

## LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA DIAGNÓSTICO, ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DETALLADOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

### **1 ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1 Objeto de los Términos de Referencia**

Los lineamientos técnicos para términos de referencia presentados en el presente documento, tienen por objeto definir las exigencias y criterios que el consultor deberá cumplir para la realización de los estudios referentes a los sistemas de alcantarillado.

#### **1.2 Alcance de los Términos de Referencia**

Estos términos de referencia definen las actividades a realizar en las diferentes etapas del proyecto desde el diagnóstico de los sistemas hasta el diseño detallado de la alternativa óptima seleccionada con base en criterios, técnicos, sociales, ambientales y financieros.

#### **1.3 Componentes del documento**

El presente documento está dividido en cinco secciones, la primera de ellas de carácter introductorio, la segunda presenta los criterios para la realización del diagnóstico de los sistemas de alcantarillado, la tercera presenta lo referente a los estudios de factibilidad y posteriormente la sección cuatro estipula los parámetros que el consultor deberá seguir para la realización de los diseños de detalle.

Adicionalmente, la sección cinco presenta los lineamientos generales para la presentación del proyecto al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio con el fin de obtener la viabilización, en caso de requerirse recursos de la nación para su construcción.

### **2 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA**

#### **2.1 Alcance de los estudios de diagnóstico**

La realización de los estudios de diagnóstico de los sistemas existentes tiene como objetivo el conocimiento detallado del sistema existente, en la zona de afectación del proyecto, con el fin de establecer el comportamiento del sistema en estudio con respecto a las cargas actuales y futuras, el resultado de este diagnóstico permitirá el planteamiento inicial de las actividades de: rehabilitación, reposición, optimización o ampliación de las redes del sistema de alcantarillado en la zona de estudio.

Para la realización del diagnóstico, el consultor deberá recopilar y analizar la información secundaria o primaria, según lo exigido por la entidad contratante de acuerdo con lo estipulado en el presente documento.

Dentro del estudio de factibilidad, el consultor deberá predimensionar cada uno de los componentes del proyecto para cada una de las alternativas planteadas para el proyecto de acuerdo con lo establecido en este documento.

## 2.2 Diagnóstico detallado de la situación del municipio

El consultor deberá realizar un diagnóstico sobre las condiciones actuales del municipio en materia de salud pública, del estado de los recursos naturales y del bienestar social a partir de información primaria o secundaria la cual deberá ser obtenida en las entidades municipales, departamentales o nacionales pertinentes

Se deberán describir las condiciones físicas, económicas y sociales del municipio y del área objeto de intervención. De igual forma, se deberá presentar un diagnóstico sobre el estado general de la prestación de los servicios públicos, identificando las zonas con y sin cobertura de servicios públicos su continuidad, eficiencia y calidad.

## 2.3 Determinación de la población afectada

El consultor dentro de los productos de la consultoría deberá determinar la población directa o indirectamente afectada, así como la población objetivo o beneficiada con la ejecución del proyecto, deberá realizar las proyecciones de población con base en los métodos matemáticos a partir de los censos existentes o con base en los registros de los servicios públicos domiciliarios presentes en el área de desarrollo del proyecto. A partir de estos cálculos el consultor deberá definir la población de diseño para el proyecto, que servirá de base para la ejecución del diseño. Para la ejecución de los cálculos de población, el consultor deberá establecer una línea base, a partir de información proveniente de las entidades municipales, departamentales o nacionales pertinentes.

Para la realización del estudio de población y demanda el Consultor deberá realizar el análisis y confrontación de toda la información disponible sobre estimativos de crecimiento poblacional y de consumos de agua en la zona de estudio ajustada al Plan de Ordenamiento Territorial. Con base en esta información se definirá un esquema de desarrollo socio económico que permita establecer la población futura con su respectiva estratificación actual y futura, así como su probable ubicación territorial espacial en cada período de análisis.

Adicionalmente el consultor deberá realizar como mínimo las siguientes actividades con el fin de complementar el análisis poblacional:

- Recolectar, revisar y plasmar en planos la información sobre los desarrollos urbanísticos existentes, los desarrollos urbanísticos nuevos y proyectados, los desarrollos subnormales y en general, los diferentes usos de suelos que en estas zonas se presenten y puedan presentarse conforme a lo contemplado en la normatividad municipal vigente sobre el ordenamiento físico adoptado.
- Realizar una evaluación detallada de las áreas ocupadas con base en aerofotografías recientes, planos e información del IGAC y DANE, la cual deberá ser complementada y actualizada con encuestas de campo.
- Realizar la estimación de la población actual y su distribución espacial y efectuar proyecciones anuales y quinquenales de la población futura y su probable distribución territorial. Con esta información se deberá proyectar el número de viviendas y hogares de la zona de estudio.

## **2.4 Características socioculturales de la población y participación comunitaria**

El consultor deberá incluir dentro de los productos de la consultoría información acerca de las condiciones sociales y culturales de la población objetivo, con base en información primaria o secundaria. Esta información deberá contener como mínimo características específicas, tales como condiciones especiales de la población, distribución espacial, estratificación, densidad poblacional y crecimiento poblacional esperado, períodos del año en los que se presentan incrementos de la población flotante, niveles de ingreso y actividades económicas predominantes, así como el crecimiento y las tendencias de desarrollo industrial y comercial. Deberá incluir la caracterización socioeconómica de la población en aspectos tales como: índice de NBI, población en miseria, usos del suelo, condiciones sociales, salud pública, aspectos educativos, organizaciones cívicas, nivel de ingresos, disponibilidad de recursos humanos y materiales en la región, etc. De igual forma, deberá identificar aspectos claves de decisión en el planteamiento del proyecto, relacionados con costumbres, creencias, arraigo al paisaje y a los recursos naturales, entre otros.

El consultor, deberá recopilar dentro de la zona de estudio información sobre la población y condiciones y/o características étnicas de la misma (si aplica), número de viviendas, tipo de viviendas, y propiedad de los terrenos en los cuales está ubicada la población (por ejemplo si está ubicada en terrenos de propiedad de la población, en terrenos baldíos, en terrenos de propiedad colectiva, resguardos indígenas etc.), consultas previas, infraestructura de agua y saneamiento existente, calidad del agua suministrada para consumo humano y vertida por la infraestructura de saneamiento, áreas protegidas, territorios de minorías étnicas, identificación de trámites ambientales requeridos, morbilidad y mortalidad y demás aspectos relevantes asociados al abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento básico; a fin de que haga un análisis de su problemática e identifique alternativas técnicas y económicas viables de solución, en caso de que la anterior información no exista o sea insuficiente para el Consultor, este deberá elaborarla como parte del estudio de población y demanda.

## **2.5 Cuantificación de la demanda y/o necesidades**

El consultor deberá definir la metodología para calcular las demandas actuales y futuras del sistema, de acuerdo con la normatividad colombiana vigente al momento de la realización de los diseños y las buenas prácticas de ingeniería, considerando lo definido en el Plan de Ordenamiento Territorial, el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y las demás herramientas de planeación municipal, con el objetivo de estimar la capacidad necesaria de los sistemas en el horizonte de diseño establecido. En todo caso los análisis deberán hacer uso de la información histórica de los consumos de los suscriptores disponibles en las empresas prestadoras del servicio municipal o en su defecto la recopilada en el Sistema Único de Información (SUI) de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD).

## **2.6 Conocimiento de la infraestructura existente**

### **2.6.1 Recopilación de la información**

La Consultoría deberá, por su cuenta y riesgo, recopilar, consultar y analizar la información existente relacionada directa o indirectamente con el desarrollo del proyecto en diferentes entidades oficiales y no oficiales tales como: el municipio, los diferentes prestadores de servicios públicos o privados, la Corporación Autónoma Regional, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MVCT u otros Ministerios, el Instituto



British Embassy  
Colombia



Geográfico Agustín Codazzi, las entidades ambientales competentes, las organizaciones no gubernamentales que hagan intervención o presencia en el área del proyecto, así como la información adicional disponible en otras entidades de orden local, departamental, regional o nacional, con el fin de que sean utilizadas como referencia para la elaboración del Proyecto.

