4151.010.32.1.0.0691-2026

ANEXO 1— ANEXO TÉCNICO CONSULTORÍA

CONTRATAR LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE CAMPO GEOTÉCNICOS PARA EXPLORACIÓN DE COMPONENTES DE SUELOS, TALUDES, GEOLOGÍCOS, HIDROLOGÍA E HIDROLOGÍA, HIDROGEOLOGÍA Y TOPOGRAFÍA INCLUYENDO ENSAYOS DE LABORATORIO PARA VERIFICAR CONDICIONES DE TERRENO EN LAS INTERVENCIONES QUE REQUIERE ADELANTAR LA SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE CONSULTORÍA:

En el estudio de suelo en sitios críticos del distrito de Santiago de Cali, se deberán encontrar parámetros de suelo identificando posibles causa desencadenante en cada una de las afectaciones presentadas y con ellos proponer alternativas de solución integral no solo mitigar el riesgo sino solucionar de fondo la problemática presentada en el lugar de estudio dado.

1.1. Alcance

En el alcance del objeto del contrato, el Consultor se obliga a realizar los estudios de suelos, geológicos y/o geotécnicos incluyendo ensayos de laboratorio requeridos y diseño recomendaciones técnicas, para proyectos viales, puentes y obras complementarias para la infraestructura de transporte. Según las cantidades requeridas durante su vigencia de conformidad con las especificaciones contenidas en el Anexo Técnico dispuesto por la entidad para la estabilización de laderas y sitios críticos del Distrito en zona rural y urbana. En este sentido, el Consultor deberá tener en cuenta que el objeto contractual se ejecutará bajo el rigor de la NSR-10 y el CCP-14

La Secretaria de Infraestructura requiere realizar obras de estabilización para garantizar la conservación de las mismas, por lo cual es necesario un conocimiento detallado de las condiciones del suelo para garantizar su estabilidad, seguridad, funcionalidad y durabilidad. Los estudios de campo en los componentes de topografía y de geotecnia (suelos, taludes, rocas, geología, topografía), son esenciales para conocer de estos parámetros o propiedades físico-mecánicas, su geomorfología y relieve de los materiales del terreno.

Con los resultados de estos componentes se pueden evaluar las posibles causas que afectan directamente a los sitios, evaluando sus riesgos geológicos y geotécnicos para poder definir las soluciones de cimentación, estabilización y construcción más adecuada y económicas se pueden realizar el diseño geotécnico integrales.

El consultor deberá realizar exploraciones de campo directas, indirectas y ensayos de laboratorio con los cuales se definirá un modelo geotécnico para evaluar condiciones reales de suelo, el cual se complementará con la fotografía de la zona para evaluar condiciones y alternativas globales para la estructuras de solución propuesta para definir riesgos.

1.2. Localización

Se llevará a cabo en los sitios con problemas geotécnicos, geológicos, hidráulicos, hidrológicos o de socavación que presentan inestabilidad y afectaciones en taludes de corredores viales en distrito especial de Santiago de Cali, en zona urbana y/o rural, en la cual se espera desarrollar proyectos de mejoramiento de acuerdo con los resultados de los estudios a los cuales serán sometidos.

Para el presente proceso se priorizaron los siguientes puntos de exploración, no obstante los mismos pueden tener cambios de acuerdo con la necesidad de la Entidad:

Número	Sector	Corregimiento/comuna
1	Vereda Loma La cajita Monterrey	Pichindé - Zona Rural
2	Sector Bonanza calle 12No. 40-07	Montebello - Zona Rural
3	Via Cristo rey	Andes - Zona Rural
4	Vía La Castilla-Quebrada Aguas Negras	La Castilla - Zona Rural
5	Altos del rosario	La Buitrera - Zona Rural
6	Sector La Esperanza / Jazen Astaiza	Felidia - Zona Rural
7	Sector Montañuelas	El Saladito - Zona Rural
8	Sector cabecera	El Saladito - Zona Rural
9	Sector la Mina vereda limones	La Castilla - Zona Rural
10	Sector cabecera	La Elvira - Zona Rural
11	Sector la batea	Pance - Zona Rural
12	Avenida 8 oeste calle 30c. Barrio vista hermosa	Comuna 20 - Zona urbana
13	Carrera 53b con calle 12c. Brisas de mayo	Comuna 20 - Zona urbana
14	Avenida 8 oseste no 25aa-30	Comuna 20 - Zona urbana
15	Avenida 8 oeste No. 25-36. aguacatal	Comuna 1 - Zona urbana

2. ANTECEDENTES

En atención a proyectos desarrollados sobre los componentes de consultoría requeridos para desarrollar el contrato, se tiene disciplinas, de topografía, suelos, taludes, hidráulica e hidrología, geología e hidrogeología generando un compilado entre las diferentes especialidades para determinar causas actuantes y determinar las alternativas de solución.

Los sitios críticos de estudio presentan movimientos en masa generados posiblemente como la geomorfología de la zona, el agua de infiltración, escorrentía ocasionada por lluvias o agitaciones de suelos en zona donde las estructuras hidráulicas como cunetas y alcantarillas no existen o presentan fallas generando descargas directas sobre los taludes en secciones de corredores estratégicos para del distrito de Santiago de Cali.

Para Las zonas de banca afectadas presentadas es necesario garantizar su estabilidad global generando la seguridad en para peatones de destino es por ello mediante el desarrollo de estudios y diseños a nivel Fase III que permitan definir técnica y constructivamente la nueva estructura del estructuras de retención y estabilización incorporando criterios de seguridad estructural, funcionalidad hidráulica, estabilidad geotécnica, sostenibilidad ambiental y viabilidad predial para su futura ejecución.

3. INTERVENTORÍA PARA EL PROYECTO DE CONSULTORÍA

La vigilancia del proyecto será llevada a cabo por parte de la entidad mediante la supervisión directa desiganada.

4. PRINCIPALES ACTIVIDADES POR EJECUTAR A CARGO DEL CONSULTOR Y SU ALCANCE

El consultor deberá desarrollar durante el alcance del estudio los componente geotécnicos (suelos, taludes, geología) y topografía evaluando la problemática presentada, desarrollando dentro del componente geotécnico, geológico y topográfico

- Reconocimiento Preliminar
- Exploración Detallada del Subsuelo:
- Métodos Directos:
- Métodos Indirectos (Complementarios)
- Ensayos de Laboratorio
- Análisis e Interpretación de Resultados
- levantamiento topografico
- Estudios geológico
- Estudios hidrogeológicos
- Estudios de hidrología, hidráulica y socavación
- Estudios de taludes
- Estudios de suelos
- Informe consolidado

En esencia el estudio debe contener y seguir sin limitarse a ellas, las siguientes recomendaciones generales.

4.1. Etapas del Estudio Geotécnico

Todo estudio geotécnico debe seguir una serie de etapas secuenciales para asegurar una caracterización completa del subsuelo y la obtención de parámetros de diseño confiables, cumpliendo con los requisitos de la NSR-10 Título H (Requisitos Geotécnicos) y sus actualizaciones, manual de diseño de cimentaciones para carreteras - INVIAS y Código colombiano de puentes CCP-14.

4.1.1. Reconocimiento Preliminar:

Esta fase inicial consiste en la recopilación y revisión de información existente (geomorfología geológica, geotécnica de suelos y formas topográficas de taludes fotografías aéreas, informes de estudios previos, etc.), conforme a lo estipulado en la NSR-10, Título H.2.2.1. Se complementa con

una visita de campo inicial para observar las condiciones generales del sitio y su entorno, identificando características superficiales relevantes.

Una vez se termine la etapa de reconocimiento de los sitios el consultor deberá entregar la metodología de aplicación que llevará a cabo para la exploración de campo de los suelos, la cual se debe ser correspondiente el cronograma de trabajo.

4.1.2. Exploración Detallada del Subsuelo:

Esta etapa implica la investigación directa o indirecta de las propiedades del subsuelo, siguiendo las directrices de la NSR-10, Título H.2.2.2 y H.2.2.3

4.1.2.1. Métodos Directos:

Son técnicas que permiten la extracción de muestras de suelo o la medición directa de propiedades en el terreno. Incluyen apiques (excavaciones superficiales para observar el perfil de suelo), trincheras (excavaciones más largas para estudiar la estratigrafía lateral), y perforaciones (sondeos verticales). Dentro de las perforaciones se requieren los siguientes ensayos:

- Standard Penetration Test (SPT): Prueba reglamentada por la NSR-10, H.2.2.3.1, que mide la resistencia a la penetración de una cuchara normalizada en el suelo, proporcionando un número de golpes (N) que se correlaciona con la densidad y consistencia.

Es necesario realizar la corrección del ensayos de penetración estándar en la cual se tienen en cuenta
$N45$: Valor de N corregido al 45 % de energía.
N: Valor de N de campo.
CN:Factor de corrección por confinamiento efectivo.
$\eta 1$:Factor de corrección por energía del martillo.
$\eta 2$:Factor de corrección por longitud de la varilla.
$\eta 3$:Factor de corrección por revestimiento interno del toma muestras.
$\eta 4$:Factor de corrección por diámetro de la perforación.

Todo esto basado en las características reales del equipo de percusión utilizada en campo.

- Perforaciones a rotación: Utilizadas para la extracción de núcleos de suelo o roca, según la NSR-10, H.2.2.3.2.

- Cone Penetration Test (CPT): Prueba que mide la resistencia a la punta y la fricción lateral al introducir un cono instrumentado en el suelo, conforme a la NSR-10, H.2.2.3.4.

- Cone Penetration Test con medida de presión de poros (CPTu): Similar al CPT, pero además mide la presión de poros generada durante la penetración, útil para identificar suelos finos y evaluar el potencial de licuación, también bajo la NSR-10, H.2.2.3.4.

- Dilatometer Test (DMT): Prueba que mide la presión necesaria para expandir una membrana metálica en el suelo, proporcionando parámetros de deformabilidad y clasificación, como un ensayo complementario avalado por la normativa. La profundidad y el espaciamiento de

estas exploraciones se determinarán en función del tipo de estructura a cimentar, la complejidad geotécnica del subsuelo y lo establecido en la NSR-10, H.2.2.4 y H.2.2.5 (Número y Profundidad Mínima de Sondeos).

4.1.2.2. Métodos Indirectos (Complementarios):

Son técnicas geofísicas que evalúan las propiedades del subsuelo, según la NSR-10, H.2.2.3.5.

- Ensayos geofísicos: Incluyen la sísmica de refracción (mide la velocidad de las ondas sísmicas para determinar la estratigrafía y las propiedades mecánicas del material), Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) (analiza la dispersión de las ondas superficiales para obtener perfiles de velocidad de onda de corte, clave en estudios sísmicos para la NSR-10, Título A - Requisitos de Diseño Sismo Resistente), y la tomografía eléctrica (mapea la resistividad eléctrica del subsuelo para identificar capas de suelo, presencia de agua o anomalías).

Para los ensayos geofísicos se deberá entregar resultados del perfil estratigráfico y parámetros de suelo de condiciones geomecánicas y geofísicas, como su peso específico, también la velocidad de onda. También encontrar el espectro geotécnico de diseño, con los coeficientes sísmicos de la zona.

4.1.3. Muestreo:

Es el proceso de extracción de porciones representativas del subsuelo. Se toman muestras alteradas (su estructura original ha sido modificada, útiles para clasificación e identificación) e inalteradas (se preserva al máximo su estructura y propiedades originales, esenciales para ensayos de resistencia y deformabilidad de laboratorio), conforme a las directrices de la NSR-10, H.2.3.

