ALCALDIA MAYOR
BOGOTA D.C.
Instituto
DESARROLLO URBANO

**CONCURSO DE MÉRITOS**

# “CONSULTORÍA PARA LA REVISIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE GEOTECNIA Y ESTRUCTURAS POR MEDIO DE LA EJECUCIÓN DE PILOTES DE SACRIFICIO Y PRUEBAS DE CARGA, ADICIONALMENTE LA ACTUALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LOS COMPONENTES DE ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE UBICADO EN LA AVENIDA CIUDAD DE CALI POR AVENIDA FERROCARRIL EN BOGOTÁ D.C.”.

## CAPITULO TÉCNICO 10

## GEOTECNIA

**BOGOTA D. C., ENERO de 2023**

## 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 ..... 5
10.1.5. PLANES DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA ..... 6
10.1.6 ETAPA DE ACTUALIZACIÓN ESTUDIOS Y DISEÑOS ..... 8
10.1.6.1 ANÁLISIS GEOTECNICOS ..... 8
10.1.6.1.1 GENERALIDADES ..... 8
10.1.6.1.2 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS (EN CASO QUE APLIQUE) ..... 13
10.1.6.1.3 ANÁLISIS DEL RIESGO PÚBLICO ..... 13
10.1.7 PARTICULARIDADES Y LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS DE DISEÑO REQUERIDOS ..... 14
10.1.7.1 ANTECEDENTES. ..... 14
10.1.7.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 15
10.1.8 ENTREGABLES ..... 17

# 10 CAPITULO TECNICO DE GEOTECNIA

A continuación se presentan los lineamientos técnicos mínimos para el componente de geotecnia que deberán implementarse por parte del Consultor, para efectuar la "**CONSULTORÍA PARA LA REVISIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE GEOTECNIA Y ESTRUCTURAS POR MEDIO DE LA EJECUCIÓN DE PILOTES DE SACRIFICIO Y PRUEBAS DE CARGA, ADICIONALMENTE LA ACTUALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LOS COMPONENTES DE ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE UBICADO EN LA AVENIDA CIUDAD DE CALI POR AVENIDA FERROCARRIL EN BOGOTÁ D.C."**, y toda aquella infraestructura o estructura que sea requerida para la construcción y puesta en operación de los puentes, contemplando como mínimo y sin limitarse a ello, los estudios y diseños 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 actualización de los diseños geotécnicos por medio de la ejecución de pruebas de carga con las cuales el consultor debe determinar los coeficientes de fricción alfa $\alpha$ del sitio, adicionalmente, la determinación de los módulos de Young no drenado, Eu, para la construcción de la cimentación de los puentes vehiculares 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, el consultor debe analizar la información de los estudios y diseños existentes, el concepto emitido por la sociedad técnica de ingenieros SCI denominado "CONCEPTO GEOTÉCNICO CONSTRUCCIÓN DE LA INTERSECCIÓN A DESNIVEL DE LA AVENIDA CIUDAD DE CALI (AK 86) POR AVENIDA FERROCARRIL DE OCCIDENTE (AC22), Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN EN BOGOTÁ D.C", la construcción de 2 pilotes preexcavados in-situ a los cuales se les realizaran en primera instancia pruebas de integridad PIT (según lo establecido en la ASTM D5882-00) y posteriormente pruebas de carga dinámicas (según lo establecido en la ASTM D-4945-00), las cuales tienen como objetivo determinar el coeficiente de fricción alfa $\alpha$ y de la totalidad de los documentos relacionados en el Numeral de Antecedentes del ANEXO TÉCNICO SEPARABLE.

Por lo tanto, la actualización de diseños geotécnicos, comprenden entre otras actividades, el análisis del entorno geológico, geotécnico, sísmico y de amenaza, la complementación de la investigación del subsuelo (si aplica), ejecución y el análisis de las pruebas de carga con las cuales se determinará el factor de fricción alfa $\alpha$, así como la revisión de los módulos de Young no drenado, *Eu* para la determinación de los coeficientes de reacción vertical y horizontal, 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, y redes adyacentes al proyecto.

