ALCALDIA MAYOR
BOGOTA D.C.
Instituto
DESARROLLO URBANO

CONCURSO DE MÉRITOS

“FACTIBILIDAD PARA EL INTERCAMBIADOR VIAL EN LA INTERSECCIÓN ENTRE LA AVENIDA MEDELLÍN (CALLE 80) CON AVENIDA LAS QUINTAS (CARRERA 119)Y LA CARRERA 120 EN BOGOTÁ D.C.”.

CAPITULO TÉCNICO 10

GEOTECNIA

BOGOTA D. C., SEPTIEMBRE de 2022

TABLA DE CONTENIDO

10 CAPITULO TECNICO DE GEOTECNIA 3
10.1 OBJETIVO 4
10.1.1. ANTECEDENTES 4
10.1.2. NORMATIVIDAD APLICABLE 4
10.1.3. ALCANCES 5
10.1.4. ETAPA DE INVESTIGACIÓN Y RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN 6
10.1.5. PLANES DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA 6
10.1.6 ETAPA DE FACTIBILIDAD 8
10.1.6.1 ANÁLISIS GEOTÉCNICOS 9
10.1.6.1.1 PUENTES VEHICULARES Y PEATONALES 14
10.1.6.1.2 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS 16
10.1.6.2 ESTUDIOS DE RIESGOS, AMENAZA Y VULNERABILIDAD 17
10.1.6.3 ANÁLISIS DEL RIESGO PÚBLICO 18
10.1.6.4 RIESGOS PREVISIBLES 19
10.1.6.5 CANTIDADES DE OBRA 19
10.1.6.6 MATRIZ MULTICRITERIO 19
10.1.6.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 20
10.1.7 PARTICULARIDADES Y LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS DE DISEÑO REQUERIDOS POR LA DIRECCIÓN TÉCNICA DE PROYECTOS 20
10.1.7.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE INGENIERIA GEOTECNICA 20
10.1.7.2 RECOMENDACIONES A TENER EN CUENTA EN LA SIGUIENTE ETAPA. 21
10.1.8 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS 22
10.1.10 ENTREGABLES 22

10 CAPITULO TECNICO DE GEOTECNIA

A continuación se presentan los lineamientos técnicos mínimos para los componentes de geotecnia que deberán implementarse por parte del Consultor, para efectuar los FACTIBILIDAD PARA EL INTERCAMBIADOR VIAL EN LA INTERSECCIÓN ENTRE LA AVENIDA MEDELLÍN (CALLE 80) CON AVENIDA LAS QUINTAS (CARRERA 119)Y LA CARRERA 120 EN BOGOTÁ D.C. y toda aquella infraestructura o estructura que sea requerida para la construcción y puesta en operación de las vías, tanto a nivel vial, espacio público y servicios públicos, contemplando como mínimo y sin limitarse a ello, los estudios de pre-factibilidad elaborados por la subdirección técnica de estructuración de proyectos STEP del IDU.

Adicionalmente, el Consultor, a través de sus estudios para factibilidad, deberá lograr la integralidad y armonización con todos los proyectos que el Instituto y/o entidades externas se estén ejecutando ya sea a nivel de Estudios y Diseños o de Construcción y entrada en operación, para lo cual deberá coordinar la entrega de información por parte del Instituto, a través del supervisor del Contrato y la Interventoría respectiva.

En este documento se presentan algunos aspectos geotécnicos del proyecto que se requieren para realizar la construcción de la cimentación de estructuras principales, secundarias, redes, y demás estructuras complementarias, que sean requeridas para dar cumplimiento al objeto contractual que se ha previsto para este proyecto.

Para efectos de lo anterior, a partir de los estudios y diseños existentes y de la totalidad de los documentos relacionados en el Numeral de Antecedentes del ANEXO TÉCNICO SEPARABLE, en la etapa de factibilidad se deberán proponer, analizar y evaluar diferentes alternativas de solución a nivel geotécnico (como mínimo 3 alternativas, de estricto cumplimiento, todas ellas posibles de ser ejecutadas), y finalmente recomendar una alternativa, con base en la evaluación de una matriz multicriterio, a través de la ponderación de diferentes aspectos, tales como: presencia de suelos de difícil manejo, problemas geológicos, niveles de asentamiento, tipos de cimentación, dificultades durante el proceso constructivo, riesgo asociado a la construcción, afectación a la infraestructura existente (redes, edificaciones, etc), presencia de nivel freático, etc., o cualquier otro aspecto que los especialistas del Consultor consideren que impacten al proyecto desde este componente, para lo cual, se deberá efectuar la caracterización geomecánica del depósito de suelo y/o roca presente en las zonas en las que se requiera elaborar los diseños a nivel de factibilidad específicos que necesite el proyecto, efectuando la exploración complementaria, los ensayos de campo y de laboratorio faltantes o de verificación necesarios para determinar el comportamiento físico-mecánico del suelo; con el objeto de realizar la interpretación técnica que permita definir los parámetros de diseño y las recomendaciones necesarias para la construcción de las cimentaciones y obras relacionadas y finalmente, en caso de que aplique, evaluar los posibles mecanismos de falla, fenómenos de subsidencia y el diseño e implementación de acciones tendientes a lograr su mitigación.

Por lo tanto, los diseños geotécnicos a nivel de factibilidad, comprenden entre otras actividades, el análisis del entorno geológico, hidrogeológico (en caso de requerirse), sísmico y de amenaza, la complementación de la investigación del subsuelo, los análisis y las recomendaciones necesarias para el diseño, construcción y conservación de las obras, de

manera que se garantice un adecuado comportamiento de éstas, así como de las estructuras propias del proyecto, instalaciones, predios y construcciones y redes adyacentes al proyecto.

Considerando los resultados de la investigación geotécnica para el diseño de cimentación de estructuras y/o estabilización de taludes, y el proceso de inventario y diagnóstico respectivo, el Consultor deberá presentar los prediseños de cimentación o refuerzo de cimentación, o el pre-diseño para la estabilización de taludes, etc., que no fueron contemplados previamente, pero que se requieren implementar para dar cumplimiento al objeto contractual y lograr la integralidad del proyecto, efectuando los análisis de alternativas a que haya lugar, teniendo en cuenta toda la información existente. El Consultor debe garantizar que la alternativa de diseño seleccionada es la más viable y beneficiosa para el proyecto y la ciudad, enmarcándose dentro del principio de economía

Es importante anotar que los criterios presentados en los siguientes numerales, corresponden a unos criterios básicos para la elaboración de los Estudios Geotécnicos, pero será responsabilidad del Consultor realizar las actividades y análisis que permitan elaborar un estudio confiable.

10.1 OBJETIVO

Elaborar la **FACTIBILIDAD PARA EL INTERCAMBIADOR VIAL EN LA INTERSECCIÓN ENTRE LA AVENIDA MEDELLÍN (CALLE 80) CON AVENIDA LAS QUINTAS (CARRERA 119) Y LA CARRERA 120 EN BOGOTÁ D.C**., y toda aquella infraestructura que sea requerida para su construcción y puesta en funcionamiento del proyecto.

10.1.1. ANTECEDENTES

Se deberá tener en cuenta los estudios y diseños, y demás información relacionada en el Numeral ANTECEDENTES, del ANEXO TÉCNICO SEPARABLE.

10.1.2. NORMATIVIDAD APLICABLE

Los estudios indicados en el presente capítulo deberán estar orientados de conformidad con toda la Normatividad vigente, así:

- Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes Ministerio de Transporte CCP-2014 Resolución 108 de 26 de enero de 2015 o el que se encuentre vigente a la fecha de inicio del contrato, aplicado en obras de infraestructura vial tales como: puentes vehiculares, puentes peatonales, *box culvert*, estructuras de contención, estabilidad de taludes.

