CAPITULO 8.
GEOTECNIA

ALCALDIA MAYOR
BOGOTA D.C.
Instituto
DESARROLLO URBANO

CONCURSO DE MÉRITOS

ESTUDIOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACERAS Y CICLORRUTAS DEL COSTADO ORIENTAL DE LA AUTOPISTA NORTE ENTRE LA CALLE 80 Y LA CALLE 128B Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, EN BOGOTÁ D.C.

CAPITULO TÉCNICO 8

GEOTECNIA

BOGOTA D. C., SEPTIEMBRE de 2019

TABLA DE CONTENIDO

8.1. OBJETIVO 4
8.2. ANTECEDENTES 4
8.3. NORMATIVIDAD APLICABLE 4
8.4. ALCANCES 5
8.5. ETAPA DE INVESTIGACIÓN Y RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN 5
8.6. PLANES DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA 6
8.7. ETAPA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS 9
8.7.1. GENERALIDADES 9
8.7.2. PUENTES VEHICULARES Y PEATONALES (EN CASO QUE APLIQUE) 13
8.7.3. PASOS DEPRIMIDOS Y/O *BOX CULVERT* (EN CASO QUE APLIQUE) 15
8.7.4. ESTRUCTURAS VERTICALES, ESTACIONES, CICLO-PARQUEADEROS, ETC (EN CASO QUE APLIQUE) 17
8.7.5. ANÁLISIS PATOLÓGICO DE ESTRUCTURAS (EN CASO QUE APLIQUE) 17
8.7.6. DETERMINACIÓN DE LA RESPUESTA SÍSMICA LOCAL PARA INTERSECCIONES A DESNIVEL (EN CASO QUE APLIQUE) 18
8.7.7. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA EXCAVACIONES ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS DE SOPORTE Y/O CONTENCIÓN, PANTALLAS, MUROS DE CONTENCIÓN, ANCLAJES ETC. (EN CASO QUE APLIQUE) 20
8.7.8. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y TERRAPLENES (EN CASO QUE APLIQUE) 25
8.7.9. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS (EN CASO QUE APLIQUE) 26
8.7.10. ANÁLISIS DEL RIESGO PÚBLICO 27
8.8. ENTREGABLES 28
8.8.1. CONTENIDO BÁSICO DEL INFORME FINAL 30

CAPÍTULO TÉCNICO 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 **"ESTUDIOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACERAS Y CICLORRUTAS DEL COSTADO ORIENTAL DE LA AUTOPISTA NORTE ENTRE LA CALLE 80 Y LA CALLE 128B Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, EN BOGOTÁ D.C."**, y toda aquella infraestructura o estructura que sea requerida para la construcción y puesta en operación de los corredores tanto a nivel vial, como de espacio público y servicios públicos, contemplando como mínimo y sin limitarse a ello, los estudios de prefactibilidad elaborados por la Dirección Técnica de Proyectos del IDU.

Adicionalmente, el Consultor, a través de sus estudios y diseños, 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 para ser desarrollada a nivel de detalle, 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 impacte 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 complementar, actualizar, ajustar o elaborar los diseños 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, 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 diseños de cimentación o refuerzo de cimentación, o el 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.

8.1. OBJETIVO

Elaborar los **"ESTUDIOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACERAS Y CICLORRUTAS DEL COSTADO ORIENTAL DE LA AUTOPISTA NORTE ENTRE LA CALLE 80 Y LA CALLE 128B Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, EN BOGOTÁ D.C."**, y toda aquella infraestructura que sea requerida para su construcción y puesta en funcionamiento del proyecto.

8.2. ANTECEDENTES

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

8.3. 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.
- Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR/10 Ley 400 de 1997 Decreto 926 de 2010, aplicado a edificaciones verticales y estaciones de sistemas de transporte y/o taquillas.
- 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. – IDU-ET-2011. V.3, 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; **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 las Fases de Factibilidad, Diseño y Ejecución de proyectos, 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.

