



**ALCALDIA MAYOR  
BOGOTA D.C.**

**Instituto  
DESARROLLO URBANO**

**“ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD  
Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL,  
EN BOGOTÁ D.C.”**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020**

**INF-GEO--CASC-008-21**

**METODOLOGÍA DETALLADA PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

**COMPONENTE GEOTECNIA**

**MOVILIDAD**

**Instituto de Desarrollo Urbano**

**CONSORCIO CS**



**BOGOTÁ, 2021 – Mayo - 05**

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

**PRODUCTO DOCUMENTAL**

**INF-GEO--CASC-008-21**

**METODOLOGÍA DETALLADA PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

**COMPONENTE GEOTECNIA**

**CONTROL DE VERSIONES**

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 00	09/02/2021		
Versión 01	26/02/2021	Observaciones Interventoría	
Versión 02	15/03/2021	Observaciones Interventoría/IDU	31
Versión 03	05/05/2021	Observaciones IDU	31

**EMPRESA CONTRATISTA**

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Miguel Ángel Sánchez Especialista Geotécnico	Ing. Miguel Ángel Sánchez Especialista Geotécnico	Ing. Mario Ernesto Vacca G. Director de Consultoría

**EMPRESA INTERVENTORA**

REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Oscar Ramírez Parra Especialista en Geotecnia		
Ing. Jhon Edison Medina Jara Profesional en Geología	Ing. Wilmer Alexander Rozo Coordinador de Interventoría	Ing. Oscar Andrés Rico Gómez Director de Interventoría

 <p><b>ALCALDIA MAYOR</b> BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p><b>CONSORCIO CS</b> Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
--	--	--

**TABLA DE CONTENIDO**

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
2.	GENERALIDADES.....	5
3.	OBJETIVO DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	5
3.1	OBJETIVO GENERAL .....	5
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
4.	METODOLOGÍA GENERAL PARA LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	6
4.1	RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	6
4.2	FACTIBILIDAD. ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE FACTIBILIDAD. ....	7
4.3	ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS.....	13
5.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	30

Instituto de Desarrollo Urbano

**ANEXOS**

ANEXO A.	Cronograma de Actividades.....	31
----------	--------------------------------	----

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
---	--	---

## 1. INTRODUCCIÓN

La definición del trazado definitivo del cable aéreo y por ende la ubicación de las estaciones y torres o pilonas, marca el derrotero a seguir para que la Especialidad de Geotecnia intervenga en el análisis de las condiciones iniciales del entorno inmediato, en materia de infraestructura vial de transporte y espacio público asociado, para así establecer el alcance de los trabajos.

Los puntos de partida son, en primera instancia la consulta analítica de todo el acervo existente de las fases antecedentes del proyecto y luego, el reconocimiento visual de la zona. Las fuentes para consultar serán: Repositorio IDU, Transmilenio S.A., Secretaría de Movilidad, Alcaldía Local, IDEAM, Empresa de Acueducto de Bogotá, IDIGER, entre otros.

El producto del ejercicio primario de valoración y juzgamiento, es determinar la necesidad de actualizar, ajustar y/o complementar la factibilidad particular de la especialidad a partir de la información secundaria recopilada. Para ello, se evaluarán diferentes alternativas de solución y, de acuerdo con criterios técnicos y económicos, se seleccionará la que provea los mejores beneficios para el proyecto mediante el uso de una matriz multicriterio que será realizada a partir de los diferentes criterios de evaluación de las especialidades, entre ellas, la especialidad de geotecnia.

Una vez seleccionada la alternativa óptima, se procederá a realizar la fase de estudios y diseños de detalle, en donde, para la especialidad de geotecnia, se ejecutarán los trabajos de campo, ensayos de laboratorio y análisis necesarios para la caracterización completa del entorno geológico-geotécnico en donde se implantará el proyecto. Además, se identificarán todos los riesgos socio-naturales presentes y las medidas de mitigación que minimicen tales riesgos.

En el presente documento se describe la metodología que se seguirá para la especialidad de geotecnia en las fases de Recopilación y Análisis de la Información, Factibilidad y Estudios y Diseños de Detalle, siguiendo lo establecido en el “*Capítulo 8-Componente de Geotecnia*” de las especificaciones técnicas del proyecto.

Esta Especialidad considera trascendental la interacción habitual con los profesionales homólogos, de la Interventoría y la Entidad Contratante, con miras a la unificación de criterios en todos y cada uno de los ámbitos propios, que propendan por el logro de productos o entregables definitivos idóneos para presupuestar y construir.

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
---	--	---

## 2. GENERALIDADES

El Instituto de Desarrollo Urbano, previo el cumplimiento de todos los requisitos legales, mediante Resolución N° 6339 del 19 de noviembre de 2020, adjudicó el proceso licitatorio IDU-CMA-SGDU-015-2020, de conformidad con los criterios previstos en el Pliego de Condiciones, anexos y demás documentos del proceso de selección. Con esta adjudicación el pasado 16 de diciembre de 2020, se suscribió el Contrato de Consultoría N. 1630/2020, con el Consorcio Cal y Mayor – Supering (en adelante Consorcio CS), para ejecutar la Actualización, Ajustes y Complementación de la Factibilidad y Estudios y Diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, en la ciudad de Bogotá D.C.”.

Para la ejecución del Contrato de Consultoría, se estableció que debería desarrollarse en cuatro (4) Etapas, debidamente definidas en cuanto alcance y tiempo; pero antes de iniciar la ejecución de cada una de estas etapas, se hace necesario estructurar una Metodología de trabajo, con el objeto de asegurar el cumplimiento de las obligaciones establecidas en dicho Contrato, por lo tanto, en el presente informe, se hace entrega a la Interventoría de dicha metodología.

## 3. OBJETIVO DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO

Instituto de Desarrollo Urbano

### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Presentar los lineamientos técnicos y metodológicos para el componente de Geotecnia y Riesgos que se implementarán durante la ejecución del proyecto para las fases de Recopilación y Análisis de la Información, Factibilidad y Estudios y Diseños de Detalle.

### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir los aspectos geotécnicos requeridos para realizar la construcción de las cimentaciones de estructuras principales, secundarias, redes y demás estructuras complementarias, así como obras de estabilización de taludes y mitigación del riesgo.
- Describir las actividades, procedimientos y análisis que se llevarán a cabo desde el componente de geotecnia y riesgos, que permitan llevar una secuencia ordenada durante la ejecución del proyecto en cada una de sus fases.
- Plantear, de manera general, los procedimientos para ejecutar la exploración del suelo, levantamiento de información en campo y ensayos de laboratorio, de acuerdo con las características del proyecto, normatividad vigente y estructuras a analizar.
- Establecer el contenido de los entregables para la especialidad de geotecnia y riesgos en cada una de las fases del proyecto.

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
---	--	---

#### 4. METODOLOGÍA GENERAL PARA LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

A continuación se presenta la metodología de la especialidad de geotecnia que se seguirá durante la ejecución del proyecto, en donde se definen actividades, alcance y entregables para cada una de las fases.

##### 4.1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Como actividad previa a la fase de factibilidad del proyecto, se plantea dentro del alcance del estudio geotécnico la fase de recopilación y análisis de información existente.

En esta fase se investigará, recopilará y analizará la información asociada con los antecedentes del proyecto, estudios geológicos y geomorfológicos existentes, estudios hidrogeológicos, estudios de suelos previos ejecutados en la zona de interés, zonificación sísmica, cartografía estudios, mapas temáticos y conceptos asociados a riesgos emitidos por las entidades distritales, además de cualquier otro tipo de información que sea de interés y que pueda ayudar a comprender de una mejor manera las condiciones geológicas y geotécnicas del proyecto para realizar, de manera preliminar, recomendaciones geotécnicas en cuanto a características del subsuelo y criterios generales de cimentación para las estructuras principales.

Esta información será consultada en la base de datos de los proyectos a cargo de entidades como el IDU, IDIGER, IDEAM, empresas privadas que hayan ejecutado estudios en la zona y demás fuentes de donde sea posible acceder a la información. Lo anterior se complementará con una visita por parte de los especialistas en geotecnia y riesgos con el fin de generar un diagnóstico de la situación actual de la zona y posibles problemáticas que se puedan encontrar durante el desarrollo del proyecto. La información será consolidada en planos, tablas, esquemas, fotografías y figuras

Se prevé para esta fase una duración de un mes cuyos entregables serán los siguientes:

- Metodología detallada y cronograma de trabajos geotécnicos
- Informe de investigación y recopilación de información el cual contendrá: Antecedentes de proyectos en la zona de estudio, descripción y análisis del entorno geológico, geotécnico, las características del subsuelo, el entorno sísmico y de amenaza y recomendaciones geotécnicas.