- Decreto 523 de 2010 de la Alcaldía Mayor de Bogotá (Microzonificación Sísmica de Bogotá Distrito Capital) o el que se encuentre vigente. En caso de utilizar el espectro sísmico de la MZSB, en estructuras diferentes a edificaciones, se deberán hacer los análisis necesarios para llevar este espectro a un periodo de retorno de 1000 años de acuerdo con lo definido en el CCP-14.

- Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción para proyectos de

Infraestructura Vial y de Espacio Público en Bogotá D.C. – ET-IC_01 adoptado mediante resolución 010910 de 2019, o las que se encuentren vigentes a la fecha de inicio del contrato.

- Así mismo, deberá implementarse la "Guía de entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público", en las versiones que se encuentren vigentes al acta de inicio del contrato.

En todo caso, se deberá evaluar la pertinencia de utilizar nuevas tecnologías y/o materiales reciclados, para mejoramientos de suelo para cimentación, las primeras capas de los cuerpos de terraplenes, rellenos de muros de contención, etc., para lo cual debe ceñirse a lo establecido en el documento "CONDICIONES TECNICO-AMBIENTALES ESPECIALES" Versión: 2, o aquel que lo modifique o sustituya y que se encuentre vigente al acta de inicio del contrato, documento que se refiere a la implementación de la **Resolución No. 1115 de 2012** para el "Aprovechamiento y Tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)" **Resolución 932 de 2015** por la cual se "Modifica y Adiciona la Resolución 1115 de 2012; y la Resolución 1257 de 2021; **Decreto 586 de 2015** por medio del cual se "Adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los Residuos de Construcción y Demolición – RCD", las cuales son de obligatorio cumplimiento, conforme a la normatividad legal ambiental vigente a la fecha de inicio del contrato. En tal sentido, el Consultor, deberá proponer el mecanismo con el que implementará la utilización del RCD en todo el proyecto, a partir de los diseños resultantes.

NOTA:

Los equipos utilizados para la verificación de características técnicas en la Fase de Factibilidad, deberán estar calibrados en un laboratorio acreditado para tal fin, los certificados de calibración de dichos equipos, deben ser entregados para su aprobación al Interventor, antes de que el equipo sea utilizado.

Adicionalmente, teniendo en cuenta que se requiere la ejecución de ensayos, éstos deberán realizarse en laboratorios acreditados por el organismo competente, como la ONAC, o laboratorios idóneos certificados con las normas ISO/IEC 17025:2005 o ISO 9001:2008, o versiones más recientes, que aseguren la adecuada medición e identificación de los atributos técnicos objeto de evaluación. Los certificados de acreditación o de idoneidad, deberán ser entregados al interventor antes de la realización de los ensayos, esto con la finalidad de que la Interventoría tenga aprobado el laboratorio de suelos previo al inicio del desarrollo del proyecto.

10.1.3. ALCANCES

Realizar todas las actividades necesarias, para ejecutar **FACTIBILIDAD PARA EL INTERCAMBIADOR VIAL EN LA INTERSECCIÓN ENTRE LA AVENIDA MEDELLÍN (CALLE 80) CON AVENIDA LAS QUINTAS (CARRERA 119) Y LA CARRERA 120 EN BOGOTÁ D.C**., en el componente de Geotecnia, y toda aquella infraestructura que sea requerida para su construcción y puesta en funcionamiento, teniendo en cuenta la documentación existente y los lineamientos que a continuación se presentan.

10.1.4. ETAPA DE INVESTIGACIÓN Y RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

La búsqueda, recopilación y análisis de información secundaria, deberá contemplar aspectos principales como: antecedentes de proyectos, estudios y normatividad, lo relacionado con geología, geomorfología, zonificación sísmica, antecedentes de amenazas por riesgo y vulnerabilidad, riesgo por inundaciones o remoción en masa, hidráulica e hidrología, cartografía, uso del suelo, efectos por vibraciones producidas por el tráfico en el sector, y en general todos aquellos aspectos que permitan tener un adecuado conocimiento del proyecto desde el punto de vista geotécnico, lo cual se deberá complementar con el reconocimiento visual de las zonas que hacen parte del proyecto, con el objetivo fundamental de realizar un diagnóstico preliminar.

Para los efectos, el Consultor deberá recopilar, estudiar y analizar como mínimo, y sin limitarse a ello, la información de: estudios y diseños, contratos y/o proyectos, estudios de efecto de vibraciones producidas por el tráfico y demás documentación relacionada en el Numeral – Antecedentes del ANEXO TÉCNICO SEPARABLE, localizadas en la zona de influencia del proyecto, así como las características ambientales cuando el proyecto lo requiera, aclarando que en todos estos casos, esta información es una primera fase del trabajo total a realizar, puesto que el Consultor tiene la obligación de efectuar los estudios relacionados, de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones.

Así mismo, el Consultor deberá recopilar, revisar, consolidar (en planos y tablas) y analizar la información existente correspondiente a la investigación del subsuelo realizada en otros contratos y que corresponda a la zona de influencia, la cual puede ser consultada en el centro de Documentación del IDU, o a través del Repositorio Institucional en la página Web del IDU.

El consultor debe realizar el reconocimiento visual de la zona de proyecto a nivel geotécnico, así como también el proceso de búsqueda y análisis de información, con la cual se deberá entonces, establecer el entorno geológico, geotécnico, las características del subsuelo, el entorno sísmico y de amenaza y realizar las respectivas recomendaciones geotécnicas, que incluyan criterios generales de cimentación para estructuras principales y redes de servicios públicos, proyectar profundidades de exploración geotécnica, identificar potenciales problemas de estabilidad, así como también el grado de riesgo y posible afectación de las construcciones existentes frente a las obras que resultarán de los estudios y diseños objeto del presente pliego de condiciones. Deberá llevarse un cuidadoso registro fotográfico de todo el reconocimiento visual a nivel geotécnico y efectuarse un inventario de las condiciones geológicas y geotécnicas más importantes del proyecto.

10.1.5. PLANES DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

Como resultado del proceso de Investigación, Recopilación y Análisis de Información existente desarrollado en el numeral anterior y considerando integralmente otros de los componentes del presente Pliego de Condiciones, como por ejemplo topografía y redes entre otros, el Consultor deberá presentar el Plan de Investigación del subsuelo a realizar en la etapa de Factibilidad, correspondientes a las estructuras que presente el proyecto como: cimentación para estructuras principales, redes de servicios públicos, terraplenes, muros de contención, puentes, taludes, y demás estructuras que requieran del análisis geotécnico, para tales casos se deberá determinar, a nivel de exploración geotécnica y ensayos, las complementaciones y verificaciones que considere del caso, debidamente justificadas desde el punto de vista técnico e indicado la metodología a seguir en cuanto cantidad y tipo de ensayos por sondeo o barreno,

para efectos del planteamiento del plan de exploración geotécnico a realizarse, además la correspondiente valoración económica de la investigación del subsuelo para esta actividad, en concordancia con el presupuesto disponible para esta actividad, sin detrimento de la investigación del subsuelo requerida para las demás obras proyectadas.

En todo caso, los planes de investigación del subsuelo complementarios en cada una de las etapas del proyecto, deberán estar aprobados por la Interventoría y presentarse a la Dirección Técnica de Proyectos del IDU para su revisión, concepto de no objeción y autorización de inicio de la campaña de exploración, **PREVIO A LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO**, con el correspondiente cronograma de ejecución y valoración económica de los trabajos a realizar, e indicando claramente el presupuesto total para los Estudios Geotécnicos.