8.4. ALCANCES

Realizar todas las actividades necesarias, para ejecutar los **"ESTUDIOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACERAS Y CICLORRUTAS DEL COSTADO ORIENTAL DE LA AUTOPISTA NORTE ENTRE LA CALLE 80 Y LA CALLE 128B Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, 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.

8.5. 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.

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.

8.6. 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 las etapas de Factibilidad y Estudios y Diseños (por separado de acuerdo a la cronología del proyecto y previo al inicio de dichas etapas), correspondientes a las estructuras que presente el proyecto 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, 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 5.0, numeral 6.6 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 de acuerdo a la etapa en la que se encuentre el proyecto, en el caso de Factibilidad, la evaluación de cada

una de las alternativas de solución (en caso de requerirse) y en el caso de Estudios y diseños, las estructuras definitivas.

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 estabilidad de taludes.
- Diseño de estructuras de contención.

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

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 y/o macizo rocoso 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.

Para el caso de la etapa de estudios y diseños, el plan de exploración, debe ajustarse en su totalidad, en cuanto a cantidad y profundidad de las exploraciones y tipo de ensayos de caracterización geotécnica en los estratos identificados, a los lineamientos definidos en la normatividad vigente al inicio del contrato y aplicable a cada tipo de estructura, para lo cual se deberá considerar la información que proviene de la etapa de factibilidad y la información secundaria disponible para el proyecto.

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:

8.7. ETAPA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

Para la etapa de Diseños, el Consultor deberá realizar los ajustes, actualizaciones, complementaciones y/o elaboración de los estudios y diseños completos y de detalle que permitan dar cumplimiento al objeto contractual de este proyecto, para todas las estructuras principales (puentes vehiculares, puentes peatonales, pasos deprimidos, intersecciones a desnivel, etc), las cimentaciones de estructuras complementarias, análisis de estabilidad de taludes y diseño de estructuras de contención (si se requiere), los diseños de cimentaciones de redes de servicios públicos de ser necesario.

8.7.1. Generalidades

Se debe efectuar la caracterización geomecánica del depósito de suelo y/o roca presente en la zona de ubicación de cada uno de las estructuras efectuando la exploración y los ensayos de campo y de laboratorio necesarios para determinar el comportamiento físico-mecánico del suelo; con el objeto de realizar la interpretación técnica que permita evaluar los posibles mecanismos de falla, las condiciones de servicio adecuadas, suministrar los parámetros y las recomendaciones necesarios para el diseño y la construcción de las cimentaciones y obras relacionadas.

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 analizadas 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.

El consultor deberá establecer el perfil de diseño y plantear al IDU para su estudio y concepto de conformidad, un estricto plan de ensayos de laboratorio, previo a su ejecución.

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,
- Carga puntual en rocas,

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.

En el caso del macizo rocoso se deberán realizar ensayos de:

- Corte directo al contacto de la diaclasa y relleno,
- Carga puntual.

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.

Perfil estratigráfico

Las muestras de suelo deberán clasificarse utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y las rocas se describirán incluyendo su formación, identificación, características litológicas y físicas, y demás características que lleven a una caracterización geomecánica reconocida, y cualquiera otra información útil desde el punto de vista del diseño de ingeniería.

La anterior información deberá ser condensada en perfiles estratigráficos por sondeo dentro de los planos planta-perfil con la implantación de la estructura y su correspondiente cimentación, en dichos planos deberá aparecer la columna estratigráfica detallada, consignando los valores de los parámetros de resistencia y compresibilidad provenientes de los ensayos practicados a la profundidad exacta de muestreo y los niveles de agua o niveles freáticos encontrados.

Deberá presentarse 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, deberá quedar indicada la información de la existencia o no del nivel freático aguas a presión superior a la cota de la superficie, y su variación durante los sondeos, las mediciones de los mismos deberán realizarse con herramientas apropiadas para tal fin. Así como cualquier otra condición que deba ser reportada como por ejemplo la aparición de bolsas de gas dentro de las perforaciones.

