidad tangente Et50.
- Resistencia máxima a compresión simple.
- Condiciones de ensayo.
- Observaciones sobre modo de falla y comportamiento del material.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Compresión Simple en Probetas Cilíndricas de Roca con Determinación del Módulo de Deformabilidad Tangente Et50 (ASTM D 3148) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.24 COMPRESIÓN TRIAXIAL EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE ROCA EN CONTROL DE CARGA (ASTM D2664)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo de compresión triaxial en control de carga sobre probetas cilíndricas de roca permite evaluar el comportamiento del material rocoso bajo condiciones de esfuerzo confinante, simulando el estado de esfuerzos en profundidad. Durante el ensayo, se aplica una presión radial constante (esfuerzo confinante) mientras se incrementa axialmente la carga hasta la falla.

Este método sigue los lineamientos establecidos en la norma ASTM D2664 y permite determinar parámetros fundamentales como la resistencia triaxial a la compresión, resistencia al esfuerzo cortante, módulo de deformabilidad, cohesión y ángulo de fricción interna, los cuales son insumos claves en análisis de estabilidad de taludes, túneles, excavaciones y estructuras subterráneas.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Descripción detallada de las muestras y condiciones de ensayo.
- Curvas esfuerzo-deformación axial y volumétrico para cada nivel de presión confinante.
- Valores obtenidos de resistencia máxima, módulo elástico triaxial, cohesión y ángulo de fricción interna.
- Observaciones sobre el modo de falla y comportamiento deformacional.
- Condiciones ambientales y método de control de carga utilizado.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Compresión Triaxial en Probetas Cilíndricas de Roca en Control de Carga (ASTM D 2664) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.25 ENSAYO DE RESISTENCIA AL CORTE (ISRM 1979)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo de resistencia al corte tiene como finalidad determinar el comportamiento del material rocoso o de una discontinuidad (planos de debilidad) frente a esfuerzos tangenciales aplicados, lo cual permite estimar parámetros de resistencia como la cohesión y el ángulo de fricción interna.

Este ensayo es fundamental para evaluar la estabilidad de taludes, túneles y otras obras geotécnicas donde la presencia de fracturas o planos de debilidad en la masa rocosa pueda influir significativamente en su comportamiento mecánico.

Se realizará conforme los lineamientos establecidos en la norma ISRM 1979, que proporciona los criterios técnicos para la preparación de las muestras, la configuración del ensayo y la interpretación de los resultados.

El informe de resultados deberá incluir, como mínimo:

- Descripción de las muestras: ubicación, profundidad, tipo de roca, condiciones de humedad.
- Procedimiento de ensayo: tipo de equipo, carga aplicada, modo de falla.
- Resultados gráficos y tabulados: esfuerzo cortante vs. esfuerzo normal, curvas esfuerzo-deformación.
- Cálculo de parámetros de resistencia al corte (cohesión y ángulo de fricción).
- Registro fotográfico.
- Análisis técnico de resultados y valores recomendados para uso en diseño geotécnico (fundaciones, taludes, túneles u otras estructuras del proyecto hidroeléctrico).
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el Ensayo de Resistencia al Corte (ISRM 1979) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.26 CORTE DIRECTO EN MUESTRAS DE ROCA (DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE EN DISCONTINUIDADES DE LA ROCA) (ASTM D5607)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo de corte directo tiene como objetivo determinar la resistencia al esfuerzo cortante a lo largo de discontinuidades naturales o artificiales en muestras de roca. Este procedimiento permite caracterizar el comportamiento mecánico de planos de debilidad como fracturas, diaclasas o planos de estratificación, fundamentales para análisis de estabilidad de taludes, diseño de cimentaciones y túneles.

El procedimiento se realiza de acuerdo con los lineamientos establecidos en la norma ASTM D5607, que especifica la metodología para la preparación de muestras, la aplicación de esfuerzos normales y el registro de desplazamientos cortantes hasta la falla.

Durante el ensayo se aplican cargas normales predeterminadas sobre la muestra y se induce un desplazamiento en sentido horizontal (corte) hasta obtener la resistencia máxima al esfuerzo cortante, registrando también el comportamiento post-pico y los parámetros de fricción residual.

El informe técnico del ensayo deberá incluir al menos:

- Identificación y descripción de la muestra (tipo de roca, origen, profundidad, tipo de discontinuidad).
- Esquema y fotografía de la muestra antes y después del ensayo.
- Cargas normales aplicadas y desplazamientos registrados.
- Curvas esfuerzo cortante vs. desplazamiento.
- Valores de resistencia pico, desplazamiento en el punto de falla y comportamiento post-pico.
- Cálculo de la cohesión (c) y el ángulo de fricción (φ) mediante ajuste de la envolvente de falla.
- Observaciones sobre el modo de falla (deslizamiento plano, escalonado, trituración, etc.).
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Corte Directo en Muestras de Roca (Determinación de la Resistencia al Esfuerzo Cortante en Discontinuidades de la Roca) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.27 INDICE DE ABRASIVIDAD CERCHAR (ASTM D7625-10)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo del índice de abrasividad Cerchar (CAI) tiene como objetivo cuantificar la capacidad abrasiva de una muestra de roca, mediante la medición del desgaste que produce en una punta metálica bajo condiciones controladas.

Este índice es especialmente útil para prever el desgaste de herramientas de corte utilizadas en excavación mecánica, túneles, minería o perforación, y permite seleccionar materiales, estrategias de mantenimiento y métodos de excavación más adecuados.

El procedimiento consiste en aplicar una carga constante sobre una punta de acero templado (estándar) que se arrastra sobre la superficie fresca de la muestra de roca. Luego se mide el desgaste lineal sobre la punta con una lupa microscópica, y se asigna un valor de abrasividad.

El ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM D7625-10.

El informe deberá incluir al menos:

- Identificación y litología de la muestra.
- Condiciones de preparación y tipo de punzón utilizado.
- Registro fotográfico.
- Valores individuales y promedio del desgaste.
- Valor del CAI y clasificación de la abrasividad.
- Observaciones sobre el tipo de desgaste o daño.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el Índice de Abrasividad CERCHAR (ASTM D7625-10) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.28 DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN INDIRECTA EN NÚCLEOS DE ROCA (BRASILEÑA) (ASTM D3967)

Unidad: unidad

Descripción:

Este ensayo tiene como finalidad determinar la resistencia de tensión indirecta de una muestra cilíndrica de roca, aplicando una carga diametral que induce esfuerzos de tracción perpendiculares a la línea de carga.

Este método es particularmente útil cuando no es posible realizar un ensayo directo de tracción debido a la dificultad de preparación de probetas o limitaciones técnicas. La resistencia obtenida proporciona un parámetro clave para el diseño de obras subterráneas, estabilidad de taludes y análisis de esfuerzos en macizos rocosos.

El procedimiento sigue los lineamientos de la norma ASTM D3967, que establece las condiciones de preparación de la muestra, dimensiones, velocidad de carga, alineación y cálculo de la tensión indirecta a partir de la carga máxima aplicada.

El informe del ensayo deberá incluir al menos:

- Identificación completa de la muestra (profundidad, litología, ubicación).
- Dimensiones, carga máxima y resistencia calculada.
- Descripción del modo de fractura.
- Registro fotográfico.
- Observaciones adicionales relevantes sobre el comportamiento del material.
- Determinación del esfuerzo de tracción indirecta.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación de la Tensión Indirecta en Núcleos de Roca (Brasileña) (ASTM D3967) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.29 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CARGA PUNTUAL (ISRM)

Unidad: unidad

Descripción:

La determinación del Índice de Carga Puntual (Is50) tiene como objetivo estimar de manera indirecta la resistencia a la compresión uniaxial de la roca, así como caracterizar su compacidad y competencia. Este ensayo es particularmente útil en etapas preliminares de caracterización geomecánica, ya que se puede aplicar en campo o laboratorio sobre núcleos de sondeo o fragmentos de roca de forma irregular.

El procedimiento consiste en aplicar una carga creciente mediante dos puntas cónicas de acero sobre la muestra de roca, hasta que se produce la rotura. Dependiendo de la forma y orientación del espécimen, se puede realizar en modalidad axial, diametral o irregular, siendo la modalidad axial la más representativa para correlacionar con resistencia a compresión simple.

El valor del índice se corrige a una carga normalizada a 50 mm de diámetro equivalente (Is50), lo que permite la comparación entre diferentes tipos de rocas.

El informe técnico deberá incluir al menos:

- Identificación completa de la muestra (profundidad, litología, tipo y forma).
- Condiciones del ensayo.
- Dimensiones de la muestra y carga máxima aplicada.
- Cálculo del índice de carga puntual Is y valor normalizado Is(50).
- Observaciones sobre el modo de falla.

- Registro fotográfico.
- Valor promedio del índice para cada unidad geológica evaluada.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación del Índice de Carga Puntual (ISRM) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.30 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ALTERACIÓN Y ABSORCIÓN EN ROCAS (ISRM Y NMX-C-164-ONNCCE-2002)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo tiene como objetivo determinar el índice de alteración y el índice de absorción de agua de muestras de roca, los cuales son parámetros fundamentales para evaluar el grado de deterioro, meteorización y la capacidad del material rocoso para absorber agua. Estos índices son indicadores de la durabilidad, resistencia mecánica y estabilidad de la roca en condiciones ambientales naturales.

La prueba consiste en secar previamente las muestras, sumergirlas en agua durante un período determinado y calcular el porcentaje de absorción en función del peso seco inicial. Posteriormente, se realiza una clasificación cualitativa del grado de alteración (física y química) de la muestra, considerando aspectos como el color, texturas, cohesión, fisuración, entre otros.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación, descripción y origen de las muestras ensayadas.
- Metodología aplicada, tiempos y condiciones de inmersión.
- Resultados cuantitativos del índice de absorción y alteración expresados en porcentaje.
- Observaciones sobre cambios físicos, morfología y posibles impactos en la estabilidad y durabilidad del macizo rocoso.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación del Índice de Alteración y Absorción en Rocas (ISRM y NMX-C-164-ONNCCE-2002) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.31 DETERMINACIÓN DEL INTEMPERISMO ACELERADO (ASTM C88)

Unidad: unidad

Descripción:

La determinación del intemperismo acelerado, conforme a la norma ASTM C88, tiene como objetivo evaluar la resistencia de agregados o muestras de roca al ataque químico simulado, que representa condiciones de intemperismo natural, como ciclos de humedad-sequedad o congelamiento-deshielo.

El ensayo expone la muestra a una solución de sulfato de sodio o de magnesio, la cual penetra en los poros del material. Posteriormente, al evaporarse el agua durante el secado, los cristales de sal se expanden y ejercen presión interna, simulando los efectos del intemperismo. Se repiten varios ciclos y se determina la pérdida de masa en porcentaje, lo que permite clasificar la durabilidad de la muestra.

Este ensayo es crucial en la evaluación de materiales rocosos y pétreos destinados a obras civiles, especialmente en estructuras expuestas a condiciones climáticas severas, caminos, muros y otras obras geotécnicas.