En caso de encontrar la necesidad de la ejecución de ítems no previstos se deberá indicar las justificaciones técnicamente dentro del entregable del Plan de Exploración y seguir el trámite indicado en el manual de interventoría y/o supervisión de contratos V 9.0, numeral 7.3 o el que se encuentre vigente al inicio del contrato; **PREVIO A LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO.** Por cuanto se debe gestionar una modificación contractual.

Los planes de Investigación Geotécnica deberán presentarse debidamente justificados desde el punto de vista técnico, soportado con el plano de localización de los sondeos y barrenos que se requieran realizar, junto con la información geotécnica existente de estudios y diseños anteriores que se hayan realizado en el área de influencia directa del proyecto. El plan de exploración del subsuelo deberá tener en cuenta la **información de redes existentes de las empresas de servicios públicos previo a su ejecución**, dado que todos los daños causados a las redes existentes durante el proceso de exploración, deberá ser asumido por el Consultor.

Cuando se realicen perforaciones o barrenos se deben restablecer las condiciones del sitio, en igual o mejores condiciones de su estado inicial, para tal efecto se deberá tener registro fotográfico antes y después de los trabajos de campo.

Se precisa que a partir de la información del subsuelo existente, la exploración adicional que plantee el Consultor debe ser solamente en los puntos en que dicha información no exista, o que los parámetros geotécnicos existentes sean insuficientes para la elaboración de un estudio confiable, o en los puntos en los que se requiera corroborar información específica.

El plan de investigación geotécnico, tiene como finalidad el permitir que el Consultor complemente la información existente o verifique los parámetros de suelo que le permitan realizar la evaluación de las características geológicas geotécnicas que se evalúen en el caso de Factibilidad, la evaluación de cada una de las alternativas de solución .

El plan de exploración deberá cubrir las necesidades del proyecto y como mínimo (si aplica):

- La identificación de acuíferos o redes de flujo de aguas subterráneas que pueda afectar la estabilidad de la obra.
- La caracterización del subsuelo para los sitios de cruce en las diferentes quebradas y/o drenajes naturales.
- El predimensionamiento de la cimentación de estructuras.
- Obras de protección para estructuras.
- Redes.

- Análisis de terraplenes de acceso a los puentes
- Análisis de estabilidad de taludes.
- Diseño de estructuras de contención.

El plan de investigación geotécnico para cada una de las etapas (factibilidad, o estudios y diseños), debe entregarse debidamente aprobado por la interventoría, una vez finalizada la etapa de recopilación de información.

Para el planteamiento del número mínimo de puntos de exploración y profundidad, se debe tener en cuenta, según su aplicación indicada en el numeral 8.1.3, lo estipulado en la tabla 10.4.2.1 del CCP-14 y/o la Tabla H.3.2-1 de la NSR-10 y/o la NS-010 de EAB (para redes) o la normativa que se encuentre vigente al inicio del contrato.

Se deberá efectuar la caracterización geomecánica del depósito de suelo presente en la zona de ubicación de cada una de las estructuras requeridas para el proyecto, y efectuando la exploración y los ensayos de campo y de laboratorio necesarios para determinar el comportamiento físico-mecánico del suelo y/o macizo rocoso.

La exploración directa se podrá complementar con la utilización de métodos indirectos de acuerdo con el criterio del especialista en geotecnia del proyecto, y debidamente justificados desde el punto de vista técnico dentro del documento del plan de exploración.

En el plan de exploración se deberá incluir el plano de localización de sondeos y barrenos existentes y programados, exploraciones que deberán estar debidamente georreferenciados en cuanto a coordenadas, cotas y abscisado se refiere, con su respectivo cuadro resumen y de convenciones.

El plan de exploración deberá ser presentado a la Interventoría y al IDU, con actas de socialización y aprobación por parte de las empresas de servicios públicos y se deberá garantizar el acompañamiento de estas.

10.1.6 ETAPA DE FACTIBILIDAD

A partir de la información recopilada en la etapa anterior, para la etapa de Factibilidad se deberán plantear alternativas a nivel geotécnico de acuerdo con la implantación del proyecto, y finalmente evaluar y definir la alternativa que se llevará a nivel de diseño de detalle en la etapa de estudios y diseños.

Con base en la información geotécnica secundaria (estudios anteriores) y primaria (la cual debe ejecutarse de carácter obligatorio en esta etapa y debidamente justificada técnicamente), se deberán realizar los predimensionamientos de las estructuras geotécnicas para cada una de las alternativas de solución del proyecto, con el propósito de evaluarlas a través de una matriz multicriterio que permita definir la alternativa óptima.

A continuación, se presentan los lineamientos técnicos mínimos a considerar desde el componente de geotecnia que el Consultor deberá tener en cuenta para realizar el planteamiento y evaluación de alternativas, así como la definición de la alternativa óptima a desarrollar en la etapa de diseños:

10.1.6.1Análisis Geotécnicos

Descripción de alternativas

A partir del análisis de la información recopilada en la etapa anterior, que incluye no solo los estudios existentes, sino también los lineamientos establecidos por la Dirección Técnica de Proyectos del IDU, el Consultor deberá plantear diferentes alternativas de solución geotécnica (mínimo tres) para el proyecto, que permitan dar cumplimiento al objeto contractualmente establecido.

Así mismo, deberá identificar las interferencias con las redes húmedas existentes a lo largo del proyecto, conforme a la normatividad técnica de la EAAB en cuanto a distanciamiento, profundidad y requerimientos de instrumentación y monitoreo para las alternativas de cimentación propuestas. Lo anterior de igual forma aplicable a las redes secas del proyecto.

Adicionalmente, se deberá efectuar una descripción detallada de cada una de las alternativas propuestas presentando la relación de los aspectos a considerarse en el análisis de cada una de ellas y que pueden influir en la ejecución de los estudios, diseños y construcción de las obras respectivas. Para tal efecto, se deberán presentar los esquemas en planta y perfil con la implantación de las alternativas, que permitan facilitar el planteamiento del proyecto, así como su análisis geotécnico y recomendaciones de solución.

En caso de que se requiera evaluar el ajuste o actualización de una estructura existente, se deberá incluir la descripción de la cimentación de la misma, especificando el tipo de intervención que se pretende realizar para cada una de las alternativas propuestas.

Caracterización del entorno del proyecto

Con base en lo dispuesto en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes Ministerio de Transporte CCP-2014 Resolución 108 de 26 de enero de 2015 o el que se encuentre vigente, la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR/10 Ley 400 de 1997 Decreto 926 de 2010 y el Decreto 523 de 2010 de la Alcaldía Mayor de Bogotá (Microzonificación Sísmica de Bogotá Distrito Capital), conforme lo dispuesto en el numeral 8.1.3 el Consultor deberá realizar la caracterización del entorno geológico, geomorfológico geotécnico y sísmico del proyecto para cada uno de los sitios que requieran el análisis de alternativas para las estructuras a implantar. Así mismo, deberá identificar las amenazas y riesgos que pueden llegar a afectar cada una de las alternativas que se evalúen, estableciendo sus posibles implicaciones.

En cuanto al entorno sísmico, se deberán presentar los análisis para cada estructura a partir de la información existente (NSR-10, CCP-14 y Decreto 523 de 2010), sin perjuicio de la información primaria que se obtenga para la zona de influencia directa del proyecto.

