DOCUMENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PARTE 1 - GENERALIDADES

Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. E.S.P. es una empresa oficial de servicios públicos domiciliarios, del orden departamental, de conformidad con lo señalado en el artículo 14 numeral 14.5 de la Ley 142 de 1994, toda vez que se encuentra conformada en su totalidad con capital público. En su calidad de gestor del PAP-PDA, tiene como uno de sus objetivos lograr el mejoramiento en la prestación de los servicios de agua y saneamiento básico en los municipios del Departamento.

De acuerdo a lo señalado en el artículo 2.3.3.1.2.3 del Decreto 1077 de 2015, el Programa Agua y Saneamiento para la Prosperidad - Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento PAP PDA, es "un conjunto de estrategias de planeación y coordinación interinstitucional, formuladas y ejecutadas con el objeto de lograr la armonización integral de los recursos y la implementación de esquemas eficientes y sostenibles en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico, teniendo en cuenta las características locales, la capacidad institucional de las entidades territoriales y personas prestadoras de los servicios públicos y la implementación efectiva de esquemas de regionalización".

De acuerdo con lo anterior, el Departamento de Cundinamarca considera necesario el emprendimiento de un programa de diseño de Plantas de Tratamiento de Agua Potable para diferentes veredas del Departamento, como instrumento para solucionar las necesidades básicas insatisfechas del sector rural, principalmente el acceso al servicio de agua potable, y así evitar el incremento en los índices de morbilidad por enfermedades como el cólera, diarrea, entre otras.

En el marco de esta iniciativa, Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. E.S.P. plantea el diseño y futura construcción de Plantas de Tratamiento de Agua Potable en las diferentes veredas del Departamento de Cundinamarca que ayuden a mejorar la calidad del agua y su tratabilidad con respecto a las características físicas, químicas, organolépticas y microbiológicas. El diseño y futura construcción de las PTAP mejorará la continuidad del servicio, optimizará las empresas rurales y/o regionales que no cuenten con agua potable, mejorando no sólo la calidad del agua, sino la economía de las empresas veredales, el cuidado de los sistemas de acueducto existentes, la protección y uso racional del recurso hídrico y la generación de sentido de pertenencia en los municipios y comunidades rurales del departamento vinculados al PDA.

Por Decreto No.180 de 2008, Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. E.S.P., fue designada como Gestor del Plan Departamental para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento (PDA) de Cundinamarca, hoy denominado programa agua y saneamiento para la prosperidad – Plan Departamental para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento (PAP-PDA) de Cundinamarca

Para tal fin se suscribió el Convenio No.009 del 2008 entre el Departamento y Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. E.S.P. cuyo objeto es: "Aunar Esfuerzos para la implementación del plan departamental de aguas de Cundinamarca"; que exige obligaciones a la Empresa relacionadas con el seguimiento y supervisión de los contratos y proyectos que ejecuta.

El artículo 2.3.3.1.4.14. del Decreto 1077 de 2015 establece que el Gestor del Programa Agua y Saneamiento Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento– PDA, tiene, entre otras, las siguientes obligaciones: "1. Desarrollar las acciones necesarias para alcanzar el cumplimiento de los objetivos de la política del sector de agua potable y saneamiento básico la observancia de los principios y el cumplimiento de los objetivos y las metas del PDA, así como atender los temas a nivel departamental relacionados con el sector de agua potable y saneamiento básico como representante del Gobernador (…); (…) 18. Adelantar procesos de contratación con cargo a los recursos del PDA una vez los proyectos hayan sido viabilizados de acuerdo con lo previsto en el presente capítulo, el Manual Operativo, el Plan General Estratégico de Inversiones y Plan Anual Estratégico y de Inversiones y el Plan de Aseguramiento de los Prestación de los Servicios, velando por la pluralidad de oferentes y la publicidad de dichos procesos".

De igual forma, el Plan de Desarrollo, **CUNDINAMARCA REGIÓN QUE PROGRESA**, aprobado mediante ordenanza No. 011 de 2020, tiene como objetivo en su línea estratégica **"+ COMPETITIVIDAD"** "consolidar modelos de aglomeración y especialización productiva que permitan avanzar de forma sólida y sostenible hacia el mejoramiento de la productividad, la competitividad y la internacionalización de la economía, mediante el esfuerzo de las capacidades endógenas del departamento y el reconocimiento de la heterogeneidad del territorio, para contribuir efectivamente a la reducción de las brechas competitivas".