El informe técnico deberá incluir al menos:

- Descripción del origen y características del agregado.
- Número de ciclos realizados y tipo de solución utilizada.
- Pérdida porcentual de masa y análisis de la durabilidad.
- Observaciones sobre la calidad del material y recomendaciones para su uso.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación del Intemperismo Acelerado (ASTM C88) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.32 CLASIFICACIÓN VISUAL Y AL TACTO (ASTM D2488)

Unidad: unidad

Descripción:

La clasificación visual y al tacto, según la norma ASTM D2488, es un procedimiento estándar utilizado para identificar y clasificar suelos de forma cualitativa, empleando únicamente la observación directa y el tacto, sin el uso de equipos de laboratorio.

Este método permite determinar características como el color, la textura, el tamaño de grano, la plasticidad, la cohesión, la humedad aparente, entre otros, con el fin de asignar un grupo de suelo dentro del sistema de clasificación unificada (SUCS).

Es comúnmente utilizado en campañas de campo para la descripción preliminar de muestras, en ensayos de penetración estándar (SPT), calicatas o perforaciones exploratorias. A pesar de no ser un método cuantitativo, proporciona información útil y complementaria al análisis de laboratorio, siendo fundamental en los estudios geotécnicos iniciales.

El informe deberá incluir al menos:

- Identificación completa de la muestra (ubicación, profundidad).
- Descripción detallada de características visuales y táctiles.
- Clasificación según el sistema estandarizado ASTM D2488.
- Comentarios sobre la posible influencia de las características del suelo en el diseño geotécnico y constructivo.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Clasificación Visual y al Tacto (ASTM D 2488) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.33 CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)

Unidad: unidad

Descripción:

La clasificación SUCS es un sistema estandarizado que permite identificar y clasificar suelos en función de sus propiedades granulométricas y plásticas. Este sistema es ampliamente utilizado en ingeniería geotécnica para describir el tipo de suelo y predecir su comportamiento ante cargas estructurales.

La metodología se basa en la determinación de los siguientes parámetros de la muestra:

- Porcentaje que pasa por los tamices normalizados (No. 4, No. 200).
- Límites de consistencia: Límite Líquido (LL) y Límite Plástico (LP).
- Índice de Plasticidad (IP).

Con estos valores, se ubica el tipo de suelo dentro de una carta de clasificación SUCS, asignando un grupo (por ejemplo: GW, CL, SM, CH, etc.) que describe su textura y características principales.

Este ensayo es indispensable para el diseño de cimentaciones, terraplenes, estabilidad de taludes, entre otros.

El informe técnico entregado deberá contener al menos:

- Resultados completos de los análisis granulométricos y límites de Atterberg.
- Clasificación SUCS asignada a cada muestra.

- Interpretación técnica de la clasificación y recomendaciones sobre la idoneidad de los materiales para su uso en obras hidroeléctricas.
- Observaciones sobre posibles problemas geotécnicos asociados (suelos expansivos, suelos orgánicos, etc.).
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Clasificación SUCS (ASTM D2487) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.34 CONTENIDO NATURAL DE AGUA (ASTM D2216)

Unidad: unidad

Descripción:

La determinación del contenido natural de agua tiene como objetivo cuantificar la cantidad de agua presente en una muestra de suelo o roca fina en su estado natural, sin alteraciones. Este parámetro es fundamental para evaluar el comportamiento geotécnico de los materiales, ya que influye en su compresibilidad, resistencia al corte, permeabilidad y capacidad de carga.

El procedimiento consiste en pesar una muestra húmeda, secarla en horno a temperatura controlada hasta alcanzar peso constante y luego calcular la relación entre el peso del agua evaporada y el peso seco del suelo.

Este ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM D2216.

El informe técnico deberá incluir al menos:

- Identificación y procedencia de las muestras.
- Descripción detallada del procedimiento y condiciones de secado.
- Resultados cuantitativos del contenido natural de agua expresados en porcentaje.
- Observaciones relevantes que puedan influir en la caracterización geotécnica.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Contenido Natural de Agua (ASTM D2216) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.35 PORCENTAJE DE FINOS (ASTM D1140)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo para determinar el porcentaje de finos tiene como objetivo cuantificar la fracción del material que pasa por el tamiz N° 200 (0,075 mm), lo que permite conocer el contenido de partículas finas como limos y arcillas dentro de una muestra de suelo.

Este parámetro es fundamental para clasificar suelos según sistemas como el SUCS y para evaluar su comportamiento ingenieril en términos de plasticidad, permeabilidad, cohesión y capacidad de carga.

El procedimiento consiste en realizar un lavado de la muestra con agua sobre el tamiz N° 200 para separar las partículas finas de las gruesas. Luego se seca el material retenido y se calcula el porcentaje de finos en función del peso total de la muestra.

El ensayo se ejecutará conforme a los lineamientos establecidos en la norma ASTM D1140.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y procedencia de las muestras.
- Descripción detallada del procedimiento y condiciones del lavado.
- Resultados cuantitativos del porcentaje de finos.
- Análisis e interpretación de los resultados en función del comportamiento geotécnico esperado.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Porcentaje de Finos (ASTM D1140) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.36 GRANULOMETRÍA POR MALLAS (ASTM D422)

Unidad: unidad

Descripción:

El análisis granulométrico por mallas tiene como objetivo determinar la distribución del tamaño de partículas de una muestra de suelo, especialmente en las fracciones gruesas (gravas y arenas). Este ensayo permite clasificar el suelo y evaluar su comportamiento mecánico y de permeabilidad.

El procedimiento consiste en secar la muestra de suelo, desagregarla si es necesario, y tamizarla a través de una serie de mallas normalizadas, que van desde tamaños gruesos (por ejemplo, 75 mm) hasta finos (tamiz N° 200 o 0,075 mm). Se pesa el material retenido en cada malla y se calcula el porcentaje que representa respecto al total.

Este análisis proporciona la curva granulométrica, herramienta fundamental para clasificaciones como el SUCS, y para el diseño de mezclas granulares, filtros y capas estructurales.

La ejecución del ensayo se realizará siguiendo las directrices de la norma ASTM D422.

El informe técnico deberá incluir al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Resultados cuantitativos de la distribución granulométrica.
- Curvas granulométricas y clasificación del suelo.
- Interpretación técnica relacionada con la influencia de la granulometría en propiedades geotécnicas relevantes para el proyecto.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Granulometría por mallas (ASTM D422) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.37 GRANULOMETRÍA HIDRÓMETRO (ASTM D422)

Unidad: unidad

Descripción:

La granulometría por hidrómetro permite determinar la distribución del tamaño de partículas finas (menores a 0,075 mm) en suelos, es decir, las fracciones de limo y arcilla. Este ensayo complementa el análisis por malla para obtener la curva granulométrica completa de suelos con presencia significativa de finos.

El método se basa en el principio de sedimentación (Ley de Stokes), midiendo la velocidad de caída de partículas en una suspensión de suelo disperso en agua. Para ello, se utiliza un hidrómetro que registra la densidad del líquido en distintos tiempos, lo que permite calcular el porcentaje de partículas con diámetros menores a determinados tamaños.

El procedimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma ASTM D422.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y origen de las muestras.
- Descripción detallada del manejo y transporte.
- Resultados completos del análisis granulométrico.
- Curvas granulométricas y clasificación preliminar del suelo.
- Interpretación técnica sobre la influencia de la granulometría en las propiedades geotécnicas.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Granulometría Hidrómetro (ASTM D422) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.38 LÍMITES LÍQUIDO Y PLÁSTICO (ASTM D4318)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo de límites líquido y plástico tiene como objetivo determinar las características de plasticidad de los suelos finos, es decir, su comportamiento en función del contenido de humedad. A partir de estos valores se calcula el Índice de Plasticidad (IP), el cual es un parámetro clave para la clasificación geotécnica del suelo.

- El Límite Líquido (LL) se define como el contenido de agua a partir del cual el suelo pasa de un estado plástico a uno líquido.
- El Límite Plástico (LP) es el contenido de humedad en el cual el suelo pasa de un estado semisólido a plástico.

Estos ensayos permiten establecer la plasticidad, compresibilidad, cohesión y otras propiedades del suelo, siendo fundamentales para el diseño de cimentaciones, estructuras de retención y terraplenes.

La metodología se realiza de acuerdo con los procedimientos definidos en la norma ASTM D4318, que establece tanto los métodos para realizar los ensayos: copa de Casagrande y rodillo de hilo; como los criterios de validez y consistencia de resultados obtenidos.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Detalles del procedimiento y equipo utilizado.
- Resultados del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.
- Interpretación técnica sobre la influencia de la plasticidad en el comportamiento geotécnico del suelo.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para los ensayos de Límites Líquido y Plástico (ASTM D4318) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.39 DENSIDAD DE SÓLIDOS (ASTM D854)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo de densidad de sólidos permite determinar la masa unitaria de los sólidos del suelo (también conocida como gravedad específica de los sólidos, G_s). Este valor es esencial para calcular otras propiedades físicas del suelo, como la densidad seca, el índice de vacíos y la saturación.

La prueba se realiza generalmente en suelos finos o con partículas que pasan el tamiz N° 4 (4,75 mm), utilizando un picnómetro o matraz de volumen conocido, en el cual se introduce una muestra seca de suelo y se registra el desplazamiento de agua. El procedimiento debe realizarse con cuidado para evitar la presencia de burbujas de aire que afecten el resultado.

El procedimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma ASTM D854.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Detalles del procedimiento y condiciones de ensayo.
- Resultados cuantitativos de la gravedad específica.
- Interpretación técnica relacionada con la caracterización geotécnica del terreno.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Densidad de Sólidos (ASTM D854) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.40 COMPACTACIÓN PROCTOR ESTÁNDAR (ASTM D698)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo de Compactación Proctor Estándar tiene como objetivo determinar la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca de un suelo cuando es compactado en condiciones controladas de energía estándar. Esta información es fundamental para establecer el contenido óptimo de humedad y la densidad seca máxima, parámetros esenciales en obras de ingeniería para el control de calidad de rellenos y terraplenes.

El procedimiento consiste en compactar el suelo en un molde cilíndrico en tres capas, cada una de ellas golpeada con 25 golpes de un pisón de 2,5 kg que cae desde una altura de 30,5 cm, distribuyendo uniformemente la energía de compactación.

Este ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM D698.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Resultados de densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad.
- Curva de compactación y análisis técnico.
- Conclusiones y recomendaciones para control de compactación en obra.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Compactación Proctor Estándar (ASTM D698) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.41 ENSAYO EDOMÉTRICO CON INCREMENTOS LINEALES DE CARGA (ASTM D2435)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo edométrico con incrementos lineales de carga permite determinar la consolidación unidimensional de suelos finos saturados bajo condiciones controladas de carga vertical. Este ensayo reproduce en laboratorio el comportamiento del terreno ante cargas aplicadas en campo, simulando la disminución de volumen por expulsión de agua intersticial, con el fin de determinar entre otros el coeficiente de consolidación, curva de asentamiento o deformación vs. tiempo para cada carga, módulo de compresibilidad del suelo.