Para la caracterización del entorno geológico, se deberán considerar como mínimo y sin limitarse a ello, los siguientes aspectos, presentando la correspondiente cartografía a escalas previamente acordadas con la Interventoría, de acuerdo con el nivel de detalle que se requiera para cada caso específico:

- Inventario de zonas inestables
- Descripción litológica hidrogeológica y columna litoestratigráfica.
- Identificación de zonas singulares que afecten el comportamiento mecánico como: fallas, diques, zonas de brecha, zonas de flujo, etc.

Trabajos de Campo.

Se realizará la exploración del subsuelo, mediante sondeos (manuales o mecánicos), de tipo CPTu, Dilatómetros, presurómetro, o exploración indirecta (siempre y cuando se acompañe de exploración directa), especificándose su localización (referenciada a las coordenadas del levantamiento topográfico que se efectúe y a la nomenclatura urbana o considerando el abscisado del proyecto), su identificación o nomenclatura y su profundidad. Se deberá tener en cuenta tanto el nivel de desplante como la profundidad de disipación de los esfuerzos de las estructuras análizadas o la posible profundidad del círculo de falla en el caso de taludes.

Se realizarán pruebas de campo necesarias para conocer las características mecánicas y de resistencia de los diferentes estratos encontrados. Se debe informar sobre el nivel freático, posible existencia de lentes con agua a presión superior a la de la cota de superficie, existencia de gases y su variación durante los sondeos, el resultado de resistencias in-situ del suelo, así como el porcentaje de recobro y RQD según su aplicación.

Los trabajos deberán incluir como mínimo y sin limitarse a ello, el Ensayo de Penetración Estándar (SPT) y Veleta de Campo, deberán reportar las fluctuaciones del nivel freático durante la perforación y valores de resistencia in-situ que permitan determinar las características del perfil estratigráfico.

En el informe del estudio de suelos deberá anexarse todos los registros de perforación debidamente firmados y referenciados en cuanto a cotas y abscisas del proyecto, plano de localización de la exploración geotécnica y registro fotográfico de la ejecución de los trabajos.

Para suelos que se identifiquen en campo como Compresibles, licuables, colapsables, dispersivos, expansivos se deberá describir el método de diagnóstico y ensayos o pruebas de campo que indique la presencia de “suelos difíciles o sensibles al remoldeo.

Ensayos de laboratorio:

El Consultor deberá realizar los ensayos necesarios por estrato, para conocer los parámetros que le permitan determinar la resistencia, deformación y compresibilidad del suelo de fundación y anexar los resultados de cada una de las pruebas ejecutadas debidamente firmadas por el laboratorista. Para ello deberán justificarse con los respectivos ensayos de laboratorio los parámetros obtenidos.

En principio a las muestras alteradas ya descritas se deberán practicar ensayos de:

- Humedad Natural y
- Clasificación (granulometría y límites de Plasticidad),

A las muestras inalteradas se les deberá practicar ensayos de:

- Humedad Natural,

- Clasificación,
- Peso Unitario,
- Compresión Inconfinada,
- Corte Directo (ya sea en condición consolidada drenada, consolidada no drenada, no consolidada no drenada, dependiendo la naturaleza y las características de cada proyecto)
- Consolidación,
- Triaxiales

Para los efectos de evaluación del potencial de licuación de los suelos deberá practicarse los ensayos de triaxial cíclico con esfuerzo controlado y en las muestras de suelo granular se deberán ejecutar ensayos que permitan determinar la permeabilidad.

- Para análisis de estabilidad de Cortes y/o taludes.
- Para cálculo de parámetros como Módulos de Elasticidad.
- Otros ensayos que permitan cuantificar propiedades de permeabilidad, compresibilidad y resistencia al corte (CCP-2014 numeral 10.4.3), adicionando aquellos ensayos que se estimen convenientes y en todo caso estableciendo el plan de ensayos de acuerdo con las condiciones previstas del subsuelo.

Si se presenta homogeneidad entre perforaciones aledañas, la ejecución de los ensayos de laboratorio del mismo tipo (tanto de las muestras alteradas como de las inalteradas) deberá programarse intercaladamente en función de la profundidad con el objeto de extrapolar los valores y obtener un registro continuo de dichos parámetros con la profundidad.

Se reitera que para la ejecución de los ensayos de laboratorio el consultor deberá contar con el concepto de aprobación de la interventoría y la no objeción de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU respecto al plan presentado y la valoración económica que esta efectúe en concordancia con el presupuesto disponible para esta actividad, sin detrimento de la investigación del subsuelo requerida para las demás obras proyectadas.

Perfiles y análisis geotécnicos

Los perfiles estratigráficos deberán presentar la localización de niveles de agua y/o presencia de nivel freático (indicando la posibilidad de que exista una presión superior a la del nivel superficial del terreno), bolsas de gases o cualquier otra característica que se considere relevante para el proyecto, así como las propiedades físicas y mecánicas de cada uno de los estratos identificados durante los trabajos de campo, lo cual deberá ser consignado en diagramas planta-perfil, tanto en el informe final como en planos, donde se ubiquen las perforaciones existentes y realizadas en el proyecto así como la implantación de la cimentación de las estructuras proyectadas, con su respectivo cuadro de coordenadas.

Con base en la información geotécnica primaria y secundaria para la etapa de factibilidad y el análisis de cargas, se deberán realizar los análisis geotécnicos de estructuras primarias, secundarias, complementarias, y cimentación de redes con el propósito de evaluarlas en la matriz multicriterio.

Los resultados de los ensayos de laboratorio (nuevos y existentes) deberán consolidarse en tablas resumen que incluya como mínimo y sin limitarse a ello, la siguiente información: abscisa, coordenadas, cotas, sondeo o barreno No., Nuestra No., profundidad, descripción de la muestra, clasificación AASHTO y USCS, humedad, granulometría, límites de Atterberg, parámetros de resistencia, parámetros de deformación, etc.

La información que se derive de la exploración y los ensayos de campo y laboratorio deberá ser consignada en los formatos indicados en la guía GU-IC-10 Guía presentación y reportes de información de ensayos de campo y laboratorio V2, formato FO-IC-39 RECOPILACIÓN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA DE SUELOS, el cual deberá ser presentado en Excel y PDF, en el informe final.

Con base en el análisis de variabilidad de los parámetros físicos y mecánicos con respecto a la profundidad, se deberá presentar la sectorización en términos de tramos homogéneos o los modelos geotécnicos a implementarse para cada sector de análisis. Así mismo deberán identificarse las condiciones especiales del subsuelo que deban ser analizadas de manera independiente en cada caso particular.

Para la definición de modelos geotécnicos de análisis, se deberán presentar los estimativos de cargas, suministrados por el componente estructural, a las que estarán sometidas cada una de las estructuras (principales, secundarias, complementarias, redes y taludes) 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.

Los análisis geotécnicos realizados, serán el soporte para los predimensionamientos de las cimentaciones de estructuras que se requieran evaluar, en cada una de las alternativas de solución que se desarrollan en la etapa de factibilidad. Se deberá tener especial cuidado con los predimensionamientos de los terraplenes de acceso a los puentes vehiculares, debidos a los asentamientos que se puedan presentar.

Para efectos de los análisis geotecnicos, se podrá utilizar cualquier metodología de diseño existente (siempre y cuando se enmarque dentro de la normatividad vigente), explicando y justificando los criterios empleados para tal fin. Así mismo, deberá anexar las memorias detalladas de cálculo que soportan los análisis de las estructuras analizadas, las cuales deben contener el procedimiento detallado de análisis geotécnico y premisas de prediseño. Podrán incluirse las modelaciones a través de los diferentes programas geotécnicos disponibles, incluyendo una descripción de los mismos y la correspondiente interpretación de los resultados obtenidos.