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, 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.

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 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 propias 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 los mismos. Así como incluir comentarios acerca de la magnitud de los valores alcanzados.

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 la Norma IDU-ET-2011 V.3., 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.

8.7.2. Puentes Vehiculares y peatonales (en caso que aplique)

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 y cantidad, incluyendo Ensayos de Penetración Estándar (SPT), veleta de campo, CPTu, DMT o Presurómetro, tomando el muestreo de tipo alterado e inalterado que garantice un conocimiento de la estratigráfica incluido RQD (en caso que aplique) y sus propiedades fisicas y mecánicas.

Se deberá ejecutar como mínimo una perforación por cada unidad de subestructura (CCP-2014, numeral 10.4.2, Tabla 10.4.2-1.); 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 Sismico 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.

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 deben 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).

Análisis Geotécnico.

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 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 diseños geotécnicos de las estructuras de aproximación de los puentes vehiculares y en el caso de los puentes peatonales deberán presentarse los 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, esto 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. Para los cruces de drenajes naturales se deberá tener en cuenta el correspondiente análisis de socavación, para la determinación de la profundidad de cimentación de la estructura. Este análisis podrá realizarse por cualquier método existente explicando los criterios empleados para tal fin.

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.

Para perfiles de tipo F se deberán adelantar 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 deberán presentarse 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 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.

8.7.3. Pasos Deprimidos y/o *Box Culvert* (en caso que aplique)

Para el caso de intersecciones vehiculares con pasos deprimidos, o cruces de drenajes naturales con *box culvert*, deberán determinarse 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 al 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. El tipo de Placas de revestimiento consideradas con paneles de Acero Fundido en frio.

Análisis Geotécnico

Para este tipo de análisis se deberá seguir las pautas dadas por el CCP-14 en:

- Capítulo 10 Cimentaciones.
- Capítulo 11, Muros estribos y Pilas
- Capítulo 12, Estructuras enterradas y revestimientos para túneles

Para los muros, pantallas y estructuras propuestas, se deberán realizar los 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 deberá indicarse 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, deberán realizar las respectivas recomendaciones sobre la cimentación y contención a ser implementada en la etapa de obra.

Deberán calcularse 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 deberán calcularse mediante métodos reconocidos y debidamente sustentados. Adicionalmente, para la condición estática y de sismo, deberán realizarse todas las verificaciones de comportamiento, esto es, deslizamiento, volcamiento, capacidad portante, estabilidad intrínseca y estabilidad general del sistema.

Se deberán realizar 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, deberán tenerse en cuenta como mínimo aspectos relacionados con los parámetros del suelo, dimensión de las excavaciones y cargas temporales o permanentes.

En este aparte se deberán presentar 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 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 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.

Resultados, conclusiones y recomendaciones

Se presentará informe escrito indicando 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 deberán presentar los resultados de la evaluación técnica, junto con la recomendación del tipo de cimentación-contención a ser implementada en la etapa de obra, incluyendo aspectos como tipo y profundidad de cimentación, dimensiones y número de elementos requeridos.

8.7.4. Estructuras verticales, Estaciones, ciclo-parqueaderos, etc (en caso que aplique)

Para el caso de estructuras verticales como edificios, y para las estaciones tipo Transmilenio y sus rampas de acceso, ciclo-parqueaderos, taquillas, etc, deberán determinarse 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 el consultor deberá evaluar 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.

Resultados, conclusiones y recomendaciones

Se presentará informe escrito indicando 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 deberán presentar los resultados de la evaluación técnica, junto con 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 deberá incluir comentarios acerca de la magnitud de los valores alcanzados, indicando si son admisibles o no.