La muestra de suelo se coloca en un anillo metálico y se somete a incrementos sucesivos de carga vertical, registrando en cada etapa el asentamiento o deformación en función del tiempo. A partir de estos datos, se obtienen parámetros fundamentales como el coeficiente de consolidación (C_v), el índice de compresión (C_c), el índice de recompresión (C_r) y la presión de preconsolidación.

Este ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM D2435.

El informe técnico entregado deberá contener al menos:

- Identificación y descripción detallada de las muestras.
- Metodología y condiciones del ensayo.
- Resultados cuantitativos y gráficos de consolidación.
- Interpretación técnica y recomendaciones para el diseño y control de asentamientos.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el Ensayo Edométrico con Incrementos Lineales de Carga (ASTM D2435) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales,

equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.42 COMPRESIÓN SIMPLE (ASTM D2166)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo de compresión simple se emplea para determinar la resistencia no confinada de suelos cohesivos saturados, sin la aplicación de presión lateral. Este método proporciona una estimación directa de la resistencia al esfuerzo cortante no drenado (S_u) del material que sirve para evaluar la resistencia mecánica del suelo cohesivo, determinar parámetros de diseño y apoyar a la caracterización geotécnica, entre otros.

La muestra, con forma cilíndrica y dimensiones normalizadas, se somete a una carga axial creciente hasta la falla, registrando el esfuerzo y la deformación correspondiente. Este procedimiento es útil en estudios de estabilidad, cimentaciones superficiales y capacidad portante de suelos blandos.

Los resultados permiten calcular parámetros como el esfuerzo máximo o resistencia a la compresión no confinada y la deformación unitaria.

La ejecución de este ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM D2166.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Resultados de resistencia máxima y comportamiento durante el ensayo.
- Interpretación técnica para análisis geotécnico y diseño.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Compresión Simple (ASTM D 2166) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.43 COMPRESIÓN TRIAXIAL UU (ASTM D2850)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo de Compresión Triaxial UU (sin consolidación y sin drenaje) permite determinar la resistencia al esfuerzo cortante no drenado (S_u) de suelos cohesivos en condiciones donde no se

permite el drenaje del agua intersticial ni durante la aplicación de la carga, ni durante la fase de consolidación.

Este ensayo es usado para, entre otros, medir la resistencia al corte de suelos cohesivos saturados en condiciones no drenadas, determinar la resistencia al esfuerzo cortante para análisis geotécnicos cuando el suelo está saturado y la carga se aplica rápidamente, y proveer parámetros para diseño de cimentaciones, estabilidad de taludes y estructuras hidráulicas en proyectos hidroeléctricos.

La muestra cilíndrica de suelo, encapsulada en una membrana impermeable, se somete a una presión de confinamiento constante y luego a una carga axial creciente hasta la falla, sin permitir la disipación de presiones de poro. Esta prueba simula condiciones rápidas de carga, como sismos o cargas temporales.

El ensayo proporciona información crítica para:

- Análisis de estabilidad de taludes.
- Diseño de cimentaciones en suelos saturados.
- Evaluaciones de comportamiento en condiciones no drenadas.

La ejecución de este ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM D2850.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Resultados de resistencia no drenada y esfuerzo máximo.
- Curvas de esfuerzo-deformación y análisis interpretativo.
- Recomendaciones técnicas para diseño geotécnico.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Compresión Triaxial UU (ASTM D2850) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.44 COMPRESIÓN TRIAXIAL CU EN PROBETA REPRODUCIDA (LMS-L24-R2)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo de Compresión Triaxial CU (consolidado - no drenado) en probeta reproducida permite evaluar el comportamiento mecánico del suelo bajo condiciones en las que se permite la consolidación con aplicación de esfuerzos efectivos, pero no se permite el drenaje durante la fase de carga axial. Es especialmente útil para suelos cohesivos en condiciones parcialmente saturadas o saturadas.

La probeta reproducida se elabora en laboratorio a partir de muestras alteradas y compactadas bajo condiciones controladas de humedad y densidad, representativas del terreno natural o del material de diseño.

Durante el ensayo, la muestra se consolida bajo una presión de confinamiento constante permitiendo la disipación de presiones de poro, luego se carga axialmente sin permitir drenaje, monitoreando las presiones del poro generadas.

Este tipo de prueba permite determinar:

- La resistencia no drenada del suelo.
- La presión de poro inducida.
- El comportamiento esfuerzo-deformación.

La ejecución de este ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM D4767, la LMS-L24-R2, u otra norma relacionada vigente, previa autorización de la Administración del Contrato.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Procedimiento detallado y condiciones del ensayo.
- Resultados cuantitativos de resistencia y deformación.
- Curvas esfuerzo-deformación y análisis interpretativo.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Compresión Triaxial CU en Probeta Reproducida es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.45 CORTE DIRECTO CONSOLIDADO Y DRENADO (ASTM D3080)

Unidad: unidad

Descripción:

Este ensayo tiene como finalidad determinar la resistencia al corte de suelos, bajo condiciones consolidadas y drenadas (CD), mediante la aplicación de una carga normal y un esfuerzo cortante en una muestra previamente consolidada. La prueba permite obtener los parámetros de resistencia al corte efectiva: cohesión efectiva (c') y ángulo de fricción interna (ϕ'), fundamentales en el análisis de estabilidad de taludes, capacidad portante y diseño de cimentaciones.

Durante el ensayo, el suelo se consolida bajo la carga normal aplicada hasta alcanzar condiciones de equilibrio, permitiendo el drenaje del agua de poros. Luego, se aplica el esfuerzo cortante a

una velocidad suficientemente lenta para asegurar que el drenaje continúe durante esta etapa, evitando el desarrollo de presiones de poro.

La ejecución del ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM D3080.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Resultados de esfuerzos normales, esfuerzos cortantes y desplazamientos.
- Curvas esfuerzo cortante vs. desplazamiento y análisis técnico.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Corte Directo Consolidado y Drenado (ASTM D3080) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.46 PIN HOLE (ASTM D4647)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo Pin Hole se utiliza para determinar la susceptibilidad de suelos cohesivos a la erosión interna, particularmente en presencia de gradientes hidráulicos altos que pueden generar piping o erosión por filtración concentrada. Es un método especialmente útil para suelos compactados utilizados en estructuras hidráulicas.

Durante el ensayo, se hace pasar agua a través de un pequeño orificio (similar al tamaño de un alfiler) perforado en una muestra de suelo compactado, bajo un gradiente hidráulico controlado. Se observa la respuesta del suelo ante este flujo para evaluar si se genera erosión significativa, se mantiene estable o colapsa. Este comportamiento permite clasificar el suelo según su resistencia a la erosión interna y su estabilidad hidráulica.

La ejecución del ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM D4647, en su versión actualizada, según corresponda para el presente ensayo.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción detallada de las muestras analizadas.
- Resultados cuantitativos y cualitativos del ensayo, incluyendo fotografías o registros gráficos.
- Clasificación del suelo con base en los criterios establecidos en la norma.
- Conclusiones y Recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo Pin Hole (ASTM D4647) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.47 DOBLE HIDRÓMETRO (ASTM D4221)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo de Doble Hidrómetro tiene como objetivo determinar la dispersabilidad de los suelos finos al comparar la cantidad de partículas que se dispersan naturalmente con respecto a aquellas que requieren la acción de un agente dispersante químico. Este ensayo es particularmente útil para identificar suelos susceptibles a erosión interna, colapsos o pérdida de cohesión bajo condiciones hidráulicas.

Consiste en realizar dos análisis hidrométricos: uno con agente dispersante (como en el ensayo de granulometría por hidrómetro convencional) y otro sin agente dispersante, únicamente con agitación mecánica suave. La comparación entre ambos resultados permite calcular el índice de dispersión del suelo, expresado como un porcentaje. Un alto porcentaje indica un comportamiento dispersivo potencialmente problemático en campo.

Este ensayo es clave en la identificación de suelos dispersivos, y se ejecutará conforme los lineamientos establecidos en la norma ASTM D4221, en su versión actualizada, según corresponda para el presente ensayo.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Descripción y origen de las muestras.
- Identificación y descripción detallada de las muestras.
- Resultados cuantitativos y cualitativos del ensayo, incluyendo registro fotográfico.
- Resultados granulométricos con curvas y tablas.
- Interpretación técnica en función de los requerimientos del proyecto.
- Clasificación del suelo con base en los criterios establecidos en la norma.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo del Doble Hidrómetro (ASTM D4221) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.48 MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA MEDIANTE PERMEÁMETRO DE PARED FLEXIBLE

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo de medición de conductividad hidráulica mediante permeámetro de pared flexible tiene como objetivo determinar el coeficiente de permeabilidad (k) de suelos finos saturados en laboratorio, bajo condiciones controladas. El procedimiento utiliza un equipo de celda triaxial con un sistema de presión que permite aplicar esfuerzos de confinamiento, evitando el paso de agua a través de los bordes de la muestra, mejorando así la precisión del resultado.

Este método es ideal para suelos de baja permeabilidad, como limos o arcillas, y permite aplicar tanto gradientes hidráulicos constantes como variables. El uso de una membrana flexible garantiza una mejor simulación de las condiciones in situ, minimizando las filtraciones laterales.

El ensayo es fundamental en estudios de drenaje, estabilidad de taludes, diseño de cimentaciones y obras hidráulicas, donde es crítico conocer el comportamiento del suelo frente al flujo de agua.

La ejecución del ensayo deberá seguir los lineamientos establecidos en la norma ASTM D5084, el Bureau of Reclamation, u otras normas relacionadas vigentes, previa autorización de la Administración del Contrato.

El informe técnico deberá incluir al menos:

- Identificación y clasificación del suelo ensayado.
- Método utilizado.
- Grado de saturación alcanzado.
- Valor obtenido de k [en cm/s o m/s] y condiciones de ensayo.
- Análisis de representatividad y observaciones técnicas relevantes.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el estudio de Medición de Conductividad Hidráulica Mediante Permeámetro de Pared Flexible es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.49 CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL EN PROBETA REPRODUCIDA (ASTM D2435)

Unidad: unidad

Descripción:

El ensayo de consolidación unidimensional en probeta reproducida permite determinar las propiedades de compresibilidad y consolidación de suelos finos saturados, como el coeficiente de consolidación (C_v), el índice de compresibilidad (C_c) y el coeficiente de recalce (C_r), bajo condiciones controladas en laboratorio. La muestra se somete a una serie de cargas verticales crecientes de forma unidimensional, mientras se mide la deformación axial y la expulsión de agua a lo largo del tiempo.

Este procedimiento es esencial en el análisis del comportamiento del terreno ante cargas estructurales y en el diseño de cimentaciones, terraplenes, y otras obras geotécnicas que generan esfuerzos verticales sobre suelos cohesivos.

Este ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM D2435.