4.1.4. Ensayos "In Situ"

Son pruebas realizadas directamente en el campo para evaluar las propiedades del suelo en su estado natural, según la NSR-10, H.2.4. Además de los ya mencionados SPT y CPT/CPTu, se incluyen:

Ensayo de veleta: Mide la resistencia al corte no drenado de suelos cohesivos blandos, útil para estimar la capacidad portante inmediata

Pruebas de permeabilidad: Determinan la capacidad del suelo para permitir el paso de agua, crucial para análisis de drenaje y flujo.

Ensayos de placa de carga: Miden la relación entre la carga aplicada y el asentamiento producido en una placa sobre el suelo, permitiendo estimar la capacidad portante y la deformabilidad del material.

4.1.5. Ensayos de Laboratorio

Son pruebas controladas realizadas en muestras de suelo para determinar sus propiedades físicas, mecánicas y químicas, siguiendo los estándares y normativas citadas en la NSR-10, Título H.2.5.

Clasificación e Identificación: Incluyen la humedad natural, granulometría (análisis por tamizado y sedimentación), límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad) y peso unitario (densidad aparente y seca). Estos ensayos permiten clasificar el suelo según sistemas como SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) o AASHTO, tal como lo exige la NSR-10, H.2.5.1.

Resistencia: Pruebas para cuantificar la capacidad del suelo de soportar esfuerzos sin fallar. Incluyen corte directo (determina los parámetros de resistencia al corte como cohesión y ángulo de fricción), compresión inconfinada (mide la resistencia a la compresión de una muestra sin confinamiento lateral, para suelos cohesivos), y compresión triaxial (pruebas más sofisticadas que permiten simular diferentes condiciones de esfuerzo y drenaje: UU (no consolidado no drenado), CU (consolidado no drenado), CD (consolidado drenado)). El California Bearing Ratio (CBR) es una prueba que mide la resistencia al corte de un suelo compactado, principalmente para el diseño de pavimentos viales, esencial para proyectos viales según manuales INVÍAS.

Deformabilidad: Cuantifican la capacidad del suelo para deformarse bajo carga. La consolidación unidimensional (o ensayo edométrico) mide los asentamientos y la relación esfuerzo-deformación de los suelos finos, así como la velocidad de consolidación encontrar el T90, y el tiempo en el que el agua podría evacuar la cimentación, encontrando cuál es la condición más crítica (con los asentamientos elásticos y permanente) y generando recomendaciones para este fenómeno, conforme a la NSR-10, H.2.5.2.

Químicos: Análisis para determinar la composición química del suelo y su potencial agresividad hacia los materiales de construcción, especialmente importantes en suelos agresivos, como se indica en la NSR-10, H.2.5.3. Incluyen el contenido de sulfatos, cloruros y materia orgánica.

4.1.6. Análisis e Interpretación de Resultados

Esta etapa crucial implica la integración de toda la información obtenida. Se elabora el perfil estratigráfico del subsuelo, que es una representación gráfica de las diferentes capas de suelo o roca. A partir de los ensayos, se cómo la cohesión, el ángulo de fricción interna, el módulo de elasticidad, relación de poisson, módulos de reacción de suelo vertical y horizontal, módulos de cortante, módulos de Young, módulos coeficiente de balasto el coeficiente de consolidación, entre otros, también se podrán correlaciona los parámetros geotécnicos de diseño para contrastar con lo encontrado mediante ensayos más no solo correlacionar, que son fundamentales para los cálculos de ingeniería, siguiendo las metodologías aceptadas por la NSR-10, H.3.1.

Se deberán entregar resultados y formulación con las referencias de metodologías empleadas en formato de Excel para comparar y verificar dichos resultados entre los datos encontrados en laboratorio y correlaciones bajo método indirectos y directos.

Es necesario que una se encuentren los parámetros para generar el modelo geotécnicos, estos sean escogidos con criterio según el tipo de suelo, utilizando condiciones similares a la encontrados en campo, en caso de Ángulo de fricción tener en cuenta si el suelo es predominante friccionaste puesto que los suelos cohesivos no tienen fricción.

4.1.7. Elaboración del Informe Geotécnico

Es el documento final que compila, analiza y presenta de manera estructurada todos los hallazgos del estudio. Debe ser claro, conciso y proporcionar todas las recomendaciones necesarias para el diseño y la construcción de las diferentes alternativas, se deben entregar mínimo dos alternativas como solución al sitio afectado, las cuales cumplan previamente requerimientos de estabilidad global, volcamiento, deslizamiento, capacidad portante y asentamientos, que cumpliendo con el contenido mínimo exigido por la NSR-10, H.3.4 y CCP14

- Contenido Mínimo del Informe Geotécnico (Según NSR-10 H.3.4)

El informe geotécnico debe ser un documento técnico completo que presente de forma clara y concisa toda la información relevante para el diseño y la construcción del proyecto, adhiriéndose estrictamente a lo especificado en la NSR-10, Título H.3.4.

4.1.7.1. Introducción:

Se especifica el objeto (propósito del estudio), el alcance (límites y extensión de los trabajos realizados) y la ubicación geográfica del proyecto.

4.1.7.2. Objetivos

- Objetivos generales
- Objetivos Específico

4.1.7.3. Información Previa y Trabajos Realizados:

Se describe la recopilación de datos existentes y se detalla el programa de exploración de campo y los ensayos de laboratorio ejecutados, según los capítulos H.2.2 y H.2.3 de la NSR-10.

- Exploración directa – perforaciones Ensayo de penetración estándar y/o rotación
- Muestreo
- Ensayos de laboratorio
- Percolación
- Levantamiento topográfico
- Exploración indirecta

4.1.7.4. Descripción del Sitio y Condiciones Geológicas:

Se presenta la geología regional local y unidades superficiales para ingeniería, geología estructural, geomorfología, análisis multitemporal, evaluación de procesos geológicos. la sismicidad de la zona, ángulos de buzamiento (parámetros de diseño sísmico de la NSR-10, Título A), la hidrogeología mapas geológicos de la zona de estudios en el cual se pueden observar la geología del lugar, con los fenómenos presentes si el caso, fallas y diaclasas, conforme a la NSR-10, H.3.3.
Estratigrafía y posición del NAF

4.1.7.4.1. Perfiles estratigrafía

Se debe entregar esquemas gráficos de los perfiles estratigráficos encontrados con el ensayo de perforación o apiques de terreno.

Posición del nivel freático (NAF)

Denotar en el perfil estratigráfico la posición del nivel freático en los perfiles estratigráficos

Resultados de los Ensayos de Campo y Laboratorio:

Se presentan de manera organizada (tablas, gráficos) todos los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos de las exploraciones y ensayos, de Clasificación e Identificación: Incluyen la humedad natural, granulometría (análisis por tamizado y sedimentación), límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad), límite de contracción y peso unitario (densidad aparente y seca). Estos ensayos permiten clasificar el suelo según sistemas como SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), estado de consolidación, resistencia al corte en condición no drenada y drenada, Ángulo de fricción drenado permeabilidad del suelo fallado y sin fallar, instalación de piezómetros Modelo geotécnico tal como se indica en la NSR-10, H.3.4.4.

- Condiciones geotécnicas especiales
- Ensayo de penetración estándar y/o rotación
- Muestreo
- Ensayos de laboratorio
- Levantamiento topográfico
- Exploración indirecta
- Consolidación de informe y resultados

4.1.7.4.2. Descripción del Sitio y Condiciones Geológicas:

Se presenta la geología regional local y unidades superficiales para ingeniería, geología estructural, geomorfología, análisis multitemporal, evaluación de procesos geológicos. la sismicidad de la zona, ángulos de buzamiento (parámetros de diseño sísmico de la NSR-10, Título A), la hidrogeología mapas geológicos de la zona de estudios en el cual se pueden observar la geología del lugar, con los fenómenos presentes si el caso, fallas y diaclasas, conforme a la NSR-10, H.3.3.
Estratigrafía y posición del NAF

- Perfiles estratigrafía

Se debe entregar esquemas gráficos de los perfiles estratigráficos encontrados con el ensayo de perforación o apiques de terreno.

- Posición del nivel freático (NAF)

Denotar en el perfil estratigráfico la posición del nivel freático en los perfiles estratigráficos

4.1.7.4.3. Resultados de los Ensayos de Campo y Laboratorio:

Se presentan de manera organizada (tablas, gráficos) todos los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos de las exploraciones y ensayos, de Clasificación e Identificación: Incluyen la humedad

natural, granulometría (análisis por tamizado y sedimentación), límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad), límite de contracción y peso unitario (densidad aparente y seca). Estos ensayos permiten clasificar el suelo según sistemas como SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), estado de consolidación, resistencia al corte en condición no drenada y drenada, Ángulo de fricción drenado permeabilidad del suelo fallado y sin fallar, instalación de piezómetros Modelo geotécnico tal como se indica en la NSR-10, H.3.4.4.

4.1.7.4.4. Condiciones geotécnicas especiales

Clasificación del potencial de expansión.

Potencial de licuación

Colapsabilidad del suelo

Suelos dispersos o erodables

Efecto de la vegetación y cuerpos de agua

Interacción suelo estructura

4.1.7.4.5. Análisis Geotécnico:

Esta sección es el corazón del informe e incluye la interpretación de los datos para derivar parámetros de diseño y realizar evaluaciones clave, es pertinente tener en cuenta la alternativa presentada por el consultor es para cimentaciones superficiales o profundas de debe cumplir de acuerdo con la NSR-10, H.3.4.5, CCP14 y lo siguiente:

4.1.7.4.6.Cimentaciones superficiales.

Capacidad portante del suelo (admisible y última): Determinación de la máxima presión que el suelo puede soportar sin fallar, para ello es necesario evaluar si la alternativa de solución se encuentra sobre la corona o cuerpo, puesto de ello dependerá la formulación y metodología c*uando la cimentación se ubica en las cercanías de un talud o ladera se convierte esta situación en un caso especial de cimentación puesto que la superficie de falla pierde una zona* para encontrar la capacidad portante y la presión segura que no causará asentamientos excesivos, se debe chequear con cargas reales no generan esfuerzos de tensión en el suelo calculado según la NSR-10, H.4.1.

- Encontrar factores de corrección, debido a la forma, desplante, e inclinación y factores de capacidad portante
  -
- Verificar si se produce un rebalse debajo de la fundación o el respectivo punzonamiento de la cuña en el estrato inferior
  -
- Para suelos estratificados verificar que las cimentaciones sobre suelos estratificados se deberán clasificar que tipo de falla se podría presentar teniendo en cuenta el tipo de suelo, puesto que si, el espesor del estrato superior, medido desde la base de la zapata d1 es menor que la profundidad H,

Al evaluar el tipo de falla se debe tener en cuenta que pueden presentarse diferentes casos como.

Caso 1. Zapata sobre arcillas estratificadas (Ángulo de fricción = 0).

a. Capa superior menos resistente que la capa inferior (estrato 1 sea mano que el estrato 2): blando sobre resistente
b. Capa superior más resistente que la capa inferior (estrato 1 sea mayor estrato 2): resistente sobre blando

Caso 2. Zapata sobre suelos estratificados Ángulo de fricción y cohesión con a, b igual que el caso 1.

Caso 3. Zapata sobre suelos arenosos y arcillosos en capas

a. Arena sobre arcilla
b. Arcilla sobre arena

- Se deberán realizar tablas en las cuales se observan los datos escogidos para el modelo geotécnico verificando de los datos se encuentran en los resultados de laboratorio previamente hallados.

- Encontrar la capacidad portante para diferentes anchos, y generar tablas en las cuales se indiquen sus dimensione cargas y capacidad del cimiento, como finalidad crear gráfico con los resultados obtenidos donde se observe la capacidad carga y presiones permisibles y las dimensiones

- Evaluar las cimentaciones tanto para cimientos corridos como para cimientos rectangulares, cuadradas y circulares.