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, acorde a las características geotécnicas propias del sitio del proyecto.

## 10.1 OBJETIVO

Elaborar la "CONSULTORÍA PARA LA REVISIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE GEOTECNIA Y ESTRUCTURAS POR MEDIO DE LA EJECUCIÓN DE PILOTES DE SACRIFICIO Y PRUEBAS DE CARGA, ADICIONALMENTE LA ACTUALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LOS COMPONENTES DE ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE UBICADO EN LA AVENIDA CIUDAD DE CALI POR AVENIDA FERROCARRIL 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, el concepto emitido por la sociedad técnica de ingenieros SCI denominado "CONCEPTO GEOTÉCNICO CONSTRUCCIÓN DE LA INTERSECCIÓN A DESNIVEL DE LA AVENIDA CIUDAD DE CALI (AK 86) POR AVENIDA FERROCARRIL DE OCCIDENTE (AC22), Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN EN BOGOTÁ D.C" 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 para los dos puentes vehiculares y sus respectivas estructuras de aproximación.

- 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.

**NOTA:**

Los equipos utilizados para la verificación de características técnicas en las Fases de, Diseño y ejecución de las pruebas PTI y pruebas de carga dinámica, 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 **"CONSULTORÍA PARA LA REVISIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE GEOTECNIA Y ESTRUCTURAS POR MEDIO DE LA EJECUCIÓN DE PILOTES DE SACRIFICIO Y PRUEBAS DE CARGA, ADICIONALMENTE LA ACTUALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LOS COMPONENTES DE ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE UBICADO EN LA AVENIDA CIUDAD DE CALI POR AVENIDA FERROCARRIL 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.

Realizar el análisis de las pruebas de carga con las cuales se determinará el factor de fricción alfa $\alpha$, específico para el sitio del proyecto, así como la revisión de los parámetros geotécnicos de diseño, incluyendo el módulo de Young no drenado, *Eu,* para la determinación de los coeficientes de reacción vertical y horizontal.

### 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, 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 la revisión de los parámetros geotécnicos para la actualización de 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 que corresponden a los puentes vehiculares y las estructuras para el acceso a los mismos, revisar los parámetros geotécnicos, identificar potenciales problemas y riesgos frente a la cercanía de cimentación con las redes, en particular con la red de Ecopetrol existente en la zona.

### 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 complementario, correspondientes cimentación para estructuras principales (puentes) 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. Este plan de exploración deberá ir orientado a complementar los faltantes de información, encontrados según el concepto emitido por la sociedad técnica de ingenieros SCI denominado “CONCEPTO GEOTÉCNICO CONSTRUCCIÓN DE LA INTERSECCIÓN A DESNIVEL DE LA AVENIDA CIUDAD DE CALI (AK 86) POR AVENIDA FERROCARRIL DE OCCIDENTE (AC22), Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN EN BOGOTÁ D.C.

En todo caso, el plan de investigación del subsuelo complementario, 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 detallado 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 (si aplica).

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.

El plan de investigación geotécnico, debe entregarse debidamente aprobado por la interventoría, **una vez finalizada la etapa de recopilación de información**.

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.

El plan de exploración, debe ajustarse en su totalidad, en cuanto a 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 la información secundaria disponible para el proyecto.

### 10.1.6 ETAPA DE ACTUALIZACIÓN ESTUDIOS Y DISEÑOS

Para la etapa de actualización de los Diseños, el Consultor deberá realizar los ajustes, actualizaciones, complementaciones para la elaboración de los estudios y diseños completos y de detalle que permitan dar cumplimiento al objeto contractual de este proyecto, para las estructuras principales que corresponde a 2 puentes vehiculares y sus estructuras o terraplenes de acceso.