El informe deberá incluir al menos:

- Datos de identificación y clasificación del suelo.
- Tablas y gráficos. (Índice de vacíos vs. logaritmo del esfuerzo efectivo vertical; y, Asentamiento en función de la raíz cuadrada del tiempo)
- Parámetros de consolidación determinados.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el estudio de Consolidación Unidimensional en Probeta Reproducida (ASTM D2435) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.50 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN ARENAS, PARA ENSAYOS DE HORMIGÓN. (COLORIMETRÍA). (ASTM C87)

Unidad: unidad

Descripción:

Este ensayo tiene por finalidad determinar la presencia de materia orgánica en las arenas (agregado fino), mediante un procedimiento colorimétrico, para evaluar si su uso es adecuado en la fabricación de hormigones. La materia orgánica puede afectar negativamente el fraguado y la resistencia del concreto al interferir con la hidratación del cemento.

Este ensayo es fundamental para controlar la calidad de los agregados finos que se utilizarán en la elaboración del hormigón estructural, garantizando que no contengan contaminantes que afecten la hidratación del cemento ni la resistencia del concreto.

Se ejecutará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C87.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para la Determinación del Contenido de Materia Orgánica en Arenas, para Ensayos de Hormigón. (Colorimetría). (ASTM C87) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.51 DETERMINACIÓN DEL INTEMPERISMO DE ARENA Y/O GRAVAS PARA ENSAYOS DE HORMIGÓN (ASTM C88)

Unidad: unidad

Descripción:

Este ensayo tiene como objetivo evaluar la resistencia al intemperismo de agregados finos y gruesos mediante su exposición a ciclos acelerados de saturación y secado utilizando soluciones de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

Este procedimiento simula los efectos de expansión y contracción causados por la penetración de agua y su congelamiento o por la acción de agentes agresivos naturales. Al someter los agregados a repetidos ciclos de inmersión y secado, se puede estimar su durabilidad frente a la desintegración por intemperismo químico y físico.

Este ensayo es especialmente útil en proyectos donde el hormigón estará expuesto a ambientes agresivos o ciclos de humedad y secado extremos, como en zonas costeras, regiones frías con congelamiento, estructuras hidráulicas o infraestructuras sometidas al tránsito pesado.

Asegura que los agregados seleccionados mantengan su integridad estructural a largo plazo, contribuyendo a la resistencia, durabilidad y vida útil del concreto.

Se ejecutará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C88.

El informe deberá incluir al menos:

- Identificación del tipo y origen del agregado.
- Porcentaje de pérdida por desintegración tras los ciclos.
- Comparación con los límites de aceptación de ASTM o especificaciones del proyecto.
- Conclusiones sobre la idoneidad del agregado y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación del Intemperismo de Arena y/o Gravas para Ensayos de Hormigón (ASTM C88) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.52 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR LAVADO EN AGUA DE ARENA Y/O GRAVA PARA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN (ASTM C117)

Unidad: unidad

Descripción:

El objetivo de este ensayo es determinar la cantidad de particular finas (menores a 75 micras) presentes en agregados finos y gruesos, mediante un procedimiento de lavado con agua. Estas

partículas suelen ser arcillas, limos o material orgánico coloidal, que puede afectar negativamente las propiedades del hormigón.

El procedimiento consiste en lavar una muestra de agregado con agua limpia, hacerla pasar por un tamiz No. 200 secar el material retenido y calcular el porcentaje de finos que se ha eliminado.

Este ensayo ayuda a garantizar la pureza y limpieza del agregado, previniendo problemas como fisuración por retracción, pérdida de trabajabilidad o reducción de la resistencia a compresión.

Se ejecutará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C117.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Descripción de la muestra y su origen.
- Resultados de porcentaje de materiales finos.
- Comparación con los límites permisibles para agregados de concreto estructural.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación de la Pérdida por Lavado en Agua de Arena y/o Grava para Fabricación de Hormigón (ASTM C117) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.53 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE GRAVA PARA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN (ASTM C127)

Unidad: unidad

Descripción:

El objetivo de este ensayo es determinar la densidad relativa (también llamada gravedad específica) y la absorción de agua en agregados gruesos (grava) utilizados para la producción de hormigón.

El ensayo consiste en saturar la muestra de grava hasta alcanzar la condición de saturada superficie seca (SSS), y luego registrar su peso en agua, en aire seco y en estado saturado. A partir de estos pesos se calcula la densidad relativa (seca, SSS y aparente), y el porcentaje de absorción de agua, el cual representa la cantidad de agua que la grava puede absorber desde un estado seco hasta su condición SSS.

Este ensayo es clave en el control de calidad de agregados gruesos ya que permite ajustar el diseño de mezclas, controlar la relación agua/cemento y garantizar la durabilidad y resistencia del hormigón.

La ejecución de este ensayo seguirá los lineamientos establecidos en la norma ASTM C127.

El informe deberá contener al menos:

- Identificación del tipo y origen del agregado.
- Todos los valores de densidad relativa.
- Porcentaje de absorción.
- Comparación con límites establecidos en ASTM o especificaciones particulares del proyecto.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación de la Densidad y Absorción de Grava para Fabricación de Hormigón (ASTM C127) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.54 DETERMINACIÓN DE LA ABRASIÓN DE AGREGADO GRUESO HASTA DE 1 ½" PARA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN (ASTM C131)

Unidad: unidad

Descripción:

Este ensayo tiene como finalidad determinar la resistencia al desgaste por abrasión del agregado grueso (hasta 1 ½") mediante el ensayo Los Ángeles, lo cual permite estimar su durabilidad y comportamiento frente a cargas mecánicas y condiciones de mezclado en el hormigón.

La determinación de la abrasión mediante el método Los Ángeles es fundamental en la selección de agregados para hormigones que estarán sometidos a altas exigencias mecánicas o ambientes agresivos. Su uso asegura una mejor durabilidad del concreto endurecido y evita pérdidas de resistencia por degradación del agregado.

La ejecución de este ensayo seguirá los lineamientos establecidos en la norma ASTM C131

El informe deberá contener al menos:

- Identificación de la muestra y su granulometría.
- Porcentaje de pérdida por abrasión.
- Comparación con los valores límite establecidos por ASTM o especificaciones particulares del proyecto.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación de la Abrasión de Agregado Grueso hasta de 1 ½" para Fabricación de Hormigón (ASTM C131) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.55 DETERMINACIÓN PARA LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE ARENA PARA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN (ASTM C128)

Unidad: unidad

Descripción:

El objetivo de este ensayo es determinar la densidad relativa (gravedad específica) y el porcentaje de absorción del agregado fino (arena) utilizado para la fabricación de hormigón.

Este procedimiento evalúa tres tipos de densidad relativa:

- Seca al horno
- Saturada superficialmente seca (SSS)
- Aparente

También permite calcular la absorción de agua, que representa la capacidad de la arena para absorber agua desde un estado seco hasta alcanzar el estado SSS. El resultado es clave para ajustar el contenido de agua en la mezcla de concreto y garantizar una adecuada relación agua/cemento.

La ejecución de este ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C128.

El informe deberá incluir al menos:

- Identificación y tipo de muestra.
- Valores de densidades relativas y absorción.
- Comparación con límites establecidos por la ASTM u otras especificaciones del proyecto.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación para la Densidad y Absorción de Arena para Fabricación de Hormigón (ASTM C128) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.56 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE GRAVA Y ARENA PARA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN

Unidad: unidad

Descripción:

El análisis granulométrico tiene como propósito determinar la distribución de tamaños de partículas en los agregados finos y gruesos (arena y grava), mediante el tamizado en seco, utilizando una serie de mallas normalizadas de aberturas decrecientes.

Este procedimiento permite clasificar los agregados y verificar si cumplen con los requisitos de gradación especificada para su uso en mezclas de hormigón estructural, asegurando una adecuada trabajabilidad, compacidad, resistencia y durabilidad del concreto.

Este ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C136 (Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates), u otras normas relacionadas vigentes, previa autorización de la Administración del Contrato.

El informe deberá incluir al menos:

- Distribución porcentual por tamiz.
- Curva granulométrica.
- Módulo de finura en el caso de arenas.
- Comparación con los límites establecidos en la ASTM u otras especificaciones técnicas del proyecto.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el Análisis Granulométrico de Grava y Arena para Fabricación de Hormigón es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.57 DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO DE GRAVA O ARENA PARA LA FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN (ASTM C29)

Unidad: unidad

Descripción:

El objetivo de este ensayo es determinar el peso volumétrico del agregado (arena o grava) en condiciones sueltas, así como el porcentaje de vacíos en el material. El ensayo proporciona datos clave para el diseño de mezclas de hormigón, ya que ayuda a calcular el volumen absoluto de los agregados en la mezcla.

Este método es aplicable tanto a agregados finos como gruesos, y consiste en llenar un recipiente de volumen conocido con el agregado suelto, para luego pesar y calcular la densidad del material.

La ejecución de este ensayo se realizará bajo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C29 (Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate), u otras normas relacionadas vigentes, previa autorización de la Administración del Contrato.

El informe deberá incluir al menos:

- Identificación de la muestra.
- Método de ensayo aplicado.
- Datos y resultados.
- Observaciones relevantes.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación del Peso Volumétrico Seco y Suelto de Grava o Arena para la Fabricación del Hormigón (ASTM C29) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.58 DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO Y COMPACTO DE GRAVA O ARENA PARA LA FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN (ASTM C29)

Unidad: unidad

Descripción:

El objetivo de este ensayo es determinar el peso volumétrico seco y compacto de los agregados (arena y grava), lo que implica calcular la cantidad de masa contenida en un volumen unitario cuando el agregado ha sido compactado según un procedimiento estandarizado.

Este parámetro es esencial para el diseño de mezclas de hormigón, ya que permite determinar el volumen real ocupado por los agregados en la mezcla, así como el porcentaje de vacíos, los cuales serán ocupados por la pasta de cemento.

La ejecución de este ensayo se realizará bajo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C29 (Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate), u otras normas relacionadas vigentes, previa autorización de la Administración del Contrato.

El informe deberá incluir al menos:

- Identificación de la muestra.
- Método de ensayo aplicado.
- Datos y resultados.
- Observaciones relevantes.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación del Peso Volumétrico Seco y Compacto de Grava o Arena para la Fabricación del Hormigón (ASTM C29) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.59 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN ARENA O GRAVAS PARA LA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN

Unidad: unidad

Descripción:

El objetivo de este ensayo es determinar el porcentaje de humedad presente en agregados finos o gruesos, expresado como la relación entre la masa de agua contenida en la muestra y su masa seca. Este valor es fundamental para ajustar la cantidad de agua en el diseño de la mezcla de hormigón, garantizando la correcta relación agua/cemento.

Para la ejecución de este ensayo se deberán seguir los lineamientos establecidos en la norma ASTM C566. (Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying), u otras normas relacionadas vigentes, previa autorización de la Administración del Contrato.