- Una posible alternativa para suelos Ángulo de fricción y cohesión con varias capas, es usar valores ponderados de cohesión en las ecuaciones de capacidad de carga seleccionada, por lo que se requiere evaluar Ángulo de fricción y cohesiones de suelos equivalentes

4.1.7.4.7.Cimentaciones profundas
.
Se debe encontrar:

- Resistencia por la base (punta)

En los cuales se encuentre la profundidad de empotramiento en estrato resistente tanto para suelos cohesivos como suelos friccionantes

- Resistencia de carácter friccional o por fuste (superficie lateral del pilote)

- Resistencia al arrancamiento de taludes

- Resistencia de carga lateralmente-carga horizontal. En casi todas las estructuras y a nivel de la cimentación, además de las cargas verticales

Además, definir En la etapa preliminar de un proyecto de una cimentación profunda por medio de pilotes, se define tentativamente,

- Tipo de pilote
- Carga de diseño de un pilote
- Número de pilotes
- Distancia entre pilotes
- Distribución de los pilotes
- Chequeo de capacidad de carga del grupo de pilotes
- Chequeo de asentamiento del grupo de pilotes
- Absorción de las cargas horizontales por el grupo de pilotes
- Chequeo de momentos
- Eficiencia del grupo de pilotes

4.1.7.4.8. Análisis estático.

Desde el punto de vista estático, la capacidad de carga última de un pilote, originada por transferencia de cargas al suelo, es una superposición aproximada de componentes como:

Desalojo del suelo debajo y de los lados de la punta por acción de la carga.

4.1.7.4.9. Análisis dinámico

La relación entre la resistencia que el pilote ofrece al hincado con un martillo y la capacidad de carga, constituye la base del análisis dinámico que ha permitido deducir las fórmulas de hinca.

Finalmente, para hallar la capacidad portante el consultor debe definir dos alternativas de cimentación como mínimo, especificando si esta es superficial y profundidad no solo individualmente sino como grupo (pilotes hincados o preexcavados o caissón) en la cual su formulación obedece al método escogido *dependiendo si el suelo encontrado es suelo o roca.*

- Estabilidad de taludes y excavaciones:

Evaluar el tipo de falla y proponer sistema de estabilización integral, donde no solamente se planteen y chequeen métodos para estabilización de taludes sino también recomendaciones para el manejo del agua superficial y filtros

Evaluación de la seguridad de las pendientes naturales o artificiales frente a fallas por deslizamiento, conforme a la NSR-10, H.5.Con los datos de suelos encontrado de suelo o roca, y la topografía del sitio de estudio se deberá realizar el modelo geotécnico para la evaluación de taludes, mediante equilibrio límite o elementos finitos con ayuda de software para generar las iteraciones necesarias para factores seguridad.

Se evaluará la estabilidad global de las alternativas planteadas por el constructor implantando las estructuras en el talud y se demuestre que se encuentra por fuera de la línea se falla.

Se requiere evaluación de etapa constructiva (excavación) generando taludes temporales chequeados como estables, en la cual se darán las inclinaciones según el volumen excavado. Los

diferentes esquemas serán presentados en las secciones transversales de la de topografía, exponiendo las diferentes cortes o excavaciones de materiales

Evaluación de licuación (si aplica): Análisis del potencial de los suelos granulares saturados para perder su resistencia y rigidez bajo cargas sísmicas, comportándose como un fluido, conforme a la NSR-10, H.2.7.2.2 y H.4.4.

Empujes de tierras (para muros): Cálculo de las presiones laterales que el suelo ejerce sobre las estructuras de contención, realizar chequeos de estabilidad global, volcamiento y deslizamiento en condición estática y sísmica (pseudo estática) evaluando el empuje, pasivo, sobrecarga y empuje sísmico según la NSR-10, H.6.

También es necesario evaluar si por la zona afectadas transitan vehículos y generan sobrecarga de suelo que son transmitidas a las estructuras o alternativa de solución propuestas por el contratista de obra, si el caso el empuje de tierras deberá calcular bajo metodología del CCP14, en la cual se chequeen las estructuras propuestas con las combinaciones de carga de servicio 1, resistencia 1, evento extremo 1, evento. ext. Excentricidad y las demás que sean necesarias con el fin de chequear la estabilidad global, volcamiento y deslizamiento en forma estática y pseudo estática.

Recomendaciones para mejoramiento del terreno, en taludes con el manejo de la escorrentía mediante obras de drenaje, filtros refuerzo con vegetación o bioingeniería (trinchos) (si es necesario): Propuestas de técnicas para modificar las propiedades del suelo, dicha recomendaciones se deberán comprobar mediante cálculos el porcentaje que mejoraría el terreno. de acuerdo con la NSR-10, H.7.

Análisis de asentamientos (totales y diferenciales): Predicción de los hundimientos verticales del terreno bajo las cargas de la estructura y la evaluación de las diferencias de asentamiento tanto para cimentaciones superficiales y profundas, tener en cuenta los ensayos de consolidación para evaluar si el suelo se encuentra normalmente consolidado o sobre consolidado que permita escoger de manera adecuada la ecuación de asentamiento. con base en la NSR-10, H.4.2. y CCP14.

Revisar y chequear que la excentricidad excesiva en la cimentación sea correcta, sin generar esfuerzos de tensión. Esto debe chequear tanto para cimentaciones superficiales

4.1.8. Levantamiento Topográfico

Se requiere el levantamiento topográfico de cada sitio de estudio, en el cual se ejecuta el trazado y replanteo topográfico como insumo para el modelo geotécnico para evaluar la estabilidad global en los taludes. Esta actividad permite definir con precisión las dimensiones, ubicación y longitudes de las alternativas de contención, estableciendo los puntos de control necesarios para el desarrollo de las obras. Generando las secciones de cortes necesario tanto para la evaluación en taludes en las diferentes etapas del diseño, como para el cálculo de cantidades de excavación y rellenos.

Se necesita generar secciones transversales cada 5 metros en el área afectada, detallando el talud, en la corona incluyendo la sección vial y el talud superior o inferior al área afectada, levantado tanto, cuerpo como pie del mismo.

4.1.8.1. Localización y Alineación del Muro

Se realiza la marcación física del eje y el alineamiento del muro u obra de contención, definiendo con precisión el área de excavación y la posición de los elementos estructurales según planos de diseño, generando un esquema en planta y perfil de la estructura a construir.

Se deben de generar las secciones de transversales del levantamiento en el cual se observe la estructura implantada de construcción para las diferentes alternativas propuestas por el contratista para la solución definitiva y la excavación por etapas

Entregables: Plano de estructuras geotécnicas recomendables por el contratista, entrega de planos topográficos planta perfil y secciones topográficos

4.1.8.2. Recomendaciones de Cimentación

Según lo anterior se define el tipo de cimentación más adecuada (superficial o profunda), la profundidad de desplante y sus dimensiones definitivas, filtros y sistema de drenaje Recomendaciones de construcción de taludes También se incluyen consideraciones constructivas específicas para la cimentación chequeando estabilidad global, todo lo cual debe cumplir con la NSR-10, Título H.4. y CCP14

4.1.8.3. Conclusiones y Recomendaciones Específicas para el Diseño y Construcción:

Se resumen los hallazgos más importantes y se proporcionan recomendaciones concretas y aplicables al diseño geotécnico y a los procedimientos constructivos, en línea con la NSR-10, H.3.4.6, CCP14, y MANUAL DE DISEÑO CIMENTACIONES INVIAS

4.1.8.4. Anexos:

Componentes que complementan y respaldan el informe principal. Incluyen planos de localización de sondeos planta perfil con secciones transversales con las cimentaciones u obras propuestas para el contratista construir, registros de perforación, resultados de laboratorio, memorias de cálculo y fotografías relevantes del sitio y de los trabajos de campo, tal como se exige en la NSR-10, H.3.4.7.

4.1.8.5. Firma del Ingeniero Geotecnia responsable:

Validación profesional del contenido y las recomendaciones del informe por parte del especialista calificado, requisito indispensable según la NSR-10, H.3.4.8.

En consecuencia, se presenta, en formato Excel, la descripción de los ensayos de laboratorio y trabajos de campo requeridos, para lo cual el consultor deberá cotizar por valor unitario, exploraciones geotécnicas de campo, directos e indirectos y ensayos de laboratorio.

4.1.8.6. NOTA IMPORTANTE / DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

Este informe es una guía general y no reemplaza la consulta detallada de la NSR-10, código colombiano de puentes y los manuales del INVÍAS, las Normas Técnicas Colombianas aplicables, ni las disposiciones locales específicas para cada proyecto. Las condiciones particulares de cada sitio y proyecto deben ser evaluadas por un ingeniero Geotecnista calificado para definir el alcance

específico de la investigación geotécnica requerida. La normativa puede ser actualizada, por lo que siempre se debe verificar la vigencia de los documentos citados.

Las actividades que deberá realizar el Consultor son las siguientes:

- **Nombre del componente**
- Descripción (breve descripción y sus particularidades)
- Objetivos
- Alcance
- Desarrollo del componente
- Normativa aplicable
- Entregables
- Notas (Opcional, cuando se requiera)

Integralmente el diseño de manera específica debe contener y seguir los siguiente lineamientos

4.1.9 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

El consultor deberá presentar una metodología detallada para la ejecución del estudio, considerando las técnicas de levantamiento a emplear (GNSS-RTK, estación total, nivelación), la generación del modelo digital del terreno, la georreferenciación y los controles de calidad. Se deberán describir los procedimientos de campo, procesamiento de datos, verificación de precisión y entrega de productos. Normativa aplicable: Manual de Topografía – INVIAS.

4.1.9.1. Elaboración de estudios topográficos

4.1.9.1.1. Adopción del datum horizontal y vertical

El consultor deberá adoptar el sistema MAGNA-SIRGAS con proyección Transversa de Mercator y datum vertical oficial (nivel medio del mar), asegurando la compatibilidad con redes geodésicas nacionales.

4.1.9.1.2. Plano topográfico local

Se deberá establecer un sistema local de coordenadas referenciado al sistema oficial, garantizando la continuidad y precisión de los levantamientos parciales.

4.1.9.1.3. Georreferenciación

El consultor deberá georreferenciar todos los elementos mediante puntos de control GNSS y poligonales cerradas, con redundancia en mediciones y validación con bancos geodésicos oficiales.

4.1.9.1.4. Trazado de poligonales

- Poligonal con estación total:

Se usará en áreas con visibilidad limitada o cobertura GNSS deficiente.

- Poligonales RTK (Real Time Kinematic):

Se aplicará en zonas abiertas con control de calidad mediante puntos de verificación redundantes.

- Altimetría

La nivelación deberá garantizar precisión milimétrica, utilizando métodos diferenciales y compensación en circuitos cerrados.

4.1.9.1.5. Levantamiento topográfico

4.1.9.1.5.1. Levantamiento de secciones topo batimétricas

En cruces de cauces y cuerpos de agua, el consultor deberá utilizar ecosonda o métodos manuales compatibles con la escala del proyecto.

4.1.9.1.5.2. Especificaciones mínimas de equipos utilizados

Se deberá incluir ficha técnica de cada equipo indicando precisión y compatibilidad con requerimientos del proyecto.

4.1.9.1.5.3. Inspección de redes

- Redes húmedas

Deberán identificarse acueductos, alcantarillados, canales y demás estructuras visibles.

- Redes secas

Se deberá inspeccionar y georreferenciar ductos eléctricos, de comunicaciones o gas.

4.1.9.1.5.4. Modelo digital del terreno

El MDT deberá generarse a partir de nubes de puntos tratadas y filtradas, generando curvas de nivel de 0,5 m y mallas trianguladas exportables.

4.1.9.1.5.5. Planos

Se deberá elaborar planos en escalas adecuadas (mínimo 1:500), con toda la simbología normalizada, coordenadas, cotas, nombres de objetos y estructuras identificadas.