#### 10.1.6.1ANÁLISIS GEOTECNICOS

##### 10.1.6.1.1 Generalidades

Se debe efectuar la caracterización geomecánica del depósito de suelo presente en la zona de ubicación de cada uno de las estructuras revisando la exploración y los ensayos de campo y de laboratorio de la información secundaria 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, revisar y suministrar los parámetros y las recomendaciones necesarios para el diseño y la construcción de las cimentaciones y obras relacionadas.

Realizar el análisis de las pruebas de carga con las cuales se determinará el factor de fricción alfa $\alpha$, específico para el sitio del proyecto, así como la revisión de los parámetros geotécnicos de diseño, incluyendo el módulo de Young no drenado, *Eu,* para la determinación de los coeficientes de reacción vertical y horizontal.

Trabajos de Campo.

En los pilotes de sacrificio se deberán realizar las pruebas de integridad según lo establecido en la ASTM D5882-00 y posteriormente pruebas de carga dinámicas según lo establecido en la ASTM D-4945-00, las cuales tienen como objetivo determinar el coeficiente de fricción alfa $\alpha$, según las caracterisiticas de los estratos encontrados. De requerirse, para dar cumplimiento al objeto, 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.

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.

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 complementarios 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.

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 demás características que lleven a una caracterización geomecánica reconocida, y cualquiera otra información útil desde el punto de vista del diseño de ingeniería.

La información (primaria y secundaria) 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 que se pretenden analizar. 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 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 propios del suelo, tanto para los pilotes individuales como el análisis del grupo de pilotes 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.

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.

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 una breve descripción de este, 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 estas.

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 (red matriz, redes de Ecopetrol, puentes, pantallas, muros, terraplenes, 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, así como establecer los diferentes rangos de alerta.

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 CCP-14, 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 y redes de Ecopetrol 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.

#### 10.1.6.1.2 Estudios geotécnicos para redes de servicios públicos (En caso que aplique)

En el caso de interferencia de redes (incluida la red de Ecopetrol), 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, red de Ecopetrol 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.

#### 10.1.6.1.3 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.

### 10.1.7 **PARTICULARIDADES Y LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS DE DISEÑO REQUERIDOS**

#### 10.1.7.1 ANTECEDENTES.

- Contrato de consultoría IDU 039 de 2011 “ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS SIGUIENTES OBRAS: A) INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA CIUDAD DE CALI (AK 86) POR AVENIDA FERROCARRIL DE OCCIDENTE (AC 22), PROYECTO CODIGO DE OBRA 175, Y B) TRAMOS FALTANTES DE LA AVENIDA FERROCARRIL DE OCCIDENTE, POR LA CALZADA NORTE CORRESPONDIENTE AL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CARRERA 100 Y LA CARRERA 96 I Y POR LA CALZADA SUR CORRESPONDIENTE AL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CARRERA 96 C Y LA CARRERA 93, QUE HACEN PARTE DEL PROYECTO CON CÓDIGO DE OBRA 190 DEL ACUERDO 180 DE 2005 DE VALORIZACION EN BOGOTÁ D.C.”

-Contrato de consultoría IDU 952 de 2017 a la firma HMV CONSULTORÍA S.A.S. El objeto del contrato fue: “ACTUALIZACIÓN COMPLEMENTACIÓN O AJUSTE DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA

INTERSECCIÓN A DESNIVEL DE LA AVENIDA CIUDAD DE CALI (AK. 86) POR AVENIDA FERROCARRIL DE OCCIDENTE (AC 22) EN LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN, EN BOGOTÁ D.C."

- Concepto emitido por la sociedad técnica de ingenieros SCI denominado "CONCEPTO GEOTÉCNICO CONSTRUCCIÓN DE LA INTERSECCIÓN A DESNIVEL DE LA AVENIDA CIUDAD DE CALI (AK 86) POR AVENIDA FERROCARRIL DE OCCIDENTE (AC22), Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN EN BOGOTÁ D.C.