El informe deberá incluir al menos:

1. Identificación de la muestra (tipo, origen, fecha).
2. Procedimiento de secado empleado, temperatura y duración.
3. Masa antes y después del secado.
4. Cálculo y resultado del contenido de humedad expresado en porcentaje (%).
5. Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación del Contenido de Humedad en Arena o Gravas para la Fabricación de Hormigón es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.60 ESTUDIO PETROGRÁFICO PARA AGREGADO FINO PARA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN; INCLUYE SEPARACIÓN GRANULOMÉTRICA POR MALLAS Nº 4, 8, 16, 30, 50, 100 Y 200, ANÁLISIS ESTEREOSCÓPICO DE LOS RETENIDOS Y ELABORACIÓN DE 5 LÁMINAS ESPECIALES CON RESINA PARA SU ESTUDIO

Unidad: estudio

Descripción:

Realizar un análisis petrográfico detallado de los agregados finos mediante separación granulométrica, inspección visual y microscópica de cada fracción retenida, con el fin de identificar la composición mineralógica, forma, textura superficial y la presencia de partículas potencialmente nocivas para el hormigón.

El estudio incluye la elaboración de cinco láminas delgadas impregnadas con resina, representativas de las fracciones más significativas, para ser analizadas bajo microscopio óptico con luz polarizada. Esto permite determinar la calidad mineralógica, el grado de alteración y evaluar posibles reacciones deletéreas.

El objetivo de este análisis es asegurar la compatibilidad y calidad mineralógica de los agregados finos utilizados en la fabricación de hormigón.

El estudio seguirá los lineamientos establecidos en las siguientes normas, previa autorización a la Administración del Contrato, teniendo entre otras:

- ASTM C295 - Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete
- ASTM C136/C136M - Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
- ASTM D4549 - Standard Test Method for Preparing Thin Sections of Soils and Rocks for Petrographic Analysis.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el Estudio Petrográfico para Agregado Fino para Fabricación de Hormigón; Incluye Separación Granulométrica por Mallas Nº 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200, Análisis Estereoscópico de los Retenidos y Elaboración de 5 Laminas Especiales con Resina para su Estudio, es el estudio. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.61 ESTUDIO PETROGRÁFICO; INCLUYE DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA CON MICROSCOPIO ESTEREOSCÓPICO Y DE POLARIZACIÓN, PORCENTAJE DE MINERALES, GRADO DE FRACTURAMIENTO, ALTERACIÓN, ORIGEN Y CLASIFICACIÓN; PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Unidad: estudio

Descripción:

El estudio petrográfico tiene como propósito caracterizar detalladamente una muestra de roca o agregado, identificando su composición mineralógica, estructura, textura, origen geológico y su estado de alteración o deterioro. La evaluación incluye tanto el análisis macroscópico (a simple vista y con lupa) como el microscópico (usando microscopio estereoscópico y de polarización).

El análisis permite obtener datos sobre el tipo y porcentaje de minerales presentes, el grado de fracturamiento, la cohesión entre granos, la presencia de inclusiones u oquedades, así como signos de meteorización o reactividad potencial. Esta información es fundamental para la evaluación de la calidad geotécnica y constructiva del material.

El objetivo de este estudio es evaluar la idoneidad de materiales pétreos que serán utilizados en el proyecto.

El estudio seguirá los lineamientos establecidos en las siguientes normas, previa autorización a la Administración del Contrato, teniendo entre otras:

- ASTM C295 - Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete
- ASTM D4549 - Standard Test Method for Preparing Thin Sections of Soils and Rocks for Petrographic Analysis.
- ISRM

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el Estudio Petrográfico; Incluye Descripción Macroscópica y Microscópica con Microscopio Estereoscópico y de Polarización, Porcentaje de Minerales, Grado de Fracturamiento, Alteración, Origen y Clasificación; Preparación de la Muestra, es el estudio. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.62 DETERMINACIÓN DE LA REACTIVIDAD ÁLCALI - AGREGADO, MÉTODO DE BARRAS

Unidad: unidad

Descripción:

Este ensayo tiene como finalidad evaluar el potencial de reactividad álcali-agregado de los materiales pétreos utilizados en la fabricación de hormigón. Este método consiste en preparar barras de mortero con el agregado a evaluar, que luego son almacenadas bajo condiciones controladas de humedad y temperatura durante un período determinado, para observar si se presentan expansiones indicativas de una reacción álcali-sílice o álcali-carbonato. La magnitud de la expansión permite identificar si el agregado podría generar daños en estructuras de concreto debido a la reacción álcali-agregado.

La ejecución de este ensayo se realizará bajo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C1260 - Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method), u otras normas relacionadas vigentes, previa autorización de la Administración del Contrato.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación completa de las muestras de agregados (origen, tipo, fecha de muestreo).
- Descripción detallada del procedimiento utilizado para la fabricación de las barras de mortero y las condiciones de ensayo
- Registro de las expansiones longitudinales medidas en los intervalos definidos expresadas en porcentaje.
- Interpretación técnica de los resultados, indicando la clasificación del agregado según los criterios de ASTM C1260 (no reactivo, moderadamente reactivo, altamente reactivo).
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación de la Reactividad Álcali - Agregado, Método de Barras (ASTM C 227) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.63 DETERMINACIÓN DE CLORUROS SOLUBLES EN AGUA A MUESTRAS DE AGREGADOS (ASTM D512)

Unidad: unidad

Descripción:

La determinación de cloruros solubles en agua según la norma ASTM D512 tiene como objetivo cuantificar la presencia de iones cloruro en muestras de agregados (arena o grava) destinados a la fabricación de hormigón. Los cloruros pueden estar presentes de forma natural o como contaminantes, y su presencia en niveles elevados puede generar problemas de corrosión en el acero de refuerzo, comprometiendo la durabilidad de las estructuras. Este ensayo permite medir la concentración de cloruros extraíbles en agua, es decir, aquellos que pueden migrar hacia la solución del hormigón y afectar el refuerzo.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación de Cloruros Solubles en Agua a Muestras de Agregados (ASTM D512) es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.64 DETERMINACIÓN DE IONES SOLUBLES: SO₄ EN MUESTRAS DE AGREGADO. SECADO, TRITURACIÓN, MACERACIÓN Y FILTRACIÓN

Unidad: unidad

Descripción:

El propósito de este ensayo es cuantificar la cantidad de iones sulfato solubles en agua (SO₄) presentes en muestras de agregados destinados a la fabricación de hormigón. Esto se realizará a través de un proceso de extracción química que incluye el secado, trituración, maceración y filtración de la muestra, con el fin de evaluar la presencia de compuestos potencialmente perjudiciales para la durabilidad del hormigón.

Este ensayo se ejecutará de acuerdo a los lineamientos descritos en las normas: ASTM C114 y ASTM D516, u otras normas relacionadas vigentes, previa autorización de la Administración del Contrato.

El informe deberá contemplar como mínimo la siguiente información:

- Identificación de la muestra.
- Preparación de la muestra.
- Normativa aplicada.
- Condiciones del ensayo.
- Resultados.
- Comparación con límites normativos.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Determinación de Iones Solubles: SO₄ en Muestras de Agregado. Secado, Trituración, Maceración y Filtración (ASTM C 516) es la unidad. En este rubro

se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.65 ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA, DETERMINACIÓN DE CaO, MgO, Na₂O, KO₂, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄, DQO, SÓLIDOS DISUELTOS Y pH.

Unidad: unidad

Descripción:

Este análisis tiene como finalidad evaluar la calidad química del agua destinada para la fabricación de hormigón, mediante la determinación cuantitativa de los principales iones y compuestos que pueden afectar la hidratación del cemento, la durabilidad del concreto y la integridad de los refuerzos embebidos. El análisis se basa en los lineamientos establecidos por la norma ASTM C94, que regula el uso de agua para la mezcla de concreto, incluyendo tolerancias máximas de impurezas químicas aceptables.

Los parámetros analizados incluyen óxidos metálicos (CaO, MgO, Na₂O, K₂O), aniones (CO₃²⁻, HCO₃⁻, Cl⁻, SO₄²⁻), la demanda química de oxígeno (DQO) como indicador de materia orgánica, el contenido de sólidos disueltos totales (TDS) y el potencial de hidrógeno (pH).

Este ensayo se ejecutará de acuerdo a los lineamientos descritos en la norma ASTM C94, u otras normas relacionadas vigentes, previa autorización de la Administración del Contrato.

El informe deberá contemplar como mínimo la siguiente información:

- Identificación del punto de muestreo.
- Métodos analíticos empleados.
- Valores obtenidos, con unidades (mg/L, ppm, etc.).
- Límites de referencia.
- Observaciones técnicas.
- Conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el Análisis Químico del Agua, Determinación de CaO, MgO, Na₂O, KO₂, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄, DQO, Sólidos Disueltos y pH., es la unidad. En este rubro se incluyen los costos totales de mano de obra, materiales, equipos e insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. Las cantidades se determinarán de acuerdo a lo dispuesto en los Términos de Referencia del presente proyecto; y el pago se realizará en base a ello.

4.66 TOMA DE MUESTRAS CÚBICAS, ARISTA MÍNIMA 25 CM.

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Este rubro comprende la obtención de muestras cúbicas de suelo con arista mínima de 25 cm, destinadas a la ejecución de ensayos triaxiales, de corte directo u otros de laboratorio, con el fin

de determinar las propiedades mecánicas del suelo, tales como resistencia al corte, deformabilidad y parámetros de diseño geotécnico.

La toma de las muestras se realizará de manera que se minimice la alteración del material, garantizando la integridad física y la representatividad del suelo. Las muestras deberán ser identificadas, protegidas y almacenadas adecuadamente, siguiendo las normas técnicas vigentes para transporte y conservación hasta su ensayo.

Los trabajos deberán cumplir con la normativa ecuatoriana vigente y normas internacionales equivalentes, previa aprobación de la Administración del Contrato, entre las cuales se incluyen:

- **NTE INEN 1537 / 1545** – Ensayos de suelos. Compactación y preparación de muestras.
- **ASTM D4767** – Standard Test Method for Consolidated Undrained Triaxial Compression Test for Cohesive Soils.
- **ASTM D3080** – Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions.

Informe de los trabajos:

El informe técnico correspondiente deberá incluir, como mínimo:

1. Identificación del proyecto, ubicación y fecha de extracción de la muestra.
2. Método de obtención de la muestra cúbica y profundidad de extracción.
3. Dimensiones de la muestra (arista mínima 25 cm) y volumen estimado.
4. Condición del suelo durante la toma de la muestra (humedad, consistencia).
5. Registro fotográfico de la muestra tomada.
6. Procedimiento de protección, embalaje y almacenamiento para transporte a laboratorio.
7. Observaciones relevantes sobre la representatividad y calidad de la muestra.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para este rubro será la unidad (u), correspondiente a cada muestra cúbica correctamente extraída y aceptada por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; equipos, herramientas, materiales requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; actividades de protección, embalaje y almacenamiento de la muestra; transporte hasta laboratorio y preparación preliminar para ensayos; apertura de caminos y desalojo de material; almacenamiento; viáticos de personal; actividades de apoyo topográfico para localización; actividades de desbroce; permisos en los predios donde se ejecutarán los ensayos; obtención y registro de datos, elaboración de gráficas; relleno, compactación y restitución del área intervenida; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá

entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.67 TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS SHELBY.

