



AECOM

**PROPUESTA PARA LA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y DE PAVIMENTOS
REGIOTRAM**

10 DE JULIO DE 2020

1. INTRODUCCION

Este documento presenta la propuesta técnica y económica para la ejecución de los trabajos mencionados en la solicitud servicios exploración Geotécnica y pavimentos Regiotram en la ciudad de Bogotá D.C..

Le propuesta se preparó de acuerdo con los términos de referencia: R0157 Solicitud servicios exploración Geotécnica y pavimentos Regiotram, recibidos por correo electrónico el pasado 8 de julio.

En el Anexo 3 de esta propuesta se muestra el curriculum empresarial de la firma referente a trabajos recientes de exploración geotécnica.

2. NORMAS TECNICA APLICABLES

Se seguirán, como mínimo, las siguientes normas de referencia en su última versión:

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. AIS. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. 2010.
- American Society for Testing and Materials. ASTM.
- Instituto Nacional de Vías. INVIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y Normas de Ensayo para Materiales de Carreteras 2013.
- Código Colombiano de Puentes 2014 -CCP-2014
- AASHTO 2018
- American Railway Structures AREMA
- American Society for testing and Materials ASTM
- Otras normas técnicas y especificaciones particulares indicadas por el cliente.

3. ASPECTOS GENERALES

3.1 Plazo de Ejecución de los Trabajos

El plazo propuesto por Edifica para la ejecución de los trabajos, están sujetos al plazo mínimo establecido por el cliente y se distribuyen de la siguiente manera:

- Una (1) semana la preparación del plan de trabajo, gestión de permisos y



movilizaciones.

- Cuatro (4) semanas para la ejecución de los trabajos de campo.
- Cuatro (4) semanas para la finalización de la ejecución de los ensayos de laboratorio, presentación de los informes finales y cierre del contrato.

Previo al inicio de los trabajos, se entregará el cronograma actualizado de ejecución de los trabajos acorde al documento de Especificaciones Técnicas, el cual será revisado y aprobado por el CLIENTE previo al inicio de las actividades.

3.2 Personal, Equipos y Materiales

Una vez notificada la adjudicación de los trabajos se suministrar de manera oportuna el personal (con la experiencia especificada en el presente documento), herramientas, equipos y materiales necesarios para realizar todas las actividades requeridas para la exploración del subsuelo, definidas en las Especificaciones Técnicas.

3.2.1 Personal

Todo el personal cumplirá con las políticas de seguridad industrial, medio ambiente y salud ocupacional, exigidas por el CLIENTE.

Los estándares de gestión en HSE de AECOM son aplicables a las actividades que se realizarán en estos estudios, así como las normas legales y técnicas vigentes en seguridad industrial, medio ambiente y salud ocupacional.

En el Anexo 2 de esta propuesta se incluye toda la información concerniente al sistema de Seguridad y Salud en el trabajo de Edifica Colombia LTDA.

3.2.2 Equipos

Las herramientas y accesorios suministrados por EDIFICA estarán en buen estado y adecuados para el trabajo que se realizará, se suministrará oportunamente toda la información concerniente a los equipos, incluyendo pero no limitado a hoja de vida, certificados de mantenimiento, cotizaciones de equipos.

Se realizará un replanteo en campo con GPS y Estación Topográfica, para la localización de las diferentes actividades relacionadas con la exploración del subsuelo.

Se contará con un computador portátil y acceso a Internet en campo siempre y cuando los operadores locales suministren una señal adecuada. Se acatarán las limitaciones para el uso de estas herramientas en los sitios previamente establecidos por las autoridades HSE.

EDIFICA certifica la disponibilidad de equipos de perforación de reemplazo, tanto alquilados como propios, para no generar retrasos en el cronograma de ejecución, los cuales deberán cumplir con los mismos requerimientos solicitados para la ejecución de los trabajos.

Los procedimientos para el control de equipos (mantenimiento y verificación), y los procedimientos técnicos de las actividades a realizar en campo, estarán disponibles para la revisión del CLIENTE; estos tendrán aprobación técnica por parte del CLIENTE, previo al inicio de los trabajos en campo.



3.2.3 Materiales

EDIFICA deberá suministrará todos los elementos requeridos para adelantar su labor, utilizando equipos y materiales de primera calidad y cumplirán con las normas ambientales del CLIENTE.

4. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

4.1 Revisión de la Información Existente

Inicialmente se revisarán todos los documentos existentes disponibles que se obtengan del área del proyecto. AECOM entregará al CONTRATISTA en la reunión de inicio de los trabajos, la información que tenga en su poder.

4.2 Preparación del Plan de Trabajo, gestión de permisos y movilizaciones.

Se realizará la planificación del trabajo según los requerimientos del CLIENTE, se gestionarán y obtendrán los permisos necesarios y se realizarán las movilizaciones de acuerdo al cronograma de trabajo.

4.3. Identificación y delimitación de áreas de trabajo

Los trabajos iniciarán con la identificación y replanteo topográfico de las áreas donde se realizará la exploración del subsuelo. De esta labor se generará un acta acompañada de esquemas donde se evidencie la claridad en cuanto a los trabajos a ejecutar por EDIFICA de común acuerdo con AECOM.

4.4 Exploración del Subsuelo

4.4.1 Alcance

Consiste en las actividades necesarias para la exploración del subsuelo, la realización de las pruebas de campo, la toma de registros de perforación; así como las actividades necesarias para realizar los ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas en la exploración. Los ensayos de laboratorio serán definidos por el cliente de acuerdo a los procedimientos mencionados en el RFP.

Los trabajos serán realizados de acuerdo con los requerimientos dados en los estándares aplicables del American Society for Testing and Materials, ASTM (en general, los correspondientes al volumen 04.08: Standards Relating to Dimension Stone; Soil and Rock; Geosynthetics), u otro estándar aceptado, además de los mencionados por el cliente en los RFP (numeral 2 de ésta propuesta).

4.4.2 Grupo Mínimo de Trabajo

Para la actividad de exploración del subsuelo, EDIFICA contará con el siguiente grupo de trabajo mínimo:

- Ingeniero de Campo, responsable de la actividad de exploración del subsuelo en campo.
- Profesional en HSE, responsable de asegurar la implementación y ejecución del



Plan de Aseguramiento HSE de Edifica y de los estándares definidos por el cliente, además de los protocolos de Bioseguridad necesarios en estos tiempos de emergencia, los protocolos y plan HSE siempre estarán a disposición del cliente para su control.

- Grupo(s) de Perforación y/o Apiques.

4.4.3 Actividades de Exploración - controles y sistemas de monitoreo para las distintas etapas del proceso

La localización, tipo, cantidad, profundidad y requerimientos específicos de los trabajos a realizar estarán contemplados en las Especificaciones Técnicas (RFP R0157).

Para cada uno de los sondeos se hará toma continua de muestras.

Previo a la realización de los sondeos se verificará con la información previamente obtenida de las autoridades locales la localización de redes subterráneas de manera tal que no se genere ningún inconveniente en la ejecución de los mismos.

En caso de encontrar roca, depósitos aluviales o coluviones, se empleará una barrena de doble pared y broca de diamante para obtener núcleos con un diámetro mínimo de 2" con un recorrido máximo de la barrena de 1.5 m.

Durante el tiempo que dure la ejecución de la perforación y 24 horas después de finalizada, se llevará un registro de la posición del nivel del agua en el terreno. El registro de la posición del agua se realizará como mínimo al iniciar y al terminar la jornada diaria de trabajo. La boca de la perforación se protegerá para evitar el flujo de agua de escorrentía dentro del sondeo.

EDIFICA rellenará nuevamente las perforaciones o sondeos que realice con el fin de evitar cualquier accidente.

4.4.4 Registros de Perforación - controles y sistemas de monitoreo para las distintas etapas del proceso

Se prepararán registros completos y exactos para cada uno de los puntos exploratorios (barreno manual, sondeo, apique o trinchera). Se utilizará el software gINT, especializado para registros de perforación geotécnica. Los registros de perforación se consignarán en una página web especialmente dedicada para el proyecto. EDIFICA podrá mostrar ejemplos de páginas web implementadas en otros proyectos. Este sistema facilita en alto grado la consulta y el seguimiento de la información generada durante la investigación geotécnica y posterior a ella. La página quedará vigente en nuestro servidor seguro (con ID y clave) por el tiempo que AECOM considere conveniente.