10.1.7.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las siguientes conclusiones se toman textualmente del numeral 6 del concepto geotécnico de la Sociedad Colombiana de Ingenieros SCI, observaciones que deberán analizarse para realizar el ajuste de los parámetros geotécnicos de diseño para el cumplimiento del objeto contractual.

"*Con base en la revisión y análisis de toda la información geotécnica suministrada por el IDU, y de verificar los parámetros y criterios que generaron controversia durante las etapas de diseño y construcción del puente de la Avenida Ciudad de Cali con Avenida Ferrocarril, en este documento se presenta el respectivo concepto geotécnico. Las principales conclusiones que se obtuvieron fueron las siguientes:*

***Resistencia al Corte No Drenada (Cu o Su)***

*Para definir los valores de Cu el consultor se basó principalmente en los datos obtenidos de ensayos de veleta de campo (VST), pero no tuvo en cuenta los resultados de los ensayos de laboratorio y otras correlaciones por considerarlos muy bajos. Dado que obtuvo una amplia banda de resultados de Cu para las diferentes profundidades (Figura 4.12), decidió emplear para su diseño los valores medios del ensayo VST, que comparados con los demás métodos corresponden a la tendencia o franja superior, lo cual puede sobreestimar la resistencia al corte del suelo.*

*Por otro lado, debido a la controversia planteada sobre el criterio para obtener Cu, el Constructor realizó ensayos con piezocono, CPTu, que obtuvieron valores de Cu más bajos (comparados con VST). Sin embargo, al verificar que los resultados de las mediciones de las presiones de poros en el anillo o piedra porosa del cono (U2) se encontraron valores muy bajos, debido a la inadecuada saturación de la piedra porosa del piezocono, lo cual subvalora y desvirtúa la calidad de los resultados de Cu.*

*Estas diferencias en la cuantificación de Cu afectan el diseño geotécnico de la cimentación, pues este parámetro es directamente proporcional a la resistencia por fricción de los pilotes, por lo cual, puede aumentar o reducir el número de pilotes. Para la SCI, resultan tan discutibles los altos valores de Cu propuestos por el Consultor a partir de los ensayos de veleta de campo, como se explicó en el numeral 4.9, como también son discutibles los bajos valores de Cu obtenido con ensayos CPTu sugeridos por el Constructor, de acuerdo con lo explicado en el numeral 5-1. En la Figura 4-13 se propone un valor más razonable de Cu para usarse en el diseño de la cimentación, obtenido a partir de los diferentes criterios para calcular Cu.*

***Coeficiente de Adhesión α***

*El coeficiente de adhesión alfa (α) resulta determinante en el análisis de la capacidad de carga de los pilotes y consecuentemente en la cantidad de pilotes. El criterio empleado por el Consultor consideró el cálculo de la resistencia lateral, qs, como: qs = α . Cu, por lo cual, el valor de α incide directamente en los resultados.*

*Aunque inicialmente el Consultor tomó un valor α siguiendo los criterios geotécnicos convencionales para suelos arcillosos de consistencia blanda a firme, con valores de 0.5<α<1.0, tuvo que reducirlo por solicitud de la interventoría para cumplir el CCP-14 a un valor constante de α=0.55.*

*La SCI, luego de revisar los diferentes criterios internacionales actualmente empleados para determinar este coeficiente α, incluyendo las recientes pruebas de carga realizadas para la Primera Línea del Metro de Bogotá (Figura 5-14), considera que para los valores de resistencia al corte no drenada existentes en el subsuelo del proyecto, Cu<70 kPa, los valores de α de todos los investigadores mencionados se hallan por encima de 0.55. Por lo tanto, al utilizarse en los suelos arcillosos de este proyecto un valor α=0.55 se estaría subestimando de la resistencia al corte lateral actuante en el fuste de los pilotes. En la Figura 5-15 se presentan valores más razonables de α para utilizar en este proyecto.*