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Este rubro comprende la obtención de muestras inalteradas tipo Shelby de suelos, destinadas a la ejecución de ensayos triaxiales, de corte directo u otros de laboratorio, con el objetivo de determinar las propiedades mecánicas del suelo, tales como resistencia al corte, deformabilidad y parámetros de diseño geotécnico.

La toma de las muestras Shelby se realizará mediante procedimientos que aseguren la mínima alteración posible del material, conservando la estructura original y el contenido de humedad del suelo. Las muestras deberán ser identificadas, protegidas y almacenadas adecuadamente, asegurando su integridad durante el transporte hasta el laboratorio y su posterior preparación para ensayos.

Los trabajos deberán ejecutarse de acuerdo con la normativa ecuatoriana vigente y normas internacionales equivalentes, previa aprobación de la Administración del Contrato, entre las cuales se incluyen:

- NTE INEN 1537 / 1545 – Ensayos de suelos. Preparación de muestras inalteradas.
- ASTM D1587 – Standard Practice for Thin-Walled Tube Sampling of Soil for Geotechnical Purposes.
- ASTM D4767 – Standard Test Method for Consolidated Undrained Triaxial Compression Test for Cohesive Soils.
- ASTM D3080 – Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions.

Informe de los trabajos:

El informe técnico correspondiente deberá incluir, como mínimo:

1. Identificación del proyecto, ubicación y fecha de extracción de la muestra.
2. Método de obtención de la muestra Shelby, incluyendo tipo y diámetro del tubo.
3. Profundidad de extracción y estrato del suelo muestreado.
4. Condición del suelo durante la toma (humedad, consistencia).
5. Registro de cualquier dificultad o alteración durante la extracción.
6. Procedimiento de protección, embalaje y almacenamiento para transporte a laboratorio.
7. Registro fotográfico de la muestra tomada.
8. Observaciones sobre la representatividad y calidad de la muestra.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para este rubro será la unidad (u), correspondiente a cada muestra Shelby inalterada correctamente extraída y aceptada por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos para extracción de la muestra Shelby; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; actividades de protección, embalaje y almacenamiento de la muestra; transporte hasta laboratorio y preparación preliminar para ensayos; apertura de caminos y desalajo de material; almacenamiento; viáticos de personal; actividades de apoyo topográfico para localización; actividades de desbroce; permisos en los predios donde se ejecutarán los ensayos; obtención y registro de datos, elaboración de gráficas; relleno, compactación y restitución del área intervenida; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.68 CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

La clasificación SUCS es un sistema estandarizado que permite identificar y clasificar suelos en función de sus propiedades granulométricas y plásticas. Este sistema es ampliamente utilizado en ingeniería geotécnica para describir el tipo de suelo y predecir su comportamiento ante cargas estructurales.

La metodología se basa en la determinación de los siguientes parámetros de la muestra:

- Porcentaje que pasa por los tamices normalizados (No. 4, No. 200).
- Límites de consistencia: Límite Líquido (LL) y Límite Plástico (LP).
- Índice de Plasticidad (IP).
- Porcentaje de humedad

Con estos valores, se ubica el tipo de suelo dentro de una carta de clasificación SUCS, asignando un grupo (por ejemplo: GW, CL, SM, CH, etc.) que describe su textura y características principales. Este ensayo es indispensable para el diseño de cimentaciones, terraplenes, estabilidad de taludes, entre otros.

El informe técnico entregado deberá contener al menos:

- Resultados completos de los análisis granulométricos, límites de Atterberg y porcentaje de humedad.
- Clasificación SUCS asignada a cada muestra.
- Interpretación técnica de la clasificación.
- Observaciones sobre posible presencia de suelos expansivos, suelos orgánicos, etc.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Clasificación SUCS (ASTM D2487) es la unidad.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos para extracción de muestras; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; actividades de protección, embalaje y almacenamiento de la muestra; transporte hasta laboratorio y preparación preliminar para ensayos; almacenamiento; viáticos de personal; obtención y registro de datos, elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

Las cantidades se determinarán conforme a los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se efectuará con base en las muestras efectivamente ejecutadas y aprobadas.

4.69 ENSAYO TRIAXIAL TIPO UU (ASTM D2850)

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

El ensayo triaxial tipo UU (sin consolidación y sin drenaje) permite determinar la resistencia al esfuerzo cortante no drenado (S_u) de suelos cohesivos en condiciones donde no se permite el drenaje del agua intersticial ni durante la aplicación de la carga, ni durante la fase de consolidación.

Este ensayo es usado para, entre otros, medir la resistencia al corte de suelos cohesivos saturados en condiciones no drenadas, determinar la resistencia al esfuerzo cortante para análisis geotécnicos cuando el suelo está saturado y la carga se aplica rápidamente.

La muestra cilíndrica de suelo, encapsulada en una membrana impermeable, se somete a una presión de confinamiento constante y luego a una carga axial creciente hasta la falla, sin permitir la disipación de presiones de poro. Esta prueba simula condiciones rápidas de carga, como sismos o cargas temporales.

La ejecución de este ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM D2850.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Resultados de resistencia no drenada y esfuerzo máximo.
- Curvas de esfuerzo-deformación y análisis interpretativo.

- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de triaxial tipo UU (ASTM D2850) es la unidad.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos para extracción de muestras; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; actividades de protección, embalaje y almacenamiento de la muestra; transporte hasta laboratorio y preparación preliminar para ensayos; almacenamiento; viáticos de personal; obtención y registro de datos, elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.70 ENSAYO CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Este ensayo tiene como finalidad determinar la resistencia al corte de suelos, bajo condiciones consolidadas y drenadas (CD), mediante la aplicación de una carga normal y un esfuerzo cortante en una muestra previamente consolidada. La prueba permite obtener los parámetros de resistencia a la corte efectiva: cohesión efectiva (c') y ángulo de fricción interna (ϕ'), fundamentales en el análisis de estabilidad de taludes, capacidad portante y diseño de cimentaciones.

Durante el ensayo, el suelo se consolida bajo la carga normal aplicada hasta alcanzar condiciones de equilibrio, permitiendo el drenaje del agua de poros. Luego, se aplica el esfuerzo cortante a una velocidad suficientemente lenta para asegurar que el drenaje continúe durante esta etapa, evitando el desarrollo de presiones de poro.

La ejecución del ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM D3080.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Resultados de esfuerzos normales, esfuerzos cortantes y desplazamientos.
- Curvas esfuerzo cortante vs. desplazamiento.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Corte Directo (ASTM D3080) es la unidad.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos para extracción de muestras; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; actividades de protección, embalaje y almacenamiento de la muestra; transporte hasta laboratorio y preparación preliminar para ensayos; almacenamiento; viáticos de personal; obtención y registro de datos, elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.71 ENSAYOS EXPANSIÓN LIBRE Y CONTROLADA.

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Este rubro comprende la ejecución de ensayos de expansión libre y controlada sobre muestras de suelo, con el fin de determinar la capacidad expansiva y el comportamiento volumétrico de suelos susceptibles a hinchamiento, lo cual es fundamental para diseño de estructuras que puedan verse afectadas por cambios volumétricos del terreno.

Los ensayos se realizarán sobre muestras representativas del suelo, preparadas según las normas vigentes, siguiendo procedimientos que aseguren la mínima alteración de las propiedades originales del suelo. Se medirá el incremento volumétrico o deformación bajo condiciones de libre expansión y bajo condiciones controladas o confinadas, dependiendo de la finalidad del estudio.

Los trabajos deberán ejecutarse cumpliendo la normativa ecuatoriana vigente y normas internacionales equivalentes, previa aprobación de la Administración del Contrato, entre las cuales se incluyen:

- NTE INEN 1537 / 1545 – Ensayos de suelos. Preparación y control de muestras.
- ASTM D4546 – Standard Test Methods for One-Dimensional Swell or Settlement Potential of Cohesive Soils.
- ASTM D2435 – Standard Test Methods for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils Using Incremental Loading.

Informe de los trabajos:

El informe técnico correspondiente deberá incluir, como mínimo:

1. Identificación del proyecto, ubicación y fecha de muestreo.
2. Tipo de ensayo ejecutado: expansión libre o controlada.
3. Profundidad y estrato del suelo muestreado.
4. Preparación de la muestra y condiciones de ensayo.
5. Resultados del ensayo, incluyendo incremento volumétrico, deformación y presiones aplicadas según corresponda.
6. Observaciones sobre el comportamiento expansivo del suelo.
7. Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y forma de pago

La unidad de medición para este rubro será la unidad (u), correspondiente a cada ensayo de expansión libre o controlada ejecutado y aceptado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos para extracción de muestras; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; actividades de protección, embalaje y almacenamiento de la muestra; transporte hasta laboratorio y preparación preliminar para ensayos; almacenamiento; viáticos de personal; obtención y registro de datos, elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.72 PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557)

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

El ensayo de compactación Proctor modificado tiene como objetivo determinar la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca de un suelo cuando es compactado bajo una energía de compactación elevada y controlada. Esta información permite establecer el contenido óptimo de humedad y la densidad seca máxima, parámetros fundamentales para el control de calidad en rellenos y terraplenes.

El procedimiento consiste en compactar el suelo en un molde cilíndrico en cinco capas, cada una de ellas sometida a 25 golpes de un pisón de 4,54 kg (10 lb) que cae desde una altura de 45,7 cm (18 pulgadas), distribuyendo uniformemente la energía de compactación. Posteriormente, se retira el collar, se enraza la muestra, se pesa el conjunto molde-suelo compactado y se extrae una porción para la determinación del contenido de humedad. Este procedimiento se repite para diferentes contenidos de agua, con el fin de obtener la curva de compactación.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Resultados de densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad.
- Curva de compactación y análisis.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Proctor Modificado (ASTM D1557) es la unidad.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos para extracción de muestras; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; actividades de protección, embalaje y almacenamiento de la muestra; transporte hasta laboratorio y preparación preliminar para ensayos; almacenamiento; viáticos de personal; obtención y registro de datos, elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.73 COMPRESIÓN SIMPLE (ASTM D2166)

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

El ensayo de compresión simple se emplea para determinar la resistencia no confinada de suelos cohesivos saturados, sin la aplicación de presión lateral. Este método proporciona una estimación directa de la resistencia al esfuerzo cortante no drenado (SU) del material que sirve para evaluar la resistencia mecánica del suelo cohesivo, determinar parámetros de diseño y apoyar a la caracterización geotécnica, entre otros.

La muestra, con forma cilíndrica y dimensiones normalizadas, se somete a una carga axial creciente hasta la falla, registrando el esfuerzo y la deformación correspondiente. Este procedimiento es útil en estudios de estabilidad, cimentaciones superficiales y capacidad portante de suelos blandos.