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
---	--	---

#### **4.2 FACTIBILIDAD. ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE FACTIBILIDAD.**

En esta fase del proyecto, a partir de la información secundaria de la fase de recopilación y análisis de información y de información primaria obtenida de exploración directa en sitios específicos previamente concertados entre las partes, se realiza un pre-dimensionamiento para las estructuras geotécnicas de las tres alternativas de solución planteadas y, de acuerdo con el análisis de la matriz multicriterio definida para el proyecto, se recomienda la alternativa más favorable en términos técnicos y económicos. Para ello, se requiere como insumo la implantación geométrica del trazado, la topografía, el documento técnico de soporte de la etapa de prefactibilidad y los resultados de la exploración directa para esta fase. A continuación, se detalla de manera general las actividades a desarrollar en la fase de factibilidad (se seguirán las especificaciones del “Capítulo 8-Componente de Geotecnia” del proyecto):

##### a. Exploración y laboratorios Fase Factibilidad

Debido a la ausencia de información geológica y geotécnica suficiente en algunos sectores del trazado del Cable de San Cristóbal, hecho identificado durante la etapa de recopilación de información existente, se recomienda una etapa de exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio en fase de factibilidad que permita complementar dicha información y brinde una visión completa de las alternativas a analizar con el fin de poder seleccionar la más adecuada en términos geotécnicos de una manera confiable técnicamente.

Previo a la ejecución de la exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio, se elaborará un Plan de Exploración Geotécnica en donde se justifique la necesidad de ejecutar estos trabajos en la fase de factibilidad junto con su respectiva ubicación y plan de ensayos para verificación y aprobación por parte de de la interventoría y el IDU. En este plan de exploración se indicarán metodologías, cantidades, tipos de ensayo y valoración económica en concordancia con el presupuesto disponible para esta actividad. Para la definición de posibles cantidades, ubicación y tipo de exploración, se realizará una visita técnica conjunta entre consultoría e interventoría a la zona de estudio.

En el Plan de Investigación Geotécnica para la fase de factibilidad, se incluirán planos de localización de la exploración junto con la información existente de otros estudios. Deberá tener en cuenta la localización de redes existentes de servicios públicos previo a su ejecución.

Las condiciones del sitio después de ejecutada la exploración debe quedar en iguales o mejores condiciones a las iniciales. Esto se documentará con registros fotográficos antes y después de la actividad.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

La exploración directa se podrá complementar con la utilización de métodos indirectos de acuerdo con el criterio del especialista en geotecnia y debidamente justificados técnicamente.

El plan de exploración en fase de factibilidad deberá contener como mínimo los siguientes ítems:

- Planos de localización e implantación del proyecto, ubicación de sondeos (nuevos y existentes)
- Justificación técnica para exploración y ensayos (ítems previstos y No Previstos).
- Protocolo del laboratorio para toma, transporte, conservación y ensayo de muestras.
- Balance financiero del programa de exploración geotécnica, geofísica y ensayos de laboratorio.
- Cronograma detallado de trabajos de campo y ensayos de laboratorio.
- Certificados de calibración de equipos de laboratorio, relación de personal de campo avalado por componente SST.
- Copia del PMT específico para la exploración aprobado por la SDM

b. Descripción de alternativas

A partir de la información recopilada en fases anteriores, se plantearán tres alternativas de solución geotécnica. Se realizará una descripción detallada de cada alternativa presentando los aspectos a considerarse en el análisis y que pueda influir en la ejecución de los estudios, diseños y construcción de las obras. Se presentarán los esquemas en planta y perfil con la implantación de las alternativas para facilitar los análisis geotécnicos y las recomendaciones de solución.

Si se debe evaluar el ajuste o actualización de una estructura existente, se deberá incluir la descripción de la cimentación, especificando tipo de intervención que se pretende realizar para cada una de las alternativas.

Se identificarán las interferencias con redes húmedas y secas existentes a lo largo del proyecto en cuanto a distanciamiento, profundidad y requerimientos de instrumentación y monitoreo para las alternativas de cimentación propuestas

c. Caracterización del entorno del proyecto

Según lo dispuesto en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismoresistente y la Microzonificación Sísmica de Bogotá Distrito Capital, se realizará una caracterización del entorno geológico, geomorfológico, geotécnico y sísmico para cada una de las alternativas. Se identificarán además las amenazas y riesgos que puedan llegar a afectar a las alternativas en estudio y sus posibles implicaciones.

En cuanto al entorno sísmico, se presentarán los análisis de cada estructura a partir de la información existente.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Para la caracterización del entorno geológico se considerarán como mínimo los siguientes aspectos, presentando la correspondiente cartografía a escalas previamente acordadas con la interventoría, según el nivel de detalle requerido:

- Inventario de taludes
- Inventario de zonas inestables
- Descripción litológica, hidrogeológica y columna estratigráfica.
- Delimitación y espesor de cada una de las unidades de roca identificadas
- Identificación de zonas singulares que afecten el comportamiento mecánico como fallas, diques, zonas de brecha, zonas de flujo, etc.
- Definición del modelo estructural del corredor vial en cuanto a: fallas existentes y su actividad, estructuras geológicas y plegamientos existentes.
- Levantamiento estructural de las discontinuidades de los macizos rocosos, incluyendo aspectos como litología, espaciamiento, estado de meteorización, fracturación, identificación de familias de diaclasas, rellenos de diaclasas, continuidad o persistencia del macizo, etc.
- Descripción de la posible historia de esfuerzos y condiciones de plegamiento en el área de influencia del proyecto.

#### d. Perfiles y Análisis Geotécnicos

Según la información recopilada y el correspondiente análisis de cargas suministrado por el componente estructural, se realizarán los análisis geotécnicos para las cimentaciones de las estructuras, tratamiento de taludes y cimentación de redes de las alternativas analizadas con el propósito de evaluarlas en la matriz multicriterio.

Los resultados de los ensayos de laboratorio de la información existente se consolidarán en tablas resumen que incluya como mínimo la siguiente información: abscisa, coordenadas, cotas, número de sondeo, número de muestra, profundidad, descripción de la muestra, clasificación del suelo, humedad, granulometría, límites de Atterberg, parámetros de resistencia, parámetros de deformación, etc.

De acuerdo con el análisis de variabilidad de los parámetros físicos y mecánicos, se presentará una sectorización en términos de tramos homogéneos. También se identificarán las condiciones especiales del subuselo que deban ser analizados de manera independiente.

Para taludes, se presentará el perfil típico del talud de análisis junto con los parámetros de resistencia del suelo o macizo rocoso, posibles mecanismos de falla en los cuales se incluya el análisis debido al rumbo y pendiente de los cortes y estimativo de cargas utilizado para la respectiva modelación.

Para la definición de modelos geotécnicos, se presentarán los estimativos de cargas suministradas por el componente estructural a las que estarán sometidas las estructuras a

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

analizar para cada alternativa. Las cargas deberán estar soportadas con la normatividad técnica aplicable y los estimativos particulares del proyecto.

Estos análisis geotécnicos servirán como base para el predimensionamiento de las cimentaciones de las estructuras para cada una de las alternativas. Se utilizarán las metodologías de análisis usuales enmarcadas dentro de la normatividad colombiana vigente (NSR-10 o Microzonificación sísmica de Bogotá, CCP-14, la que aplique según la estructura analizada) y será incluida dentro del documento que se genere. Se anexarán también las memorias de cálculo que soportan los análisis de las estructuras analizadas. Se incluirán las modelaciones a través de software geotécnico con su respectiva descripción e interpretación de resultados.

e. Riesgos Previsibles

Se identificarán y analizarán los riesgos que pueden llegar a presentarse durante la ejecución de los estudios y diseños, para cada una de las alternativas que se plantean y analizan desde la factibilidad, indicando su posible solución.

Así mismo, se identificarán aquellos aspectos del componente de geotecnia, que deban ser estudiados con mayor detalle y que puedan llegar a afectar el cronograma de obra que se defina para el proyecto.

f. Cantidades de obra

Para determinar el costo preliminar de cada alternativa para el componente geotécnico se presentarán cuadros de estimación de cantidades de obra con sus respectivos soportes en las memorias de cálculo.

g. Matriz multicriterio

De manera concertada con la interventoría, se definirán los criterios y umbrales de calificación para realizar una evaluación objetiva de cada una de las alternativas. Se ponderarán diferentes aspectos tales como: dificultades durante el proceso constructivo, costo inicial de la construcción, costos asociados a la operación, riesgos asociados a la construcción, plazos de construcción y cualquier otro aspecto que se considere de importancia para el componente de geotecnia del proyecto.

De la definición de criterios y umbrales, se presentará la evaluación técnica y económica de las alternativas de solución geotécnica para cada una de las estructuras propuestas indicando puntajes y calificaciones obtenidas.