Se deberá recopilar la información disponible de estudios existentes, registros de operación y mantenimiento, reportes de construcción, registros de caudales, información sobre los años de instalación e índices de deterioro de las redes construidas, así como la información geotécnica, topográfica e hidrológica, y toda información pertinente que permita establecer el estado actual de las redes de alcantarillado y las zonas críticas en la zona del proyecto. Así mismo, el consultor deberá recopilar la información existente, en las entidades antes mencionadas, relacionada con redes existentes o proyectadas de todos los sistemas de servicios públicos o privados que puedan interferir con el desarrollo del proyecto o que, a juicio del consultor o de la interventoría, deban ser consideradas en el desarrollo del proyecto.

El Consultor deberá evaluar en terreno si existen corredores de obra suficientes para trazar los alineamientos de las tuberías, tratando siempre de que las mismas sean llevadas por zonas de espacio público o vías públicas; de no existir la posibilidad, deberá identificar y diagnosticar la cantidad de predios o servidumbres que se deben adquirir.

En caso de que no se disponga del catastro de redes de alcantarillado que se requiera para el diseño de los colectores objeto del alcance del presente proyecto, el Consultor deberá realizarlos. No se reconocerá costo adicional por esta actividad, por lo que el Consultor deberá investigar esta situación en la fase de elaboración de su oferta con el fin de tenerla en cuenta para el cálculo de los costos.

Se deberán tener en cuenta documentos como: Mapas geológicos y geomorfológicos y exploración geotécnica realizadas por otros en una franja aledaña de hasta 10 m a cada lado de las líneas de tubería.

Como parte de la revisión de información existente los especialistas de geología, hidrología y geotecnia deberán realizar una visita de campo de reconocimiento del sector. Se recomienda que esta visita se realice una vez el Consultor haya revisado al menos el 50% de la información existente. Esta visita hace parte de los trabajos de campo que deberá llevar a cabo el Consultor.

En el informe de diagnóstico se deberán presentar la caracterización geológica y geomorfológica preliminar e identificar potenciales problemas de estabilidad que puedan generar cambios de dirección de las redes de tubería.

El componente de geotecnia deberá presentar una caracterización o sectorización geotécnica generalizada a lo largo de las redes. Ésta debe basarse en la información geotécnica recopilada y su análisis. El Consultor deberá presentar en su informe la bibliografía de todas las fuentes de información empleadas para el diagnóstico de diseño.

El Consultor deberá gestionar con las diferentes empresas de servicios, la obtención de redes de planos de servicios como gas, electricidad, acueducto, alcantarillado y fibra óptica. Esta información deberá emplearse para determinar la localización final de cada punto de exploración y así mitigar posibles daños a las redes y accidentes del personal de exploración.



British Embassy  
Colombia



## 2.6.2 Análisis de información

La información recopilada por el consultor de acuerdo con el numeral anterior deberá ser clasificada y organizada siguiendo los lineamientos establecidos por las buenas prácticas de la gestión documental de forma tal que se garantice su disponibilidad y fácil consulta a partir de adecuados inventarios, listados, registros y formatos los cuales deberán ser plasmados en el documento de recopilación y análisis de información que el consultor deberá elaborar. Toda la información existente que sea recopilada será analizada con el propósito de evaluar su pertinencia y posibilidad de utilización.

El consultor deberá realizar un análisis detallado de toda la información recopilada con el propósito de verificarla con respecto a la realidad actual y realizar la descripción de la zona afectada o beneficiada por el proyecto, como mínimo en cuanto a los siguientes aspectos: localización geográfica, límites, vías de comunicación, hidrología, climatología, tipos de suelos, topografía, cartografía, geología, materiales de construcción, pavimentos, disposición urbanística, zonas de riesgo potencial, entre otras, para lo cual deberá recopilar información pertinente como planos de loteo y planos urbanísticos de las zonas de estudio, planos récord de redes construidas, estudios y diseños de redes proyectadas, POT y cualquier otra información que el consultor, la interventoría o el municipio consideren relevante con el fin de poder determinar las áreas de drenaje, coeficientes de escorrentía, zonas de afectación y demás datos técnicos necesarios para la realización del proyecto. De igual forma, con base en esta información, el consultor deberá evaluar si los sectores previstos a diseñar se ubican en zonas de amenaza o riesgo alto, medio o bajo, definidos por el organismo competente; asimismo se deberá evaluar si los sectores a diseñar se encuentran en zona de ronda y zonas de manejo y preservación ambiental de cuerpos de agua, zonas de reserva forestal o áreas de parques nacionales.

El consultor deberá analizar la compatibilidad y la pertinencia del Plan de Desarrollo del Municipio, del POT, así como de estudios anteriores de sistema de alcantarillado, riesgo ambiental, llanuras de inundación y, en general, todos los estudios municipales, regionales y nacionales relacionados con la zona de afectación del proyecto.

Así mismo, el consultor deberá hacer una evaluación del perímetro urbano y sanitario con el fin de determinar el área que deberá cubrir el proyecto (considerando también los sectores rurales conurbados, si es el caso); se identificarán zonas que son aptas para desarrollos urbanísticos debido a su topografía, la calidad de los suelos, la posibilidad de recibir servicios públicos, la continuidad de la malla urbana, tendencias de crecimiento urbano espontáneas y dirigidas.

El consultor deberá validar en campo, en la zona de influencia del proyecto, la información contenida en los planos del sistema de alcantarillado y demás servicios públicos sobre los diseños elaborados anteriormente para identificar y verificar las redes y otros proyectos realmente existentes en la zona de estudio y aquellas proyectadas que puedan interferir con el desarrollo del proyecto.

A partir de la información recopilada, el consultor deberá definir la cartografía que se utilizará como base para el desarrollo del proyecto, con base en ella se definirá, en conjunto con la interventoría o la entidad contratante, el alcance de los levantamientos topográficos que se deban realizar, la metodología y tecnología a utilizar con la debida justificación de su selección.



British Embassy  
Colombia



## 2.7 Análisis de los sistemas

El diagnóstico integral deberá reconocer y contener información de la localidad sobre los usos, costumbres y tradiciones acerca de las formas de saneamiento básico de la población, existencia de infraestructura y esquemas históricos en la prestación del servicio, además deberá incluir estudios de capacidad y de disponibilidad de pago de la población.

A partir la revisión y análisis de la información recopilada el consultor deberá realizar el análisis del estado actual del sistema de alcantarillado en la zona de estudio, con el fin de identificar detalladamente las áreas con problemas que permitan realizar la proyección de trabajos de inspección de redes que permitan determinar con precisión los tramos defectuosos y los tipos de fallas o daños que estos presentan. Con base en los resultados de este estudio el consultor deberá realizar el diagnóstico de la infraestructura existente a partir del cual se deberán plantear acciones de rehabilitación, reposición, optimización o ampliación de las redes o infraestructura de alcantarillado existente.

De la misma forma, a partir de la revisión y análisis de la información recopilada, el consultor deberá realizar el diagnóstico del comportamiento de los sistemas de alcantarillado existentes (pluvial, sanitario o combinado) en la zona de estudio, identificando y cuantificando los colectores, interceptores y emisarios finales construidos; describiendo e indicando en planos las cantidades, longitudes, capacidades y características hidráulicas, estructurales de los componentes del sistema y las características básicas de las corrientes, estructuras, tramos o cuerpos de agua receptores. Se realizará un diagnóstico de todos y cada uno de los elementos que componen los sistemas de alcantarillado en el área de influencia del proyecto. Para tal efecto se deberá realizar una identificación y descripción técnica de estos componentes, sus dimensiones, su funcionamiento, su estado, y su problemática. Todo el diagnóstico debe realizarse teniendo en cuenta los enfoques técnico, económico, financiero, institucional, social y ambiental.

Con el fin de realizar el diagnóstico el consultor deberá presentar y determinar, con base en la información recopilada, los parámetros de diseño de los sistemas de alcantarillado (combinado o separado), incluyendo los análisis de población y demanda, selección de nivel de complejidad, período y caudal de diseño para cada componente, y los demás lineamientos y parámetros de diseño establecidos en el RAS vigente; así como los criterios relacionados con la calidad de las fuentes o medio receptor de los vertimientos para el efluente de las Plantas de Tratamiento de Agua Residual.

De manera similar, el consultor deberá presentar y determinar, con base en la información recopilada, los parámetros hidrológicos utilizados para el diseño de los alcantarillados pluviales. Adicionalmente, a partir de la información recopilada, el consultor deberá identificar las zonas susceptibles de inundación y evaluar los posibles efectos sobre las diferentes estructuras del sistema que se puedan ver comprometidas por crecientes, calculando los períodos de retorno que permite el sistema, requeridos y los indicados por las normas y se deberán establecer y diseñar las medidas de protección necesarias para mitigar dichos impactos.