4.1.9.1.5.6. Estructura de carpetas y entregables

Los entregables deberán organizarse según el esquema establecido por el INVIAS, incluyendo archivos vectoriales (.dwg, .dgn), bases geográficas (.shp), MDT, planos, tablas y metadatos.Normativa aplicable para todos los numerales 4.4.1.3: Manual de Topografía – INVIAS.

4.1.9.1.5.7. Conclusiones y Recomendaciones

El consultor deberá entregar un resumen técnico que documente las actividades desarrolladas, los logros del levantamiento topográfico, dificultades presentadas y sugerencias de mejora en procesos posteriores. En esta fase final también deberá integrar las recomendaciones para replanteo, actualización de vértices, ajustes al modelo digital del terreno (MDT) y cualquier actividad adicional necesaria para la construcción, asegurando la trazabilidad de todos los entregables (Fase III). Normativa aplicable: Guía de Estructuración para la Contratación de Proyectos Misionales – INVÍAS 2019.

4.1.10. **ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA LOCAL**

El consultor deberá proporcionar información geológica-geotécnica detallada que permita perfeccionar, en la fase de construcción, los datos sobre la distribución de rocas y suelos, sus propiedades físicas-mecánicas y sus condiciones de estabilidad a lo largo del corredor geotécnico, incorporando los tramos críticos, túneles, ponteaderos, fuentes de materiales y sitios de disposición de sobrantes. Normativa aplicable: Manual de Geología para Ingeniería – INVÍAS 2022; Manual de Túneles – INVÍAS 2014.

4.1.10.1. Alcances

- Entregar unidades de geología para ingeniería (UGI), mapas geomorfológicos y modelos digitales del terreno (MDT), a escala 1 : 2 000 (corredor) y 1 : 1 000 (sitios críticos).
- Desarrollar estudios específicos de túneles, ponteaderos, zonas inestables, fuentes y botaderos de materiales y amenazas geológicas.

4.1.10.2. Metodología

El consultor deberá describir la secuencia de actividades: recopilación de información secundaria, análisis de sensores remotos (fotointerpretación, geomática), levantamientos de campo interdisciplinarios, exploración geotécnica y geofísica puntual, modelación geológica 3D y síntesis de resultados. Normativa aplicable: Guía Metodológica para la Evaluación de Riesgo Físico por Movimientos en Masa (SGC–INVÍAS 2018); Resolución IGAC 471-2020 (Origen Único Nacional).

4.1.10.3. Recopilación y/o toma de información (secundaria)

4.1.10.3.1. Recopilación de información secundaria

Compilar cartografía y bases de datos del SGC, IDEAM, IGAC, corporaciones ambientales y literatura académica relacionada con litología, geomorfología, estructura, clima e hidrogeología.

4.1.10.3.2. Fotointerpretación y tratamiento de imágenes de satélite (geomática)

Realizar análisis multitemporal (≥ 30 años) con imágenes Landsat, SPOT, Sentinel y fotografías aéreas; generar MDT y mapas fotogeológicos 1 : 2 000.

4.1.10.3.3. Estudio del corredor geotécnico

Levantamiento geológico-geomorfológico de detalle 1 : 2 000; definición de UGI, perfiles estratigráficos y caracterización geomecánica (RMR, GSI, Q).

4.1.10.3.4. Estudio de los ponteaderos

Mapeo geológico 1 : 1 000 en zonas de cruce; exploración geofísica y perforaciones; estimación de parámetros geomecánicos y dinámica fluvial.

4.1.10.3.5. Estudio de puntos críticos y zonas inestables

Inventariar movimientos en masa (SIMMA); mapa de zonas inestables 1 : 1 000; perforaciones, ensayos in-situ y laboratorio; recomendaciones de mitigación.

4.1.10.3.6. Estudio geológico de detalle para túneles

Modelar macizo rocoso, zonificar macizos según RMR/GSI/Q, identificar fallas, acuíferos y presiones de agua; análisis de riesgo constructivo.

4.1.10.3.7. Estudio geológico de fuentes de materiales

Ubicar, caracterizar y cuantificar reservas probadas; ensayos granulométricos, petrográficos y de calidad; requisitos minero-ambientales.

4.1.10.3.8. Estudio de las zonas de disposición de sobrantes

Seleccionar ZODMES, caracterizar geotécnica e hidrogeológicamente, estimar capacidad volumétrica y requerimientos de estabilización y drenaje.

4.1.10.3.9. Estudio de las amenazas geológicas del corredor geotécnico

Zonificar amenazas por movimientos en masa, inundaciones, licuefacción y sismicidad a escala 1 : 2 000; generar mapas temáticos para gestión del riesgo. Normativa aplicable (4.4.5.3.1 – 4.4.5.3.9): Manual de Geología para Ingeniería – INVÍAS 2022; Guía SGC de Amenazas y Riesgos 2016-2018; Manual de Túneles – INVÍAS 2014.

4.1.10.3.10. Conclusiones y recomendaciones

Sintetizar las condiciones geológicas y riesgos identificados, listar unidades homogéneas, priorizar sitios críticos y proponer soluciones (estabilización, drenajes, rediseños geométricos) que alimenten el diseño definitivo y el plan de construcción. Normativa aplicable: Guía de Estructuración para la Contratación de Proyectos Misionales – INVÍAS 2019.

4.1.10.3.11. Anexos

Organizar en carpetas digitales todo el soporte (mapas DWG/PDF, MDT, bases de datos SIG, registros de perforaciones, ensayos, fotografías, modelos 3D), incluyendo:

- Mapas geológicos, geomorfológicos, UGI, amenazas, túneles, fuentes, ZODMES (escalas 1 : 1 000 y 1 : 2 000).
- Cortes geológicos, perfiles estratigráficos, registros geofísicos y perforaciones.
- Informes individuales de cada estudio parcial (túneles, ponteaderos, zonas inestables, etc.).

4.1.11 ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES, PUNTOS CRÍTICOS, ZONAS DE DISPOSICIÓN DE MATERIALES DE EXCAVACIÓN Y SOBRANTES (ZODMES) Y FUENTES DE MATERIALES

El consultor deberá investigar y diseñar, a detalle, las obras requeridas para garantizar la estabilidad de taludes de corte, terraplenes, laderas naturales, puntos críticos, zonas de disposición de materiales (ZODMES) y fuentes de materiales a lo largo del corredor vial, integrando resultados geológicos, geotécnicos, hidrogeológicos y topográficos.

Normativa aplicable: Manual de Taludes para Carreteras – INVÍAS 2022.

4.1.11.1. **Objetivo**

Definir soluciones técnicas integrales (geometría, drenajes, estructuras de contención y mitigación) que aseguren la estabilidad, funcionalidad y seguridad del corredor durante su vida útil.

4.1.11.2. **Alcance**

Realizar la exploración de subsuelo caracterizar suelos y rocas, realizar análisis de estabilidad, diseñar obras definitivas y elaborar planos, cantidades y especificaciones para construcción para ser llevado a fase III.

4.1.11.3. **Localización**

El consultor deberá georreferenciar el corredor y los sitios de interés en MAGNA-SIRGAS, presentando plano 1 : 5 000 con hitos y puntos críticos.

4.1.11.4. **Descripción del Proyecto**

Resumen de longitud, secciones típicas, alturas máximas de corte/terraplén, estructuras y zonas de préstamo-botadero involucradas.
Normativa aplicable: Manual de Geología para Ingeniería – INVÍAS 2022.

4.1.11.5. **Metodología del Estudio**

Describir la secuencia de actividades: recopilación de información secundaria, reconocimiento de campo interdisciplinario, exploración directa e indirecta, instrumentación geotécnica, ensayos de laboratorio, análisis y diseño.

Normativa aplicable: Manual de Taludes – INVÍAS 2022; Guía SGC-INVÍAS de Amenazas 2018.

4.1.11.5.1. **Recopilación de Información Secundaria**

Compilar cartografía básica, registros climáticos e históricos de inestabilidad y movimientos en masa del servicio geológico colombiano

4.1.11.5.2. **Trabajos de Campo (Exploración del Subsuelo y Ensayos)**

4.1.11.5.3. **Exploración de Subsuelo**

Sondeos rotatorios, calicatas, CPT/CPTu, sísmica, georradar; mínimo 2 sondeos por unidad geotécnica y separación ≤ 2 km.

4.1.11.5.4. **Ensayos de Laboratorio**

Clasificación, corte directo, triaxial, consolidación, edómetro, petrográficos y ensayos de durabilidad de rocas.

Normativa aplicable: Especificaciones y Normas de Ensayo INVÍAS vigentes.

4.1.11.5.5. **Topografía en Sitios Críticos y Zonas Inestables**

Levantamiento 1 : 500–1 : 1 000 con curvas a 0,5–1 m, indicando coronas, patas, escarpes, drenajes y puntos de instrumentación.

4.1.11.6. **Análisis Geotécnico**

Modelar perfiles de suelo-roca, aplicar métodos de equilibrio límite y elementos finitos, evaluar F.S. bajo condiciones estáticas y sísmicas y estimar deformaciones.
Normativa aplicable: Manual de Taludes – INVÍAS 2022; NSR-10 Cap. H.

4.1.11.7. **Recomendaciones y Obras Requeridas**

4.1.11.7.1. **Taludes de Corte**

Definir geometrías, bermas, drenes, subdrenes, concreto lanzado, pernos, anclajes, muros, pantallas y revegetación.

4.1.11.7.2. **Terraplenes y ZODMES**

Diseñar cimentación, filtros, muros de suelo reforzado, bermas de descarga y sistemas de monitoreo piezométrico.
Normativa aplicable: Manual de Taludes – INVÍAS 2022; AASHTO LRFD Bridges (suplementario).

4.1.11.7.3. **Sitios Críticos**

Diagnóstico detallado de movimientos en masa, modelación numérica y propuestas de estabilización con costos y cronograma.

4.1.11.7.4. **Fuentes de Materiales**

Caracterizar reservas, calidad, permisos ambientales y accesibilidad; análisis de estabilidad de taludes de explotación y diseño de drenajes.

4.1.11.7.5. **Conclusiones y Recomendaciones**

Sintetizar parámetros, factores de seguridad, obras necesarias y medidas de seguimiento (instrumentación, alertas tempranas).

Normativa aplicable: Guía de Estructuración para la Contratación de Proyectos Misionales – INVÍAS 2019.

4.1.11.7.6. **Anexos**

Planos DWG/PDF, registros de perforaciones, resultados de ensayos, informes geofísicos, modelos de estabilidad, cantidades de obra e instrumentos de monitoreo.

4.1.12**. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS.**

Normativa aplicable: Manual de Geotecnia para Fundaciones – INVÍAS 2022, NSR-10.

4.1.12.1. Objetivo

Definir, verificar, modificar o ajustar el tipo de cimentación para cada estructura (capacidad portante, asentamientos, profundidad y sistema de drenaje), considerando cargas finales, socavación, sismo y posibles condiciones especiales del subsuelo.

Normativa: NSR-10 Capítulos C y H; AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (referencia supletoria).

4.1.12.2. Alcances

- Visitar cada sitio de fundación y validar la exploración previa.

- Ejecutar exploración directa e indirecta adicional (sondeos, CPT/CPTu, geofísica) cumpliendo la norma colombiana.

- Desarrollar ensayos de laboratorio para parámetros de resistencia, deformabilidad y durabilidad.

- Modelar socavación general y local, estabilidad de taludes de excavación y posibles licuaciones.

- Diseñar obras complementarias (drenajes, filtros, muros, subdrenes) y métodos constructivos

Normativa: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras – INVÍAS (última versión).

4.1.12.3. Metodología del Estudio

Describir la secuencia: recopilación de información secundaria, reconocimiento de campo interdisciplinario, planeación y ejecución de exploraciones, instrumentación

piezométrica/topográfica, ensayos de laboratorio, análisis geotécnico y diseño definitivo de fundaciones.