Análisis de cargas

Para la definición de modelos geotécnicos de análisis, se deberán presentar los estimativos de cargas, suministrados por el componente estructural, a las que estarán sometidas cada una de las estructuras (principales, secundarias, complementarias y redes) 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.

Análisis de variabilidad de parámetros

Para la obtención de los parámetros geotécnicos de diseño se debe usar los resultados de ensayos de laboratorio, evitando en lo posible el uso de correlaciones. El consultor debe describir la metodología utilizada para realizar el análisis de variabilidad de parámetros y emplear gráficas en las que se vean reflejadas tendencias.

El resultado del análisis de variabilidad de los parámetros geotécnicos tanto de resistencia como de deformación y de tipo intrínseco, deberá consignarse en tablas resumen con todos los parámetros a emplear en el diseño.

Análisis geotécnicos

Con base en el análisis de la información de campo, laboratorio, resultados del estudio de potencial de licuación, potencial de cambio volumétrico, calidad del macizo rocoso y de la estabilidad del depósito, resultados de la evaluación de cargas estructurales realizados en el volumen correspondiente a la sección de estructuras, deberán analizar la cimentación definitiva y las de las obras complementarias que se estimen convenientes, efectuando las respectivas recomendaciones constructivas de cimentación a ser implementada en la etapa estudios y diseños y de obra, tales como empleo de entibados o tablestacados para contención temporal, uso polímeros o encamisados para mantener la estabilidad de las paredes en los casos de pilotes preexcavados, manejo de aguas, etc.

Así mismo, con base en la normatividad aplicable y vigente a la fecha de inicio del contrato, deberán presentarse los análisis de capacidad de carga y asentamientos (elásticos o inmediatos, por consolidación y totales) o deformaciones propios del suelo y las soluciones que se prevean para las condiciones especiales del subsuelo que se diagnostiquen, como licuación, suelos dispersivos, colapsables o expansivos, y su correspondiente manejo en obra. En tablas resumen deberá condesarse los resultados de los análisis y su comparativo con los factores de seguridad o valores admisibles de acuerdo con la normatividad existente en donde se indique el cumplimiento de estos. Así como incluir comentarios acerca de la magnitud de los valores alcanzados.

En el caso de emplearse programas de métodos numéricos para los cálculos, deberán, indicarse el tipo de programa de cálculo y/o software empleado junto con un breve descripción del mismo, indicar claramente los parámetros y cargas de entrada (incluir imágenes con esta información), y para el caso de los asentamientos, incluir imágenes en las que se discriminen los asentamientos totales, inmediatos y por consolidación. Adicionalmente en las memorias de cálculo se deberán incluir todos los archivos de entrada y salida que permitan la visualización de las mismas.

Dentro de estos análisis, el Consultor deberá contemplar los problemas que pudieran originarse y desarrollarse durante el proceso constructivo, así mismo diseñar 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.

Se deben presentar las memorias de cálculo completas, indicando claramente los criterios adoptados, referentes bibliográficos y teóricos, incluir comentarios acerca de la magnitud de los valores alcanzados en los diseños, recomendaciones del proceso constructivo, incluyendo excavaciones y contenciones temporales, manejo de agua y cualquier otro aspecto conveniente para cumplir satisfactoriamente con los objetivos del proyecto. En este sentido, deberán analizarse e indicarse las medidas de soporte de las excavaciones requeridas, etapas constructivas y obras de drenaje necesarias, especificaciones y/o ficha técnica de materiales propuestos.

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

En la memoria de calculó se deben incluir gráficos, ábacos, referencias bibliográficas y todo aquello que dé claridad al estudio.

Si de acuerdo a los materiales encontrados, es necesario establecer un mejoramiento, el mismo debe especificase 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.

El Consultor deberá proyectar un sistema de monitoreo geotécnico (topografía e instrumentación) con equipos que permitan medir desplazamientos en el terreno para aquellas estructuras que por su grado de complejidad así lo requieran (puentes, pantallas, muros, terraplenes, red matriz, etc). Este sistema de monitoreo deberá quedar plasmado en planos y cuantificado en las cantidades de obra, a parte de los equipos a emplear se debe determinar la periodicidad del monitoreo en dicha cuantificación.

10.1.6.1.1 Puentes Vehiculares y peatonales

Trabajos de Campo.

Para la exploración del subsuelo de cada puente proyectado se deberá seguir lo exigido en el Código Colombiano de Construcción de puentes CCP-14, con relación a la profundidad, incluyendo Ensayos de Penetración Estándar (SPT), veleta de campo, CPTu, DMT o Presurometro, tomando el muestreo de tipo alterado e inalterado que garantice un conocimiento de la estratigráfica y sus propiedades físicas y mecánicas.

La profundidad de cada perforación llegará hasta encontrar un estrato competente, definido como aquel cuyo número de golpes proveniente del Ensayo de Penetración Estándar (SPT) sea igual o superior a 50 en 30 centímetros, de lo contrario deberá seguirse fielmente lo estipulado para tales fines en el Código de Diseño Sísmico de Puentes CCP-2014; se deberá 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.

Análisis Geotécnico.

Un aspecto importante que define los estudios y diseños a nivel de factibilidad 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 y el diseño debe considerar 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 deberá seguirse rigurosamente los procedimientos indicados en el Título H de la Norma Sismo Resistente NSR/10.

El consultor debe realizar el análisis y pre-diseños geotécnicos de las estructuras de aproximación de los puentes vehiculares y en el caso de los puentes peatonales deberán presentarse los pre-diseños geotécnicos y recomendaciones respectivas, para la cimentación de rampas y escaleras.

Finalmente, el Consultor 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.

Análisis de Capacidad Portante y Deformación.

Para este tipo de análisis se deberá tener en cuenta que los cálculos se adelantar con base al Código Colombiano de construcción de puentes, sin olvidar el método constructivo, estos es Hincados o perforados, así:

- Numeral 10.5, Estados límites y Factores de resistencia.
- Numeral 10.6 Zapatas.
- Numeral 10.7 Pilotes Hincados.
- Numeral 10.8 Pilotes preexcavados o perforados
- Numeral 10.9 Micro pilotes.

En este aparte se deberán presentar los resultados obtenidos de los análisis de capacidad portante y deformaciones (vertical y horizontal según sea el caso), al igual que las características geométricas de la cimentación, número de elementos y distribución. Se deberá incluir 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 deberán contemplar, además de la carga gravitacional, cargas horizontales o de origen sísmico, independientemente del tipo de solución que se proponga (ya sea superficial o profunda) y con base en ellas deberá efectuarse el diseño geotécnico. Al respecto deberá consignarse en las memorias de cálculo el tipo de programa utilizado incluyendo una descripción de los mismos y la correspondiente interpretación de los resultados obtenidos.

Se anexará la memoria de cálculos, la cual contiene el procedimiento detallado de los cálculos de capacidad y deformación, así como el análisis de estabilidad del conjunto de la cimentación,

donde se demuestre que esta no fallará por capacidad portante, por deformaciones laterales, ni asentamientos.