El consultor deberá realizar los estudios y análisis para el sistema recolección y evacuación de aguas residuales o pluviales en la zona de estudio, los cuales deberán incluir como mínimo:





British Embassy  
Colombia



- Descripción general del sistema actual y condiciones de operación, estado estructural del mismo y costos de operación y mantenimiento del sistema, confiabilidad y vulnerabilidad. Todo lo anterior teniendo en cuenta además los proyectos que se encuentren en ejecución en el momento del desarrollo de esta consultoría.
- Integralidad del drenaje urbano.
- Deberá determinar si existe plan de ordenamiento y manejo de la cuenca abastecedora, se deberá determinar la calidad del agua del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales o de los puntos de vertimiento existentes, descripción de los sistemas de recolección de las aguas servidas y caudales captados en cada estructura.
- Debe determinarse la capacidad, estado de funcionamiento y operación de cada uno de los componentes de los sistemas, tipos de sistema de alcantarillado existente, caudales de diseño y años de proyección, capacidad instalada de la planta de tratamiento de aguas residuales si existe; características hidráulicas de las redes de recolección y transporte identificando las redes matrices y el índice de cobertura del servicio de alcantarillado, puntos de vertimiento de las aguas servidas y afectaciones al medio ambiente.

Con base en los resultados obtenidos en los análisis antes mencionados, el consultor deberá realizar la creación de los planes de rehabilitación, reposición, optimización o ampliación de las redes o infraestructura de alcantarillado, para lo cual deberá considerar como mínimo los siguientes aspectos:

- El deterioro de la infraestructura y los equipos con la edad y el uso, para lo cual deberán implementarse modelos de envejecimiento de la infraestructura, con el fin de apoyar las decisiones a partir de un sistema de gestión patrimonial y gestión del riesgo.
- Las causales frecuentes de reparación, determinadas por señales tales como: quejas de los clientes, problemas de infiltración- exfiltración en los sistemas de alcantarillado, alertas en los sistemas de monitoreo y seguimiento en caso de existan y cualquier otra información relevante que permita identificar fallos en las redes de alcantarillado.
- El comportamiento hidráulico de todos los elementos del sistema para lo cual deberán implementarse la simulación hidráulica de las redes la cual preferiblemente deberá ser realizada en software especializado o en su defecto en hojas de cálculo debidamente elaboradas, estas simulaciones deberán ser aceptadas por la interventoría.
- La toma de decisiones sobre expansión y ampliación de capacidad de los sistemas que lleven a una rehabilitación proactiva.
- La incidencia de factores externos que afecten la estrategia de rehabilitación, como decisiones del agente regulador, entidades ambientales competentes o los ministerios relacionados.

El consultor deberá realizar el análisis y evaluación de las condiciones operativas actuales de cada uno de los componentes del sistema de recolección de aguas residuales o pluviales en la zona de intervención como son: los colectores, los interceptores, las cámaras de inspección, los aliviaderos, los bombeos, los sistemas de tratamiento y las estructuras de descarga a los cuerpos de agua. El consultor, como resultado de los análisis, deberá definir claramente si el sistema cumple adecuadamente su función normal de operación, discriminando el funcionamiento y estado de cada uno de sus componentes.



British Embassy  
Colombia



El Consultor deberá evaluar y presentar alternativas para rehabilitar, optimizar o expandir la operación de la infraestructura existente, y proponer acciones realistas que permitan obtener mejoras de eficiencia y productividad en la gestión y operación de los servicios de alcantarillado, calculando el potencial de generación de ahorro interno de recursos. El Consultor deberá identificar las acciones necesarias para incrementar la eficiencia operacional, las metas factibles de lograr, los recursos necesarios para alcanzar dichas metas, y los indicadores para el control y seguimiento de su cumplimiento.

El consultor deberá incluir en el diagnóstico, las respectivas conclusiones del estado de cada componente de alcantarillado identificando si los sistemas de alcantarillado se encuentran separados o si se presenta un sistema de alcantarillado combinado.

En los sitios de desarrollo del proyecto donde exista infraestructura de alcantarillado que tenga incidencia con la ejecución de los estudios y diseños y del cual no se cuente con un catastro de redes confiable, o en aquellos sitios que la entidad contratante lo requiera, se deberá realizar un catastro de las redes de alcantarillado en aquellos tramos que tengan incidencia directa en el proyecto o en los que la entidad contratante defina, dicho catastro deberá ser realizado siguiendo los lineamientos establecidos en el numeral **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del presente documento. Estos sistemas deben estar debidamente referenciados para consulta y uso operacional.

Así mismo el consultor deberá realizar una investigación de todos los predios afectados por el proyecto, definiendo básicamente, cercas o paramentos prediales, identificando el propietario, estado de escrituras, servidumbres y demás información relevante.

Los resultados del diagnóstico del sistema deberán ser incluidos en el sistema de información geográfica del municipio, en caso de este sistema no exista, el municipio definirá la forma en que los resultados deban ser entregados.

### **3 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD**

#### **3.1 Alcance de los estudios de factibilidad**

En el estudio de factibilidad se deberán plantear las alternativas de solución a las problemáticas identificadas en el diagnóstico del sistema con el fin de definir la alternativa óptima técnica, ambiental, operacional, social y financieramente para el municipio. El consultor deberá realizar el levantamiento de la información primaria pertinente para el planteamiento de las alternativas objeto de análisis con base en lo expuesto en los siguientes numerales.

#### **3.2 Planteamiento de alternativas**

El consultor deberá realizar el planteamiento y comparación de alternativas necesarias en donde se evalúen diferentes metodologías, tipos de construcción, tecnologías y demás aspectos que permitan realizar la selección de la alternativa óptima técnica, ambiental, social, operacional y financieramente para el municipio.

Las alternativas planteadas por el consultor deberán ser articuladas con el plan o esquema de ordenamiento territorial y con los planes ambientales y sectoriales tales como: Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas



Hidrográficas (Pomca), Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) con el fin de establecer las implicaciones que el sistema, o cualquiera de los componentes del proyecto, tendría dentro del desarrollo urbano o la cuenca y para que su ejecución apunte a metas municipales y regionales del sector.

### **3.3 Análisis de alternativas**

Teniendo como base la evaluación y diagnóstico de los sistemas de alcantarillado existentes, el Consultor deberá identificar, plantear y predimensionar como mínimo tres alternativas de solución para los problemas identificados y para cada elemento que deba adecuarse, rehabilitarse, optimizarse, o reemplazarse, y las razones y justificaciones para la inclusión de elementos nuevos.

Así, el Consultor deberá plantear, predimensionar, evaluar, seleccionar la alternativa más favorable para el municipio o entidad contratante con base en lo estipulado en este documento.

Las alternativas factibles por cada componente que se propongan deberán propender por garantizar el buen funcionamiento del sistema de alcantarillado y sus componentes, incorporando sus dimensiones técnicas, institucionales, financieras, económicas, sociales y ambientales, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, representado en la Resolución MVCT 330 de 2017.

Cada una de las alternativas factibles propuestas por el consultor deberá contar con un modelo financiero que refleje la estimación de costos de inversión, administración, operación y mantenimiento, determine de manera aproximada los niveles tarifarios y de subsidios que se demanden y permita concluir que el esquema empresarial existente o el nuevo propuesto y en general la alternativa de prestación de los servicios propuesta es factible.

Las alternativas de solución planteadas deberán estar de acuerdo con la fase de diagnóstico en lo correspondiente a la priorización de la problemática, para lo cual las alternativas se plantearán atendiendo las diferentes etapas, en términos de corto, mediano, y largo plazo. Para cada una de las alternativas planteadas, se deberá desarrollar la modelación hidráulica correspondiente de acuerdo con lo estipulado en este documento.

### **3.4 Trabajos de campo**

El consultor deberá realizar los recorridos de campo necesarios para el reconocimiento de la zona que permitan visualizar en forma directa y sin lugar a equívocos la situación de la zona, las posibilidades reales de manejo de las soluciones a los problemas formulados, las necesidades de adquisición de predios, los requerimientos de estudios especiales, así como la definición y alcance de los trabajos topográficos necesarios para realizar para el desarrollo de los diseños detallados del proyecto.