Se presentará la alternativa de solución geotécnica seleccionada que se desarrollará a nivel de detalle en la fase de estudios y diseños

Se prevé para la fase de factibilidad una duración de 3 meses y cuyos entregables serán los siguientes:

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering</p>
---	--	---

- Informe de avance 1: Incluye los numerales 1) Descripción de la localización, zonificación geológica, geotécnica, sísmica, amenaza, etc. 2) Alcance e implantación del proyecto y planteamiento de alternativas de solución, descripción del entorno geológico, geotécnico, sísmico. 3) Inventario y diagnóstico de la infraestructura existente a nivel geotécnico. 4) Ficha de diagnóstico de taludes con levantamientos estructurales del macizo rocoso (si aplica). 5) Marco teórico de las metodologías y criterios de diseño a emplear. 6) Resultados de exploración y ensayos de laboratorio, registros fotográficos, cuadro consolidado de ensayos de laboratorio (información secundaria).
- Informe de avance 2: Adicional a los numerales del Informe de Avance 1, se incluirán los numerales 7) Evaluación geológica y geomorfológica. 8) Análisis de variabilidad de resultados. 9) Perfiles estratigráficos. 10) Definición de parámetros de diseño geotécnico para: cimentación de estructuras principales, secundarias, complementarias, taludes y demás redes. 11) Estudios de riesgos, amenazas y vulnerabilidad.
- Informe de factibilidad final: Además de los numerales anteriores, debe contener los numerales 12) Análisis del espectro sísmico. 13) Predimensionamiento y modelación de alternativas de diseño geotécnico de estructuras principales, secundarias, complementarias, taludes y redes. 14) Definición de criterios y umbrales de evaluación a nivel geotécnico para seleccionar la alternativa óptima. 15) Análisis comparativo técnico y económico de alternativas a nivel geotécnico. 16) Definición de alternativa óptima para diseño. 17) Estimación de cantidades de obra. 18) Riesgos previsible y 19) Conclusiones y recomendaciones.
- Plan de investigación geotécnica: Como resultado de la fase de factibilidad, se presentará el plan de investigación del subsuelo que se llevará a cabo en la fase de Estudios y Diseños correspondiente a las estructuras que presente la alternativa seleccionada como: cimentación para estructuras principales, redes de servicios públicos, muros de contención, pasos deprimidos, puentes, taludes, túneles, *box culvert* y demás estructuras que requieran del análisis geotécnico.

Se indicarán metodologías, cantidades, tipos de ensayo y valoración económica en concordancia con el presupuesto disponible para esta actividad. Previa a la ejecución de las actividades en campo, el Plan de Investigación Geotécnica deberá estar aprobado por la interventoría y la dirección técnica del IDU.

De encontrarse la necesidad de ejecutar ítems no previstos, se justificará técnicamente dentro del entregable.

En el Plan de Investigación Geotécnica, se incluirán planos de localización de la exploración junto con la información existente de otros estudios. Deberá tener en

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

cuenta la localización de redes existentes de servicios públicos previo a su ejecución.

Las condiciones del sitio después de ejecutada la exploración debe quedar en iguales o mejores condiciones a las iniciales. Esto se documentará con registros fotográficos antes y después de la actividad.

El Plan de Exploración Geotécnica deberá cubrir las necesidades del proyecto como: identificación de acuíferos o redes de flujo de agua subterránea, caracterización del subsuelo en sitios de cruce con quebradas o drenajes naturales, diseño y dimensionamiento de cimentaciones de estructuras, obras de protección, redes, análisis de estabilidad de taludes, diseño de estructuras de contención.

El número de puntos de exploración y su profundidad dependerá del tipo de estructura a analizar y de lo estipulado en la normatividad colombiana. (NSR-10, CCP-14, NS-010 de EAAB).

La exploración directa se podrá complementar con la utilización de métodos indirectos de acuerdo con el criterio del especialista en geotecnia y debidamente justificados técnicamente.

El plan de exploración deberá contener como mínimo los siguientes ítems:

- Planos de localización e implantación del proyecto, ubicación de sondeos (nuevos y existentes)
- Justificación técnica para exploración y ensayos (ítems previstos y No Previstos).
- Protocolo del laboratorio para toma, transporte, conservación y ensayo de muestras.
- Balance financiero del programa de exploración geotécnica, geofísica y ensayos de laboratorio.
- Cronograma detallado de trabajos de campo y ensayos de laboratorio.
- Certificados de calibración de equipos de laboratorio, relación de personal de campo avalado por componente SST.
- Copia del PMT específico para la exploración aprobado por la SDM

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

### 4.3 ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

Una de las condiciones fundamentales para la elaboración de los Estudios y Diseños, es el aseguramiento del cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas vigentes y propias del proyecto teniendo en cuenta los principios de economía, eficiencia, celeridad y calidad.

En esta fase se realizan los ajustes, actualizaciones, complementaciones y elaboración de estudios y diseños completos y al detalle de la alternativa seleccionada en la fase de factibilidad para todas las estructuras principales (torres o pilonas de sostenimiento, puentes vehiculares, puentes peatonales, pasos deprimidos, intersecciones a desnivel, etc), secundarias, complementarias, estabilidad de taludes, diseño de estructuras de contención que se requieran y cimentación de redes de servicios públicos de ser necesario. Para realizar los diseños de detalle, se requiere ejecutar la campaña de exploración del subsuelo y los ensayos in-situ y de laboratorio definidos en etapas anteriores, que permitan caracterizar de manera completa los materiales que servirán de fundación para todas las estructuras a diseñar (cimentaciones, taludes, estructuras de contención, etc). A continuación, se detalla de manera general las actividades a desarrollar en la fase de estudios y diseños (se seguirán las especificaciones del “Capítulo 8-Componente de Geotecnia” del proyecto):

#### a. Trabajos en campo

Se realizará la investigación geotécnica para el diseño de la cimentación de las torres de sostenimiento, estaciones, estabilidad de taludes y redes a partir de exploración directa (perforaciones mecánicas por rotopercusión y lavado, perforaciones manuales en donde aplique, apiques, sondeos tipo CPTu y dilatómetros en donde sea factible realizarlos) o exploración indirecta siempre y cuando esté acompañada de exploración directa.

Durante los trabajos de exploración en campo, se contará con el acompañamiento del especialista en geotecnia del proyecto el cual verificará el tipo de material encontrado para su respectiva descripción e identificación de cambio en las formaciones. Se realizarán pruebas in-situ tipo SPT para materiales granulares, en suelos arcillosos de consistencia blanda a media se extraerán muestras inalteradas con tubo de pared delgada tipo Shelby y se realizará pruebas de veleta de campo en donde el material lo permita, y para material coluvial o roca se utilizará broca y se extraerá muestra continua mediante barrena. Se informará sobre el nivel freático, posible existencia de lentes con agua a presión superior a la cota de la superficie, existencia de gases, resultado de resistencias in-situ, así como el porcentaje de recobro y RQD según su aplicación. La cantidad y profundidad de las perforaciones dependerán de la estructura a analizar y se seguirán los lineamientos de la normatividad colombiana (NSR-10 o CCP-14 según aplique)

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering</p>
---	--	---

Para suelos que se identifiquen como compresibles, licuables, colapsables, dispersivos o expansivos se describirá el método de diagnóstico y ensayos o pruebas de campo que indique la presencia de este tipo de suelos.

De requerirse diseños para puentes vehiculares o peatonales y para las pilas de sostenimiento, la exploración del subsuelo de cada puente proyectado deberá seguir lo exigido en el Código Colombiano de Construcción de puentes CCP-14, con relación a la profundidad y cantidad, incluyendo Ensayos de Penetración Estándar (SPT), veleta de campo, CPTu (en donde el suelo lo permita), tomando el muestreo de tipo alterado e inalterado que garantice un conocimiento de la estratigráfica incluido RQD (en caso que aplique) y sus propiedades físicas y mecánicas. Se proyecta ejecutar como mínimo una perforación por cada unidad de subestructura (CCP- 2014, numeral 10.4.2, Tabla 10.4.2-1.) La profundidad a alcanzar en cada caso, obedecerá al tipo de estructura, la estimación de cargas y el tipo de cimentación proyectada; se proyecta extraer una (1) muestra alterada de suelo cada 2.0 metros o en su defecto cuando se presente cambio de estratigrafía, e inalteradas cada 3.0 metros o cuando se presente cambio de estrato. Si se considera cimentación profunda con pilotes que se apoyen en roca, o estén embebidos en roca y con el objeto de asegurar que no se trate de bloques y así mismo determinar las características de la roca dentro de la zona de influencia de la cimentación, se proyecta tomar núcleos de 3 m (10 pies) como mínimo por debajo de la cota prevista para la punta, o una longitud igual al menos tres veces el diámetro del pilote, en caso de que estos sean aislados, o de dos veces la dimensión mayor para pilotes en grupo, en cualquier caso se debe tomar la mayor longitud que resulte de acuerdo con lo anterior. (CCP-2014, numeral 10.4.2, Tabla 10.4.2-1).