De otro lado, deberá efectuarse una modelación matemática mediante elementos finitos de los esfuerzos inducidos en las estructuras y las tuberías adyacentes de servicios públicos domiciliarios por las condiciones de carga del puente transmitidas por el sistema de cimentación propuesto, efectuando un análisis de la influencia del puente sobre las redes existentes cercanas al sistema de cimentación incluyendo sumideros, pozos especiales, cámaras, protección de tuberías de acueducto y alcantarillado existentes y propuestas y los demás dispositivos del sistema que se consideren necesarios. Al respecto deberá consignarse en las memorias de cálculo el tipo de programa utilizado incluyendo una descripción de los mismos y la correspondiente interpretación de los resultados obtenidos.

Resultados, Conclusiones y Recomendaciones.

Se debe presentar en el Informe Final las características físicas del suelo y los parámetros de resistencia, los 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). Adicionalmente, se deberán la recomendación del tipo de cimentación a ser implementada en la etapa de obra incluyendo aspectos como tipo y profundidad de cimentación, dimensiones y número de elementos requeridos.

Se deberán incluir las modelaciones y recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

Se deberán incluir 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 de factibilidad.

10.1.6.1.2 Estudios geotécnicos para redes de servicios públicos

Teniendo en cuenta los resultados de la investigación de redes y de la investigación geotécnica preliminar, se ejecutará la exploración del subsuelo requerida, para lo cual el Consultor, previo concepto de recibo por parte de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU y de acuerdo con las normas técnicas establecidas por las empresas de servicios públicos, deberá realizar como mínimo un (1) sondeo o barreno o apique en el área de influencia directa del proyecto, en el que se evidencie la interferencia con las redes húmedas. En todo caso, previo a la ejecución de los trabajos de campo, el Consultor deberá presentar para concepto de recibo de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU, el tipo de perforaciones a realizar, el número de metros de perforación y su distribución, para que esta realice el correspondiente estudio y emita concepto, y que permitan elaborar un estudio confiable; de igual manera, se deberán presentar dentro del plan de inspección de ensayos, la programación y posterior ejecución de la caracterización física y mecánica de los estratos encontrados. Dicho plan de investigación deberá estar acorde con la normatividad vigente de la EAB.

De igual forma los diseños deberán seguir la normatividad indicada, en lo referente a los 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 que se relacionan a continuación, entre otras:

- NS-010: Requisitos para la elaboración y presentación de estudios Geotécnicos
- NS-019 : Excavaciones en zanja
- NS-035 : Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado
- NS-072: Entibados y tablestacados
- NS-076: Requerimientos para diseño y construcción de obras de protección de taludes
- NS-088: Geotextiles y geocompuestos de drenaje
- NS-122: Aspectos técnicos para diseño y construcción de subdrenajes
- NS-139: Requisitos para la determinación del ancho mínimo del derecho de vía en redes de acueducto y alcantarillado.

En el caso de interferencia de redes, el consultor deberá efectuarse una modelación matemática en elementos finitos de los esfuerzos inducidos en las estructuras y en las tuberías adyacentes de servicios públicos domiciliarios por las condiciones de carga de los puentes u otras estructuras transmitidas por el sistema de cimentación propuesto, efectuando un análisis de la influencia del puente u otras estructuras sobre las redes existentes cercanas al sistema de cimentación incluyendo canales, sumideros, pozos especiales, cámaras, protección de tuberías de acueducto y alcantarillado existentes y propuestas y los demás dispositivos del sistema que se consideren necesarios. Al respecto deberá consignarse 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 el riesgo.

En los casos de red matriz, o en los sitios que las entidades de servicios públicos lo soliciten se deberá establecer 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.

10.1.6.2Estudios de Riesgos, Amenaza y Vulnerabilidad

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) vigente, con respecto a la zonificación de amenaza por movimientos en masa, para la categoría alta y media se deberá proponer las posibles medidas para prevenirlas o mitigarlas para lo cual, se plantean las siguientes actividades: i) Ubicar la fuente generadora, ii) Información histórica sobre el proceso, iii) Identificar otras amenazas secundarias que pueden desencadenarse, iv) Frecuencia o recurrencia en que se puedan presentar, v) Magnitud e intensidad en que se manifiestan, vi) Extensión y tamaño de la afectación, vii) Estudios científicos y técnicos realizados y disponibles, viii) Definir instrumentos de análisis y seguimiento.

Adicionalmente el consultor deberá evaluar, si por efecto de la implementación de algunas de las alternativas, se genera alguna situación tal como: i) Movimientos en masa, ii) Ocurrencia de

un sismo con posibles daños estructurales y en cimentaciones, iii) Eventos Hidrometeorológicos (inundaciones y avalanchas), etc., que amerite realizar la evaluación de amenaza y riesgo por movimientos en masa, a fin de proyectar las obras que mitiguen o desaparezca la amenaza teniendo en cuenta las condiciones geológicas y geomorfológicas locales y regionales, así como los aspectos hidrológicos, hidrogeológicos, sismológicos y de uso del suelo, y considerando los daños y su cuantificación.

Para el caso de edificaciones como edificios administrativos, cerramientos, etc que se hallen en zonas de media o alta se deberá, según IDIGER, aplicar conforme a lo señalado por la Resolución 227 de 2006 y su Resolución Idiger 110 de 2014 posterior que modifico algunos artículos.

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).

10.1.6.3 Análisis del Riesgo Público

Teniendo en cuenta que el proyecto se desarrolla en la ciudad de Bogotá, se hace necesario que el Consultor, de estricto cumplimiento a lo establecido en el Decreto 172 de 2014 – "**Por medio del cual se reglamenta el Acuerdo 546 de 2013, se organizan las instancias de coordinación y orientación del Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático y se definen lineamientos para su funcionamiento"**, así como también el Decreto Distrital 334 de 2004 - **Por el cual se organiza el Régimen y el Sistema para la Prevención y Atención de Emergencias en Bogotá Distrito Capital y se dictan otras disposiciones",** que en sus artículos 15 y 16, que indica:

> ***Artículo 15º. Análisis de riesgos y de medidas de prevención y mitigación.*** *En desarrollo de lo dispuesto en los artículos 8 y 9 del Decreto 919 de 1989, las entidades o personas públicas o privadas cuyas actividades puedan dar lugar a riesgos públicos deben hacer análisis de riesgos, de planes de contingencia y de medidas de prevención y mitigación. Para este efecto, la DPAE, en consulta con las Comisiones Interinstitucionales pertinentes del SDPAE, preparará para su adopción por Decreto del Alcalde Mayor las normas en virtud de las cuales se definan los casos específicos de exigibilidad, los términos técnicos, las instancias institucionales para su presentación y aprobación, y los mecanismos de seguimiento y control.*
>
> *Los planes de contingencia y las medidas de prevención y mitigación necesarios según los análisis efectuados conforme a este artículo y a lo establecido en el artículo 16o, deben ser adoptados por las personas públicas o privadas en desarrollo de las actividades a su cargo que sean generadoras de riesgo público.*
>
> ***PARAGRAFO.*** *En todos aquellos casos en que las personas privadas estén obligadas a realizar análisis de riesgos, planes de contingencia y de medidas de prevención y mitigación en los términos de los artículos 15 y 16 del presente Decreto, estas responderán por las consecuencias de no haber efectuado dichos análisis o de haberlos hecho de manera deficiente o derivadas de la no adopción de los planes de contingencia y de las medidas de prevención y mitigación.*

Artículo 16º. Responsabilidad especial de realizar o exigir análisis de riesgos, planes de contingencia y medidas de prevención y mitigación obligatorios. *En desarrollo de lo dispuesto en los artículos 8 y 9 del Decreto Extraordinario 919 de 1989, e independientemente de lo que se disponga en desarrollo del artículo 15 y sin que sea necesaria la reglamentación prevista en dicha norma, es responsabilidad especial de cada Entidad o autoridad competente del orden central o descentralizado de Bogotá Distrito Capital, o privada que cumpla funciones públicas o preste servicios públicos, que estime que pueden generarse riesgos públicos en desarrollo de actividades que están dentro de su órbita de competencia, realizar o exigir, según el caso, análisis de riesgos, planes de contingencia y de medidas de prevención y mitigación en los siguientes eventos:*