Normativa: Manual de Ensayos de Materiales – INVÍAS 2021; ASTM/ICONTEC (ensayos no cubiertos).

4.1.12.4. Localización

Georreferenciar todos los apoyos y estructuras en MAGNA-SIRGAS (época 2018), y presentar plano 1: 5 000 con coordenadas y cotas.

4.1.12.5. Descripción del Proyecto

Resumir longitudes, luces de puentes, alturas de estribos/pilas, secciones de muros y cargas de diseño suministradas por el especialista estructural.

Normativa: Manual de Puentes – INVÍAS 2018.

4.1.12.6. Recopilación de Información del Proyecto

Actualizar y sintetizar estudios de geología, geomorfología, hidrogeología, topografía, hidrología e hidráulica de Fase II que inciden en las fundaciones.

Normativa: Manual de Archivos Técnicos – INVÍAS 2022.

4.1.12.6.1. Trabajos de Campo

- Número mínimo de sondeos: ≥ 1 por estribo/pila (más si ancho > 25 m o litología cambia).
- Profundidad: 1,5 × ancho de cimentación o hasta estrato competente.
- Ensayos in situ: SPT, CPT/CPTu, presión-meter, Lugeon (si se prevén pilotes en roca), ensayos geofísicos.

4.1.12.6.2. Ensayos de Laboratorio

Granulometría, límites Atterberg, humedad natural, densidad, corte directo, triaxial (CU/CD), consolidación, módulo presiométrico, compresión simple en roca, durabilidad, erodabilidad.

Normativa: Normas de Ensayo INVÍAS; ASTM/ICONTEC.

4.1.12.7. Características del Subsuelo

Perfil estratigráfico por apoyo, clasificación (USCS/AASHTO), descripción petrográfica y zonificación de macizo rocoso (RMR, GSI, Q).

Normativa: Manual de Geología para Ingeniería – INVÍAS 2022.

Normativa: HEC-18 (FHWA), Manual Colombiano de Hidráulica de Puentes – INVÍAS 2019.

4.1.12.8. Análisis Geotécnico

4.1.12.8.1. Perfil Estratigráfico

Presentar cortes, registros y parámetros de diseño (φ, c, γ, E, su, k).

4.1.12.8.2. Condiciones Especiales del Subsuelo

Evaluar suelos orgánicos, expansivos, dispersivos o licuables; proponer tratamientos (remoción, mejoramiento, precarga, columnas de grava, etc.).

Normativa: NSR-10; FHWA NHI-16-004 (Ground Improvement).

Análisis de capacidad portante (Meyerhof, Terzaghi, API para pilotes), asentamientos (elásticos y consolidación), cargas laterales (p-y) y estabilidad sísmica (pseudo-estática y espectral).

Normativa: AASHTO LRFD (C3, C10).

4.1.12.9 Obras Complementarias

Diseños detallados de drenes, filtros, paredes, anclajes, cajones y protecciones contra erosión y socavación; planos constructivos y especificación de métodos y secuencias.

Normativa: Manual de Taludes – INVÍAS 2022; ASTM D5718 (soil nailing).

4.1.12.10. Conclusiones y Recomendaciones

- Tipo y dimensiones de fundación definitiva por apoyo.
- Parámetros de diseño (Qadm, k, módulos, asentamientos admisibles).
- Programa de instrumentación y monitoreo (piezómetros, inclinómetros, topografía).
- Recomendaciones constructivas, manejo de agua y control de calidad.

Normativa: Guía de Estructuración de Proyectos Misionales – INVÍAS 2019.

4.1.12.11 Anexos del Volumen

Mapas DWG/PDF, registros de perforaciones, resultados de ensayos, análisis numéricos, planos de detalle, memorias de cálculo y fotografías de campo.

4.1.13. ESTUDIO DE HIDROGEOLOGÍA DE DETALLE

Este estudio deberá incluir, como mínimo, las actividades descritas a continuación y cualquier otra que resulte necesaria para el cumplimiento de sus objetivos.

OBJETO: CONTRATAR LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE CAMPO GEOTÉCNICOS PARA EXPLORACIÓN DE COMPONENTES DE SUELOS, TALUDES, GEOLOGÍCOS, HIDROLOGÍA E HIDROLOGÍA, HIDROGEOLOGÍA Y TOPOGRAFÍA INCLUYENDO ENSAYOS DE LABORATORIO PARA VERIFICAR CONDICIONES DE TERRENO EN LAS INTERVENCIONES QUE REQUIERE ADELANTAR LA SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA.

4.1.13.1. Objetivos y Alcances

El consultor deberá desarrollar los Modelos Hidrogeológicos Conceptual (MHC) y Numérico (MHN) de detalle del corredor geotécnico, identificando la influencia del agua subterránea en la estabilidad de taludes, túneles, ponteaderos y ZODMES, y proponiendo medidas de mitigación y optimización constructiva. Normativa aplicable: Manual de Geología para Ingeniería – INVÍAS 2022.

4.1.13.2. Objetivo

El consultor deberá caracterizar el régimen hidrogeológico para garantizar la seguridad, durabilidad y sostenibilidad de las obras, definiendo unidades hidrogeológicas, flujos, zonas de recarga–tránsito–descarga y riesgos asociados al agua subterránea. Normativa: Manual de Geología para Ingeniería – INVÍAS 2022.

4.1.13.3. Alcances

El consultor deberá ejecutar cartografía a escala 1 : 2 000 (o 1 : 1 000 en zonas críticas), integrar datos de perforaciones, geofísica, piezometría y ensayos de laboratorio; modelar escenarios pre- y post-construcción y suministrar lineamientos de drenaje y estabilización. Normativa: Manual de Túneles – INVÍAS 2014.

4.1.13.4. Metodología

El consultor deberá detallar la metodología: recopilación de información secundaria, análisis geomático multitemporal, levantamiento de campo interdisciplinario, exploración geofísica y perforaciones, construcción de MHC y calibración del MHN con software numérico (MODFLOW u otro equivalente). Normativa aplicable: Guía Metodológica SGC-INVÍAS para Amenazas por Movimientos en Masa (2018); Resolución IGAC 471-2020.

4.1.13.5. Recopilación y/o toma de información (secundaria)

4.1.13.5.1. Recopilación de información secundaria

El consultor deberá compilar cartografía hidrogeológica, registros piezométricos, climatológicos y de calidad de agua del SGC, IDEAM, IGAC, corporaciones ambientales y Fase II. Normativa: Manual de Archivos Técnicos INVÍAS 2022.

4.1.13.5.2. Fotointerpretación y tratamiento de imágenes de satélite (geomática)

El consultor deberá analizar imágenes Landsat, Sentinel, LIDAR y ortofotos para identificar drenajes, surgencias y zonas de recarga; generar MDT y mapas hidrogeomorfológicos 1 : 2 000. Normativa: Especificaciones IGAC para Origen Único Nacional.

4.1.13.5.3. Estudio del corredor geotécnico

El consultor deberá levantar mapa hidrogeológico 1 : 2 000, inventariar puntos de agua subterránea (FUNIAS), elaborar cortes longitudinales y transversales, y definir unidades hidrogeológicas. Normativa: Manual de Geología para Ingeniería – INVÍAS 2022.

4.1.13.5.4. Estudio de los ponteaderos

El consultor deberá realizar exploración hidrogeofísica y perforaciones, modelar el flujo subterráneo e interacción río–acuífero, y proponer drenajes o cimentaciones especiales. Normativa: Guía INVÍAS de Diseño de Puentes 2018.

4.1.13.5.5. Estudio de puntos críticos y zonas inestables

El consultor deberá determinar la influencia del nivel freático en movimientos en masa, empleando SEV, tomografía eléctrica, piezómetros y modelos de filtración. Normativa: Guía SGC de Amenazas y Riesgo 2016.

4.1.13.6. Estudio de las zonas de disposición de sobrantes (ZODMES)

El consultor deberá evaluar permeabilidad, profundidad del freático y capacidad de infiltración, proponiendo obras de control y monitoreo piezométrico. Normativa: Guía Ambiental de Carreteras – MinAmbiente 2017.

4.1.13.7. Conclusiones y Recomendaciones

El consultor deberá presentar el MHC y MHN validados, listar unidades hidrogeológicas y zonas de restricción técnico-ambiental, y recomendar drenajes, relocalización de trazado o tratamientos constructivos para cada obra. Normativa aplicable: Guía de Estructuración para la Contratación de Proyectos Misionales – INVÍAS 2019.

4.1.13.8. Anexos

El consultor deberá entregar en formato digital: mapas DWG/PDF, bases SIG, registros de perforaciones y piezómetros, resultados de geofísica, hojas de cálculo de modelación y memorias de simulación. Normativa: Manual de Archivos Técnicos INVÍAS 2022.

Se aclara que es responsabilidad del proponente revisar en detalle los requerimientos técnicos y normativos del proyecto, y proponer todas las actividades adicionales que sean necesarias para garantizar el cumplimiento integral del Estudio de Hidrogeología de Detalle. Esto deberá realizarse conforme a la normativa vigente, a los lineamientos técnicos del Ministerio de Transporte, INVÍAS, IGAC, ANSV, Secretarías Distritales y demás entidades competentes, así como a las condiciones reales del terreno y del entorno del proyecto. La omisión de alguna actividad necesaria no exime al proponente de su ejecución, aun si no está expresamente listada en este documento.

4.1.14. HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA Y SOCAVACIÓN

4.1.14.1. Objetivo y Alcances

El consultor deberá determinar los caudales de diseño, modelar el comportamiento hidráulico de las corrientes que interceptan el corredor, dimensionar obras de drenaje superficiales y subsuperficiales, evaluar planicies de inundación y analizar la socavación general y local que pueda comprometer la estabilidad de puentes, alcantarillas y terraplenes necesario para integrar al diseño definitivo de construcción de estructuras hidráulicas requeridas para garantizar la estabilidad integral y global que

permita dar solución a la afectación presentada.

Normativa aplicable: Manual de Drenaje para Carreteras (INVÍAS 2009, o el que se encuentre vigente).

4.1.14.2. Objetivo

Definir soluciones hidráulicas que garanticen la integridad de la infraestructura, la seguridad vial y la sostenibilidad ambiental frente a eventos hidrometeorológicos presentes y futuros.

4.1.14.3. Alcances

- Establecer caudales de varias recurrencias para cada cuenca.
- Diseñar obras menores, mayores, subdrenajes y drenaje de corona.
- Modelar inundaciones y galibo aéreo donde aplique.
- Analizar y mitigar procesos de socavación.

Normativa: Manual de Drenaje – INVÍAS; CCP-14; NSR-10.

4.1.14.4. Estudios Hidrológicos

4.1.14.4.1 Objetivo

Determinar caudales de diseño y de verificación para periodos de retorno acordes con la jerarquía de la vía.

4.1.14.4.1.1. Criterios de Diseño

- Cambio climático y eventos extremos.
- Planicies de inundación y gálibos para ríos navegables.

Normativa: Manual de Drenaje – INVÍAS; IDEAM Guías IDF.

4.1.14.4.2. Toma de Información Primaria y Secundaria

- Inspecciones de campo, inventarios de cuencas y estaciones.
- Registros IDEAM, IGAC, CAR, DIMAR y fuentes afines.

4.1.14.4.3. Metodología

4.1.14.4.3.1. Análisis de Lluvias y Climatológico

Curvas IDF, distribución temporal y análisis de tendencia.

4.1.14.4.3.2. Estimación de Caudales Máximos

Aplicar al menos tres métodos (racional, SCS-CN, regionalización, etc.) y justificar la selección.
Normativa: Manual de Drenaje – INVÍAS; HEC-HMS; FHWA Hydrology.

4.1.14.5. Diseños Hidráulicos

4.1.14.5.1. Objetivo

Dimensionar y ubicar las estructuras para evacuación eficiente de aguas superficiales y subterráneas.