De requerirse estudios para excavaciones, estabilidad de taludes y estructuras complementarias de soporte y/o contención, se diligenciarán fichas con la información relevante de los taludes analizados, tales como dimensiones, tipo de suelo o formación, tipo de falla, presencia de agua, etc, que permitan diagnosticar la causa de inestabilidad. Para el caso de taludes, se proyecta realizar como mínimo y sin limitarse a ello, Tres (3) exploraciones geotécnicas por talud, uno en la corona del talud, en la parte media y otro en la pata o parte inferior; localizadas de forma tal que se pueda obtener un perfil geotécnico típico. De igual manera se presentará el perfil topográfico típico del talud y/o cuerpo del deslizamiento, secciones transversales y obtención de la superficie de falla; deberá reportarse en todos los casos el nivel de agua, y efectuar los análisis de estabilidad indicando si los mismos se efectúan en condiciones drenadas o no drenadas, teniendo en cuenta la presencia de presión de poros en el suelo o de infiltración, de igual manera con la obtención de parámetros  $c$  y  $\phi$ , que sean conseguidos de acuerdo a las características del sector de análisis. En el caso de los taludes en roca, se deberá realizar la sectorización del macizo y se profundizará la información de los levantamientos estructurales realizada durante la fase de recopilación y análisis de la información y Factibilidad (actualización, ajustes y complementación de factibilidad) , con el fin de caracterizar la calidad del macizo rocoso teniendo en cuenta aspectos como litología, espaciamiento e inclinación y dirección de las discontinuidades, rellenos de las diaclasas, estado de meteorización, fracturación,

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

flujo de las discontinuidades, identificación de familias de discontinuidades, continuidad o persistencia del macizo, parámetros de resistencia del relleno y roca y el de la matriz rocosa con el fin de obtener los parámetros de diseño de estas zonas

De requerirse estudios de respuesta sísmica local, se proyecta realizar una exploración de 50.0 m en suelos blandos. Esta profundidad podrá ser inferior si se penetra en roca competente por lo menos 5.0 m. Adicionalmente, cuando se estime que el estrato competente se encuentra a profundidades mayores a 50 metros, pero cercanas a ésta, es decir, del orden de 60 ó 70 metros, se realizará la investigación del subsuelo requerida para la determinación completa del perfil de suelo objeto del análisis. Se proyecta realizar la extracción de muestras representativas de todos los materiales cada 2.0 metros en los primeros 50 metros de exploración y cada 4.0 metros para profundidades mayores, realizando además ensayos convencionales de Penetración Estándar y Veleta de Campo. Adicionalmente, se deberá medir la fluctuación del Nivel Freático durante el tiempo que dure la perforación llevando registros diurnos y nocturnos. Se medirá la velocidad de onda por métodos como Down Hole, cono sísmico o equivalentes. Estas mediciones podrán realizarse cada 2.0 metros en los primeros 50 metros de exploración y cada 4.0 metros para profundidades mayores. De esta forma se deberá obtener la variación de la velocidad de onda de corte con la profundidad.

Para el caso de estudios geotécnicos para redes de servicios públicos domiciliarios, se realizará como mínimo un sondeo, barreno o apique en el área de influencia directa del proyecto en el que se evidencia la interferencia con las redes húmedas. En todo caso, el plan de exploración y plan de ensayos deberá ser aprobado por el IDU antes de ejecutarlo. Dicho plan de investigación estará acorde con la normatividad vigente de la EAAB.

Adicionalmente, se llevará un registro diario del nivel freático en las perforaciones. La profundidad y cantidad de la exploración dependerá del tipo de estructura a analizar y las cargas a las cuales será sometida, y será definida conjuntamente entre la consultoría, la interventoría y la entidad.

b. Ensayos de laboratorio

Se realizarán los ensayos necesarios para conocer los parámetros que permitan conocer la resistencia, deformación y compresibilidad del suelo de fundación. Previo a su ejecución, se le presentará al IDU y a la interventoría un plan de ensayos de laboratorio.

A las muestras alteradas, se le realizarán ensayos de clasificación (humedad natural, granulometría y límites de plasticidad). Para el caso de las muestras inalteradas extraídas se realizarán los siguientes ensayos: Humedad natural, clasificación, peso unitario, compresión confinada, corte directo (CD, CU o UU dependiendo de la naturaleza y características del entorno y estructura a analizar), consolidación y triaxiales estáticos. Para la evaluación del potencial de licuación se practicarán ensayos triaxiales cíclicos con esfuerzo controlado y, en muestras de suelo granular, se ejecutarán ensayos que permitan determinar la permeabilidad. Se plantean ensayos de expansión para materiales arcillosos

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

susceptibles a este fenómeno así como ensayos que permitan determinar la dispersividad de los materiales de la zona. Para material rocoso se realizarán ensayos de corte directo al contacto de la diaclasa y el relleno, carga puntual y compresión simple en roca.

De requerirse estudio de respuesta sísmica local, se proyecta realizar ensayos básicos de clasificación de muestras cada 2.0 m en los primeros 50.0 m de exploración y cada 4.0 m para profundidades mayores. Además, se proyecta realizar ensayos de compresión confinada cada 2.0 m en los primeros 50.0 m de exploración y cada 4.0 m a profundidades mayores, consolidación lenta cada 10.0 m en los primeros 50.0 de exploración y ensayos tipo Bender Element, columna resonante y/o ensayos triaxiales cíclicos para conocer el comportamiento del módulo cortante y capacidad de amortiguamiento. La cantidad y tipo de ensayo se discutirá entre la consultoría, la interventoría y la entidad.

Los resultados de los laboratorios indicarán la norma de ensayo utilizada, equipo utilizado, y certificado de calibración. Se entregarán los registros crudos de campo, así como los perfiles construidos con las propiedades halladas a partir de los resultados de laboratorio. Cada reporte de ensayo de laboratorio se entregará de manera independiente indicando la norma de ensayo que la rige (ASTM, IDU, NTC, INVIAS, EAAB).

**Nota:** Las cantidades y demás detalles específicos para la exploración, extracción de muestras y ensayos de laboratorio consignados en los incisos a. y b. de este numeral, corresponden a una estimación dependiendo del tipo de estructura a analizar y normatividad a aplicar. Las cantidades finales de exploración a ejecutar, así como la metodología de muestreo y ensayos a realizar, serán aquellos que queden consignados en el Plan de Exploración Geotécnica aprobado por la interventoría y el IDU.

c. Perfil estratigráfico

A partir de la clasificación del material mediante el Sistema Unificado de Clasificación del Suelo y demás información útil desde el punto de vista geotécnico, se realizarán los perfiles estratigráficos por cada sondeo dentro de planos planta-perfil con las respectivas propiedades físico-mecánicas de cada estrato identificado, con la implantación de la estructura y su correspondiente cimentación, parámetros de resistencia y compresibilidad provenientes de los ensayos practicados a la profundidad exacta de muestreo y niveles de agua o niveles freáticos encontrados.

Se presentará la variación con la profundidad de cada una de las propiedades y parámetros obtenidos de la exploración y caracterización del subsuelo.

En los registros de campo, se indicará la información de la existencia o no del nivel freático y su variación durante los sondeos.

d. Análisis de cargas

Para la definición de modelos geotécnicos de análisis, se presentarán los estimativos de cargas, suministrados por el componente estructural, a las que estarán sometidas cada una

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

de las estructuras que se pretenden analizar con cada una de las alternativas de implantación del proyecto. Dichas cargas deberán estar debidamente soportadas en la normatividad técnica aplicable y los estimativos particulares que apliquen al proyecto.

Todas las estructuras deberán contar con su respectivo análisis de carga discriminado por cada subestructura, incluyendo un diagrama ilustrativo. Además de la carga gravitacional, se deben contemplar cargas horizontales o de origen sísmico y sobrecargas, independientemente del tipo de solución que se proponga (ya sea superficial o profunda) y con base en ellas deberá efectuarse el diseño geotécnico.

e. Análisis de variabilidad de parámetros

Con el fin de obtener los parámetros geotécnicos de diseño, se utilizarán los resultados de laboratorio y se realizará un tratamiento a los datos en donde se vean reflejadas las tendencias y se obtenga el parámetro considerado. Se describirá la metodología utilizada para realizar el análisis de variabilidad de parámetros y emplear gráficas en donde se vea reflejada la tendencia.

El resultado de este análisis se consignará en tablas resumen con todos los parámetros a emplear en el diseño.

f. Evaluación geológica y geomorfológica

Se contemplará la integración de la geología regional, local y de detalle, teniendo en cuenta los aspectos de origen, litología, estratigrafía y geología estructural, unidades superficiales, perfiles de meteorización, descripción litológica de las muestras extraídas y procesos de erosión. Se presentarán mapas geológicos regionales y detallados a escalas 1:1000 y 1:250 con curvas de nivel cada 1.0 m y cada 0.5 m respectivamente.. Se acompañarán de una descripción geológica tabulada, registro fotográfico y complementado con la siguiente información:

**Estratigrafía:** Descripción litológica, referencia de edad y origen, espesor, distribución y posición en la secuencia de las distintas unidades litológicas en el área de estudio. Teniendo en cuenta el nivel de detalle, la geología se debe realizar en unidad de roca, preferiblemente asociándola a la formación a la que pertenece, realizando el levantamiento de columnas estratigráficas detalladas. El levantamiento geológico de detalle se deberá hacer a escala 1:250, con curvas de nivel cada 0.50m, comprendiendo el reconocimiento de campo.