1. En los proyectos de inversión del Banco de Proyectos de Inversión del Distrito (EBI)
2. En el otorgamiento o renovación de licencias, concesiones, permisos y otras autorizaciones administrativas, ya sea como condición o requisito previo para su expedición o como parte de su contenido mismo.
3. En los procesos de prefactibilidad, factibilidad y diseño de obras y proyectos.
4. En los términos de referencia o en los pliegos de condiciones para la celebración de contratos o como una obligación específica a cargo de la persona que celebre el respectivo contrato con la administración.
5. En los procesos de organización y prestación de servicios públicos, tanto en el diseño de los planes como en los procedimientos de operación permanente.
6. En la elaboración de los planes maestros de equipamientos del sector social.
7. En los instrumentos de gestión urbana derivados del Plan de Ordenamiento Territorial y
8. En las licencias de urbanismo y de construcción conforme a lo previsto en el Plan de Ordenamiento Territorial.

PARAGRAFO 1º. *Para los efectos previstos en este artículo se entiende por riesgo público el daño probable que, en desarrollo de las actividades y proyectos desarrollados por entidades públicas, privadas o ciudadanas, se produzcan sobre la población y sus bienes, sobre la infraestructura y la economía pública y privada y sobre el ambiente, en espacios distintos y externos a los espacios propios o privados en los cuales se adelantan dichos proyectos y actividades*

PARAGRAFO 2º. *Las entidades o autoridades competentes a que se refiere el presente artículo definirán mediante resolución los casos específicos en los cuales se realizarán o exigirán los análisis de riesgos, planes de contingencia y de medidas de prevención y mitigación.*

En consecuencia, considerando que las actividades de obra que se ejecuten como resultado de los Estudios y Diseños planteados por el Consultor, son generadoras de riesgo público para la comunidad afectada por el proyecto, se deberá identificar el riesgo, efectuar el correspondiente análisis del riesgo, y planteará los planes de contingencia y medidas de mitigación inherentes al proyecto.

10.1.6.4Riesgos previsibles

El Consultor deberá identificar y analizar 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 la posible solución a dichos inconvenientes.

Así mismo, deberá identificar 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.

10.1.6.5Cantidades de obra

Con el propósito de determinar el costo preliminar asociado a la implementación de las obras propuestas en cada una de las alternativas analizadas en la etapa de factibilidad para este proyecto, el Consultor deberá presentar los respectivos cuadros de estimación de cantidades de obra asociados al componente geotecnico, los cuales deben estar soportados en las memorias de cálculo correspondientes.

10.1.6.6Matriz multicriterio

El Consultor de manera concertada con la Interventoría, deberán definir los criterios y umbrales de calificación que permitan realizar una evaluación objetiva e imparcial de cada una de las alternativas por medio de la matriz multicriterio, a través de la ponderación de diferentes aspectos, tales como: dificultades durante el proceso constructivo, costo inicial de la construcción, costo asociado a la operación, riesgo asociado a la construcción, plazo de construcción de las obras, etc., o cualquier otro aspecto que los especialistas consideren que impacten al proyecto desde el componente de geotecnia.

Como resultado de la definición de criterios y umbrales de evaluación, se deberá presentar la evaluación técnica y económica de las alternativas de solución geotécnica para cada una de las estructuras propuestas, indicando los puntajes y calificaciones obtenidas a partir de este ejercicio.

Finalmente, y después de realizarse la evaluación de las alternativas de manera conjunta con todos los demás componentes del proyecto, el Consultor deberá presentar alternativa de solución geotécnica seleccionada, que se definió para cada una de las estructuras a implementar y a ser desarrolladas a nivel de detalle en la etapa de estudios y diseños.

10.1.6.7Conclusiones y recomendaciones

El consultor deberá presentar el análisis de los resultados de la etapa de factibilidad, así como la definición de la alternativa seleccionada a nivel geotécnico y para el proyecto en general, con las justificaciones a que hubiere lugar.

Así mismo, deberá efectuar las recomendaciones en cuanto a aspectos relevantes a considerar en la etapa de estudios y diseños, que deban ser analizadas de manera específica para el proyecto desde el componente de geotecnia.

10.1.7 PARTICULARIDADES Y LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS DE DISEÑO REQUERIDOS POR LA DIRECCIÓN TÉCNICA DE PROYECTOS

10.1.7.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE INGENIERIA GEOTECNICA

- El proyecto del intercambiador vial calle 80, se desarrolla a nivel geológico sobre las formaciones Llanura de inundación (Qlla) , que está constituida de arcillas y limos, con un espesor promedio de 5m y son materiales de un ambiente fluvial y localmente lacustre.

- De acuerdo con la resolución 1483 de 2019 “amenaza de movimiento en masa suelo urbano” y el POT 555 de 2021 “amenaza por inundación”, la zona del proyecto no presenta riesgo.

- El proyecto presenta una proximidad importante con las redes matrices, se encuentra la red matriz Can -Chucua de acueducto de 24” en CCP, ubicada al costado norte de la Calle 80, en el separador central se encuentra un colector del alcantarillado pluvial de 1.0m de diámetro y cruzando de sur a norte se encuentra un colector sanitario en concreto reforzado revestido con lámina de polietileno de 1.80m de diámetro, por lo que la cimentaciones propuestas en las siguientes fases del proyecto deberán contemplar los análisis de influencia debidos a la cimentación propuesta, así como el planteamiento de la correspondiente protección e instrumentación.

- Se recomienda para la etapa siguiente etapa realizar una campaña geotécnica y geológica exploratoria ya que la información secundaria encontrada dista de la zona del proyecto aproximadamente 3.0 Km, lo anterior busca la caracterización adecuada de los materiales de la zona.

- En la siguiente etapa, y con los resultados de la información primaria, se debe realizar análisis de asentamientos, con el fin de verificar los posibles asentamientos que se puedan dar en la zona de análisis y establecer las medidas necesarias para su tratamiento.

- Para las siguientes etapas del proyecto se deberá con la información primaria producto de las perforaciones y resultados de laboratorio elaborar los diseños que garantice el adecuado desempeño de las cimentaciones requeridas del proyecto.

10.1.7.2 RECOMENDACIONES A TENER EN CUENTA EN LA SIGUIENTE ETAPA.

En las siguientes etapas del proyecto se debe tener en cuenta la complejidad de la zona en cuanto a la cercanía o interferencia con redes matrices de agua potable de la EAAB y las redes de alta tensión.

Para la etapa de diseño se debe complementar el trabajo de campo con un programa de exploración geotécnica y ensayos de laboratorio que soporten el modelo geológico-geotécnico definido

- Exploración del subsuelo:

Realizar una campaña de exploración adecuada de acuerdo con las necesidades del proyecto, junto con ejecución de ensayos con los que se pueda determinar la resistencia y la deformabilidad de los materiales y que permitan la adecuada reconstrucción del perfil del terreno.

Otro de los aspectos a tener en cuenta en la exploración es el sistema de redes existente a fin de evaluar la influencia de la construcción de la cimentación de los puentes vehiculares y peatonales sobre estos.