A su vez, se establece el programa **"RUTA PARA EL PROGRESO"** cuya finalidad es de "potencializar el aparato productivo y de servicios fortaleciendo la infraestructura física y tecnológica, de modo que se consolide el escenario más apropiado en el desarrollo más productivo de Cundinamarca"

Aunado a lo anterior, el Subprograma "**AL SERVICIO DE LA COMPETITIVIDAD**", del plan de desarrollo establece como propósito "Incrementar el acceso a los servicios públicos domiciliarios de manera, continua, eficiente y con calidad". Incluyendo entre las metas "'Implementar en 46 municipios la estrategia para mejorar la calidad del agua para consumo humano.".

Por lo anterior Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. E.S.P., de acuerdo con el plan departamental de aguas (PDA), comprende el proyecto de diseño y futura construcción de

Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) en las diferentes veredas del departamento de Cundinamarca, con el fin de ayudar a mejorar la calidad del agua con respecto a las características físicas, químicas, organolépticas y microbiológicas. El diseño, viabilidad y futura construcción de las PTAP mejorará la continuidad del servicio, optimizará las empresas rurales y/o regionales, que no cuenten con agua potable, fortalecerá el cuidado de los sistemas de acueducto existentes, la protección y uso racional del recurso hídrico, la generación de sentido de pertenencia en los municipios y comunidades rurales del departamento vinculados al PDA.

Con el objetivo de cumplir esta meta Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. E.S.P., adelanto la convocatoria bajo el Programa **"+ AGUA POTABLE**", y seleccionar los acueductos que serán objeto de estudio para el diagnóstico, diseño y construcción de futuras plantas de tratamiento de agua potable

OBJETIVOS DEL PROGRAMA "+ AGUA POTABLE"

- Brindar agua apta para el consumo humano en el sector rural del departamento de Cundinamarca.
- Fortalecer los sistemas de acueducto rurales ayudando a mejorar la calidad del agua.
- Disminuir las enfermedades que se encuentran relacionadas con el consumo de agua no apta para el consumo humano.
- Disminuir la brecha entre el sector rural y el urbano en cuanto a la prestación del servicio de agua apta para el consumo humano.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Los estudios y diseños de Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) son instrumentos de planeación y diseño específico que constan principalmente de las actividades descritas en este documento, las cuales deben ser desarrolladas por la consultoría en cumplimiento del alcance del contrato al menos con el alcance técnico incluido en este Anexo, exceptuando aquellas que la interventoría y la supervisión de la EPC modifiquen en forma explícita y específica, dejando constancia escrita de las razones que justifican estos cambios. Las actividades que a juicio dEL CONSULTOR considere realizar para complementar los resultados de la consultoría o que considere necesario para mejorar algún aspecto técnico del desarrollo de alguna actividad, deben ser informadas y aprobadas por la interventoría y supervisión, en especial cuando puedan generar modificaciones a los costos de la consultoría.

Como alcance general (considerando el objeto y los alcances específicos contractuales), las Plantas de Tratamiento de Agua Potable deben planificar y ordenar en el tiempo las obras y programas requeridos para atender a la población, en condiciones de calidad y eficiencia y cumpliendo con la normatividad vigente. Independientemente de las características del municipio y/o centros poblados, todos los diseños serán realizados a nivel de detalle requerido para pasar a la etapa de construcción (diseños definitivos de todos los elementos que constituyen un acueducto y la infraestructura complementaria, desde las obras de conducción hasta el Tanque de almacenamiento). Además, el diseño debe incluir los elementos básicos

que sean necesarios para lograr controlar y optimizar la operación de las redes de servicio, los manuales operativos y los programas y costos de la puesta en marcha para el caso de las plantas. Si el alcance contractual lo requiere, se incluirá la infraestructura de acometidas y domiciliarias al usuario final, los programas de mejoramiento y/o acompañamientos en el campo institucional o técnico, etc

EL CONSULTOR deberá iniciar la ejecución de los trabajos teniendo en cuenta la Resolución 0330 de 2017 - Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y de acuerdo a la normatividad o las normas que lo modifiquen o sustituyan durante la ejecución del contrato consultoría, acoger los criterios básicos y requisitos mínimos definidos en éste y las resoluciones nuevas en materia de agua potable y saneamiento que emita el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio para los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, diseño, construcción, supervisión técnica, puesta en marcha, operación y mantenimiento de los sistemas de potabilización, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionamiento adecuado, calidad, eficiencia y sostenibilidad dentro de un nivel de complejidad determinado.