El consultor deberá realizar los estudios necesarios, que permitan el conocimiento básico del sector con el fin de evaluar las alternativas planteadas estos deberán ser acordados con la interventoría y el municipio antes de su ejecución, y deberán ser realizados de acuerdo a los lineamientos expuestos en el presente documento y en la normatividad vigente al momento de la realización de los trabajos mencionados.



British Embassy  
Colombia



### **3.4.1 Levantamiento topográfico**

El consultor deberá realizar los levantamientos topográficos planimétricos y altimétricos que permitan la descripción del terreno en donde se proyectan las obras y sus zonas circundantes, estos trabajos deberán ser desarrollados sobre levantamientos topográficos de precisión tales como estaciones totales con precisión angular no mayor a tres segundos o mediante el empleo de sistemas de posicionamiento global GPS.

Los levantamientos topográficos deberán cumplir con los lineamientos de la Norma Técnica Colombiana NTC 6271 “Información geográfica. Estudios Topográficos” o con las normas nacionales o internacionales que la entidad contratante estipule y considere pertinentes. Como mínimo los estudios topográficos deberán cumplir con los siguientes aspectos:

Las carteras de campo deberán ser diligenciadas con la información relevante sobre el encargado de la realización de los trabajos y deberán seguir los lineamientos estipulados en la NTC 6271.

El subproducto será el informe en medio magnético y físico de los estudios topográficos para los proyectos definidos. Deberá estar avalado con la firma y número de matrícula profesional de un ingeniero Topógrafo o Topógrafo con matrícula profesional.

### **3.4.2 Batimetría**

En caso de requerirse la descarga de un colector pluvial a un cuerpo de agua superficial, deberán realizarse levantamientos topobatimétricos en el cauce; el número y extensión de las secciones a levantar dependerá de las condiciones y características del cuerpo receptor y el flujo que se pretenda descargar. El consultor deberá construir los modelos y detallar los factores que conforman la zona de estudio estableciendo las condiciones topográficas del espacio y el terreno circundante al tramo de interés junto con las medidas batimétricas presentes en el eje del cuerpo receptor en el momento de realizar el estudio. Esto, con la intención de conocer sus características morfológicas tanto superficiales (largo, ancho, forma, y las que considere determinantes dentro del estudio), como bajo la superficie del agua (profundidad, espesor de los sedimentos, topografía del fondo, entre otras).

Para ello deberá poner al servicio de los estudios, las herramientas tecnológicas que se tienen para procesar información tal como perfiles longitudinales, cortes transversales, curvas de nivel, entre otros.

### **3.4.3 Análisis de predios y servidumbres**

El consultor deberá realizar la investigación predial para cada una de las alternativas planteadas identificando los predios afectados, el área de afectación y demás aspectos que permitan la identificar los procesos de adquisición de predios o al reconocimiento de servidumbres.

El consultor deberá analizar los costos derivados por la afectación de predios de cada una de las alternativas de forma tal que permita la comparación de cada una de las alternativas.

### **3.4.4 Trabajos de investigación geotécnica**

Las profundidades de la exploración geotécnicas, tipo de exploración y frecuencia deberán obedecer como mínimo a lo requerido por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 y en la



British Embassy  
Colombia



Resolución Número 0330 del 08 de junio de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de la República de Colombia. Por el cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 200, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009.

Toda la exploración geotécnica deberá ser supervisada por un ingeniero de campo que controle los requerimientos mínimos de calidad y ejecución de las diferentes perforaciones, apiques, trinchera, toma de muestras, ejecución de pruebas de campo, descripción de las muestras, almacenamiento y transporte de muestras hasta el laboratorio de suelos en el cual se deben almacenar en un cuarto húmedo. El laboratorio de suelos deberá contar certificación de calibración de equipos y certificación de capacitación del personal de laboratorio.

La exploración geotécnica y la metodología de trabajo para la etapa de factibilidad deberá entregarse a manera de informe a la Interventoría, quien dará o no aprobación de la exploración. El Consultor deberá indicar en el informe si se requieren o no permisos de predios para realizar la exploración.

La exploración geotécnica realizada en la etapa de factibilidad deberá emplearse en la etapa de diseño detallado.

### **3.5 Evaluación técnica de alternativas**

#### **3.5.1 Evaluación hidráulica**

##### **3.5.1.1 Determinación de caudales de alcantarillado**

Para el cálculo del caudal del alcantarillado sanitario, el consultor deberá identificar, analizar y definir parámetros tales como áreas a drenar, coeficiente de retorno al sistema de alcantarillado, estrato socioeconómico, consumo de agua, densidad poblacional actual y futura de acuerdo con las proyecciones realizadas, factor de capacidad, infiltraciones, conexiones erradas, entre otros. Además, definir los aportes de tipo comercial, industrial, e institucional, que se adoptarán, de acuerdo con el catastro de usuarios existente o realizado.

Así mismo, en los alcantarillados de tipo pluvial y combinado (en caso de aplicar), para los aportes de aguas lluvias se determinarán, entre otros, los siguientes parámetros: Área que se debe drenar, curvas de intensidad-frecuencia-duración de la estación pluviográfica o pluviométrica más cercana, período de retorno, tiempos de concentración, coeficientes de escorrentía, etc.

Adicionalmente, se acogerán los parámetros hidráulicos que propendan por el buen funcionamiento de los sistemas de alcantarillado, definidos en el RAS 2017.

##### **3.5.1.2 Análisis hidráulico de alternativas**

A partir de la información de los estudios de campo, la población actual y futura, el cálculo de los caudales y demás aspectos recopilados, el consultor deberá realizar el predimensionamiento de las redes y demás componentes del proyecto y efectuar la evaluación del comportamiento hidráulico de las redes proyectadas y aquellas existentes que sean afectadas por la realización del proyecto.



British Embassy  
Colombia



Para el predimensionamiento y la evaluación de las redes y demás componentes, el consultor deberá realizar la simulación hidráulica de las redes en un software especializado para tal fin el cual podrá ser de uso libre o de firmas privadas previamente aprobado por la interventoría y la entidad contratante. El consultor podrá hacer uso de hojas de cálculo electrónicas para la evaluación hidráulica de los sistemas, previa aprobación de la interventoría y la entidad contratante.

### **3.5.2 Evaluación geológica, geomorfológica y geotécnica**

El consultor deberá realizar la caracterización geológica y geomorfológica de la zona de estudio así como las investigaciones geotécnicas preliminares que permitan el conocimiento del suelo donde se proyecta la construcción, renovación o rehabilitación del sistema de alcantarillado.

Para el planteamiento de las alternativas se deberá contemplar los diferentes escenarios y/o variaciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas que puedan favorecer o desfavorecer las alternativas que se planteen. Para esto el componente geotécnico deberá incluirse dentro de la matriz de evaluación de las alternativas planteadas por el Consultor.

En esta etapa de selección de alternativas el Consultor podrá ejecutar una campaña de exploración geotécnica a nivel de factibilidad. Esta exploración del subsuelo deberá ser justificada y su planteamiento deberá contemplar la exploración existente como información complementaria para los análisis en esta etapa.

### **3.5.3 Evaluación estructural**

El consultor deberá realizar la evaluación estructura de todos los componentes del sistema ubicados en la zona de estudio, que puedan ser utilizados como parte de la solución propuesta. Así mismo, deberá realizar los diseños estructurales conceptuales o básicos de cada una de las alternativas con el fin de poder estimar los costos, afectaciones y demás aspectos que permitan la comparación de las diferentes alternativas.

Los diseños elaborados deberán seguir los lineamientos establecidos en la norma colombiana sismo resistente NSR-10 o aquellas leyes o decretos que la modifiquen, de igual forma la entidad contratante podrá exigir el cumplimiento de normas adicionales si así lo considera pertinente.

### **3.5.4 Evaluación electro – mecánica**

En los casos en los que se requiera el uso de equipos de bombeo o cualquier otro elemento que requiera la utilización de equipos mecánicos, el consultor deberá realizar el predimensionamiento de estos equipos para poder comparar las alternativas planteadas.

En todos los casos en los cuales se requiera el suministro de energía eléctrica, el consultor deberá determinar la disponibilidad y confiabilidad del servicio de electricidad en la zona de influencia del proyecto. De igual forma deberá determinar las características de tensión, potencia y frecuencia del servicio, el consultor deberá incluir dentro de los análisis de alternativas el costo energético.