4.1.14.5.2. Criterios de Diseño

Seguridad vial (hidroplaneo), sostenibilidad (infraestructura verde vial), estabilidad geotécnica y normativa fluvial.

4.1.14.5.3. Información Base

4.1.14.5.3.1.Información Primaria

Batimetrías, levantamientos topográficos y granulometría de cauces.

4.1.14.5.3.2. Información Secundaria

Cartografía IGAC, DEM ≤ 12,5 m, imágenes satelitales, estudios previos.

4.1.14.5.3. Metodología

4.1.14.5.4. Geomorfología – Dinámica Fluvial

Análisis multitemporal de cauces y llanuras aluviales.

4.1.14.5.5. Obras Menores

Diseño de alcantarillas, cunetas y canales conforme a caudales calculados.

4.1.14.5.6. Hidráulica de Obras Mayores

Modelo HEC-RAS 1D/2D para puentes y control de inundaciones; determinación de socavación de diseño.

4.1.14.5.7. Subdrenaje

Diseño de filtros, drenes longitudinales, transversales y pozos de alivio.

4.1.14.5.8. Drenaje de la Corona

Evaluación de espesores críticos de lámina de agua y obras de descarga.

4.1.14.5.9. Planicies de Inundación

Determinación de altura de terraplén y delimitación de área inundable. Normativa: Manual de Drenaje – INVÍAS; AASHTO Drainage Manual.

4.1.14.6. Estudios de Socavación

4.1.14.6.1. Objetivo

Cuantificar profundidades de socavación general y local en estribos, pilas y cauces adyacentes.

4.1.14.6.2. Criterios de Diseño

Considerar material de lecho, dinámica fluvial y perfiles estratigráficos.

4.1.14.6.3. Información Base

4.1.14.6.3.1. Información Primaria

Granulometría de lecho, secciones batimétricas.

4.1.14.6.3.2. Información Secundaria

Imágenes y aerofotos históricas, estudios previos.

4.1.14.7. Metodología

4.1.14.7.1. Análisis de Información de Campo

Correlación caudal-profundidad, velocidades y rugosidad.

4.1.14.7. 2. Aplicación de Teorías de Socavación

HEC-18/20, Laursen, Froehlich o metodología aprobada. Normativa: Manual de Drenaje – INVÍAS; FHWA HEC-18 & HEC-20.

4.1.14.8. Resultados y Memorias de Cálculo

Entregar cuadros de cuencas, caudales adoptados, dimensiones de obras, perfiles hidráulicos, profundidades de socavación y listados georreferenciados de todas las estructuras. Normativa: Manual de Archivos Técnicos – INVÍAS 2022.

4.1.14.9. Conclusiones y Recomendaciones

Presentar síntesis de hallazgos, medidas de mitigación, criterios para operación y mantenimiento y recomendaciones de actualización futura en caso de variaciones hidrometeorológicas con dicha información solicitar tramites y licencia para permiso de ocupación de cauce ante la entidad componente, el consultor será el único responsable de realizar dicho trámite con el resultados de estudios en fase definitiva para las zonas que requieran dicha tarea. Normativa: Guía de Estructuración de Proyectos Misionales – INVÍAS 2019.

4.1.15. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS

4.1.15.1. Descripción

El Estudio y Diseño Estructural comprende la definición, modelación, análisis y dimensionamiento de todos los elementos estructurales requeridos para la materialización de obras de retención o estabilización como muros, anclajes, box culvert, cunetas, alcantarillas, puentes y sus obras asociadas, garantizando su estabilidad, funcionalidad, seguridad y durabilidad durante la vida útil del proyecto.

Incluye el análisis de la superestructura, subestructura, cimentaciones, estructuras de contención, drenajes estructurales y elementos complementarios, con base en los parámetros obtenidos de los estudios topográficos, geológicos, geotécnicos, hidráulicos, de socavación y de tránsito, asegurando la coherencia integral del diseño.

El componente incorpora la formulación del programa de prueba de carga del puente como parte del proceso de verificación estructural previo a la puesta en servicio.

El nivel de desarrollo corresponde a ingeniería de detalle, apta para construcción.

4.1.15.2. Objetivos

- Definir el sistema estructural más adecuado para la alternativa geotécnica planteada para estabilización o afectación del sitio crítico, mediante estructura de retención, o puentes
- Determinar dimensiones, materiales y configuración de todos los elementos estructurales.
- Evaluar el comportamiento estructural frente a cargas permanentes, variables, sísmicas e hidráulicas.
- Diseñar superestructura, subestructura y cimentaciones del puente.
- Garantizar la seguridad estructural durante la construcción y operación.
- Definir el programa de prueba de carga del puente como mecanismo de verificación del desempeño estructural.
- Generar documentación técnica completa para el inicio de obra.

4.1.15.3. Alcance

El componente comprende:

- Definición del sistema estructural de las estructuras y obras complementarias.
- Análisis estructural en condiciones de servicio y montaje.
- Modelación matemática de la estructura.
- Dimensionamiento de superestructura y subestructura.
- Diseño de cimentaciones y estructuras de contención.
- Diseño de conexiones, apoyos, anclajes y detalles constructivos.
- Integración con hidráulica, geotecnia, tránsito y diseño geométrico.
- Definición del programa de prueba de carga del puente o cimentación profunda
- Diseño estructural definitivo apto para construcción.

4.1.15.4. Desarrollo del componente

El desarrollo del estudio deberá incluir como mínimo:

- Recopilación y validación de información de las demás especialidades.
- Definición de la metodología de análisis estructural.
- Evaluación de alternativas de tipologías estructurales cuando aplique.
- Determinación de cargas permanentes, variables, sísmicas, hidráulicas y de impacto.
- Modelación estructural mediante métodos analíticos y numéricos.
- Análisis de comportamiento estructural en condiciones de servicio.
- Análisis estructural en condiciones de construcción y montaje.
- Diseño de elementos estructurales principales y secundarios.
- Diseño de conexiones y detalles constructivos.
- Verificación de estabilidad global de la estructura.
- Definición de materiales y especificaciones técnicas.
- Elaboración de memorias de cálculo estructural.
- Elaboración de planos estructurales definitivos.

4.1.15.5. Programa de prueba de carga del puente, obra de estabilización o cimentación

- Definición del tipo de prueba de carga a realizar (estática, dinámica o combinada).
- Determinación de escenarios de carga y combinaciones de ensayo.
- Definición de cargas de prueba y su disposición sobre la estructura.
- Definición de instrumentación requerida para el monitoreo estructural.
- Determinación de puntos de control, medición y seguimiento.
- Establecimiento de metodología de ejecución de la prueba.
- Definición de criterios de aceptación estructural y límites de comportamiento admisible.
- Relación entre el modelo estructural teórico y la respuesta esperada en campo.
- Formulación de lineamientos para interpretación de resultados y toma de decisiones.

4.1.15.6. Normativa aplicable

El componente se desarrollará conforme a:

- Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR-10.
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications.
- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.
- Normas ICONTEC, ASTM y AWS aplicables.
- Lineamientos técnicos para pruebas de carga en estructuras de puentes.

4.1.15.7. Entregables

El consultor deberá entregar como mínimo:

- Informe técnico del diseño estructural.
- Memorias de cálculo estructural.
- Modelos matemáticos de análisis estructural.
- Planos estructurales generales y de detalle.
- Planos de cimentación y subestructura.

- Planos de superestructura y conexiones.
- Detalles constructivos y secuencias de montaje.
- Especificaciones técnicas de materiales.

4.1.15.8. Entregables del programa de prueba de carga

- Documento técnico del programa de prueba de carga del puente.
- Definición de cargas de ensayo y escenarios de verificación.
- Especificaciones de instrumentación y monitoreo.
- Procedimiento de ejecución de la prueba.
- Criterios de aceptación estructural.
- Formato de registro e interpretación de resultados.

4.1.15.9. Notas

- El diseño estructural deberá integrar la información de todos los estudios previos del proyecto.
- Se deberán considerar las condiciones hidráulicas, geotécnicas y sísmicas del sitio.
- El programa de prueba de carga deberá ser coherente con el modelo estructural desarrollado.
- La prueba de carga será requisito previo a la puesta en servicio del puente.
- La documentación generada deberá ser suficiente para iniciar la construcción del puente y la verificación estructural en campo.

Se aclara que es responsabilidad del proponente revisar en detalle los requerimientos técnicos y normativos del proyecto, y proponer todas las actividades adicionales que sean necesarias para garantizar el cumplimiento integral del **Estudio de estructuras.** Esto deberá realizarse conforme a la normativa vigente, a los lineamientos técnicos del Ministerio de Transporte, INVÍAS, IGAC, ANSV, Secretarías Distritales y demás entidades competentes, así como a las condiciones reales del terreno y del entorno del proyecto. La omisión de alguna actividad necesaria no exime al proponente de su ejecución, aun si no está expresamente listada en este documento.

Además de todas las necesarias para la ejecución de las actividades y entrega y recibo a satisfacción de los productos; estudio y asesorías, comunicaciones, costos de oficina, trámites, permisos etc.

Para la entrega y recibo a satisfacción de los productos deberán contar con las aprobaciones y autorizaciones que correspondan por parte de la supervisión y de la respectiva autoridad competente. Ahora bien, tomando en cuenta que los tiempos de los trámites de radicación y aprobación de los diseños dependen de terceros ajenos al contrato, y que el cumplimiento del contrato exige la entrega de los estudios y diseños con sus respectivas aprobaciones, en cumplimiento principio de responsabilidad y como medida de optimización, eficiencia y eficacia en el gasto, durante estos plazos, el contrato podrá ser suspendido y será reanudado una vez se obtengan todas las aprobaciones requeridas.

Todas las actividades incluyen personal profesional, herramientas, equipos, auxilios para alquiler de equipos de cómputo con software licenciado, celular (equipo y consumo), papelería y transportes del personal a campo.

4.2. **Informe final**

Los resultados de los estudios deberán entregarse cumpliendo con las especificaciones establecidas en este Anexo técnico, además de tener en cuenta lo siguiente:

El consultor deberá presentar un Informe Final consolidado que integre, de manera sistemática y coherente, toda la información, los análisis, los resultados y las recomendaciones derivados de los distintos componentes técnicos desarrollados durante la Fase III (geología, geotecnia, topografía, taludes, entre otros). Este documento unificado deberá describir los objetivos, la metodología aplicada, los hallazgos y las conclusiones de cada especialidad, articulando dentro de una visión integral que permita a la Entidad contratante disponer de una base sólida y verificable para la toma de decisiones en la etapa de ejecución de la obra.

En cumplimiento de los lineamientos establecidos por el Instituto Nacional de Vías – INVÍAS y las directrices técnicas del Ministerio de Transporte para estudios y diseños Fase III, Código Colombiano de puente, NSR-10 y el Manual de Diseño de Cimentaciones para Carreteras el consultor deberá garantizar que el Informe Final consolide todos los entregables parciales, cumpla los estándares de calidad exigidos y facilite la revisión y aprobación del proyecto por parte de las autoridades competentes.

4.3. **Entrega de documentos**

El Consultor entregará a la Secretaría de Infraestructura los informes, planos de construcción y demás información solicitada en los presentes estudios previos, en original y dos (2) copias y en medio magnético, cumpliendo los siguientes parámetros:

- Carteras de Campo
- Memorias de estudios
- Memorias de cálculos
- Memorias de diseños
- Álbum de fotos por cada área técnica, debidamente ordenado
- Video 360 de la zona del levantamiento.
- Información digital de todo el proyecto (nube de puntos, planos y documentos en medio magnéticos), con un índice del directorio de carpetas de archivos que lo conforman. Los archivos de planos deberán ser presentados en formato DWG para AUTOCAD versión 2020 y los documentos en formatos XLS, DOC, PTT para OFFICE 2010 y formato SHP para el trámite ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Memorias debidamente empastadas y foliadas.
- Planos debidamente aprobados por las diferentes entidades competentes, ordenados, clasificados y rotulados de acuerdo a las exigencias de la Secretaría de Infraestructura.