8.7.5. Análisis patológico de estructuras (en caso que aplique)

Durante la etapa de recopilación de información existente, se deberá incluir la siguiente información:

- Estudios de suelos de la estructura especifica.
- Planos de construcción de la cimentación
- Libro de obra del proceso constructivo de la cimentación.
- Resultado del ensayo de carga en el caso de puentes.

Exploración del subsuelo: la cual dependerá exclusivamente de la información existente pues si no se encuentra datos suficientes queda a criterio del Consultor con la aprobación de la interventoría y supervisión la investigación de campo para verificar las características geomecánicas del depósito y la caracterización de la cimentación existente.

Análisis de la información: El resultado de este análisis dictaminara la bondad de utilizar la estructura tal como está con las nuevas condiciones de esfuerzo y deformación o su refuerzo o cambio.

Los aspectos de diseño y proceso constructivo ya fueron tratados en el numeral anterior

Se deberá entregar presupuesto detallado con las especificaciones de materiales y construcción, que deben cumplir la Normativa IDU-ET-2011 V.3.

8.7.6. Determinación de la Respuesta Sísmica Local para Intersecciones a desnivel (en caso que aplique)

Se determinará un espectro de respuesta sísmica local a utilizar para las intersecciones vehiculares a desnivel del proyecto. El objetivo de esta determinación es optimizar las soluciones de diseño de puentes vehiculares, peatonales y pasos deprimidos nuevos en el caso de utilizar apantallamiento o muros de contención, así como de reforzamiento y actualización sísmica de puentes vehiculares existentes en el proyecto.

Para todas las intersecciones vehiculares a desnivel del proyecto, se determinará la existencia de espectros de respuesta cercanos o aplicables al sitio de interés, si estos se concibieron para un periodo de retorno de 475 años se deberán llevar a un periodo de retorno de 1000 años, debidamente sustentados.

De no ser aplicables los espectros de respuesta sísmica existentes, 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 de suelo bajo el sitio en consideración y la incidencia de la topografía, de acuerdo con el procedimiento establecido en el Código Colombiano de Diseño y Construcción de Puentes CCP-14

Adicionalmente, es importante aclarar que en caso de ser aplicables, teniendo en cuenta la distancia al sitio particular, y las características topográficas y del subsuelo entre otros aspectos, podrán utilizarse los espectros determinados para intersecciones vehiculares mediante el procedimiento indicado en este numeral, para el diseño de estructuras como puentes vehiculares, peatonales, *box culvert*, y túneles, en caso de ser viable y conveniente técnica y económicamente.

El procedimiento para la obtención del espectro de sitio, deberá incluir la determinación del perfil estratigráfico de análisis y las propiedades geomecánicas (Estáticas y Dinámicas) de cada estrato, para lo cual se deberá realizar una perforación con muestreo y ensayos de

campo y laboratorio. Se establece una profundidad mínima de exploración para la determinación del espectro de sitio, de 50 metros para las zonas de suelos blandos. Esta profundidad puede ser menor cuando se penetre al menos 5.0 metros en estrato rocoso o competente (que presente en el ensayo de Penetración Estándar un valor del Número de Golpes mayor o igual a 50 en 30 centímetros). 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 debe 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.

La profundidad de perforación deberá medirse desde la superficie del terreno identificando el nivel topográfico correspondiente del punto (Coordenadas planas y altitud).

Adicionalmente, los trabajos incluyen las actividades que se describen a continuación:

- Medición de la velocidad de onda en toda la longitud de exploración, por medio de métodos como *Down Hole*, Cono Sísmico o equivalentes, cuya aplicación será definida por el Consultor. Estas mediciones deberán 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.
- Se deberán hacer ensayos básicos de clasificación y caracterización tomando muestras cada 2.0 metros en los primeros 50 metros de exploración y cada 4.0 metros para profundidades mayores. Estos ensayos básicos de clasificación incluyen la determinación del contenido de humedad, límites de plasticidad y peso específico de sólidos.
- Se realizarán ensayos de compresión inconfinada cada 2.0 metros en los primeros 50 metros de exploración y cada 4.0 metros para profundidades mayores. Adicionalmente, se estima la realización de ensayos de consolidación lenta cada 10.0 metros en los primeros 50 metros de exploración.
- Para la determinación del comportamiento del módulo cortante y la capacidad de amortiguamiento de los materiales del subsuelo, en el intervalo de deformaciones cortantes dinámicas, se deberán efectuar grupos de ensayos apropiados, como ensayos *Bender Element*, Columna Resonante y ensayos Triaxiales Cíclicos. Estos ensayos de laboratorio se deberán realizar cada 10.0 metros a lo largo del perfil de suelo, para cada ensayo representativo de un rango de deformaciones cortantes.
- Dentro de las actividades del estudio deberán obtenerse las curvas dinámicas (Módulo Cortante y Relación de Amortiguamiento en función de la deformación cortante) en relación con el Índice de Plasticidad y el Índice de Consistencia.
- Para obtener los parámetros requeridos se puede realizar con CPTu.

Es importante anotar que las actividades mencionadas anteriormente, corresponden a unos criterios básicos para la determinación de la Respuesta Sísmica Local, pero será responsabilidad del Consultor definir y presentar el número y tipo de ensayos de campo y

laboratorio que permitan elaborar un estudio confiable, realizando además la correspondiente valoración económica de la investigación del subsuelo para esta actividad.

Con los resultados de la investigación del subsuelo efectuada mediante la perforación a 50 metros de profundidad, así como los resultados de los ensayos de laboratorio y campo, y la información secundaria disponible, se deberán realizar los análisis dinámicos correspondientes, utilizando para la obtención de los espectros de respuesta en superficie, modelos unidimensionales y bidimensionales.

Se deberán emplear en los análisis como mínimo los acelerográmas 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 sismogénicas: 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, el Consultor deberá presentar 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.

8.7.7. Estudios geotécnicos para 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 los análisis de estabilidad de taludes y estructuras complementarias al proyecto que se identifiquen, se deberán seguir los lineamientos generales que se presentan en los siguientes apartados, teniendo en cuenta la Normatividad vigente, en especial el Código Colombiano de Diseño y Construcción de puentes CCP-14, en su capítulo 10, 11, 12 y los que apliquen a este proceso de análisis, o el que se encuentre vigente al acta de inicio del contrato, prestando especial atención a las zonas donde se puedan presentar sectores inestables desde el punto de vista geotécnico.

En todo caso el Consultor deberá presentar a consideración de la interventoría para su aprobación y a la del IDU, para cada sitio inestable y estructura complementaria proyectada, el tipo de exploración del subsuelo o perforaciones a realizar, el número de metros de perforación y su distribución, para que esta realice el correspondiente estudio y concepto, y que permitan elaborar un estudio confiable, realizando además la correspondiente valoración económica de la investigación del subsuelo para esta actividad. Por estructuras complementarias se entienden las estructuras de contención adicionales, alcantarillas, box-culverts, entre otras posibles.

Trabajos de campo:

Se deberán diligenciar 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 deberán 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 tal forma tal que se pueda obtener un perfil geotécnico típico, de igual manera el Consultor deberá presentar 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 Ø, 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 etapa de recopilación y análisis de la información y 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, 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.

Análisis Geotécnico

En análisis para las diferentes estructuras se realizar de acuerdo a el Código Colombiano de Diseño y Construcción de Puentes CCP-14 o el que se halle vigente deberán presentarse los análisis por estado de evento extremo y de servicio como es: la estabilidad estática, dinámica capacidad de carga y asentamientos 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, El Consultor deberá reconocerlos y presentar las correspondientes recomendaciones para su tratamiento de manera que se asegure la estabilidad de las estructuras, deberán incluirse las memorias de cálculo, el diseño y planos de construcción requeridos.