De igual forma, en caso de ser necesario, el consultor deberá analizar la posibilidad de generación eléctrica a través de energías alternativas, incluyendo la posibilidad de usar energías renovables.

### **3.5.5 Evaluación ambiental**

El consultor deberá realizar la evaluación ambiental preliminar de cada una de las alternativas objeto de análisis identificando los impactos más importantes y que permitan una comparación en el aspecto ambiental de cada una de las alternativas planteadas.

### **3.5.6 Evaluación de vulnerabilidad y riesgo**

El Consultor deberá identificar y caracterizar las amenazas presentes en la zona, así como identificar las debilidades de la infraestructura, determinando la vulnerabilidad física de sus componentes, de las capacidades financieras, tales como suspensión de pagos, gastos en reparación de los sistemas, incremento de costos de producción y distribución, y de las operativas, observando los recursos técnicos y el personal preparado, que presentan los sistemas y servicios.

Al considerar las obras a realizar para la mejor prestación del servicio de abastecimiento y manejo de aguas deben incluirse las medidas y obras de protección que aseguren la sostenibilidad de los sistemas frente a los riesgos ambientales.

En el proceso de evaluación es importante considerar y aprovechar el conocimiento que sobre el entorno posee la población local. Debe siempre tenerse en cuenta que la gestión local del riesgo debe involucrar a la propia comunidad y recoger su conocimiento sobre las principales amenazas naturales, los lugares con mayor riesgo y la magnitud en la que estos se han presentado, y combinarlos con las opciones tecnológicas disponibles, de manera que los componentes se ubiquen en las zonas de menor riesgo o se incluyan las medidas de prevención que sean necesarias.

El Consultor deberá identificar, evaluar y cuantificar los riesgos asociados con las alternativas propuestas. Para cada tipo de riesgo el Consultor deberá proponer mecanismos eficientes de asignación y mitigación. Se deberá asignar la responsabilidad de cada riesgo a la parte que mejor pueda controlarlo. Se cuantificarán las implicaciones financieras que tienen los riesgos y los mecanismos de mitigación requeridos, de manera que se pueda establecer la viabilidad financiera y la confiabilidad de los mecanismos propuestos.

En todos los estudios deberá considerarse para las obras propuestas la evaluación de la vulnerabilidad del sistema y los riesgos en la construcción y en la operación para las mismas, de conformidad con lo establecido en la Ley No. 1523 de 2012, el Decreto 2157 de 2017 y la Resolución No. 0330 de 2017

## **3.6 Otros estudios por adelantar**

### **3.6.1 Estudios socioeconómicos**

La evaluación socioeconómica de proyectos debe realizarse con el objeto de medir el aporte neto de los proyectos al bienestar de la población. Para proyectos de acueducto, alcantarillado y/o aseo se requiere como mínimo estudios socioeconómicos tales como análisis costo-eficiencia y/o análisis de costo mínimo, de expansión de capacidad (Ver Plan de Gestión Social y Equidad de Género)

### **3.6.2 Disponibilidad de mano de obra**

Se debe analizar la disponibilidad de mano de obra calificada y no calificada para el desarrollo del proyecto y de personal técnico para labores de operación y mantenimiento, así como los salarios vigentes en la localidad. Del mismo modo, se debe establecer la disponibilidad y capacidad de producción local, regional y nacional de materiales y equipos requeridos para la construcción de las obras y de los insumos para la operación y el mantenimiento, definiendo con precisión la disponibilidad de canteras y su distancia a los frentes de trabajo, así como la disponibilidad de los sitios de disposición de materiales sobrantes.

Dependiendo del tipo de obra de ingeniería que se prevea realizar dentro del proyecto, será necesario una mayor profundidad y detalle en el estudio de fuentes de materiales pétreos y sus requerimientos ambientales específicos, el detalle de este análisis será definido en conjunto con la interventoría y la entidad contratante.

### **3.6.3 Vías de acceso**

Debe realizarse un inventario de las carreteras, caminos, ferrocarriles, así como de las rutas de navegación aérea, marítima, fluvial y lacustre de acceso a la localidad, estableciendo las distancias a las áreas urbanas más cercanas. Esto permitirá establecer la accesibilidad para el transporte requerido de materiales y equipos para la ejecución de las obras y su posterior mantenimiento.

### **3.7 Selección de alternativa más favorable**

El Consultor deberá seleccionar la mejor alternativa con base en criterios de sostenibilidad, a partir de la evaluación de los aspectos económicos, técnicos, ambientales y sociales; para lo cual deberá emplear metodologías que impliquen la mínima subjetividad de valoración y el menor costo de inversión, operación y mantenimiento. La definición de variables y los valores de ponderación en la selección de la alternativa más favorable deberá evaluarse mediante el empleo de matrices de selección multicriterio.

## **4 DISEÑOS DE DETALLE**

### **4.1 Alcance de los diseños de detalle**

En la etapa de diseño de detalle se deberán llevar a cabo todos los diseños que permitan la construcción de la alternativa seleccionada en el estudio de factibilidad. El consultor deberá dimensionar y diseñar todos los componentes del proyecto para garantizar el adecuado funcionamiento del sistema de alcantarillado y su interacción con el sistema no intervenido o existente.

El consultor deberá ejecutar los diseños de detalle de la alternativa elegida de acuerdo con lo estipulado en la normatividad colombiana aplicable especialmente en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS representado en la Resolución 330 de 2017 y cualquier decreto o resolución que la modifique.

De igual forma, el consultor deberá acoger las recomendaciones de las buenas prácticas de ingeniería del reglamento mencionado siempre y cuando estas no difieran de la legislación vigente al momento de la realización de los trabajos y lo estipulado en el presente documento.





British Embassy  
Colombia



## **4.2 Criterios de diseño**

El consultor deberá definir en conjunto con la interventoría los criterios de diseño de los sistemas de alcantarillado objeto del proyecto los cuales deberán estar enmarcados dentro las exigencias de la normatividad colombiana vigente. La interventoría o la entidad contratante podrán exigir el cumplimiento de normas nacionales o internacionales adicionales las cuales deberán ser consideradas dentro de la definición de los parámetros o criterios de diseño.

El consultor deberá entregar un documento donde se resuman los criterios a utilizar en el proyecto el cual deberá ser aprobado por la interventoría y la entidad contratante.

## **4.3 Aspectos mínimos en los diseños de detalle**

Los diseños de detalle deberán contemplar como mínimo los aspectos resumidos a continuación los cuales deberán ser desarrollados en el marco de las leyes colombianas y en normas nacionales o internacionales que se hayan definido como base para la realización de los diseños.

### **4.3.1 Trabajos de campo adicionales**

#### **4.3.1.1 Levantamientos topográficos**

Durante la etapa de diseño de detalle, el consultor deberá realizar los levantamientos topográficos de detalle necesarios para complementar los trabajos efectuados en la etapa de factibilidad, con el fin de conocer detalladamente la zona de estudio, las interferencias con otros sistemas tales como vías, redes de otros sistemas públicos o privados y todas aquellas que se presenten a lo largo del trazado de las redes o en la localización de las estructuras. En caso de requerirse, deberá completarse el catastro de redes de alcantarillado existentes que estén involucradas en el diseño detallado de la nueva infraestructura.

#### **4.3.1.2 Exploración geotécnica**

Se deberá contar con una apropiada exploración geotécnica que permita realizar una caracterización geotécnica detallada. Si bien, en la normatividad colombiana existen pautas para el planteamiento de la profundidad, frecuencia y cantidad mínima de exploración de acuerdo con el tipo de obra planteada; es el ingeniero especialista en geotecnia quien definirá si este número mínimo es suficiente o no para cubrir el nivel de detalle que exigirá cada estructura. Por ninguna razón se deberá realizar una cantidad o profundidad menor a la exigida en la normatividad actual.

El Consultor deberá implementar métodos directos (perforaciones mecánicas, trincheras, apiques) y métodos indirectos como la exploración geofísica (líneas de refracción sísmica, Down hole y Cross hole), tomografías eléctricas y sondeos eléctricos verticales. Toda interpretación de perfiles estratigráficos de métodos indirectos deberá ser calibradas con los resultados de laboratorio realizadas sobre las muestras de suelo obtenidas por los métodos de exploración directa.