Los resultados permiten calcular parámetros como el esfuerzo máximo o resistencia a la compresión no confinada y la deformación unitaria.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Resultados de resistencia máxima y comportamiento durante el ensayo.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Compresión Simple (ASTM D 2166) es la unidad.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos para extracción de muestras; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; actividades de protección, embalaje y almacenamiento de la muestra; transporte hasta laboratorio y preparación preliminar para ensayos; almacenamiento; viáticos de personal; obtención y registro de datos, elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.74 MUESTREO DE AGUA EN SONDEO, INCLUYE ANÁLISIS DE PH, CLORUROS Y SULFATOS.

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Este rubro comprende la obtención de muestras de agua subterránea directamente desde sondeos, con el propósito de evaluar la calidad química del agua en relación con el diseño de obras civiles, tratamientos de suelo y protección de estructuras.

El muestreo incluirá la recolección, preservación y transporte de muestras hasta el laboratorio, cumpliendo con procedimientos que aseguren la integridad química de las muestras. Los análisis a realizar incluyen, como mínimo:

- PH: determinación de acidez o alcalinidad del agua.
- Cloruros (Cl^-): determinación de la concentración de cloruros, que puede afectar la corrosión de estructuras de concreto y acero.
- Sulfatos (SO_4^{2-}): determinación de la concentración de sulfatos, importante para el diseño de mezclas de concreto y estabilización de suelos.

Los trabajos deberán ejecutarse cumpliendo la normativa ecuatoriana vigente y normas internacionales equivalentes, previa autorización de la Administración del Contrato, entre las cuales se incluyen:

- NTE INEN ISO 5667-6 – Calidad del agua. Guía para muestreo de aguas subterráneas.
- APHA / AWWA / WEF 2017 – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informe de los trabajos:

El informe técnico deberá incluir, como mínimo:

1. Identificación del proyecto, ubicación del sondeo y fecha de muestreo.
2. Profundidad del sondeo y estrato de donde se tomó la muestra.
3. Procedimiento de muestreo, incluyendo tipo de envase, preservación y condiciones de transporte.
4. Resultados de laboratorio: pH, concentración de cloruros y sulfatos.
5. Observaciones sobre la calidad del agua y posibles implicaciones en obras.
6. Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para este rubro será la unidad (u), correspondiente a cada muestra de agua tomada y analizada por laboratorio, aprobada por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos para extracción de muestras; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; actividades de protección, embalaje y almacenamiento de la muestra; transporte hasta laboratorio y preparación preliminar para ensayos; análisis de laboratorio, almacenamiento; viáticos de personal; obtención y registro de datos, elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.75 DENSIDAD DE SÓLIDOS (ASTM D854)

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

El ensayo de densidad de sólidos permite determinar la masa unitaria de los sólidos del suelo (también conocida como gravedad específica de los sólidos, G_s). Este valor es esencial para calcular otras propiedades físicas del suelo, como la densidad seca, el índice de vacíos y la saturación.

La prueba se realiza generalmente en suelos finos o con partículas que pasan el tamiz N° 4 (4,75 mm), utilizando un picnómetro o matraz de volumen conocido, en el cual se introduce una muestra seca de suelo y se registra el desplazamiento de agua. El procedimiento debe realizarse con cuidado para evitar la presencia de burbujas de aire que afecten el resultado.

El procedimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma ASTM D854.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Detalles del procedimiento y condiciones de ensayo.
- Resultados cuantitativos de la gravedad específica.
- Interpretación técnica relacionada con la caracterización geotécnica del terreno.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Densidad de Sólidos (ASTM D854) es la unidad.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; toma, transporte y movilización de las muestras hasta el laboratorio; preparación de perforaciones, sellos y dispositivos de medición; viáticos de personal; toma de datos, procesamiento e interpretación de resultados; elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.76 ENSAYO TRIAXIAL CU (ASTM).

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

El ensayo de Compresión Triaxial CU (consolidado – no drenado) en probeta reproducida permite evaluar el comportamiento mecánico del suelo bajo condiciones en las que se permite la consolidación con aplicación de esfuerzos efectivos, pero no se permite el drenaje durante la fase de carga axial. Es especialmente útil para suelos cohesivos en condiciones parcialmente saturadas o saturadas.

La probeta reproducida se elabora en laboratorio a partir de muestras alteradas y compactadas bajo condiciones controladas de humedad y densidad, representativas del terreno natural o del material de diseño.

Durante el ensayo, la muestra se consolida bajo una presión de confinamiento constante permitiendo la disipación de presiones de poro, luego se carga axialmente sin permitir drenaje, monitoreando las presiones del poro generadas.

Este tipo de prueba permite determinar:

- La resistencia no drenada del suelo.
- La presión de poro inducida.
- El comportamiento esfuerzo-deformación.

La ejecución de este ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM D4767, la LMS-L24-R2, u otra norma relacionada vigente, previa autorización de la Administración del Contrato.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Procedimiento detallado y condiciones del ensayo.
- Resultados cuantitativos de resistencia y deformación.
- Curvas esfuerzo-deformación y análisis interpretativo.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y forma de pago.

La unidad de medición para el ensayo triaxial CU (ASTM) es la unidad.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; toma, transporte y movilización de las muestras hasta el laboratorio; viáticos de personal; toma de datos, procesamiento e interpretación de resultados; elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.77 ENSAYO TRIAXIAL CD (ASTM).

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

El ensayo de Compresión Triaxial CD (consolidado – drenado) en probeta reproducida permite evaluar el comportamiento mecánico del suelo bajo condiciones en las que se permite la consolidación con aplicación de esfuerzos efectivos, pero se permite el drenaje durante la fase de carga axial. El corte se realiza permitiendo drenaje durante todo el ensayo, no se genera presiones de poros significativa.

La probeta reproducida se elabora en laboratorio a partir de muestras alteradas y compactadas bajo condiciones controladas de humedad y densidad, representativas del terreno natural o del material de diseño.

Durante el ensayo, la muestra se consolida bajo una presión de confinamiento constante permitiendo la disipación de presiones de poro, luego se carga axialmente permitiendo drenaje, monitoreando las presiones del poro generadas.

Este tipo de prueba permite determinar:

- La resistencia no drenada del suelo.
- El comportamiento esfuerzo-deformación.

La ejecución de este ensayo se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM D4767, la LMS-L24-R2, u otra norma relacionada vigente, previa autorización de la Administración del Contrato.

El informe técnico deberá contener al menos:

- Identificación y descripción de las muestras.
- Procedimiento detallado y condiciones del ensayo.
- Resultados cuantitativos de resistencia y deformación.
- Curvas esfuerzo-deformación y análisis interpretativo.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para el ensayo de Compresión Triaxial CD en Probeta Reproducida es la unidad.

Medición y forma de pago.

La unidad de medición para el ensayo triaxial CD (ASTM) es la unidad.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; toma, transporte y movilización de las muestras hasta el laboratorio; viáticos de personal; toma de datos, procesamiento e interpretación de resultados; elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.78 ENSAYO DE CBR.

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Este rubro comprende la ejecución de ensayos de California Bearing Ratio (CBR) sobre muestras de suelo o pavimento, con el objetivo de determinar la capacidad portante y resistencia al corte de los suelos utilizados en la construcción de pavimentos rígidos o flexibles.

El ensayo puede realizarse en laboratorio sobre muestras compactadas siguiendo la densidad y humedad óptima, o in situ sobre la superficie del terreno cuando así se requiera. El ensayo permite obtener:

- CBR (%), valor que indica la resistencia relativa del suelo frente a cargas aplicadas.
- Datos para el diseño y dimensionamiento de pavimentos.
- Observaciones sobre la compactación y comportamiento mecánico del suelo.

Los trabajos deberán ejecutarse cumpliendo la normativa ecuatoriana vigente y normas internacionales equivalentes, previa autorización de la Administración del Contrato, entre las cuales se incluyen:

- NTE INEN 1537 / 1545 – Ensayos de suelos. Procedimientos de laboratorio y campo.
- ASTM D1883 – Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.
- ASTM D4429 – Standard Test Method for CBR of Soils in Place.

Informe de los trabajos:

El informe técnico deberá incluir, como mínimo:

1. Identificación del proyecto, ubicación del ensayo y fecha de ejecución.
2. Método empleado: laboratorio o in situ.
3. Preparación de la muestra o terreno (compactación, humedad, nivelación).
4. Procedimiento de carga y penetración de pistón.
5. Resultados del ensayo: valor de CBR (%) y relación carga-penetración.
6. Observaciones sobre el comportamiento del suelo y su idoneidad para diseño de pavimentos.
7. Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para este rubro será la unidad (u), correspondiente a cada ensayo CBR ejecutado y aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; montaje y operación de equipos de ensayo CBR; toma, transporte y movilización de las muestras hasta el laboratorio; viáticos de personal; preparación de muestras y/o terreno; toma de datos, procesamiento e interpretación de resultados; elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.79 ENSAYOS DE DURABILIDAD (HINCHAMIENTO, ABRASIÓN Y DESINTEGRACIÓN)

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Este rubro comprende la ejecución de ensayos de durabilidad sobre agregados o suelos, con el fin de evaluar su comportamiento frente a agentes mecánicos y físicos, determinando su resistencia al desgaste, hinchamiento y desintegración.

Los ensayos incluyen, como mínimo:

1. Hinchamiento: determinación del aumento volumétrico de materiales expansivos bajo condiciones controladas de humedad o carga.
2. Abrasión: ensayo que mide la resistencia al desgaste superficial de agregados finos y gruesos, utilizando procedimientos normalizados.
3. Desintegración: evaluación de la capacidad de los materiales de permanecer íntegros ante ciclos de humedad y secado o manipulación mecánica.

Estos ensayos son fundamentales para garantizar la calidad de los agregados y su idoneidad en la construcción de hormigón, pavimentos o rellenos estructurales.

Los trabajos deberán ejecutarse cumpliendo la normativa ecuatoriana vigente y normas internacionales equivalentes, previa autorización de la Administración del Contrato, entre las cuales se incluyen:

- NTE INEN 696 / 1545 – Ensayos de suelos y agregados. Procedimientos de laboratorio.
- ASTM C131 / C535 – Standard Test Methods for Resistance to Abrasion of Coarse Aggregate.
- ASTM C117 / D4793 – Standard Test Methods for Material Finer than No. 200 Sieve.
- ASTM D4791 – Standard Test Method for Flat and Elongated Particles in Coarse Aggregate.

Informe de los trabajos:

El informe técnico deberá incluir, como mínimo:

1. Identificación del proyecto, ubicación de las muestras y fecha de muestreo.
2. Tipo de ensayo ejecutado: hinchamiento, abrasión o desintegración.
3. Preparación de la muestra y condiciones de ensayo.
4. Procedimiento aplicado y equipos utilizados.
5. Resultados obtenidos: porcentaje de hinchamiento, pérdida por abrasión o desintegración y cualquier observación relevante.
6. Comparación con estándares de calidad aplicables.
7. Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para este rubro será la unidad (u), correspondiente a cada ensayo de durabilidad ejecutado y aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas y equipos requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos;; toma, transporte y movilización de las muestras hasta el laboratorio; viáticos de personal; preparación de muestras y montaje de ensayos; ejecución de ensayos de hinchamiento, abrasión y desintegración; toma de datos, procesamiento e interpretación de resultados; elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.80 ENSAYOS QUÍMICOS (CONTENIDO DE SULFATOS, CLORUROS, pH Y MATERIA ORGÁNICA)

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Este rubro comprende la ejecución de ensayos químicos sobre muestras de suelo y/o agregados, con el objetivo de determinar la composición química del material y evaluar su potencial agresividad o compatibilidad con estructuras de concreto, acero y sistemas de cimentación.