Se deberá adelantar el análisis del comportamiento de las propiedades del suelo como es la estratigrafía, variación de los parámetros físicos y mecánicos de los diferentes depósitos tanto a profundidad como horizontalmente dada por la información de los demás sitios de exploración y determinar si se puede generar un modelo geológico geotécnico o establecer alguna zonificación.

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.

Con base en el modelo geotécnico, adelantar los cálculos para:

1.0. En el caso de excavaciones para box culvert, pasos soterrados se deberá adelantar los siguientes análisis:

- Factor de seguridad de Fondo.
- Numero de estabilidad, con este determinara la necesidad de soporte o no.
- Profundidad Crítica de excavación.
- Deformaciones elásticas inmediatas de expansión del fondo y asentamiento inmediato.

- Análisis de estabilidad que determine la solución por pantallas o muros de contención.
- Establecer la condición de comportamiento de la estructura con relación a la excavación, esto es:
    - Estructura parcialmente compensada cuando el peso de la estructura es superior al esfuerzo dado por el volumen retirado de material.
    - Estructura compensada: cuando el esfuerzo de aplicación de la estructura es igual al esfuerzo del volumen retirado de material.
    - Estructura sobre compensada; cuando el esfuerzo transmitido por la estructura es menor al esfuerzo del volumen retirado de material.

Para este cálculo se deberá tener en cuenta el nivel freático inicial y el que se halla bajo la estructura.

Con estos datos se determinará la necesidad o no, de pilotes de carga axial a compresión o tracción.

- Diseño de las pantallas o muros de contención, en este caso se deberá realizar en condición estática y dinámica, de igual forma tener en cuenta que en la parte interior de la pantalla existen cargas vivas como las construcciones y cargas permanentes como las construcciones, de igual manera los esfuerzos que puedan a transmitir las redes cercanas, y presiones hidrostáticas o hidrodinámicas al igual que la presencia de gases.
- Evaluar la condición crítica de la excavación durante el proceso constructivo en la cual existe la excavación, pero no se ha colocado la carga.
- Evaluar deformaciones laterales de las pantallas que pudieran suceder y su afectación en el entorno de la excavación en por lo menos cinco veces la profundidad y ancho de la excavación
- Proyección del sistema de monitoreo de la excavación indicando el tipo de equipo su sensibilidad y su exactitud, de igual manera establecer un sistema de alarma o semáforo que indique la situación normal de deformación, media y alta, indicando las acciones de contingencia que se deberán adelantar en el momento de una situación crítica.

En los casos en los cuales existan corrientes naturales que puedan afectar las obras se deberá adelantar los análisis y cálculos para determinar la posible socavación que pudiera generarse.

2.0. Análisis de estabilidad de ladera y estructuras de contención o soporte.

Para el caso de taludes, el Consultor deberá realizar elaborar y presentar 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 movientes 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 etapa.

Para el caso de efectos sísmicos, estos deberán calcularse mediante métodos reconocidos y debidamente sustentados.

2.1. Laderas y Taludes roca

Con base en el análisis de la información de campo, resultados de los ensayos de laboratorio, se determinara 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. Para ello, si el Consultor así lo desea, podrán utilizarse nuevas tecnologías de materiales de estabilización, con las respectivas justificaciones y soportes que demuestren y aseguren que la alternativa tendrá una eficiencia del 100% en su funcionamiento.

Así mismo, se deberá diagnosticar y evaluar 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.

2.2. Estructuras de contención:

Para este numeral el Código Colombiano de diseño y Construcción de Puentes CCP-14, en su Capítulo 11 establece los lineamientos básicos a seguir.

Adicionalmente, para la condición estática y de sismo, deberán realizarse todas las verificaciones de comportamiento, esto es, deslizamiento, volcamiento, capacidad portante, estabilidad intrínseca y estabilidad general del sistema.

Para los análisis mencionados, deberán tenerse 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 que las características geométricas de las estructuras, 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. Los modelos numéricos deberán contemplar, 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 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.