4.4.5 Pruebas de Campo - controles y sistemas de monitoreo para las distintas etapas del proceso

EDIFICA realizará los siguientes ensayos de campo y procedimientos, de acuerdo con los estándares aplicables del ASTM y la práctica aceptada en la industria:



- Ensayos de penetración estándar, SPT (en suelos predominantemente granulares)
- Ensayo de penetrometro de bolsillo (en suelos predominantemente finos y para todas las muestras “inalteradas”)
- Ensayo de veleta.
- Toma de muestras “inalteradas” con tubo de pared delgada o Shelby de 2” de diámetro interno o superior

Además de lo anterior, EDIFICA propone tomar muestras “relativamente” inalteradas con el muestreador California Modificado en suelos arenosos, limosos y arcillosos. La muestra queda encapsulada en anillos de bronce o tubo de policarbonato. EDIFICA no conoce algún competidor en Colombia que ofrezca este sistema de muestreo el cual es utilizado ampliamente en la Costa Oeste de los Estados Unidos de América. El suelo con los anillos de bronce se introduce directamente en el equipo de consolidación o en la máquina de corte directo, sin necesidad de labrar o reconstruir la muestra, lo cual permite obtener resultados de alta calidad.

4.4.6 Ensayo de piezocono, CPTu - controles y sistemas de monitoreo para las distintas etapas del proceso

EDIFICA pone a disposición de este proyecto sus equipos de CPTu para la caracterización geotécnica del proyecto. Este ensayo ofrece gran versatilidad, eficiencia y precisión para la medición de la RESISTENCIA del terreno por la punta del cono y por fricción, así como la presión de poros en el terreno.

El ensayo CPTu aplica correlaciones para inferir parámetros de compresibilidad y rigidez del suelo. El CPTu no hace una lectura directa de dichos parámetros. Aún así, permite hacer ensayos de disipación de presión de poros que asemeja a un ensayo de tiempo de consolidación.

La sonda sísmica permite tomar velocidades de onda y realizar el ensayo down-hole para inferir parámetros sísmicos.

El ensayo tiene ventajas con respecto a la exploración con sondeos mecánicos convencionales las cuales son:

1. Conserva las características de los materiales in-situ, ya que el ensayo altera de manera mínima el terreno durante su ejecución.
2. Identificación de manera continua de los materiales presentes en el sondeo.
3. Obtención directa de propiedades de resistencia y deformabilidad.

Este ensayo es ampliamente utilizado en la identificación de perfiles estratigráficos, esto se logra a partir de los datos de la resistencia al cono (qt), y de la relación de fricción ($R_f = f_s/qt$). Así mismo con estos resultados se puede identificar con gran exactitud el tipo de comportamiento del suelo (SBT).

En la actualidad las gráficas de caracterización de comportamiento de tipo de suelo, del



ensayo CPT, que se utilizan ampliamente son las propuestas por Robertson et al., en 1986 las cuales han sido mejoradas y actualizadas continuamente.

Para la interpretación de los resultados del ensayo CPT, se usa software CPeT-IT, el cual fue desarrollado por Gregg Drilling inc., y el profesor Peter Robertson. Este software, toma los datos del ensayo CPT y realiza una interpretación básica en términos del tipo de comportamiento del suelo SBT, junto con otros parámetros geotécnicos haciendo uso de correlaciones publicadas recientemente del análisis amplio realizado por Lunne, Robertson, Powell y actualizaciones recientes hechas por el profesor Robertson. Con esto se pueden obtener parámetros como el peso unitario, el N60 del ensayo SPT, la conductividad eléctrica y parámetros de resistencia y deformabilidad como la resistencia al corte No Drenado (S_u), el ángulo de fricción interna, Ángulo de fricción drenada, el Módulo de Young, la Relación de Sobreconsolidación (OCR), entre otros. En la Figura 3-3 y Figura 3-4 se presenta un ejemplo de los resultados que presenta el CP.

4.4.7 Ensayo de Dilatómetro Plano, DMT.

EDIFICA también pone a disposición de este proyecto sus equipos de dilatómetro plano, DMT. Este ensayo ofrece gran versatilidad, eficiencia y precisión para la medición directa de la COMPRESIBILIDAD del terreno, así como la presión de poros.