La programación de ensayos de laboratorio deberá cumplir con la frecuencia exigida en la normatividad colombiana. Estos ensayos además de enfocarse al diseño geotécnico de cimentaciones, redes de tuberías y estabilidad de taludes, también deberá enfocarse en la identificación de condiciones geotécnica especiales como presencia de suelos con expansivos, suelos dispersivos o erodables, suelos colapsables.



British Embassy  
Colombia



Se deberán realizar los ensayos requeridos para complementar los realizados en la etapa de factibilidad, en la medida que permita identificar las características físico-mecánicas y características químicas que identifiquen el potencial de corrosión y su reacción con elementos metálicos y no metálicos que van a quedar localizados en el subsuelo; estudio geotécnico que determine: la capacidad portante, condiciones de amenaza y vulnerabilidad y la estabilidad geotécnica del suelo y de las obras que lo requieran. Las recomendaciones de diseño y construcción de elementos de cimentación, estructuras de contención, protección y drenaje; la geometría y factor de seguridad de taludes. Se debe establecer la necesidad de llevar a cabo estudios más detallados de geología, hidrogeología, y/o suelos, justificando las razones por las cuales se formula dicha recomendación, así como el plan de investigaciones de campo adicionales a desarrollar en la etapa de diseño.

#### **4.3.2 Diseño hidráulico**

##### **4.3.2.1 Diseño geométrico y análisis de interferencias**

De acuerdo con los levantamientos topográficos realizados y con base en los requerimientos del proyecto se procederá a realizar el diseño geométrico de los alineamientos de las redes del sistema de alcantarillado incluyendo las cámaras, pozos de inspección y todas las estructuras que requiere el sistema para su adecuado funcionamiento.

Cada uno de los elementos que componen el sistema deberán ser localizados en planta y perfil, incorporando todas las interferencias que se puedan encontrar al momento de ejecutar las obras. Como parte del diseño detallados de deberá determinar el manejo que se dará a las interferencias visibles y no visibles con otras redes de servicios públicos o privados, aspecto que deberá quedar descrito detalladamente, de deberán incluir las autorizaciones a que haya lugar y se incluirá el presupuesto de la solución planteada para el manejo de interferencias en la construcción.

El consultor deberá entregar un informe de diseño detallado donde se incluyan las memorias de cálculo, planos, especificaciones, cantidades de obra, presupuesto, cronograma de obra, plan de manejo ambiental y demás documentos necesarios para la construcción del proyecto.

##### **4.3.2.2 Dimensionamiento hidráulico**

El consultor deberá realizar el diseño o dimensionamiento hidráulico detallado de todos los componentes que hacen parte del sistema tales como redes, cámaras o pozos de inspección, vertederos, aliviaderos, canales y cualquier otra estructura necesaria para el adecuado funcionamiento hidráulico del sistema.

El consultor deberá definir el tipo y clase de tubería que deba ser utilizada en la construcción de los sistemas de alcantarillado considerando el tipo de suelo, las cargas a la que estará sometida la red, el tipo de instalación y cimentación y demás aspectos pertinentes.

El dimensionamiento hidráulico de las redes podrá ser realizado mediante el uso de cualquiera de las diferentes metodologías establecidas en el RAS, guardando especial cuidado de las restricciones de aplicación de cada una de estas metodologías.



British Embassy  
Colombia



En caso de que sean necesaria la utilización de equipos mecánicos para el funcionamiento del sistema de alcantarillado, el consultor deberá dimensionar y describir los equipos idóneos, así como las estructuras necesarias para albergarlos.

Se debe realizar el diseño de la red de alcantarillado mediante el empleo de la formulación matemática que defina los diámetros, las pendientes y los parámetros mínimos hidráulicos de los conductos del sistema, el cual deberá ser verificado mediante el empleo de una modelación hidráulica de las redes de alcantarillado, mediante el uso de un programa que permita simular entre otros el sistema existente, el cual debe estar basados en ecuaciones de resistencia fluida, que permita obtener resultados de tal forma que el modelo matemático represente en gran medida el modelo físico o prototipo de la red de alcantarillado. El programa de análisis hidráulico debe tener la capacidad de simular condiciones de flujo uniforme, así como condiciones de flujo no permanente mediante la solución de las ecuaciones de Saint – Venant, con sus correspondientes condiciones de frontera.

Adicionalmente, el programa de análisis debe permitir simular el efecto de las pérdidas menores de energía ocasionadas por la presencia de estructuras de conexión y/o inspección. En todo caso, se deben sustentar los parámetros que se utilicen en el diseño y en la modelación, y en los cálculos usar el diámetro interno real. El consultor deberá hacer entregas de las memorias de cálculo dentro de las cuales deberá incluir los datos crudos de los modelos hidráulicos y sus resultados y el procedimiento seguido para la creación de los modelos con el fin de que puedan ser verificados, los archivos deberán ser entregados en forma digital y física. De igual forma, las memorias deberán incluir los parámetros y suposiciones utilizados para el diseño de cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado.

De igual forma el consultor deberá entregar los planos hidráulicos a una escala adecuada, los cuales deben contener la localización de cada uno de los componentes del sistema, sus dimensiones hidráulicas y los detalles suficientes para su entendimiento.

#### **4.3.2.3 Estudio hidrológico**

En caso de que el proyecto incluya el dimensionamiento hidráulico de redes de alcantarillado pluvial o combinado, el consultor deberá realizar la estimación la distribución temporal de las precipitaciones (duración de las lluvias) de la zona, para la obtención de los caudales de diseño con base en los periodos de retorno de diseño estipulados por la normatividad colombiana de acuerdo con la envergadura del proyecto. Esta actividad deberá llevarse a cabo a partir de registros de lluvias y de variables hidroclimatológicas de estaciones ubicadas en la zona del estudio hidrológico como precipitación (promedio máximo mensual, precipitación máxima en 24 horas, etc.), evapotranspiración y evaporación (promedio mensual). Con base en esta información el consultor deberá definir los caudales de aguas lluvias entrantes al sistema de alcantarillado.

Para la obtención de los caudales el consultor podrá utilizar cualquiera de las metodologías presentes en la normatividad colombiana o en las buenas prácticas de ingeniería guardando especial cuidado en las restricciones de aplicación de cada una de las metodologías. La interventoría deberá aprobar la metodología de cálculo finalmente seleccionada.



British Embassy  
Colombia



El diseñador deberá presentar las memorias de cálculo del componente hidrológico en donde se detallen los procedimientos realizados y los resultados obtenidos para la obtención de los caudales.

#### **4.3.3 Diseño estructural**

Las estructuras que componen el sistema deberán ser diseñadas para soportar las cargas a las que estarán sometidas, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-010, Ley 400 de 1997 y Decretos números 33 de 1998, 926 de 2010, 2525 de 2010, 92 de 2011 y 340 de 2012 o aquellas que las modifiquen, adicionen o sustituyan.

Así mismo para las estructuras hidráulicas tales como, culverts (de diferentes secciones), cajas de interconexión de redes que debido a su localización se encuentren sometidas a régimen de cargas vehiculares, las normas de diseño a aplicar serán el "CCP-14 Norma colombiana de diseño sísmico de puentes" y la Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte AASHTO.

El consultor deberá presentar la memoria de cálculo, la cual debe ser consistente con los requisitos del diseño estructural ("ACI 350/350R Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary"), las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente - NSR-10, "CCDSP-95 Código colombiano de diseño sísmico de puentes", y demás normas citadas. Debe incluir información de todos los análisis realizados, si el diseño estructura se realiza con la ayuda de programas de computador especializados, se debe incluir el nombre específico del software y la versión; acompañado de una descripción del programa, los datos de entrada y los resultados obtenidos.

El consultor deberá hacer entrega de los planos estructurales los cuales deberán contener la localización de los elementos estructurales, sus dimensiones, refuerzo a una escala adecuada, y detalles suficientes para la correcta construcción. Así mismo, pueden hacer referencia a dimensiones indicadas en los planos hidráulicos o sanitarios cuando sea apropiado. Los alzados y cortes deben realizarse con escala, cantidad y alcance apropiados para indicar la interdependencia y conexiones entre los diferentes elementos. Debe tenerse especial cuidado en asegurarse que aquellos detalles incluidos y calificados como típicos sean aplicables a las condiciones del proyecto.