2.3. Anclajes:

Para este tipo de estructuras se deberá seguir las indicaciones del Código Colombiano de Diseño y construcción de Puentes CCP-14 en su numeral 10.9.

Resultados, conclusiones y recomendaciones

Se presentará informe escrito indicando claramente 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 deberán presentar 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 etapa, 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 deberán realizar 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 deberán presentar 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 ajustes y/o actualización y/o complementación de los Estudios y Diseños Hidrológicos, Hidráulicos y Estructurales que contempla el Contrato para cada sitio.

Adicionalmente, se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Elaboración de la ficha de diagnóstico de taludes: En donde se presenten las características geométricas del talud, como longitud, altura, presencia de NAF (si lo hay), cargas externas, fisuras de tracción en la parte superior del talud, coeficiente sísmico, dependiendo el área de influencia.
- Definir zonas con características homogéneas, es decir, que presenten comportamiento geotécnico similar, recomendaciones de cimentación, taludes de cortes y rellenos.
- Para el tema de taludes se deberá analizar la estabilidad en cada uno de los sectores que presenten riesgo o potencial de inestabilidad.

- Modelación geotécnica de taludes: Presentando el modelo geotécnico utilizado y cada uno de los parámetros de entrada utilizados, con sus respectivas memorias de cálculo, análisis de estabilidad, evaluación y análisis del factor de seguridad bajo diferentes escenarios: con y sin obras, con y sin sismo, son y sin nivel freático, propuestas de mitigación, estabilización y contención de taludes.
- Memorias de cálculo, modelaciones y verificaciones de los diseños
- Recomendaciones geotécnicas y de construcción, obras de mitigación o contención con su respectivo diseño y memorias de cálculo.

8.7.8. Estudios geotécnicos para cimentación de la estructura de pavimento y terraplenes (en caso que aplique)

En sectores de rellenos o proyectos localizados en zonas sismicas Lacustre 500, Lacustre Aluvial 200, Lacustre Aluvial 300, Aluvial 200, Aluvial 300, o donde los suelos sean compresibles o tengan tendencia a expandir por procesos de excavación se deberán adelantar estudios adicionales.

Al construir una estructura de pavimento se realizan trabajos que afectan las condiciones naturales del sub suelo en resistencia y parámetros geológicos de compresibilidad o expansibilidad por lo cual se requiera un análisis donde se evalué los esfuerzos de alivio, subpresión y posteriormente al excavar la caja y posteriormente al colocar la estructura las nuevas cargas.

Para garantizar la estabilidad de la estructura del pavimento se deberá adelantar una investigación del sub suelo que deberá contener:

- Exploración del subsuelo mediante sondeos directos cada 100 m
- La profundidad de la exploración será del orden del orden de dos veces el ancho de la vía a analizar.
- Como exploración indirecta se puede realizar ensayos de geofísica o geo eléctricos.

Con relación a los ensayos de laboratorio deben contener:

- Humedad natural.
- Límites de consistencia.
- Gradaciones con lavado en tamiz 200
- Ensayos de consolidación con ciclos de descarga (No lenta).
- Ensayos de compresión inconfinada.
- Ensayos triaxiales CD
- Ensayos de succión.

Los análisis geotécnicos a desarrollar son los siguientes:

- Evaluación de Expansión incluida la presencia de nivel freático o aguas colgadas, por proceso constructivo al excavar,
- Evaluación de los asentamientos al colocar la estructura.

- Teniendo los parámetros del ensayo triaxial CD evaluar las deformaciones con el tiempo dentro del periodo de diseño inicial del pavimento, en el caso de terraplenes.
- Evaluación de capacidad portante.

Si las condiciones de estabilidad de la estructura son precarias por deformación por expansiones o consolidación a corto y largo plazo, proyectar un mejoramiento o estabilización de la subrasante en la cual se deberá hallar el valor mejorado de resistencia al corte no drenada, drenada y CBR.