EL CONSULTOR deberá utilizar los siguientes criterios y recomendaciones, para la ejecución de la formulación de los Sistemas de Potabilización:

- Estar enmarcados dentro de los lineamientos del Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS – Resolución 0330 de 2017), Resolución No 0799 del 09/12/2021 o las normas que lo modifiquen o sustituyan y las disposiciones del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio MVCT, Viceministerio de Agua y Saneamiento, Dirección de Inversiones Estratégicas – DIE, y/o vigentes a la fecha de ejecución del Plan Maestro.
- Cumplir con las Normas técnicas del ICONTEC o las normas que lo modifiquen o sustituyan, así como la NSR-10.
- Todos los trabajos deberán ser georreferenciados con proyecciones Magna-Sirgas o lo dispuesto por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Aplicar criterios de diseño óptimo, de costo mínimo (si es aplicable) o de menor costo, considerando conjuntamente la inversión, la operación y mantenimiento de la infraestructura y criterios de costo-efectividad.
- Aplicar criterios de "buena" ingeniería, en el sentido que aún en cumplimiento de los términos de referencia, la normatividad aplicable, e inclusive los criterios de diseño óptimo mencionado en el numeral anterior, EL CONSULTOR deba considerar aspectos técnicos que mejoren o subsanen situaciones que pueden impactar la funcionalidad del proyecto. En estos casos, estos deben ser puestos oportunamente en conocimiento de la interventoría y supervisión del proyecto para su análisis y toma de la correspondiente de decisión.

Los trabajos de La formulación y elaboración de Las Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) deberán presentarse con los siguientes estándares o formatos:

- Sistema Internacional de Unidades SIU

- Planos en formato compatible con AutoCAD (*.dwg, *.dxf)
- Información digital en formato office editable (*.xls, *.doc, *.rtf) y pdf
- Modelaciones hidrológicas compatibles con HEC-HMS, con su informe de modelación que incluye hipótesis variables de entrada, suposiciones, conceptualización del modelo matemático, formulación numérica, puesta en marcha, calibración, verificación, simulación y presentación de resultados.
- Modelaciones acueducto compatibles con EPANET, con su informe de modelación, que incluya variables de entrada, hipótesis y suposiciones de distribución de la demanda, factores de mayoración empleados, formulas empleadas y análisis de resultados.
- Modelaciones de sistemas de potabilización compatibles con el software desarrollado por la EPA (Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos) EPA-SWMM (se puede obtener una versión libre directamente de las páginas de la EPA®) y el modelo HEC-RAS del cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos (también se puede obtener una versión libre directamente de las páginas de la US Army Corps of Engineers®).

* **Nota**: la utilización de los modelos anteriormente mencionados no sustituye ni reemplazan los cálculos de detalle independientes, que deben ser abordados por las consultorías para los diseños contratados.

Los sistemas de potabilización se desarrollarán siguiendo los siguientes componentes:

I. ACTIVIDADES PRELIMINARES Y DIAGNÓSTICO

EL CONSULTOR deberá evaluar el sistema existente objeto del proyecto, buscando obtener información sobre su funcionamiento general, la capacidad máxima real, la condición tecnológica, le eficiencia y los criterios operacionales, con el fin de hacer un diagnóstico sobre la posibilidad de mejorar los niveles de eficiencia del sistema.

EL CONSULTOR tendrá en cuenta la información existente, para lo cual deberá consultar en las siguientes entidades:

- Empresas Públicas de Cundinamarca SA ESP.
- Información existente en el Municipio y Departamento, como Planes de Desarrollo, Sectoriales, otras Secretarías, etc.
- La información existente en las diferentes Corporaciones Autónomas de la respectiva jurisdicción.
- Igualmente deberá investigar por su propia cuenta la existencia de información adicional de referencia disponible tanto en las entidades ya mencionadas, como en otras, incluyendo aquellas dependencias que manejan información especializada como el IGAC, IDEAM, DANE, etc.
- En caso de no existir información básica EL CONSULTOR debe levantarla o construirla con sus propios medios.