#### **4.3.4 Estudio geológico y geomorfológico**

El diseño deberá establecer las características geológicas y geomorfológicas regionales y locales, que permitan identificar las zonas de fallas, movimientos en masa, condiciones de sismicidad y definir zonas de sectorización geológica y geomorfológicas asociadas a la zona de interés y su entorno o zona de afectación inmediata.

Los profesionales de geología y geotecnia del Consultor deberán realizar un reconocimiento de campo detallado que permita identificar zonas críticas para el proyecto y realizar planteamientos de posibles alternativas de solución. Cabe resaltar que el componente de geología y geomorfología deberá abarcar la cuenca de los cuerpos de agua e identificar problemas de estabilidad en la misma.

El Consultor deberá presentar un mapa de sectorización geológica y geomorfológica en el área del proyecto.



British Embassy  
Colombia



#### **4.3.5 Diseño geotécnico detallado**

Todas las nuevas estructuras, modificaciones que se realicen a construcciones existentes, excavaciones, taludes permanentes, estructuras de contención de tierras, cimentación de tuberías y obras de drenaje deberán contar con un diseño geotécnico, y deberán cumplir con los requerimientos mínimos exigidos por la normatividad colombiana.

El Consultor deberá presentar la sectorización geotécnica en la zona de las líneas y redes de tuberías. En la sectorización se deberá presentar la caracterización geotécnica promedio para cada sector geotécnico.

La caracterización geotécnica promedio deberá basarse en el análisis de propiedades índice, granulométricas, geomecánicas y deformabilidad. Toda la práctica de exploración geotécnica y ejecución de ensayos de laboratorio en muestras de suelo y roca deberán ejecutarse siguiendo el la Sección 100 – Suelos del Manual de Normas de ensayos de materiales para carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Manual basado en normas internacionales elaborados por la ASTM.

La programación de ensayos de laboratorio deberá cumplir con la frecuencia exigida en la normatividad colombiana. Estos ensayos además de enfocarse al diseño geotécnico de cimentaciones y estabilidad de taludes, deberá enfocarse en la identificación de condiciones geotécnica especiales como presencia de suelos expansivos, suelos dispersivos o erodables, suelos colapsables.

El Consultor deberá supervisar la calidad en la ejecución de los trabajos de exploración. Los ensayos de laboratorio a ejecutar deberán contar con certificación de calidad y calibración de los equipos y calificación del personal que lo ejecuten.

##### **4.3.5.1 Cimentación de tuberías**

Se deberá diseñar la cimentación para de las redes de tuberías de acuerdo con los métodos de resistencia última o estados límites de servicio. Este diseño deberá cumplir con propósitos de seguridad, durabilidad, resistencia, integridad de los elementos y economía del proyecto.

Todos los diseños de tuberías deben resistir eventos sísmicos de diseño. El diseño de la cimentación de la tubería deberá tener en cuenta el tipo de material de la tubería, rigidez, condiciones de instalación, condiciones de carga, factores de carga en función de la profundidad de la tubería, profundidad de excavación, ancho de la excavación, deformaciones como deflexiones, pandeo, rotura y resistencia de la tubería. Así como, las propiedades índices, de resistencia y de deformabilidad de la subrasante.

La seguridad y estabilidad de todas las excavaciones sin soporte serán evaluadas tomando en cuenta la profundidad de la excavación, la inclinación de los taludes y las condiciones de presión de agua en el subsuelo, de acuerdo con el código NSR-10-Capítulo H.5.

Cuando los cortes de la excavación no sean estables, el uso temporal o permanente de un sistema de soportes de excavación será diseñado con el fin de limitar la cantidad de suelo a ser removido, así como para proteger las nuevas estructuras adyacentes. La estabilidad de todos los taludes a ser entibados deberá ser analizada y determinada a partir de la evaluación de los empujes inducidos por el subsuelo y por el nivel freático a los diferentes componentes del entibado (soporte, anclajes, puntales, largueros, etc.).



British Embassy  
Colombia



Todos los análisis de estabilidad de taludes se realizarán cumpliendo con los mínimos factores de seguridad indicados en el Tabla H.2.4-1 del Código NSR-10 – Capítulo H.2 – Definiciones.

#### 4.3.6 Aspectos prediales

Una vez definidas las áreas definitivas que ocuparán los diferentes componentes del proyecto, el consultor deberá realizar una evaluación de los derechos de propiedad de dichas áreas y establecer la necesidad de la compra de algunas de ellas y definir su costo, o en su defecto establecer las acciones de legalización de los derechos y servidumbres que sean necesarios para la construcción y operación del proyecto. Deberá adjuntarse el respectivo plano del proyecto, con una base de datos adjunta identificando los predios a intervenir, el cual debe contener como mínimo (de existir esta información):

- Nombre del Predio
- Número de cédula catastral
- Número de Matrícula Inmobiliaria
- Georreferenciación de cada uno de los predios a intervenir
- Nombre del Propietario y copia de la cédula de ciudadanía o NIT del propietario
- Vereda y/o Barrio
- Copia simple de la Escritura Pública.
- Certificado de Tradición y Libertad del predio con vigencia de dos (2) meses
- Información predial contenida en los registros de Catastro.
- El Consultor presentará informe topográfico para los predios afectados que incluye poligonales y franja o lote utilizado en el proyecto, con carteras de campo, esquemas de poligonales, memorias de cálculo, listado de coordenadas ajustadas y registro fotográfico de los puntos materializados, áreas afectadas y áreas libres, y la información catastral y del propietario que se obtenga.

El consultor deberá entregar para cada predio afectado las respectivas fichas prediales en escalas apropiadas, como: 1:200, 1:500 o 1:1000, las cuales serán aprobadas por la interventoría. Dichas fichas deberán llevar un cuadro con los datos antes enunciados, así como los datos de longitud de los linderos, área del lote y áreas a intervenir según levantamiento topográfico.

El consultor deberá entregar un informe jurídico de los predios afectados en donde se especifique la situación de tenencia del predio, si propietario y la situación jurídica de éste, con base en el cual realizará las recomendaciones pertinentes a la entidad contratante sobre los trámites necesarios ante las entidades públicas para la adquisición de los predios o derechos de servidumbres según sea necesario. El informe jurídico deberá incluir como mínimo la siguiente información:

- Relación de Predios por intervenir.
- Copia del Registro Topográfico individual.
- Fotografías del Predio.
- Copia de cédula de ciudadanía del propietario.





British Embassy  
Colombia



- Certificado de Tradición y Libertad.
- Copia simple de Escrituras Públicas.
- Información predial contenida en los registros de Catastro.
- Archivo magnético de las fotografías.

En caso de ser necesario que el municipio adquiriera algunos terrenos o derechos de servidumbre de paso, su costo deberá incluirse en el plan de inversiones o presupuesto del proyecto.

Además del estudio predial descrito, la consultoría deberá adelantar las gestiones necesarias para que se concrete la adquisición de los predios o derechos de servidumbre necesarios para el desarrollo de cada proyecto incluyendo los acercamientos entre las autoridades municipales y los propietarios y el apoyo al municipio en la obtención de los documentos necesarios para la realización de los trámites requeridos ante las entidades respectivas para la declaratoria de utilidad pública de los predios requeridos, negociación y formalización y legalización de la compra de predios o los permisos de servidumbre requeridos

El consultor deberá entregar un informe de gestión predial que incluya lo mencionado.

#### **4.4 Evaluación ambiental**

Se deberá efectuar la Evaluación Ambiental con base en lo establecido en la “Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales” del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010).

Se debe emplear una metodología de identificación y valoración de impactos para las situaciones sin proyecto y con proyecto, con base en matrices causa efecto, que emplean indicadores de tipo cualitativo y cualitativo para valorar los impactos ambientales y que permitan presentar la evaluación en términos de valores relativos de calidad ambiental.

El Consultor deberá plasmar las recomendaciones efectuadas por la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental municipal competente, respecto a las obras y acciones formuladas para mitigar los impactos negativos que genere el proyecto, o a las medidas de manejo ambiental determinadas para el desarrollo del proyecto, tanto en su fase de construcción como en la de operación o funcionamiento.

El consultor establecerá para cada uno de los componentes del proyecto los impactos positivos y negativos generados por la ejecución del proyecto y sus correspondientes medidas de prevención, mitigación o compensación respecto a los recursos de agua, aire, fauna, flora y población, determinando los grados de afectación de cada uno, cuyos costos y prioridades se determinarán en el presupuesto.