En el caso de terraplenes de igual manera evaluar su deformación del cuerpo mismo y establecer la posible respuesta como CBR y capacidad portante.

Si dentro del alineamiento del proyecto existen individuos arbóreos evaluar su potencial de succión y establecer las acciones a llevar a cabo para su mitigación.

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

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 efectuar 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, considerando 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 dicha afectación.

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.

8.7.10. 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.

8.8. ENTREGABLES

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 concepto de conformidad del IDU:

ETAPA	PRODUCTO (Informe, planos y medio magnético)
INVESTIGACIÓN Y RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN	Cronograma y metodología detallada de trabajos geotécnicos
	INFORME DE INVESTIGACIÓN Y RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN: Resultados de la búsqueda, recopilación y análisis de información primaria y secundaria.
ESTUDIOS Y DISEÑOS	PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO PARA FUNDACIONES, REDES Y DEMÁS ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS: Planos de ubicación de apiques y sondeos (nuevos y existentes), protocolo del laboratorio para toma, transporte, conservación y ensayo de muestras, balance financiero del programa de exploración geotécnica y de 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 aprobado por la SDM.
	INFORME DE AVANCE 1: Localización y descripción del alcance del proyecto, marco teórico de las metodologías de diseño a emplear, zonificación geológica, geotécnica, sísmica, amenaza, etc., inventario y diagnóstico de la infraestructura existente, dicha de diagnóstico de taludes, resultados de exploración y ensayos de laboratorio, registros fotográficos, cuadro consolidado de ensayos de laboratorio, análisis de variabilidad de resultados, perfiles estratigráficos, definición de parámetros de diseño geotécnico para: cimentación de estructuras principales, secundarias taludes, complementarias, y demás redes (según aplique).
	INFORME DE AVANCE 2: Análisis del espectro sísmico de diseño, dimensionamiento y modelación de alternativas de cimentación de estructuras principales, secundarias, taludes, redes y complementarias, análisis comparativo técnico y económico de alternativas, definición de alternativa óptima para diseño.
	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTÉCNICOS DEFINITIVOS: Consolidación de informe de investigación y recopilación de información, e informes de avance 1 y 2 ajustado de acuerdo con las observaciones previas, modelación de alternativa definitiva para cimentación para estructuras principales, secundarias, taludes, complementarias y redes, memorias de cálculo, planos, procesos constructivos, planes de instrumentación y monitoreo, recomendaciones de mantenimiento y construcción, cantidades de obra, especificaciones generales y particulares, plan de contingencia y análisis del riesgo público, identificación de riesgos previsibles.

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.

8.8.1. Contenido básico 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 apiques 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. Caracterización del macizo rocoso (en caso que aplique)
9. Definición de perfil geotécnico de diseño y parámetros de diseño.
10. Marco teórico de las metodologías y criterios de diseño a emplear.
11. Memorias de cálculo, modelaciones y verificaciones de los diseños.
12. Análisis comparativo técnico y económico de alternativas (en caso que aplique)
13. Planos de cimentación de estructuras, planos de diseño de taludes, estructuras de contención, y demás detalles de índole constructivo.
14. Cuadro de cantidades de obra y memorias de cálculo.
15. Especificaciones generales y particulares de construcción
16. Plan de contingencias y análisis de riesgos
17. Riesgos previsibles
18. Recomendaciones y Conclusiones
19. Informe final con sus respectivos anexos en medio magnético (*.xlsx. *:docx, *.dwg, crudos de memorias de cálculo y modelaciones).

Nota:

El documento deberá ceñirse a lo establecido por este Instituto en el GUÍA ENTREGA DE PRODUCTOS EN FORMATO DIGITAL DE PROYECTOS REALIZADOS EN LA INFRAESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE MOVILIDAD Y ESPACIO PÚBLICO Versión 2

PABLO J. HERNÁNDEZ H.
Dirección Técnica de Proyectos
Instituto de Desarrollo Urbano