- Ensayos de laboratorio:

Como aspecto importante realizar los ensayos de consolidación unidimensional en los sitios de terraplenes de acceso a los puentes a fin de prever deformaciones que pudieran presentarse en el límite terraplén de igual manera ensayos de succión donde la concentración de árboles pueda influir en el comportamiento de las estructuras y pavimentos.

En los sitios de presencia de limos orgánicos realizar pruebas de Índice de colapso a fin de detectar posibles cambios volumétricos ante la presencia de aguas que puedan afectar las estructuras de pavimento y espacio público.

10.1.8 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Como parte de las actividades a desarrollarse durante la etapa de recopilación y análisis de información, el Consultor deberá realizar una revisión de los siguientes documentos:

- Certificaciones de calibración de los equipos de ensayos, prensas, balanzas etc., vigencias que dependen del tipo de equipo y de la Superintendencia de Industria y Comercio.
- Los resultados obtenidos de los laboratorios de ensayos, deberán indicar entre otros: norma de ensayo, equipo utilizado y certificado de calibración, a fin de establecer el grado de confiabilidad de la información.
- Cada uno de los reportes de ensayos de laboratorio, deberá entregarse de manera independiente indicando la norma de ensayo que la rige ASTM, IDU, NTC, INVIAS, EAAB.
- Se deberá entregar los registros crudos de campo y los perfiles construidos con las propiedades halladas en los resultados de laboratorio.

Las características anteriores, deberán ser tenidas en cuenta para la entrega de los estudios y diseños definitivos.

10.1.9 Redes hidrosanitarias.

Se deberá llevar a cabo un proceso de simulación con elementos finitos a fin de evaluar la influencia de las obras obre las redes ya mencionadas de igual manera se recomienda una instrumentación diseñada por la consultoría, así donde indique las obras de protección o mitigación sobre dichas redes.

10.1.10ENTREGABLES

El Consultor deberá entregar al inicio del contrato un cronograma de entrega de productos, dentro del plazo del contrato, teniendo en cuenta como mínimo los siguientes entregables para el componente de Geotecnia, los cuales deberán contar con la respectiva aprobación de la Interventoría y recibo por parte del IDU:

ÁREA	PRODUCTO (Informe, planos y medio magnético)
GEOTECNIA	**ETAPA DE INVESTIGACIÓN Y RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN**
	INFORME DE INVESTIGACIÓN Y RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN y METODOLOGÍA: Resultados de la búsqueda, recopilación y análisis de información primaria y secundaria. Cronograma y metodología detallada de los trabajos geotécnicos.
	ETAPA DE FACTIBILIDAD
	PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO, FUNDACIONES, REDES, Y DEMÁS ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS: Planos de Localización e implantación del proyecto, planteamiento de alternativas de solución, ubicación de sondeos (nuevos y existentes), 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

ÁREA	PRODUCTO (Informe, planos y medio magnético)
	SST.
	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE FACTIBILIDAD: Descripción de la localización, alcance e implantación del proyecto y planteamiento de alternativas de solución, descripción del entorno geológico, geotécnico, sísmico, inventario y diagnóstico de la infraestructura existente a nivel geotecnico, resultados de exploración y ensayos de laboratorio, registros fotográficos, cuadro consolidado de ensayos de laboratorio (nuevos y existentes). Análisis de variabilidad de resultados, perfiles estratigráficos, definición de parámetros de diseño geotécnico para: cimentación de estructuras principales, secundarias, complementarias, y demás redes, análisis del espectro sísmico de diseño, predimensionamiento y modelación de alternativas de diseño geotécnico de estructuras principales, secundarias, redes y complementarias, definición de criterios y umbrales de evaluación para seleccionar la alternativa óptima, análisis comparativo técnico y económico de alternativas, definición de alternativa óptima para diseño, estimación de cantidades de obra, riesgos previsibles, conclusiones y recomendaciones.

Notas:

1. El presente cuadro de entrega de productos no podrá ser modificado sin el concepto de recibo previo de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU y la entrega de los estos productos deberán ser tenidos en cuenta para la elaboración del cronograma por parte del Consultor.
2. Los productos parciales relacionados en la tabla anterior, deberán ser remitidos para concepto de recibo por parte de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU, una vez los mismos cuenten con aprobación de la Interventoría, conforme al cronograma antes mencionado.
3. Para el pago de los análisis de precios unitarios correspondientes a las exploraciones geotécnicas y ensayos de laboratorio, se deberá presentar un informe que contenga: cuadro resumen de cantidades ejecutadas y precios contractuales, reporte de los trabajos de campo realizados, reportes de ensayos de laboratorio firmados por el laboratorista y jefe de laboratorio, certificados de calibración de equipos de laboratorio, protocolo de manejo, transporte, ensayo y conservación de muestras de campo y registro fotográfico y comunicación de concepto de recibo del Plan de Exploración del Subsuelo por parte de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU.

CONTENIDO BASICO DEL INFORME FINAL:

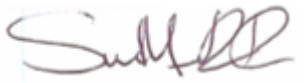
A continuación se presenta el contenido mínimo recomendado del informe final:

1. Alcance del proyecto y de los componentes
2. Inventario y diagnóstico de infraestructura existente (estructuras, canales, taludes, redes, etc)
3. Resumen de la etapa de recopilación y análisis de Información secundaria
4. Caracterización de la localización del proyecto (microzonificación geológica, geotécnica, sísmica, amenaza).
5. Plan de exploración geotécnica (plano de localización de barrenos y sondeos, discriminando: geotecnia para puentes, taludes, redes. Incluir abscisado del proyecto, límite de intervención y georreferenciación)
6. Resultados de ensayos consolidados (incluye los reportes de campo, protocolo de manejo, transporte, ensayo y conservación de muestras, certificados de calibración de equipos, reportes de ensayos firmados por laboratorista e ingeniero de laboratorio, registro fotográfico de muestras y trabajos de campo).
7. Procesamiento de ensayos de laboratorio (tablas consolidadas de resultados, análisis de variabilidad de cada una de las propiedades físicas y mecánicas con respecto a la profundidad, sectorizaciones, planos en planta-perfil de perfiles estratigráficos consolidando información de laboratorios e implantación de la infraestructura proyectada).
8. Definición de perfil geotécnico de diseño y parámetros de diseño.
9. Marco teórico de las metodologías y criterios de diseño a emplear.
10. Memorias de cálculo, modelaciones y verificaciones de los diseños.
11. Análisis comparativo técnico y económico de alternativas
12. Planos de cimentación de estructuras, planos de diseño de taludes, estructuras de contención, y demás detalles de índole constructivo.
13. Cuadro de cantidades de obra y memorias de cálculo.

14. Especificaciones generales y particulares de construcción
15. Plan de contingencias y análisis de riesgos
16. Riesgos previsibles
17. Recomendaciones y Conclusiones
18. Informe final con sus respectivos anexos en medio magnético (*.xlsx. *:docx, *.dwg, crudos de memorias de cálculo y modelaciones)

Nota:

1. El documento deberá ceñirse a lo establecido por este Instituto en el INSTRUCTIVO DE PRESENTACIÓN DE PLANOS Y ARCHIVOS Versión 1.0.
2. La información que se derive de la exploración y los ensayos de campo y laboratorio deberá ser consignada en los formatos indicados en la guía GU-IC-10 Guía presentación y reportes de información de ensayos de campo y laboratorio V2, formato FO-IC-39 RECOPILACIÓN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA DE SUELOS, el cual deberá ser presentado en Excel y PDF, en el informe final.



Ing. SANDRA MILENA DIAGAMA PEÑA
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos
Dirección Técnica de Proyectos
Instituto de Desarrollo Urbano