Los ensayos químicos a realizar incluyen, como mínimo:

- Determinación del contenido de sulfatos (SO_4^{2-}), para evaluar la posible agresividad química sobre el concreto.
- Determinación del contenido de cloruros (Cl^-), para analizar el riesgo de corrosión en elementos de acero y refuerzo.
- Determinación del pH, para conocer el grado de acidez o alcalinidad del suelo o material analizado.
- Determinación del contenido de materia orgánica, para evaluar la idoneidad del suelo para uso estructural o de relleno.

Las muestras deberán ser representativas, correctamente identificadas, preservadas y transportadas al laboratorio, asegurando la confiabilidad de los resultados.

Los trabajos deberán ejecutarse cumpliendo la normativa ecuatoriana vigente y normas internacionales equivalentes, previa autorización de la Administración del Contrato, entre las cuales se incluyen:

- NTE INEN 2176 / 2178 – Análisis químico de suelos.

- ASTM D4327 – Standard Test Method for Anions in Water by Ion Chromatography (para sulfatos y cloruros).
- ASTM D4972 – Standard Test Method for pH of Soils.
- ASTM D2974 – Standard Test Methods for Moisture, Ash, and Organic Matter of Peat and Other Organic Soils.

Informe de los trabajos:

El informe técnico correspondiente deberá incluir, como mínimo:

1. Identificación del proyecto, ubicación de las muestras y fecha de muestreo.
2. Tipo de material analizado (suelo, agregado u otro).
3. Procedimientos y normas aplicadas para cada ensayo químico.
4. Resultados de laboratorio: contenido de sulfatos, cloruros, pH y materia orgánica.
5. Interpretación de resultados en relación con criterios de diseño y durabilidad.
6. Observaciones relevantes.
7. Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para el rubro Ensayos químicos (contenido de sulfatos, cloruros, pH y materia orgánica) será la unidad (u), correspondiente a cada ensayo ejecutado y aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas, insumos, reactivos y equipos requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; toma, transporte y movilización de las muestras hasta el laboratorio; viáticos de personal; preparación y manejo de muestras; ejecución de los ensayos químicos en laboratorio; toma de datos, procesamiento e interpretación de resultados; elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

4.81 ENSAYOS DE CONSOLIDACION (ASTM D2435)

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

El ensayo de consolidación tiene como objetivo determinar las características de deformación y compresibilidad de los suelos cohesivos saturados, así como la velocidad de disipación de presiones de poros bajo cargas aplicadas. Permite estimar asentamientos en el tiempo y evaluar el comportamiento del suelo frente a cargas estructurales.

Informe de los trabajos:

El informe técnico correspondiente deberá incluir, como mínimo:

- Identificación del proyecto, ubicación de las muestras y fecha de muestreo.
- Tipo de material analizado (suelo, agregado u otro).
- Resultados de laboratorio.
- Interpretación de resultados en relación con criterios de diseño y durabilidad.
- Observaciones relevantes.
- Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para el rubro de consolidación será la unidad (u), correspondiente a cada ensayo ejecutado y aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como: mano de obra especializada y de apoyo; herramientas, insumos, reactivos y equipos requeridos; transporte de personal hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de los equipos y herramientas hasta el proyecto y a los sitios de ensayos; toma, transporte y movilización de las muestras hasta el laboratorio; viáticos de personal; preparación y manejo de muestras; toma de datos, procesamiento e interpretación de resultados; elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta del ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

Las cantidades se determinarán conforme a los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base en los ensayos efectivamente ejecutados y aprobados.

4.82 OTROS ENSAYOS

Unidad: Por cada prueba (ensayo) la unidad de medida será la Unidad (u).

Las muestras recuperadas durante la etapa de exploración de bancos de materiales se trasladarán a lugares de almacenamiento de ser el caso y posteriormente a laboratorios para la ejecución de sus pruebas correspondientes. Las muestras serán debidamente transportadas y protegidas para evitar su destrucción o alteración.

Respecto a la explotación y procesamiento:

- Comprende las actividades necesarias para la extracción, reducción y acondicionamiento del material, de manera que cumpla con las especificaciones requeridas para su uso en el proyecto.
- El método de extracción será definido en función de las características del macizo rocoso, pudiendo emplearse voladura controlada en materiales competentes o ripado mecánico

en zonas de menor resistencia, garantizando la fragmentación adecuada y la seguridad operativa.

- El material extraído será sometido a procesos de trituración primaria, secundaria y terciaria, con el fin de obtener tamaños de partícula adecuados para su uso como agregado para hormigón y material granular para subbase. Posteriormente, se realizará la clasificación granulométrica mediante sistemas de cribado, asegurando el cumplimiento de las bandas especificadas según el tipo de material requerido.
- Así también, el material extraído será sometido a procesos de adecuación y preparación de muestras acorde los requerimientos de los ensayos a realizar.
- El material procesado será dispuesto en acopios diferenciados, organizados por tipo y tamaño, implementando medidas para evitar la segregación, contaminación y variabilidad, garantizando así la uniformidad y calidad del producto final.

Las muestras ingresadas a lugares de almacenamiento y/o laboratorios se deberán de almacenar en un espacio seco y protegido de la intemperie.

La metodología de los ensayos contratados se realizará en base a la normativa ASTM, especificaciones del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), normas AASHTO para ensayos de agregados según corresponda y otra normativa de ser aplicable y autorizada por el administrador de Contrato, para cada una de las pruebas siguientes:

Prueba
Toma de muestras cúbicas, arista mínima 25 cm
Toma de muestras inalteradas Shelbys
Ensayos expansión libre y controlada
Proctor modificado (ASTM D1557)
Muestreo de agua en sondeo, incluye análisis de PH, cloruros y sulfatos
Ensayos triaxiales CU (ASTM)
Ensayos triaxiales CD (ASTM)
Ensayo CBR
Ensayos de durabilidad (hinchamiento, abrasión y desintegración)
Ensayos químicos (contenido de sulfatos, cloruros, pH y materia orgánica).
Determinación de la resistencia a la compresión simple y el módulo de Young
Sanidad de grava y arena.
Determinación de la reactividad álcali agregado, método químico.
Determinación de sulfatos solubles en agua.

Gradación conforme a usos especificados.
Peso específico de material
Desgaste Los Ángeles: $\leq 40\%$ (referencial).
Ausencia de partículas deleznable o arcillosas.
Cumplimiento de banda granulométrica MTOP.
Desgaste Los Ángeles $\leq 50\%$.
Equivalente de arena $\geq 25-30\%$.

Respecto al intemperismo acelerado se lo realizará en núcleos y fragmentos de roca, considerando tres núcleos o fragmentos por prueba para 5 ciclos de inmersión y secado, incluyendo la preparación de la solución.

Para cada probeta a la cual se realice la prueba del índice de alteración y absorción en roca se deberá de determinar su peso volumétrico y contenido de agua en base a la normativa.

Medición y Forma de pago:

La unidad de medición para todos los rubros (pruebas) antes referidos para *BANCOS Y FUENTES DE MATERIALES* será la unidad (u), correspondiente a cada ensayo ejecutado y aprobado por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del cada prueba (ensayo), tales como: mano de obra especializada y de apoyo; maquinaria, equipos, herramientas, insumos y otros que sean requeridos para la obtención y toma de muestras representativas de los bancos de materiales; maquinaria, equipos, herramientas, insumos y otros que sean requeridos para la adecuación, preparación, conformación de las muestras acorde a los requerimientos de cada ensayo; transporte de personal hasta el sitio de bancos de materiales, lugares de almacenamiento y a los sitios de ensayos; transporte y movilización de maquinaria, equipos, herramientas y otros requeridos hasta el sitio de los bancos de materiales, centros de acopio y a los sitios de ensayos; preparación, transporte y movilización de las muestras hasta los laboratorios; viáticos de personal; preparación y manejo de muestras; toma de datos, procesamiento e interpretación de resultados; elaboración de gráficas; informes; y cualquier otro recurso requerido para la ejecución segura y correcta de cada ensayo.

Las cantidades se determinarán conforme a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base a los trabajos efectivamente ejecutados y aprobados por el Administrador del Contrato. Para aprobación de los ensayos, el Contratista deberá entregar toda la información acorde a los elementos referidos en este documento y los Términos de Referencia de la Consultoría.

Las cantidades se determinarán conforme a los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base en los ensayos efectivamente ejecutados y aprobados.

5. SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN ATMOSFÉRICA

5.1 MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Unidad: Unidad (u).

Descripción:

Este rubro comprende la medición de la resistividad eléctrica del terreno, con el objetivo de evaluar las características eléctricas y electroquímicas del suelo, información fundamental para el diseño de sistemas de puesta a tierra, estudios de corrosividad del suelo, protección catódica y evaluación de la durabilidad de estructuras enterradas.

La medición se realizará in situ, mediante métodos eléctricos normalizados, aplicando corriente al terreno y registrando las diferencias de potencial correspondientes. El procedimiento permitirá determinar la resistividad aparente del suelo y su variación con la profundidad, según el arreglo de electrodos utilizado.

Los trabajos deberán ejecutarse cumpliendo la normativa ecuatoriana vigente y normas internacionales equivalentes, previa autorización de la Administración del Contrato, entre las cuales se incluyen:

- NTE INEN 2176 / 2178 – Caracterización físico-química del suelo (cuando aplique).
- IEEE Std 81 – Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System.
- ASTM G57 – Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four-Electrode Method.

Informe de los trabajos:

El informe técnico deberá incluir, como mínimo:

1. Identificación del proyecto, ubicación del punto de medición y fecha de ejecución.
2. Método de medición utilizado (Wenner, Schlumberger u otro aprobado).
3. Configuración y espaciamiento de electrodos.
4. Valores medidos de resistividad del terreno y su variación con la profundidad.
5. Condiciones del suelo durante el ensayo (humedad, temperatura, estado superficial).
6. Interpretación de resultados para diseño de puesta a tierra o evaluación de corrosividad.
7. Resultados, conclusiones y recomendaciones.

Medición y forma de pago:

La unidad de medición para el rubro Medición de resistividad del terreno será la unidad (u), correspondiente a cada medición completa ejecutada y aprobada por la Administración del Contrato.

El precio unitario incluirá todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución del rubro, tales como:

- Mano de obra especializada.

- Equipos de medición de resistividad y accesorios.
- Instalación y retiro de electrodos.
- Registro y procesamiento de datos.
- Elaboración del informe técnico completo.
- Insumos, transporte y cualquier otro recurso requerido.

Las cantidades se determinarán conforme a los Términos de Referencia del proyecto, y el pago se realizará con base en las mediciones efectivamente ejecutadas y aprobadas