**Geología estructural:** Identificación de fallas (locales y regionales, si las hay), estructuras anticlinales y sinclinales, y diaclasas cuando se trate de un macizo rocoso, en especial con afloramientos en el área de estudio y establecer la diferenciación de bloques estructurales. Se debe realizar el levantamiento de datos estructurales (rumbos y buzamientos de las capas y estructuras presentes), así como la caracterización de las discontinuidades para obtener la información suficiente y representativa, para poder efectuar los análisis de

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering</p>
---	--	---

estabilidad de macizos rocosos y el análisis cinemático respectivo. La evaluación geológica debe estar orientada principalmente hacia la obtención de un modelo geológico y estratigráfico que permita optimizar la exploración geotécnica e interpretar las condiciones regionales y locales de estabilidad. A su vez la información obtenida durante la exploración geotécnica deberá considerarse para mejorar el modelo geológico inicial. El consultor deberá complementar la información anterior con planos en planta, secciones transversales y elementos geológicos de carácter regional, si éstos son esenciales para la conformación del modelo geológicogeotécnico local.

**Evaluación geomorfológica:** se presentará una caracterización de las geoformas y de su dinámica en el área de estudio, considerando la génesis de las diferentes unidades y su evolución. De manera precisa serán cartografiados los procesos, con énfasis en los movimientos en masa y erosión. Se efectuará un análisis multitemporal a partir de fotografías aéreas, levantamientos topográficos anteriores o imágenes satélite que permita evaluar la dinámica de dichos procesos, considerando como mínimo tres fechas (reciente de los últimos dos años, 20 y 40 o 50 años atrás). El levantamiento geomorfológico con énfasis en la localización de los procesos de inestabilidad por movimientos en masa identificados será trabajado y presentado sobre una base cartográfica a escala 1:250, con curvas de nivel cada 0.5 metros como mínimo. El levantamiento de los procesos morfodinámicos presentes en el área de estudio, deberá incluir su localización, magnitud, grado de actividad y factores detonantes y contribuyentes, con su respectiva ficha y registro fotográfico. Esto implica la descripción y clasificación de todos los procesos de inestabilidad identificados en el área de estudio clasificándolos en antiguos y recientes de acuerdo con su estado de actividad y según los mecanismos de falla y forma de propagación considerando su regresión o progresión y el área de influencia directa de su actividad.

**Hidrogeología:** El estudio deberá determinar y evaluar las condiciones del agua subsuperficial y superficial en condiciones normales y extremas más probables en un período de análisis de cincuenta (50) años. Este estudio se hará a partir de un análisis tanto de información secundaria, donde se analicen las condiciones hidrogeológicas (acuíferos, nivel freático), así mismo las siguientes características:

- Topografía del terreno.
- Uso actual del suelo.
- Textura de los materiales presentes y sus rasgos macro estructurales y/o de fracturamiento.
- Climatología y pluviometría del área.
- Resultados de las observaciones y mediciones pertinentes durante la etapa de investigación y exploración.

Como conclusión del análisis hidrogeológico del área, el estudio fijará los parámetros correspondientes a:

- Posición de nivel de agua o factores ru o condiciones de frontera para modelar una red de flujo en condiciones normales.

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Cally Mayor Supering</p>
---	--	--

- Posición de nivel de agua o factores ru en condiciones extremas de lluvias críticas y el periodo de recurrencia de las mismas.

#### g. Modelo geológico-geotécnico

De acuerdo con los resultados de laboratorio y la caracterización geológica, se realizarán modelos geológicos geotécnicos para cada una de las estaciones planteadas, así como un modelo para el alineamiento definitivo del cable en donde se presentarán los perfiles geotécnicos típicos para cada caso con las propiedades físicas y mecánicas de cada estrato identificado. Se presentará el modelo geológico-geotécnico específico para cada sitio de implantación de las pilonas de sostenimiento.

#### h. Análisis geotécnicos

De acuerdo con la información recolectada en campo, laboratorios, los modelos geológicos geotécnicos y las cargas suministradas por el componente estructural, se analizará y diseñará la cimentación definitiva de cada estructura, así como las obras complementarias que se estimen convenientes. Se realizarán las respectivas recomendaciones constructivas y se presentarán los análisis de capacidad de carga y asentamientos y las soluciones pertinentes para suelos con condiciones especiales (licuables, dispersivos, colapsables o expansivos). Se utilizarán las metodologías usuales para la obtención de capacidades portantes, asentamientos y factores de seguridad siguiendo la normatividad colombiana vigente (NSR-10 o Microzonificación sísmica y CCP-14, la que aplique según la estructura analizada).

En el caso de emplear programas de métodos numéricos se indicará el tipo de programa utilizado junto con una breve descripción del mismo, se indicarán claramente los parámetros y cargas de entrada y para el caso de las deformaciones, se incluirán imágenes en las que se discriminen las deformaciones elásticas como expansiones por alivio de carga (excavaciones) y asentamientos inmediatos, asentamientos por consolidación primaria y secundaria y los tiempos en que ocurrirán cada uno y el asentamiento resultante. Adicionalmente en las memorias de cálculo se deberán incluir todos los archivos de entrada y salida que permitan la visualización de las mismas.

Se incluirá dentro del informe final las memorias de cálculo completas indicando los criterios adoptados, referencias bibliográficas y comentarios acerca de la magnitud de los valores utilizados en los diseños.

Dentro de estos análisis, se contemplarán los problemas que pudieran originarse y desarrollarse durante el proceso constructivo, así mismo se diseñarán las técnicas tendientes a mitigarlos, haciendo especial énfasis en los procesos de excavación, la protección de redes de servicios públicos domiciliarios y la estabilidad de las construcciones vecinas. Lo que se deberá ver reflejado en planos constructivos y en la cuantificación de las cantidades de obra.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

En el caso que la cimentación requiera obras complementarias para el adecuado funcionamiento de la estructura, tales como anclajes, muros, etc., se presentará el diseño y los planos correspondientes.

Si de acuerdo a los materiales encontrados, es necesario establecer un mejoramiento, el mismo debe especificarse teniendo en cuenta las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción para proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público en Bogotá D.C. – ET-IC\_01, de no encontrarse en dicha norma se deberá plantear la especificación particular.

Se proyectará un sistema de monitoreo geotécnico (topografía e instrumentación) con equipos para la medición de desplazamientos en el terreno para las estructuras que por su grado de complejidad lo requieran (torres de sostenimiento, puentes, pantallas, muros, terraplenes, red matriz, etc). El sistema de monitoreo quedará plasmado en planos, cuantificado en las cantidades de obra y se indicará la periodicidad de la medición.

- Excavaciones, análisis de estabilidad de taludes y estructuras complementarias de soporte y/o contención, pantallas, muros de contención, anclajes, etc. (en caso que aplique):

Para el caso de excavaciones, análisis de estabilidad de taludes, y estructuras complementarias de soporte y/o contención (si aplica), se seguirán los lineamientos del CCP-14 en los capítulos 10,11 y 12 y los que apliquen para este análisis. Se presentará a la interventoría y al IDU para cada sitio inestable y estructura complementaria proyectada, el tipo de exploración del subsuelo, número de metros de perforación y su distribución. Se analizará el comportamiento de las propiedades del suelo, variación de parámetros físicos y mecánicos, y se generará un modelo geológico geotécnico. Se contemplarán los problemas que pudieran originarse y desarrollarse durante el proceso constructivo y se diseñarán las técnicas tendientes a mitigarlos haciendo énfasis en los procesos de excavación, protección de redes de servicios públicos y la estabilidad de construcciones vecinas.

En el caso de taludes de excavación, se investigará el factor de seguridad de fondo, número de estabilidad para determinar la necesidad de soporte, profundidad crítica de excavación, deformaciones elásticas inmediatas de expansión de fondo y asentamiento inmediato, análisis de estabilidad que determine la solución por pantallas o muros de contención, condición de comportamiento de la estructura cuando es parcialmente compensada, compensada o sobrecompensada. Se deberá tener en cuenta el nivel freático inicial. De acuerdo con lo anterior, se determinará la necesidad de pilotes de carga axial a compresión o tracción. Se diseñarán las pantallas o muros de contención en condición estática y dinámica, teniendo en cuenta que en la parte interior de la pantalla existen cargas vivas y cargas permanentes al igual que esfuerzos que puedan transmitir a las redes cercanas, presiones hidrostáticas o hidrodinámicas y presencia de gases.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Se evaluará la condición crítica de la excavación durante el proceso constructivo en la cual está la excavación sin carga. Se evaluarán las deformaciones laterales de las pantallas y su afectación en el entorno de la excavación en por lo menos cinco veces la profundidad y ancho de la excavación. Se proyectará un sistema de monitoreo de la excavación indicando tipo de equipo, sensibilidad y exactitud, sistema de alarma o semáforo que indique situaciones normales, medias o altas de deformación e indicando las acciones de contingencia en el momento de una situación crítica. definición de necesidad de estructuras de contención y/o anclajes.