Por cada área técnica de las indicadas en los siguientes numerales se elaborará un informe, con sus anexos si los hay, que deberá contener la metodología seguida para la ejecución de la actualización y complementación de los estudios y diseños efectuados, la memoria de las alternativas planteadas y cálculos efectuados, indicando los parámetros utilizados, el análisis de los resultados obtenidos, las conclusiones y todos los aspectos relevantes que sean justificativos del contenido de los planos de construcción.

Además de la información solicitada para los pliegos de condiciones, el Consultor entregará a la Secretaría de Infraestructura, dentro del plazo previsto para la ejecución de los estudios, los siguientes documentos, en original y dos (2) copias y en medio magnético, así:

- TAMAÑO: Carta
- PAPEL: Bond base 20 o de 75 gramos, blanco que cumpla con criterios sostenibles.
- TAPAS: Tapa dura, cartón de 2.5 milímetros, forrada en percalina o cuerina, con tornillo en aluminio, debidamente marcadas con el nombre del Departamento de Infraestructura Municipal de Santiago de Cali, Objeto del estudio, número del contrato, contenido, etc.

PLANOS

- TAMAÑO: Pliego - 70 centímetros por 100 centímetros.
- PAPEL: Original y dos copias
- PRESENTACIÓN: En Portaplanos Medio Magnético. Dos (2) copias en CD o DVD de los documentos del Proyecto (Planos y documentación escrita).
- MEDIO MAGNÉTICO: Dos (2) copias en CD o DVD y USB de los documentos del Proyecto (Planos y documentación escrita)

4.4. Productos y entregables

Los entregables se deben presentar de forma digital firmados por profesionales responsables y cumpliendo con los formatos de Fase III. Deben incluir:

Se realizará la entrega de los informes geotécnicos, taludes, hidrogeológicos, geológicos y topográficos.

Entrega de documentos en formatos editables (DWG, .XLS, .DOCX, etc.) y PDF Todos debidamente firmados con sus memoriales de responsabilidad, adjuntando las certificaciones que respaldan los profesionales competentes que certifiquen la experiencia.

Todo los análisis y métodos empleados para los diseños deben estar dentro de los informes y soportados dentro de los anexos, con sus hojas de cálculo formuladas.

Los estudios deben estar acorde a las actualizaciones y normativa vigente según corresponda a cada componente.

Plano general que integre todas las obras del proyecto, incluyendo el diseño geométrico, alcantarillas, puentes, obras de estabilización de taludes, sistemas de drenaje, y demás estructuras complementarias, con el fin de visualizar de forma integral la solución propuesta y facilitar la coordinación técnica y constructiva

Para los diseños se debe tener en cuenta los requerimientos Técnicos Fase III ESTUDIOS Y DISEÑOS DE CARRETERAS DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS – INVIAS.

Es importante tener en cuenta el numeral 12 de este Anexo Técnico en donde se describen los permisos, licencias y autorizaciones aplicables según el tipo de proyecto a desarrollar, que deben ser tramitadas y entregadas por el consultor.

5. PLAZO PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO

El plazo previsto para la ejecución de las actividades que se deriven del proceso es el establecido en la sección 1.1. del Pliego de Condiciones, el cual se contará en la forma prevista en el Anexo 5 – Minuta del Contrato.

El plazo de ejecución del contrato será de tres (3) meses,contados a partir del cumplimiento de los requisitos de perfeccionamiento y ejecución contractual, la aprobación de las garantías exigidas y la suscripción del acta de inicio.

6. FORMA DE PAGO

El pago de cada componente se efectuará según los valores ofertados por el consultor, será posterior a la entrega y recibo a satisfacción de los productos por parte del supervisor designado por la entidad contratante, acompañados de los recibos de pago de los aportes a seguridad social y parafiscales del respectivo periodo a facturar, con el aporte de los siguientes documentos:

- Factura de venta que deberá cumplir con todos los requisitos establecidos en el artículo 617 del Estatuto Tributario e indicar el número del contrato objeto de pago.
- Si es persona jurídica copia de las planillas de pago de las obligaciones al Sistema General de Seguridad Social (Pensión, Salud, ARL Y Parafiscales) y certificado de cumplimiento expedido por el representante legal o revisor fiscal, según corresponda y de conformidad con el artículo 50 de la Ley 789 de 2002.
- Si es persona natural, planilla de autoliquidación y pago de la seguridad social integral (Pensión, Salud, ARL) mes vencido.
- Certificación de recibo a entera satisfacción de lo que consten en la factura y/o cuenta de cobro, las cuales deben ser refrendadas por el representante de la entidad contratista, el Supervisor del contrato y un funcionario competente que la secretaría de infraestructura designe para tal fin.

Nota: Se deberá tener en cuenta que a pesar la discriminación de ensayos que dan lugar al valor total del contrato, cada uno de ellos solamente será pagado no solo con la entrega de informe consolidado, por componente de cada sitio critico estudiado sino con la revisión y aprobación del supervisor del contrato.

.

Teniendo en cuenta la salvedad que, cada uno de los ensayos que componen y forman parte del contrato es necesario tener el producto terminado el cual cumpla con los requisitos establecidos en este documento.

Deberán presentar informes semanales con el avances realizados por parte del consultor de obra, en dichos informes se debe presentar en cuales y cuantos ítems han sido realizados acompañados de los resultados obtenidos.

Presentarán informes mensuales con la recopilación de los informes semanales según el cronograma presentado por el consultor.

En todo caso, el pago se realizará de conformidad con los trámites administrativos a que haya lugar y de acuerdo a la disponibilidad del Programa Anual Mensualizado de Caja, dentro de los treinta (30) días siguientes a la radicación en debida forma y con todos los anexos de la cuenta de cobro o factura, previo el cumplimiento de los requisitos de Ley.

Los impuestos que hayan de causarse o pagarse para la celebración, ejecución y/o liquidación del contrato, corren por cuenta del contratista y no darán lugar a ningún pago adicional a los precios pactados, en caso de que los precios sean tarifas reguladas, estos se causarán conforme la normativa vigente.

Con relación a las retenciones en la fuente a título de los diferentes impuestos nacionales, departamentales o municipales, la Administración procederá de conformidad con la normativa tributaria vigente dependiendo del objeto del contrato y la calidad del contribuyente, en caso de que no haya lugar a alguna de ellas, deberá indicarse la norma que lo excluye o le otorga la exención.

Entre los tributos que se tienen establecidos, por concepto de estampillas, a título enunciativo, se tienen los siguientes:

CONTRATOS	**% A APLICAR**	**DISCRIMINADOS ASÍ:**	
Menores de: $103.354.740 (2.196 UVT)	8,50%	- Pro Desarrollo	1,00%
		- Pro Univalle	2,00%
		- Pro Hospital	1,00%
		- Pro UniPacifico	0,50%
		- Pro Adulto Mayor	2,00%
		- Pro Deporte y Recreación	2,00%
CONTRATOS	**% A APLICAR**	**DISCRIMINADOS ASÍ:**	
Entre: $103.354.740 (2.196 UVT) Y $191.648.680 (4,072 UVT)	11,00%	- Pro Desarrollo	3,50%
		- Pro Univalle	2,00%
		- Pro Hospital	1,00%
		- Pro UniPacifico	0,50%
		- Pro Adulto Mayor	2,00%
		- Pro Deporte y Recreación	2,00%
CONTRATOS	**% A APLICAR**	**DISCRIMINADOS ASÍ:**	
Mayores de: $191.648.680 (4,072 UVT)	12,00%	- Pro Desarrollo	3,50%
		- Pro Univalle	2,00%
		- Pro Hospital	1,00%
		- Pro UniPacifico	0,50%
		- Pro Cultura	1,00%
		- Pro Adulto Mayor	2,00%
		- Pro Deporte y Recreación	2,00%

El Distrito Especial de Santiago de Cali - Secretaría de Infraestructura no asumirá en ningún caso tributos directos o indirectos sobre los costos imputables al valor del contrato, así como tampoco ningún costo adicional por cualquier otro concepto sobre dicho valor. El oferente adjudicatario mantendrá en desarrollo de sus obligaciones indemne al Distrito Especial de Santiago de Cali-Secretaría de Infraestructura, en todo lo relacionado con las obligaciones tributarias derivadas del mismo.

Todo pago a que se obliga el Distrito Especial de Santiago de Cali – Secretaría de Infraestructura, en virtud del contrato que se celebre, se sujetará a las apropiaciones y disponibilidades presupuestales correspondientes y a la situación de recursos del Programa Anual Mensualizado de Caja – PAC.

IMPUESTOS, TASAS Y CONTRIBUCIONES. Al formular la propuesta el proponente deberá determinar, evaluar y asumir los impuestos, tasas y contribuciones, así como los demás gravámenes de cualquier otra naturaleza que conlleve el perfeccionamiento, ejecución y liquidación del contrato.

Lo anterior, sin perjuicio de que la Alcaldía Distrital de Santiago de Cali deba aplicar nuevas deducciones e impuestos en cumplimiento de normas legales superiores que entren en vigencia con posterioridad a la emisión del presente documento, en todo caso, con la presentación de la propuesta se entenderá aceptada por parte del proponente, la forma de pago y todas las deducciones y retenciones aplicables.

Reglas:

La Entidad no se hace responsable por las demoras presentadas en el trámite para el pago al consultor cuando ellas fueren ocasionadas por encontrarse incompleta la documentación de soporte o no ajustarse a cualquiera de las condiciones establecidas en el contrato.

La Entidad hará las retenciones a que haya lugar sobre cada pago, de acuerdo con las disposiciones legales vigentes sobre la materia.

El Consultor deberá acreditar para cada pago derivado del contrato, que se encuentran al día en el pago de aportes parafiscales relativos al Sistema de Seguridad Social Integral, así como los propios del Sena, ICBF y Cajas de Compensación Familiar, cuando corresponda.

7. CONDICIONES PARTICULARES DEL PROYECTO

En atención en a documentos técnicos la secretaría de infraestructura entregará una vez inicie el contrato, un listado de lugares necesario o requeridos ser estudiados con el alcance o cantidades previstas para el determinar los posibles agentes detonantes para que el consultor proponga alternativas de solución para desarrollar del contrato.

Los capítulos técnicos necesario que conforman el proyecto de consultoría, fueron descritos en el numeral.