Adicionalmente EL CONSULTOR deberá recoger información de estudios existentes, registros de operación y mantenimiento, reportes de inspección de redes, reportes de construcción, registros de caudales, información sobre corrosión, información geológica, topográfica, hidrometeorológica y de variabilidad climática, etc. Una vez analizada la información, se define la inspección preliminar.

Se deberán incorporar y documentar las actividades de diagnóstico de campo que incluyan la medición de variables independientes o simultáneas (según el tipo de infraestructura a evaluar) en diferentes puntos de operación. Esta información deberá ser contrastada con la información de operación, y comparada con lo que sería su "estado inicial".

Adicionalmente, se debe documentar en un sistema de información geográfico, el estado de las redes construidas, técnicamente denominado catastro de redes.

Se deben identificar zonas críticas que pueden requerir la rehabilitación.

1.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO

- Con base en las investigaciones dEL CONSULTOR, y con la ampliación de la información básica mediante investigaciones de campo, hará una breve descripción de los aspectos más importantes que caracterizan las áreas de estudio de cada proyecto desde los siguientes puntos de vista, entre otros: Aspectos físicos, historia, localización geográfica, límites, vías de comunicación, hidrología, hidrogeología, climatología, meteorología, tipos de suelos, topografía, cartografía, sedimentos, geología, geotecnia, acceso a la localidad y materiales de construcción, pavimentos, servicios públicos, disposición urbanística, sismología y zonas de potencial riesgo. Recopilación de la información de los Diagnóstico de los sistemas de acueducto y sistemas de potabilización.
- Plano de localización de los sistemas - En medio digital en sistema vectorial (CAD), esquema digital del área del sistema de abastecimiento basado en aerofotografía digitalizada o en imagen satelital donde en forma esquemática se identifiquen claramente los diferentes componentes del sistema de potabilización.
- Características socioeconómicas - Población actual, estratificación, índice de NBI (Necesidades básicas insatisfechas), población en miseria, usos del suelo, condiciones sociales, salud pública, aspectos educativos, organizaciones cívicas, nivel de ingresos, tarifas de los servicios públicos, disponibilidad de recursos humanos y materiales en la región.
- Las alternativas planteadas deberán estar articuladas con los instrumentos de planeación, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 6 de la Resolución 0799 del 09/12/2021, 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.
- Infraestructura existente de otros servicios. Deben identificarse las principales obras de infraestructura construidas y proyectadas dentro de la zona de influencia del proyecto, tales como carreteras, puentes, canales, box-coulvert, líneas de transmisión

de energía eléctrica, oleoductos y cualquier otra obra de importancia. Del mismo modo, se deben identificar, a partir de información secundaria o de trabajos de campo, las redes de otros servicios públicos en la zona, tales como redes de gas, teléfono y energía eléctrica y sus respectivas áreas de servidumbre con los cuales podrían presentarse interferencias.

- Disponibilidad de energía eléctrica y de comunicaciones. Deben determinarse la disponibilidad y confiabilidad del suministro de energía eléctrica en el área de influencia del proyecto, así como las características de tensión, potencia y frecuencia del servicio y la posibilidad de generar soluciones a parir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovables (FNCER) y fuentes convencionales de energía.
- 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.
- Evaluación del Impacto Social. Los proyectos de acueducto, alcantarillado y aseo exigen un componente importante de participación comunitaria, buscando la aceptación de la infraestructura que finalmente se implemente para que los servicios sean sostenibles. Como mínimo se debe adelantar lo siguiente:
  - → Análisis de actores en la zona de influencia del proyecto y de las problemáticas asociadas al acceso a los servicios de agua y saneamiento, según lo establecido en el artículo 4 de la presente resolución.
  - → Formulación de los esquemas de participación de las comunidades en los procesos de formulación y selección de alternativas tecnológicas, en los procesos constructivos, puesta en marcha, operación y mantenimiento de la infraestructura.
  - → Caracterización de las comunidades resaltando la percepción sobre la infraestructura y la prestación de los servicios de agua y saneamiento básico, aspectos positivos que aporten a la sostenibilidad de los sistemas y negativos que se deban tener presentes en la ejecución de los proyectos.

1.2. CATASTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

1.2.1. Catastro de Acueducto

El estudio a realizar se refiere a un catastro del sistema de acueducto red de aducción, donde deberá utilizar para ello los planos existentes en las diferentes entidades, oficina de servicios públicos del municipio, asociaciones de acueductos; así como estudios de diseños y con verificación en terreno si se cuentan. En él estará consignada la existencia de la infraestructura y superestructura, detallando los componentes del sistema tales como estructuras hidráulicas, válvulas, medidores, estaciones de bombeo, etc. No será necesario el levantamiento de toda la red, sin embargo EL CONTRATISTA deberá revisar y preveer que las presiones a la entrada de la tubería cumplan con la normatividad vigente.