***Módulos de Reacción Kh y Kv***

*Teniendo en cuenta la importancia que representan los módulos de reacción Kh y Kv en la estimación de las fuerzas sísmicas laterales, y deformaciones verticales del puente, se realizó su verificación con base en los datos del Módulo de Young no drenado, Eu, obtenidos por diferentes criterios. Para el cálculo de estos módulos, el Consultor empleó los datos de los ensayos de compresión inconfinada, los cuales resultan muy bajos comparados con los otros criterios evaluados.*

*En la Figura 5-16 se muestran los valores sugeridos para Kh y Kv, los cuales deben revisarse y validarse por parte de los ingenieros estructurales en el diseño estático y sísmico del puente.*

***Capacidad portante y asentamientos a corto y largo plazo***

*Dado que las anteriores recomendaciones de revisar los valores de Cu y α utilizados tanto por el Consultor como por el Constructor, implicará la revisión de criterios de diseño por capacidad portante de la cimentación profunda propuesta para el puente, también se requerirá de la revisión de los asentamientos elásticos (inmediatos) y por consolidación (a largo plazo), incluyendo los terraplenes de acceso.*

*Como resumen, desde el punto de vista del Consultor al reducirse el valor de Cu (sobrevalorado) e incrementarse el valor de α (subvalorado), deberían obtenerse resultados de capacidad portante aproximadamente similares a los ya recomendados, lo cual generará pequeños cambios en la cantidad de pilotes. Ahora, desde el punto de vista del Constructor, al incrementarse el valor de Cu (subvalorado) e incrementarse el valor de α (subvalorado), debería generar una reducción sustancialmente de la cantidad de cimentación que proponen en su análisis de capacidad portante.*

### 10.1.8 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:

| ÁREA | PRODUCTO (Informe, planos y medio magnético) |
|---|---|
| GEOTECNIA | **ETAPA DE INVESTIGACIÓN Y RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN** |
| | INFORME DE INVESTIGACIÓN Y RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN: Resultados de la búsqueda, recopilación y análisis de información primaria y secundaria. |
| | **ETAPA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS** |
| | PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO PARA FUNDACIONES: 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. |
| | ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTÉCNICOS DEFINITIVOS:<br><br>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, 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.<br><br>Análisis del espectro sísmico de diseño, dimensionamiento y modelación de alternativas de cimentación de estructuras principales, y complementarias.<br><br>Modelación para cimentación para estructuras principales y complementarias y de interferencia de 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 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 la revisión y 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 y demás pruebas, 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.

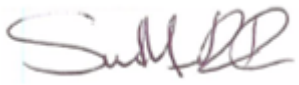
**CONTENIDO BASICO DEL INFORME FINAL**:

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

1. Alcance del proyecto
2. Resumen de la etapa de recopilación y análisis de Información secundaria
3. Caracterización de la localización del proyecto (microzonificación geológica, geotécnica, sísmica, amenazas).
4. Plan de exploración geotécnica (primaria y secundaria) (plano de localización de barrenos y sondeos. Incluir abscisado del proyecto, límite de intervención y georreferenciación)
5. Resultados de ensayos consolidados (incluye los reportes de campo, reportes de las pruebas PIT y las pruebas de carga, protocolo de manejo, transporte, ensayo y conservación de muestras, certificados de calibración de equipos, reportes de ensayos y pruebas firmados por laboratorista e ingeniero de laboratorio, registro fotográfico de muestras y trabajos de campo).
6. 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).
7. Resumen y análisis de resultados de las pruebas de carga ejecutadas
8. Definición de perfil geotécnico de diseño, definición de los coeficientes de fricción alfa $\alpha$, módulos de Young no drenado, Eu, 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. Planos de cimentación de estructuras, y de acceso al puente, y demás detalles de índole constructivo.
12. Cuadro de cantidades de obra y memorias de cálculo.
13. Especificaciones generales y particulares de construcción
14. Plan de contingencias y análisis de riesgos
15. Riesgos previsibles
16. Recomendaciones y Conclusiones
17. 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