Para el caso de estabilidad de taludes se definirá el perfil estratigráfico típico del talud y se realizarán las modelaciones correspondientes para determinar la superficie potencial de falla y los factores de seguridad para, de esta manera, establecer posibles medidas de mitigación en caso de ser necesario. Para los taludes, se realizará una ficha de diagnóstico como resultado de la visita de reconocimiento, con las principales características e información básica del talud (longitud, altura, nivel freático, evidencias de movimientos en masa antiguos, clasificación del deslizamiento según y posibles causas del mismo, y de esta forma evaluar el estado actual de las zonas en las que se pueden presentar inconvenientes relacionados con la estabilidad de los taludes al implementar cada una de las alternativas de solución que se analicen en esta fase. Para el caso de efecto sísmicos, se calcularán mediante métodos reconocidos y debidamente sustentados.

Para laderas y taludes en roca, se determinará la calidad del macizo rocoso y la definición de parámetros de resistencia del macizo de acuerdo con las metodologías definidas para tales fines, en la determinación del tipo de falla para taludes en roca como resultado de los análisis cinemático de los datos de discontinuidades de los macizos rocosos levantados en campo vs. los datos de rumbo y buzamiento de los taludes de corte en roca (en los casos que aplique) y resultados de la evaluación de cargas estructurales, se deberán proponer, diseñar y modelar como mínimo tres (3) alternativas de estabilización, todas ellas factibles y se deberán evaluar desde el punto de vista técnico y económico, efectuando las respectivas recomendaciones sobre la alternativa a implementar. Así mismo, se diagnosticará y evaluará la incidencia de los árboles existentes en la inestabilidad geotécnica que se presenta en la zona, a fin de determinar las cargas a las que están sometidas las estructuras en la actualidad y definir junto con los resultados obtenidos del componente forestal, las cargas que se deben retirar y bajo las cuales se efectuarán los diseños de las nuevas estructuras que permitan asegurar la estabilidad, funcionalidad y durabilidad de las obras.

Para estructuras de contención se seguirán los lineamientos del capítulo 11 del CCP-14. Adicionalmente, para la condición estática y de sismo, se realizarán todas las verificaciones de comportamiento, esto es, deslizamiento, volcamiento, capacidad portante, estabilidad intrínseca y estabilidad general del sistema. En los análisis mencionados, se tendrá en cuenta el modelo geológico geotécnico con parámetros del suelo de diseño, dimensión de las excavaciones y cargas temporales o permanentes. Se deberán presentar los resultados obtenidos de los análisis de deformaciones (vertical y horizontal según sea el caso), al igual

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

que las características geométricas de las estructuras, número de elementos y distribución. Se incluirán comentarios acerca de la magnitud de los valores alcanzados, en cuanto a la estabilidad de la estructura se refiere, indicando si son admisibles o no. Los modelos numéricos contemplarán, además de la carga gravitacional, cargas horizontales o de origen sísmico, independientemente del tipo de solución que se proponga y con base en ellas deberá efectuarse el diseño geotécnico. Al respecto se consignará en las memorias de cálculo el tipo de programa utilizado incluyendo una descripción de los mismos y la correspondiente interpretación de los resultados.

Para anclajes, se seguirán los lineamientos del numeral 10.9 del CCP-14. Dentro del informe se indicarán las características del perfil de suelo utilizado en el diseño, y parámetros del suelo y parámetros del macizo rocoso (si aplica) plenamente justificados a la luz de los resultados de los ensayos de laboratorio. Adicionalmente, se presentarán los resultados de los análisis geotécnicos, con las correspondientes recomendaciones producto del análisis (Técnico y Económico) de las tres (3) alternativas de cimentación diseñadas, en aspectos como tipo y profundidad de cimentación, profundidad de socavación, método de estabilización con sus correspondientes dimensiones y número de elementos requeridos y obras complementarias, según sea el caso.

En los informes escritos se deberán presentar además de la recopilación de información, análisis y recomendaciones de tipo geológico y geotécnico, las memorias de cálculo completas incluyendo análisis de capacidad portante, análisis de estabilidad, análisis de esfuerzos bajo estados de carga límite, análisis de deformación vertical y horizontal, según sea el caso, verificación de los factores de seguridad que apliquen, presentando claramente los criterios adoptados en los análisis, forma de obtención de datos de entada, análisis de fotografías aéreas, resultados obtenidos y alternativas estudiadas, con los correspondientes referentes bibliográficos y teóricos empleados. Se presentarán recomendaciones del proceso constructivo, incluyendo excavaciones y manejo de agua durante esta fase, especificaciones de materiales, cantidades de obra y cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto y dar solución definitiva a los problemas de inestabilidad que afectan los sitios estudiados. Se realizarán análisis de la estabilidad de los taludes, indicando el tipo de modelación proyectado o programa computacional indicado; teniendo en cuenta la longitud y altura del talud, parámetros del suelo o roca, factores externos, presencia del NAF, consideraciones sísmicas.

Se presentarán los respectivos factores de seguridad, estructuras de contención propuestas, con las respectivas memorias de cálculo para cada estructura de contención proyectada, manejo de agua superficial y subsuperficial, diseño de las obras de drenaje requeridas, y las respectivas recomendaciones del proceso constructivo, especificaciones y/o ficha técnica de materiales propuestos, planos con detalles constructivos, cantidades de obra y coordenadas y cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto. Los ajustes y/o actualización y/o complementación de los Estudios y Diseños Geotécnicos deberán estar integrados a los

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

ajustes y/o actualización y/o complementación de los Estudios y Diseños Hidrológicos, Hidráulicos y Estructurales que contempla el Contrato para cada sitio. Se elaborará la ficha de diagnóstico de taludes en donde se presenten las características geométricas del talud (longitud, altura, NAF, cargas externas, fisuras de tracción, coeficiente sísmico).

Se definirán zonas con características homogéneas, recomendación de cimentación, taludes de corte y rellenos. En taludes se analizará la estabilidad de cada uno de los sectores que presneten riesgo o potencial de inestabilidad. Se presentará el modelo geotécnico de los taludes con los parámetros utilizados, memorias de cálculo, análisis de estabilidad, análisis del factor de seguridad bajo diferentes escenarios. Se darán las recomendaciones de construcción, obras de mitigación o contención con su respectivo diseño y memorias de cálculo.

- Puentes vehiculares y peatonales (en caso que aplique) o torres de sostenimiento (pilonas):

De requerirse diseños de puentes vehiculares o peatonales, un aspecto importante que define los estudios y diseños en puentes es la zona sísmica y geotécnica en la que se ubican, de acuerdo con los resultados de la Microzonificación Sísmica de Bogotá, ya que es de carácter obligatorio evaluar el potencial de licuación en los suelos susceptibles a licuarse. El diseño considerará el resultado de esta evaluación incluyendo una recomendación para la modelación estructural de los elementos de la cimentación profunda en caso de que efectivamente se presente la licuación del suelo durante el sismo probable; para tales fines se seguirá rigurosamente los procedimientos indicados en el CCP-14.

Se realizará el análisis y diseños geotécnicos de las estructuras de aproximación de los puentes vehiculares y en el caso de los puentes peatonales se presentarán los diseños geotécnicos y recomendaciones respectivas, para la cimentación de rampas y escaleras.

Finalmente, se planteará la solución recomendada con su respectiva justificación y definiendo el tipo y profundidad de cimentación, teniendo en cuenta que esta última deberá estar ligada a las cotas y abscisado del proyecto; en caso de cimentaciones profundas, se indicará además la cota inferior de la zapata cabezal. La información de las profundidades finales de cimentación de cada apoyo debe ser consignada en una tabla resumen en la que se indique adicionalmente la longitud de la exploración realizada y el cumplimiento normativo de acuerdo con los requerimientos establecidos por el CCP-14.

Las capacidades portantes y deformaciones se calcularán de acuerdo con el CCP-14 teniendo en cuenta el método constructivo. Se presentarán los resultados obtenidos de los análisis, al igual que las características geométricas de la cimentación, número de elementos y distribución. Se incluirán comentarios sobre los valores obtenidos indicando si son admisibles o no. Los modelos contemplarán no solo cargas gravitacionales sino también horizontales o de origen sísmico. Se consignará el tipo de programa utilizado con su respectiva descripción e interpretación de resultados. Se anexarán las memorias de

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

cálculo con los procedimientos detallados y con los análisis de estabilidad del conjunto de la cimentación.

De haber cruces con drenajes, se deberá tener en cuenta el análisis de socavación. Se realizará una modelación mediante elementos finitos de los esfuerzos inducidos en las estructuras y las tuberías adyacentes de servicios públicos por las condiciones de carga del puente transmitidas a la cimentación.