El consultor deberá elaborar las respectivas matrices de impactos y formular el plan de manejo con acciones de preservación, compensación, mitigación y control de los impactos, durante las fases del proyecto, en la construcción, operación y mantenimiento. En ella se analizarán los efectos de impactos ambientales y medidas de control de: suelos, geología, calidad del agua, hidrografía, clima, fauna, flora, desarrollo urbano y salud. En el caso de las fuentes receptoras, el consultor deberá crear una base actual y futura, en la cual se identifique el estado ambiental antes y después de la implementación de las obras. El plan de manejo ambiental para la ejecución de la intervención será presentado a la interventoría quien lo aprobará y le hará seguimiento.



British Embassy  
Colombia



Por lo anterior, el consultor deberá reconocer el contexto regional y geográfico en el cual se desarrollarán las obras, que le permitirá definir los programas que aplican según el alcance de estas y las condiciones de su área de influencia. Esta evaluación tiene como propósito garantizar el desarrollo sostenible con su entorno social y ambiental, según las normas colombianas aplicables.

El consultor deberá observar y aplicar leyes y normativas relativas a Salud Ocupacional y Seguridad Industrial, considerando escenarios para tomar todas las precauciones necesarias dirigidas a evitar y prevenir en las zonas de trabajo e instalaciones temporales, accidentes o condiciones que deriven en enfermedades profesionales.

Una vez estructurado y aprobado el Plan de Manejo Ambiental, el consultor deberá convertirlo en un manual de campo, escrito en lenguaje claro que facilite su diligenciamiento, para ser enseñado al personal operativo, previo y durante la ejecución de la obra, de tal forma que se asegure su cumplimiento. Para el caso, el consultor podrá revisar el Manual de Buenas Prácticas Ambientales publicado por el Ministerio de Vivienda.

Adicionalmente, el consultor entregará la información necesaria para el trámite ante la autoridad ambiental de los permisos que haya lugar para el proyecto; los cuales pueden ser: permiso de concesión de agua, ocupación de cauces, aprovechamiento forestal, permisos de extracción de material de canteras, permiso de vertimientos, permiso de licencia ambiental, permiso del diagnóstico ambiental de alternativas, permiso de emisiones atmosféricas y disposición de escombros en el área de estudio.

#### **4.5 Especificaciones técnicas de construcción**

El diseño deberá precisar las especificaciones técnicas de cada uno de los elementos del proyecto, incluyendo los detalles de materiales, condiciones, cantidades y medidas que se apliquen al proyecto. Adicionalmente, el diseño deberá incluir los procedimientos constructivos recomendados para la construcción de las obras.

El consultor preparará el volumen de especificaciones técnicas de construcción, requerido para el control de calidad de la obra y medida y pago de la misma, siguiendo el formato establecido y para tal fin, el cual deberá ser concertado previamente con la Interventoría que para tal efecto se designe.

Para la elaboración de las especificaciones técnicas para la ejecución de la obra producto de esta consultoría se deberá tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Estas deberán contemplar y establecer la calidad técnica mínima de materiales y equipos a emplear, además de la mano de obra y servicios necesarios para la construcción del proyecto.
- Estas deben establecer las características esenciales del producto que será adquirido.
- Debe evitarse establecer un exceso de especificaciones, establecer características innecesarias las cuales pueden resultar en especificaciones demasiado restrictivas susceptibles de impedir la libre competencia e incrementar el costo del producto.
- La especificación debe ser razonable y contener la precisión necesaria, de no ser así posiblemente resulta costosa y puede limitar la competencia.
- El texto de las especificaciones debe ser claro, utilizar lenguaje común, y sin el uso de términos susceptibles de varias interpretaciones.



British Embassy  
Colombia



- El uso de abreviaciones debe ser restringido a las que son de uso común y respecto a las cuales no es posible se presenten malentendidos.

#### **4.6 Análisis de Precios Unitarios (APU)**

El consultor deberá preparar la codificación de los ítems del presupuesto, los APU y las especificaciones que permita llegar de forma clara con una trazabilidad al valor de cada uno de los ítems del formulario de cantidades de obra, para lo cual se deberá utilizar un formato, el cual permita desglosar por cada uno de sus componentes, equipo y herramienta, materiales de construcción, transporte externo e interno, mano de obra y demás parámetros requeridos para el cálculo del presupuesto.

Para efectos de calcular el AIU, administración, imprevistos y utilidades se deberá utilizar un formato que permite ingresar de manera organizada los diferentes costos indirectos del proyecto, incluyendo entre otros: personal administrativo, movilización e instalaciones, gastos generales y gastos legales, jurídicos y tributarios, además se debe plasmar un porcentaje para los imprevistos y un porcentaje para las utilidades.

#### **4.7 Presupuesto y cronograma de obra**

El consultor deberá incluir como parte del diseño detallado, el presupuesto de obra estimado de las obras a ejecutar, especificando las cantidades de obra y los respectivos análisis de precios unitarios.

Adicionalmente, el diseño deberá incluir una propuesta de cronograma tentativo de ejecución de las obras, que involucre las etapas de contratación y de ejecución de las obras de los diferentes componentes del proyecto, identificando la ruta crítica y definiendo la secuencia constructiva más adecuada para el esquema propuesto.

Con base en lo anterior, el consultor elaborará el cronograma y flujo de fondos e inversiones de la ejecución del proyecto con el fin de determinar la secuencia óptima para adelantar su realización. Se hará un diagrama de barras que indique la duración de cada actividad, la interrelación entre cada una de ellas y en forma clara la ruta crítica del proyecto; preferiblemente en un software especializado destinado para tal fin.

Para adelantar en forma satisfactoria la ejecución del proyecto, el recomendará y dimensionará los recursos técnicos y humanos que se estimen necesarios para el adecuado funcionamiento del esquema de organización requerido.

Así mismo deberá estimar el costo del servicio requerido de Interventoría del proyecto, que hará parte del plan financiero y el personal idóneo para realizar el seguimiento del diseño detallado.

#### **4.8 Otros estudios**

El consultor deberá realizar todos los estudios y diseños en detalle, suficientes y necesarios, desde todos los componentes técnicos descritos y otros que pueda requerir el proyecto, y que permitan materializar y construir la alternativa seleccionada.



British Embassy  
Colombia



## **5 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO AL MINISTERIO DE VIVIENDA CIUDAD Y TERRITORIO (MVCT)**

El consultor deberá entregar a la entidad contratante todos los productos necesarios para que el municipio pueda formular y presentar ante el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio la solicitud de viabilidad del proyecto. Además, deberá acompañar al municipio en las gestiones y actividades que sean competencia exclusiva del Ente territorial (Adquisición de predios, establecimiento formal de servidumbres, trámites ambientales y permisos especiales de cruces de viales), las cuales son necesarias, para obtener la viabilidad del proyecto de acuerdo con lo establecido en la Resolución 0661 de 2019 o aquella que la modifiquen, adicionen o sustituyan, en lo que hace referencia a: proyecto técnicamente aceptable.

Adicionalmente, el consultor deberá conocer todos los requisitos del mecanismo de viabilización de proyectos del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, pues es responsabilidad de éste de efectuar todos los estudios y diseños exigidos por esta, por lo que podrá ser requerido por parte de la interventoría o la entidad contratante, para que realice los ajustes y correcciones pertinentes a los proyectos o resuelva dudas e inquietudes que surjan del proyecto, de tal forma que se aclaren oportunamente.

### **5.1 Documentos de diseño**

Como resultado del diseño se deberá obtener un documento consolidado que contenga todos y cada uno de los documentos producidos en el desarrollo de los pasos descritos en el presente documento, incluyendo las memorias de diseño, los planos de detalle para construcción, las especificaciones técnicas de construcción definitivas, presupuesto, análisis de precios unitarios y demás documentos pertinentes en original y dos (2) copias, así como en forma magnética (CDs) compatible con las aplicaciones de software disponibles en el municipio donde se ejecutará el proyecto.

### **5.2 Planos**

El consultor suministrará los planos del estudio en medio magnético y en físico original y dos (2) copias, de 0,70 m x 1.00 m de los planos generales y un reducido en planta y otro en perfil a una escala adecuada que permita apreciar la totalidad del proyecto.

Los planos entregados deben ser planos constructivos, estar debidamente acotados, a escalas adecuadas, deberán ser firmados por el contratista, y el interventor y por el profesional especialista en el área respectiva encargado del diseño.