7.1. ASPECTOS AMBIENTALES Y DE SOSTENIBILIDAD [cuando aplique]

No aplica

7.2. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA BIM [cuando aplique]

No aplica

7.3. PLAN O PROGRAMA DE CALIDAD [cuando aplique]

No aplica

7.4. PLAN O PROGRAMA DE GESTIÓN DE RIESGOS [cuando aplique]

No aplica

8. DOCUMENTOS O INSUMOS QUE ENTREGARÁ LA ENTIDAD PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO

No aplica

9. INFORMACIÓN SOBRE EL PERSONAL PROFESIONAL DEL CONSULTOR

Para analizar la información del personal del Consultor, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Los soportes académicos y de experiencia de los perfiles que están descritos en el Anexo Técnico serán verificados por la Entidad

b) Si el Consultor ofrece dos (2) o más profesionales para realizar actividades de un mismo cargo, cada uno de ellos deberá cumplir los requisitos exigidos en los documentos del Proceso de Contratación para el respectivo cargo. Un mismo profesional no puede ser ofrecido para dos o más cargos diferentes en los cuales supere el 100 % de la dedicación requerida para este Proceso de Contratación.

c) El Consultor deberá informar la fecha a partir de la cual los profesionales ofrecidos ejercen legalmente la profesión, de conformidad con lo señalado en el Pliego de Condiciones. El requisito de la tarjeta profesional se puede suplir con lo regulado en el artículo 18 del Decreto- Ley 2106 de 2019.

d) Las certificaciones de experiencia de los profesionales deben ser expedidas por la persona natural o jurídica con quien se haya establecido la relación laboral o de prestación de servicios.

e) En la determinación de la experiencia y la formación académica de los profesionales se aplicará la equivalencia detallada en la Matriz 4 y los lineamientos contenidos en esta.

f) La Entidad aplicará las equivalencias mencionadas en la **Matriz 4** para verificar el grupo de profesionales que el Consultor relacione, específicamente para acreditar las exigencias mínimas previstas en la sección de “Exigencias mínimas de la experiencia del proponente y la experiencia y formación académica del equipo de trabajo (Personal Clave Evaluable)”.

g) La Entidad podrá solicitar en cualquier momento al Consultor los documentos que permitan acreditar el valor y el pago correspondiente de cada uno de los profesionales empleados para desarrollar el negocio jurídico pactado y que estén acorde con el valor de los honorarios definidos a la fecha de ejecución del Contrato, en el caso de que sea establecido un valor de honorarios de referencia.

h) El Consultor es responsable de verificar que los profesionales propuestos que se vincularán al proyecto tengan la disponibilidad real para ejecutarlo.

i) El Consultor garantizará que los profesionales estén disponibles según su porcentaje de dedicación (físicamente o a través de medios digitales), cada vez que la Entidad los requiera para dar cumplimiento al objeto del proyecto de consultoría.

j) La Entidad se reserva el derecho de exigir el reemplazo o retiro de cualquier contratista o trabajador vinculado al contrato, sin que ello conlleve costos para ella, detallando las razones debidamente que justifican la solicitud de dicho cambio.

El personal relacionado será contratado por el Consultor y su costo debe incluirse dentro de la estructura de costos de la oferta, que fue definida al presentar la propuesta en el Formulario 1 – Propuesta Económica del Contrato. Se aclara que los perfiles que hacen parte del Personal Clave Evaluable deben cubrir todo el plazo de ejecución del proyecto indistintamente de su porcentaje de dedicación. Para los demás perfiles profesionales, en caso de que la Entidad los requiera deberán estar disponibles, según su porcentaje de dedicación, con el fin de lograr el cumplimiento del objeto contractual y las obligaciones derivadas del Consultor, para lo cual se podrá hacer uso de medios virtuales.

Se aclara que los perfiles relacionados deben cubrir todo el plazo de ejecución del proyecto, según su porcentaje de dedicación, hasta que se logre la aprobación del producto de su competencia por parte de la Entidad.

El Personal Clave Evaluable:

Es el definido en el Pliego de Condiciones y es el que se describe a continuación:

- Un (1) ingeniero civil Especialista en Geotecnia
- Un (1) ingeniero civil especialista en estructuras.

El personal requerido, **distinto al Personal Clave Evaluable**, es el siguiente:

- Un (1) topógrafo
- Un (1) ingeniero civil especialista en recursos hídricos o afines.

Adicionalmente el consultor deberá contar con todo el personal idóneo que requiera para adelantar las actividades del contrato.

a. Requisitos del personal del Consultor

El Personal Clave Evaluable debe cumplir y acreditar, como mínimo, los siguientes requisitos de formación y experiencia:

Perfil No.	Cantidad de profesionales	Cargo	Título profesional	Título de posgrado	Dedicación	Experiencia general (años mínimos)	Experiencia específica (años mínimos)
1	1	ESPECIALISTA GEOTECNIA Y/O SUELOS.	Ingeniero Civil y/o ingeniero de Vías y/o ingeniero geotecnista	Postgrado en alguna de las siguientes alternativas: Ingeniería de Fundaciones y/o Geotecnia y/o Geología y/o mecánica de Suelos y/o Cimentaciones y/o posgrados afines, debidamente matriculado	100%	Experiencia General Certificada de mínimo seis (06) años a partir de la expedición de la matrícula profesional.	Acreditar experiencia específica mínima de dos (2) años desempeñado como especialista en ingeniería de Fundaciones y/o Geotecnia y/o Geología y/o mecánica de Suelos y/o Cimentaciones en proyectos de estudios y diseños asociados a infraestructura de transporte

Perfil No.	Cantidad de profesionales	Cargo	Título profesional	Título de posgrado	Dedicación	Experiencia general (años mínimos)	Experiencia específica (años mínimos)
2	1	ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS	Ingeniero Civil y/o ingeniero de Vías y/o ingeniero geotecnista	Posgrado entre alguna de las siguientes alternativas: Especialista en estructuras	50%	Experiencia General Certificada de mínimo seis (06) años a partir de la expedición de la matrícula profesional.	Acreditar experiencia específica mínima de dos (2) años desempeñado como especialista de estructuras en proyectos de estudios y diseños asociados a infraestructura de transporte

El personal requerido, distinto al Personal Clave Evaluable, debe cumplir y acreditar, como mínimo, los siguientes requisitos de formación y experiencia:

Perfil No.	Cantidad de profesionales	Cargo	Título profesional	Título de posgrado	Dedicación	Experiencia general (años mínimos)	Experiencia específica (años mínimos)
1	1	TOPOGRAFO	Ingeniero Topografico	N/A	100%	Experiencia General Certificada de mínimo seis (06) años a partir de la expedición de la matrícula profesional.	Acreditar experiencia específica mínima de dos (2) años desempeñado como ingeniero topografico en proyectos de estudios y diseños asociados a infraestructura de transporte
2	1	ESPECIALISTA EN RECURSOS HÍDRICOS O AFINES	Ingeniero Civil y/o ingeniero de Vías y/o ingeniero geotecnista	Posgrado entre alguna de las siguientes alternativas: Especialista en recursos hídricos o hidráulica o, hidrología	50%	Experiencia General Certificada de mínimo seis (06) años a partir de la expedición de la matrícula profesional.	Acreditar experiencia específica mínima de dos (2) años desempeñado como especialista en recursos hidricos, hidrologia e hidraulica, en proyectos de estudios y diseños asociados a infraestructura de transporte

[La experiencia profesional se computará a partir de la terminación y aprobación del pensum académico, salvo en los casos que se realicen prácticas laborales para obtener el título profesional o tecnólogo. El tiempo de experiencia en la práctica es válido si se realizan durante los veinticuatro (24) meses anteriores o posteriores a la expedición de la Ley 1955 de 2019 o después de su expedición. Es decir, la práctica realizada antes de la terminación de materias contará como experiencia profesional si se cumplen los criterios mencionados. En el evento de que el oferente no entregue alguno de estos documentos, la Entidad contará la experiencia profesional a partir de la expedición del acta de grado o el diploma, el cual debe ser allegado con posterioridad a la celebración del Contrato.]

El personal relacionado anteriormente es el personal operacional y profesional mínimo necesario para la ejecución del proyecto. Si el Consultor contrata personal adicional, este correrá por su cuenta, por lo que no habrá lugar a pago alguno por parte de la Entidad frente al personal extra que el

Consultor utilice en la ejecución del contrato, ya que la Entidad en la etapa de planeación estableció el personal profesional y operacional mínimo requerido para el cumplimiento del contrato y fue objeto de observaciones por los interesados en el Proceso de Contratación.

Para cada uno de los profesionales mencionados se deberá anexar fotocopia de la tarjeta profesional y certificado de vigencia y antecedentes expedido por el consejo profesional competente. El requisito de la tarjeta profesional se puede suplir con el requisito de que trata el artículo 18 del Decreto – Ley 2106 de 2019. Los estudios de posgrado que se exijan como requisito mínimo se acreditarán mediante copia de los diplomas respectivos o certificado de obtención del título correspondiente. Además, la Entidad podrá solicitar las certificaciones laborales que permitan verificar la información relacionada en los Anexos. Para cada uno de los profesionales se debe aportar la información solicitada.

10. EXAMEN DEL SITIO O ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE CONSULTORÍA

10.1. EXAMEN DEL SITIO DEL PROYECTO DE CONSULTORÍA

Es responsabilidad del Proponente inspeccionar y examinar el sitio y los alrededores del área de influencia e informarse sobre la forma y características del lugar, localización y naturaleza de la zona y la de los espacios necesarios para su ejecución, transporte, mano de obra, equipos y vías de acceso al sitio y a las instalaciones que se puedan requerir, las condiciones ambientales y sociales del área de influencia del proyecto, las cuales debe considerar para el desarrollo y manejo ambiental del proyecto; en especial cuando se establezca presencia de minorías étnicas, caso en el cual debe asegurarse de cumplir con la normativa especial que rija en jurisdicción de los territorios legalmente constituidos a su favor, o evitar su intervención, y en general sobre todas las circunstancias que puedan afectar o influir en el cálculo del valor de su propuesta.

Asimismo, es responsabilidad del Proponente familiarizarse con los detalles y condiciones bajo los cuales serán ejecutados los trabajos, así como de los posibles riesgos previsibles de la consultoría, pues su desconocimiento o falta de información no se considerará como excusa válida para posteriores reclamaciones a la Entidad.

10.2. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE CONSULTORÍA

No aplica

11. SEÑALIZACIÓN Y MANUAL DE IMAGEN APLICABLE POR EL CONSULTOR [cuando aplique]

De ser necesario, según los estudios previos, están a cargo del Consultor todos los costos requeridos para instalar y mantener la señalización de los trabajos de campo y demás dispositivos de seguridad, de comunicación y coordinación en los términos definidos por las autoridades competentes.

12. PERMISOS, LICENCIAS Y AUTORIZACIONES

No aplica

13. NOTAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS PARA EL PROYECTO DE CONSULTORÍA

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10: Especialmente el Título H - Estudios Geotécnicos. Este título es de obligatorio cumplimiento para edificaciones y, por extensión y buenas prácticas, sus principios son aplicables y referenciados para todo tipo de

obras de infraestructura. Establece los requisitos mínimos para la investigación del subsuelo, los análisis y el contenido de los informes geotécnicos.

- Manuales y Especificaciones del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS):

- Manual de Diseño Geotécnico de Cimentaciones y Estabilidad de Taludes para Carreteras: Documento fundamental para proyectos viales y puentes carreteros. Detalla metodologías de exploración, ensayos, análisis y criterios de diseño.

- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVÍAS: Contienen apartados sobre explanaciones, terraplenes, subbases, bases, y obras de drenaje y contención que involucran consideraciones geotécnicas.

- Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras del INVÍAS: Especifican los procedimientos para la ejecución de ensayos de laboratorio y de campo. Muchas de estas se basan en normas ASTM, ICONTEC o AASHTO.

- Normas Técnicas Colombianas (NTC) del ICONTEC: Existen diversas NTC que detallan procedimientos para ensayos de suelos específicos (granulometría, límites de Atterberg, Proctor, CBR, corte directo, consolidación, etc.), referenciadas tanto por la NSR-10 como por los manuales del INVÍAS.

- Códigos y normativas locales: Dependiendo del municipio o departamento, pueden existir disposiciones adicionales o específicas (ej. normativas de las Secretarías de Infraestructura o Planeación, Curadurías Urbanas para andenes dentro de proyectos urbanísticos).

- El Código Colombiano de Diseño de Puentes, conocido como norma CCP-14, establece las directrices para el diseño, construcción y mantenimiento de puentes en Colombia y muro de contención

- Guía de Estructuración para la Contratación de Proyectos Misionales – INVÍAS 2019. En la cual se definen lineamientos específicamente los componentes a desarrollar en el estudio para llevarlo a fase constructiva.

14. DOCUMENTOS TÉCNICOS ADICIONALES

No aplica

En constancia, se firma en febrero de 2026.



SEBASTIÁN AGUILAR VALENCIA
Contratista