Se presentará en el Informe Final las características físicas del suelo y los parámetros de resistencia utilizados en el diseño al igual que los resultados alcanzados en el estudio referentes a: tipo, profundidad y cota de cimentación, dimensiones y número de elementos, valor obtenido de la capacidad portante y deformación vertical y horizontal, análisis de elementos de acceso a las estructuras (terraplenes, rampas, etc.). Se incluirán las modelaciones y recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto. Para perfiles de tipo F se adelantarán los ensayos de respuesta sísmica de sitio y las demás zonas restantes de acuerdo al código Colombiano de Construcción de Puentes CCP-14, presentando el análisis y definición de parámetros para el diseño estructural de todos los elementos de cada sector.

Para las zonas bajas de los puentes se presentarán los correspondientes diseños y recomendaciones con base en la investigación del subsuelo para el diseño de las obras de estabilización y protección de canales y/o drenajes naturales. Se incluirán los respectivos planos de localización de sondeos y barrenos, debidamente georreferenciados (coordenadas y cotas), planos de implantación de la estructura con la configuración del detalle y cotas de cimentación, planos de detalle para terraplenes de acceso a puentes y/o planos de cortes en caso de ser necesario y los demás que se consideren necesarios para dar claridad al estudio.

- Pasos deprimidos y/o Box Culvert (en caso que aplique)

Para pasos deprimidos y/o Box Culvert (en caso de que aplique), se determinarán las propiedades físico-mecánicas de los depósitos del suelo que permitan realizar los correspondientes análisis de capacidad portante, deformación por asentamientos o expansiones y estabilidad de las obras aledañas, de acuerdo con los lineamientos básicos que se describen a continuación. De acuerdo con el Capítulo 12 del CCP-14 se tiene que las estructuras enterradas a considerar comprenden los tubos metálicos, los tubos metálicos construidos con placas estructurales, las estructuras de gran anchura construida con placas estructurales, las estructuras en cajón construidas con placas estructurales, los tubos de concretos reforzados, los arcos, estructuras en cajón y de sección elíptica de concreto reforzado prefabricado y vaciado “In Situ” y los tubos termoplásticos.

Para el análisis geotécnico, se seguirá lo estipulado en el CCP-14 según las pautas de los capítulos 10, 11 y 12. Para los muros, pantallas y estructuras propuestas, se realizarán los

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

análisis correspondientes conforme la normatividad vigente a la fecha de inicio del contrato, considerando empujes laterales, para los estados activo, pasivo o de reposo según sea el caso. La selección de dichos estados debe quedar plenamente justificada, teniendo en cuenta entre otros aspectos, los procedimientos respectivos, deformación de la estructura y características propias del suelo.

En los análisis se indicará la presencia o no de agua libre, agua a presión superior a la cota superficial del terreno, gases, en cuyo caso deberán realizarse los análisis en concordancia con este aspecto. Así mismo, se realizarán las respectivas recomendaciones sobre la cimentación y contención a ser implementada en la fase de obra. Se calcularán los empujes debidos a cargas externas, temporales o permanentes, debidas a cargas vivas o sobrecargas en la parte superior de los muros. Dichas cargas deberán calcularse por separado de acuerdo con la incidencia sobre muros y pantallas de los pasos deprimidos.

Para el caso de efectos sísmicos, estos se calcularán mediante métodos reconocidos y debidamente sustentados. Adicionalmente, para la condición estática y de sismo, se realizarán todas las verificaciones de comportamiento, esto es, deslizamiento, volcamiento, capacidad portante, estabilidad intrínseca y estabilidad general del sistema.

Se realizará análisis de la estabilidad de las excavaciones del proyecto y las laterales al proyecto en un radio aproximado a 5 veces la profundidad de excavación en la zona, con análisis debidamente sustentados de la estabilidad de los taludes, deformaciones, flujo y posibilidad de falla de fondo, empujes por compensación o hidrostáticos. Para los análisis mencionados, se tendrá en cuenta como mínimo aspectos relacionados con los parámetros del suelo, dimensión de las excavaciones y cargas temporales o permanentes.

En este aparte se presentarán los resultados obtenidos de los análisis de deformaciones (vertical y horizontal según sea el caso), al igual que las características geométricas de las estructuras, número de elementos y distribución.

Se incluirán comentarios acerca de la magnitud de los valores alcanzados, en cuanto a la estabilidad de la estructura se refiere, indicando si son admisibles o no. Para ello los modelos numéricos contemplarán, además de la carga gravitacional, cargas horizontales o de origen sísmico, independientemente del tipo de solución que se proponga y con base en ellas se efectuará el diseño geotécnico. Al respecto se consignará en las memorias de cálculo el tipo de programa utilizado incluyendo una descripción de los mismos y la correspondiente interpretación de los resultados.

Dentro del informe escrito se indicarán claramente las características del perfil de suelo utilizado en el diseño, y parámetros del suelo plenamente justificados a la luz de los resultados de los ensayos de laboratorio. Adicionalmente, se presentarán los resultados de la evaluación técnica, junto con la recomendación del tipo de cimentación-contención a ser implementada en la fase de obra, incluyendo aspectos como tipo y profundidad de cimentación, dimensiones y número de elementos requeridos.

- Estructuras verticales, estaciones, cicloparqueaderos, etc (en caso que aplique)

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

De ser necesario el diseño de estructuras verticales, estaciones, ciclo-parqueaderos etc, se determinarán las propiedades físico-mecánicas de los depósitos del suelo que permitan realizar los correspondientes análisis de capacidad portante, deformación por asentamientos o expansiones y estabilidad de las obras aledañas, se debe cumplir lo indicado en la NSR-10 ó la normatividad que se encuentre vigente.

Para tal fin, se evaluará el perfil de suelo, condiciones de carga de las estructuras, niveles freáticos y/o características particulares, de las zonas en estudio en las cuales se implementarán las cimentaciones para determinar la cimentación más conveniente, siempre y cuando se garantice el adecuado soporte de las cargas de la estructura, mínimas deformaciones (asentamientos) y funcionalidad.

Dentro del informe escrito se indicará claramente las características del perfil de suelo utilizado en el diseño, y parámetros del suelo plenamente justificados a la luz de los resultados de los ensayos de laboratorio. Adicionalmente, se presentarán los resultados de la evaluación técnica, junto con la recomendación del tipo de cimentación a ser implementada en la fase de obra, incluyendo aspectos como tipo y profundidad de cimentación, dimensiones y número de elementos requeridos. Se incluirán comentarios acerca de la magnitud de los valores alcanzados, indicando si son admisibles o no.

- Análisis patológico de estructuras (en caso que aplique)

De requerirse análisis patológico de estructuras, Durante la fase de recopilación de información existente, se deberá incluir la siguiente información: Estudios de suelos de la estructura específica, planos de construcción de la cimentación, libro de obra del proceso constructivo de la cimentación y resultado del ensayo de carga en el caso de puentes, exploración del subsuelo (dependerá de la información existente pues si no hay datos suficientes se podrán verificar estas características mediante investigación de campo previa aprobación de la interventoría. Del análisis de esta información, se dictaminará la bondad de utilizar la estructura tal y como está con las nuevas condiciones de esfuerzo y deformación o su refuerzo o cambio. Se entregará presupuesto detallado con las especificaciones de materiales y construcción, que deben cumplir Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción para proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público en Bogotá D.C. –\_ ET-IC 01.

- Determinación de la respuesta sísmica local para intersecciones a desnivel (en caso que aplique)

Para intersecciones a desnivel (si aplica) se determinará un espectro de respuesta sísmica local con el fin de optimizar las soluciones de diseño de puentes vehiculares, peatonales y pasos deprimidos nuevos en el caso de utilizar estructuras de contención. En caso de que existan espectros de respuesta sísmica local aplicables se utilizarán dichos espectros. De

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

no ser aplicables, se determinarán los espectros para los sitios puntuales de análisis a través de estudios detallados de propagación de onda teniendo en cuenta el efecto del depósito del suelo bajo el sitio en consideración y la incidencia de la topografía de acuerdo con lo dispuesto en el CCP-14.

Para la obtención del espectro de sitio, se incluirá la determinación del perfil estratigráfico de análisis y las propiedades geomecánicas tanto estáticas como dinámicas de cada estrato. Se realizarán los análisis dinámicos correspondientes utilizando modelos unidimensionales y bidimensionales a partir de los resultados de la investigación geotécnica y los resultados de laboratorio especificados en los numerales a) y b) de este capítulo. Se obtendrán curvas dinámicas en relación con el índice de plasticidad e índice de consistencia. Se empleará en los análisis como mínimo los acelerogramas de diseño a nivel de roca utilizados en el Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá (Ingeominas – Universidad de los Andes) que están catalogados como representativos de las fuentes sísmogénicas: Lejana (Zona de Subducción), Regional o Intermedia (Frontal de la Cordillera) y Cercana (Inmediaciones del área de la ciudad). En caso de que el IDU así lo requiera, se presentará ante el IDIGER los resultados de estos estudios de Respuesta Sísmica Local para su revisión y concepto sobre el cumplimiento de los requisitos estipulados en el Decreto 074 del 30 de enero del 2001, por lo que no se aceptará la implementación del espectro obtenido hasta tanto no se obtenga el concepto de la IDIGER.