El ensayo DMT aplica correlaciones para inferir parámetros de resistencia al corte de todo tipo de suelos.

Por otra parte, la comunidad internacional, ha encontrado, después de las recientes publicaciones de Paul Mayne, que la combinación de los resultados de CPTu y DMT ofrece un nuevo panorama para la investigación y el análisis geotécnico. La combinación permite casi que eliminar las correlaciones que de otra forma deben aplicarse si se utiliza solo uno de los dos ensayos.

4.4.8 Prueba MASW:

Se realizará una línea de sísmica tipo MASW 2D de 120 m en sentido longitudinal al trazado, que cumplirá con todos los requerimientos de los RFP.

El MASW es un método de exploración geofísica con el cual es posible obtener información sobre la estratigrafía del terreno a partir de la información que se obtiene de ondas superficiales generadas al golpear el suelo. La técnica MASW permite conocer distintas propiedades del subsuelo como por ejemplo módulos de Young, de corte, relación de Poisson, evaluación de amortiguamiento y evaluación de los límites de Atterberg.

A su vez, esta técnica permite detectar profundidad de basamento, muy útil en proyectos de construcción de presas y grandes hidroeléctricas. Para esto se usan procedimientos en campo a través de un equipo de captura sísmica llamado GEODE.



4.5 Ensayos de Laboratorio

4.5.1 Alcance

EDIFICA programará y realizará ensayos de laboratorio, en la cantidad necesaria para ser representativos de los diferentes tipos de suelos que se encuentren, pero como mínimo, se harán los ensayos que se indican en el cuadro de cantidades. EDIFICA enviará a AECOM el programa de ensayos de laboratorio propuesto, con el fin de ser revisado y comentado por los especialistas, antes de su inicio, en todo caso los ensayos de laboratorio se ajustarán a las condiciones encontradas en los sitios.

4.5.2 Grupo Mínimo de Trabajo

Para la actividad de ensayos de laboratorio, EDIFICA deberá contar con el siguiente grupo de trabajo mínimo:

- Ingeniero de Diseño Geotécnico, quien de acuerdo con el Ingeniero Especialista coordinará la programación y ejecución de los ensayos de laboratorio y será el responsable de esta actividad.
- Grupo(s) de Ensayos de Laboratorio.

4.5.3 Actividades de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio se harán de acuerdo la normativa vigente mencionada en el capítulo 3 de este informe y adicionalmente los que el CLIENTE considere necesarios, los ensayos se desarrollarán de acuerdo al protocolo establecido en los RFP entregado pro el cliente.

4.6 Reporte de Exploración del Subsuelo y Ensayos de Laboratorio

Como resultado de la exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio, EDIFICA entregará un reporte que contenga la siguiente información:

Memoria descriptiva del desarrollo de la campaña, Incluye las metodologías usadas.

✓ Cuadro resumen de resultados de laboratorios, con sus respectivos registros de los ensayos.

✓ Cuadro resumen de resultados de ensayo insitu, con sus respectivos registros de los ensayos.

✓ Cuadro resumen de resultados de ensayos especiales, con sus respectivos registros de los ensayos.

✓ Resumen de estratigrafías, con sus respectivos registros de todas las perforaciones realizadas.

✓ Plano planta con la localización final de los sondeos geotécnicos referidos a cotas ortométricas.

✓ Registro fotográfico, que incluya fotografías de las maquinas durante las perforaciones, de las muestras/cajas de muestras, del desarrollo de los ensayos insitu.



EDIFICA COLOMBIA LTDA

✓ Recomendaciones y conclusiones de la campaña realizada

5. FORMA DE PAGO

Como forma de pago Edifica se ajusta a los establecido en los RFP que establece un sistema de pago por Hitos.

6. VALOR DE LA PROPUESTA

El valor de la propuesta o propuesta económica se presenta en el Anexo 1.

EDIFICA COLOMBIA LTDA

ING. LUIS F. VESGA, Ph.D.

Gerente



EDIFICA COLOMBIA LTDA

ANEXO 1 VALOR DE LA PROPUESTA



EDIFICA COLOMBIA LTDA

ANEXO 2 DOCUMENTACIÓN HSE EDIFICA



EDIFICA COLOMBIA LTDA

ANEXO 3 CURRICULUM EDIFICA COLOMBIA LTDA