- Estudios geotécnicos para redes de servicios públicos (en caso que aplique)

Para estudios geotécnicos para redes de servicios públicos (si aplica), se seguirá la normatividad en lo referente a aspectos geotécnicos de la cimentación de redes e interferencias con la infraestructura proyectada, en especial, las normas vigentes de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Se realizará una modelación mediante elementos finitos de los esfuerzos inducidos en las estructuras y en las tuberías adyacentes de servicios públicos domiciliarios (canales, sumideros, pozos especiales, cámaras, protección de tuberías del acueducto y alcantarillado existentes, etc.) por las condiciones de carga de los puentes u otras estructuras transmitidas por el sistema de cimentación propuesto. Al respecto se consignará en las memorias de cálculo el tipo de programa utilizado incluyendo una descripción de los mismos y la correspondiente interpretación de los resultados obtenidos.

De encontrarse que la cimentación de la estructura puede potencialmente afectar la red, se deberá diseñar las medidas tendientes a mitigar dicha afectación. En los casos de red matriz, o en los sitios que las entidades de servicios públicos lo soliciten, se establecerá un programa de monitoreo geotécnico. Los análisis geotécnicos correspondientes a las redes húmedas, deberán ser incluidos tanto en el diseño geotécnico, como en el diseño hidráulico.

i. Análisis del riesgo público

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

De acuerdo con el tipo de proyecto y para cumplir lo establecido en el Decreto 172 de 2014 y el Decreto Distrital 334 de 2004 para la ciudad de Bogotá se realizará un análisis de riesgos y de medidas de prevención y mitigación. Para ello y a partir de la información recolectada en fases anteriores, se identificarán y caracterizarán las fuentes generadoras del riesgo, se consultará información histórica sobre el proceso, se identificarán otras amenazas secundarias que puedan desencadenarse, se determinará la frecuencia o recurrencia en que se pueda presentar, se determinará la magnitud e intensidad en la que se manifiesta, se determinará la extensión y tamaño de la afectación, se revisarán estudios científicos y técnicos disponibles, se definirán instrumentos de análisis y seguimiento y se modelará el evento para cuantificar las posibles consecuencias. Se evaluará si por efecto de la implementación de algunas de las alternativas, se genera alguna situación de riesgo como movimientos en masa, ocurrencia de sismo con posibles daños estructurales y en cimentaciones, eventos hidrometeorológicos y demás eventos que ameriten la evaluación de amenaza y riesgo por movimientos en masa con el fin de proyectar las respectivas obras de mitigación.

Para este estudio se tendrán en cuenta los aspectos definidos en la Resolución 227 de 2006 y su Resolución IDIGER 110 de 2014. Para edificaciones, torres o pilonas de sostenimiento que se hallen en zona media a alta de amenaza se aplicará la Resolución 227 de 2006 y 110 de 2014 en los cuales se deberá desarrollar los estudios básicos, modelos geológicos-geotécnicos, análisis y evaluaciones de acuerdo con lo especificado en dichas resoluciones. En los escenarios escogidos, se debe modelar el evento y cuantificar las consecuencias (daño de las personas, las edificaciones, en los equipamientos, de la infraestructura de otras redes...etc.). Si no existen metodologías cuantitativas para modelar el escenario, debe hacerse un esfuerzo por prever de una manera cualitativa cuáles son las posibles consecuencias de la materialización de por lo menos tres tipos de riesgo como: el sismo, los deslizamientos e inundación, entre otros. Este análisis resulta fundamental para poder definir las medidas de gestión de riesgos en el conocimiento, la reducción y la respuesta.

El riesgo puede ser reducido así: i) Controlando los grados de exposición de la sociedad, ii) Evitando que recursos naturales se transformen en amenazas por vía de los procesos de degradación del ambiente natural, iii) Limitando la exposición de la sociedad a los fenómenos físicos por medio de estructuras de retención de estos (terrazas, muros, etc.), iv) Aumentando la resiliencia (de los sistemas productivos de la sociedad frente a los eventos físicos), v) Reduciendo la vulnerabilidad de la sociedad en sus diferentes dimensiones estructurales y vi) Previendo el riesgo futuro y controlando normativamente su desarrollo (gestión prospectiva). Para la fase de Factibilidad se deberán realizar los estudios de Riesgo, Amenaza y Vulnerabilidad hasta la fase I indicada en la resolución 227 de 2006, pero a nivel de predimensionamiento con el fin de poder realizar las cuantificaciones necesarias para la evaluación de alternativas. Y para la fase de Estudios y diseños, se deberá desarrollar el estudio de riesgo, amenaza y vulnerabilidad a detalle, con todos los aspectos definidos en la Resolución 227 de 2006 y su Resolución Idiger 110 de 2014.

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Cally Mayor Bogotá</p>
---	--	--

Como parte de las actividades a desarrollar se considerarán las siguientes: Estimación de pérdidas esperadas por eventos naturales, estudio detallado de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa y sismos, estimación de daños estructurales, evaluación de las pérdidas esperadas en la infraestructura. Se realizará una evaluación de riesgos y estimación de costos para reparaciones de la infraestructura, planes y fondos de contingencia para inspección y reparación de los daños esperados, así como para la definición de las pólizas de seguros por daños. Se elaborarán los diferentes documentos técnicos, mapas temáticos, mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo a escalas aprobadas por el IDU y el IDIGER para los sectores que hacen parte de la zona de estudio en donde se puedan observar e identificar los resultados sobre el riesgo y amenaza que se hayan establecido en el área de estudio. Se determinarán las estrategias de reducción de riesgos básicas tanto estructurales como no estructurales que permitan reducir los niveles de riesgo futuro y derivado de este aspecto, evaluar y presentar las diferentes medias y alternativas de estabilización y/o mitigación del riesgo, mínimo tres (3), mutuamente excluyentes, y realizar la evaluación de riesgos respectiva que permita identificar la alternativa más favorable, considerando las pérdidas probables para cada alternativa de mitigación bajo los aspectos técnicos, económicos, sociales, urbanísticos, ambientales y de viabilidad para su ejecución. Se definirá el plan de acción a seguir con el fin de que se describan la totalidad de las medidas identificadas que permitan reducir los niveles de riesgo. Se realizarán los Diseños geotécnicos definitivos de la alternativa recomendada para la estabilización de taludes, obras de mitigación y/o reducción del riesgo, memorias de cálculo completas incluyendo: análisis de capacidad portante y asentamientos, análisis de estabilidad, análisis de deformación vertical y horizontal, explicando los criterios adoptados en los análisis, modelación matemática mediante elementos finitos en condición estática y de sismo de los esfuerzos, deformaciones y asentamientos inducidos, resultados obtenidos

Se prevé para la fase de Estudios y Diseños una duración de 7 meses cuyos entregables serán los siguientes:

- Informe de avance 1: Incluye los numerales 1) Localización y descripción del alcance del proyecto. 2) Inventario y diagnóstico de infraestructura existente a nivel geotécnico (estructuras, canales, taludes, redes, etc). 3) Resumen de la fase de recopilación y análisis de información secundaria. 4) Caracterización de la localización del proyecto (microzonificación geológica, geotécnica, sísmica, amenaza). 5) Evaluación geológica y geomorfológica. 6) Plan de exploración geotécnica (plano de localización de apiques y sondeos). 7) Resultados de ensayos consolidados. 8) Procesamiento de ensayos de laboratorio
- Informe final de Estudios y Diseños: Además de los numerales anteriores, debe contener los numerales 9) Planos de planta-perfil de perfiles estratigráficos consolidando información de laboratorios e implantación de la infraestructura proyectada. 10) Caracterización del macizo rocoso (si aplica). 11) Definición del perfil geotécnico de diseño y parámetros de diseño. 12) Análisis del espectro

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

sísmico de diseño. 13) Estudios de riesgos, amenazas y vulnerabilidad. 14) Marco teórico de las metodologías y criterios de diseño a emplear, descripción de los programas a emplear 15) Memorias de cálculo, modelaciones y verificaciones de los diseños. Incluye comentarios de los resultados alcanzados y validados con los factores de seguridad permitidos por la normatividad vigente. 16) Análisis comparativo técnico y económico de alternativas y definición de alternativa óptima. 17) Planos de cimentación de estructuras, planos de diseño de taludes, estructuras de contención y demás detalles de índole constructivo. 18) Planes de instrumentación y monitoreo con sus respectivos planos de ubicación de instrumentos. 19) Cuadro de cantidades de obra y memorias de cálculo detalladas. 20) Procesos constructivos detallados y recomendaciones de mantenimiento y construcción. 21) Especificaciones generales y particulares de construcción. 22) Identificación y análisis de riesgos previsibles. 23) Plan de contingencias. 24) Recomendaciones y conclusiones.

## 5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El cronograma de actividades del proyecto se incluye como el Anexo A en el presente informe.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
MOVILIDAD

Instituto de Desarrollo Urbano

**ANEXO A. Cronograma de Actividades**