Se realizará en terreno la verificación, especialmente, de los puntos en donde se identifiquen problemas para definir las características de la red. En líneas de aducción y

conducción deberá verificar del estado del suelo, en sitios significativos, que guarden relación directa con la operación del sistema, los cuales deben ser avalados por el interventor.

Las características a tener en cuenta en el catastro de redes deberán ser como mínimo:

- Diámetro de la tubería
- Material de la tubería
- Profundidad
- Edad de la tubería
- Tipo de unión (campana y espigo, dresser, etc.)
- Longitud
- Estado estructural de la red
- Clase de la tubería
- Presiones de trabajo de la tubería.

Como mínimo se deberá referenciar la siguiente información de las válvulas del sistema:

- Marca o Fabricante
- Diámetro
- Tipo de válvula (mariposa, de globo, etc.)
- Posición (horizontal o vertical).
- Material.
- Fecha de instalación.
- Profundidad de la base.
- Número de vueltas para cerrar la válvula.
- Dirección de cierre de la válvula.
- Función de operación
- Tipo de uniones con la tubería.
- Presión de trabajo.

Para accesorios y medidores:

- Tipo de accesorio.
- Diámetro.
- Material.
- Presión de trabajo.
- Tipo de unión.
- Fecha de instalación.
- Marca o Fabricante

Para estructuras como, tanques de almacenamiento, cámaras de quiebre, plantas de bombeo, plantas de tratamiento etc., se deberá incluir la siguiente información:

- Función de la estructura.

GOBº LIBRE E INDEPTE DE CUNDINCA

- Caudal de entrada.
- Caudal de salida.
- Material.
- Fecha de construcción.
- Marca (si aplica)
- Dimensiones.
- Cotas y niveles.
- Volúmenes.
- Estado de funcionamiento.

Todos los elementos deben referenciarse al paramento de la esquina más cercana. En ningún caso, la referenciación debe hacerse a puntos de la tubería, ya sean ellos codos, hidrantes, válvulas, etc.

En el caso de la referenciación de tapones y codos debe anotarse la distancia de estos a la esquina más próxima, la distancia al paramento y la longitud total de la cuadra. Se recomienda, además, anotar el número del inmueble citado al frente del tapón o codo. En el caso de tees y cruces, éstas deben referenciarse con respecto a las intersecciones de los paramentos. En todo caso en la presentación del plano general debe mostrar el sistema actual.

Dentro de esta investigación es también necesario analizar si existen estadísticas de las solicitudes de servicio de mantenimiento, identificando sitio y frecuencia del daño, tipo de reparación ejecutada e inconvenientes presentados, representado gráficamente en planos los resultados obtenidos para conocer los sitios de mayor frecuencia de daños. En caso de que no se lleve una estadística por parte del prestador, la información debe ser tomada del fontanero y representada como áreas de impacto dentro del plano general.

1.2.1.1. Registro Fotográfico

EL CONSULTOR debe presentar un registro fotográfico para cada dispositivo hidráulico visible del sistema de acueducto. El registro fotográfico debe tener dos fotografías de las cuales una es una foto panorámica del sitio de ubicación y la otra es una fotografía del detalle del elemento o elementos. Adicionalmente. El registro fotográfico debe ser nomenclado de acuerdo con el nombre que identifique al elemento, de tal forma que se pueda hacer una fácil y clara asociación de las fotografías con las entidades gráficas y de bases de datos. Adicionalmente, se debe elaborar el registro fotográfico de los apiques realizados de la misma manera que se presentan para los dispositivos.

1.2.1.2. Fichas de Referenciación

EL CONSULTOR preparará el formulario o ficha de catastro con las instrucciones, documentos, controles, rutinas y programas que se requieran para el levantamiento

de campo previa autorización de la interventoría. La ficha o formulario, debe poseer dos componentes: una gráfica y la otra de datos.

La parte grafica contendrá un detalle de la ubicación del elemento a una escala adecuada y la parte de datos contendrá todas las variables que se medirán y/o tomarán en campo.

1.2.1.3. Contenido información de Planos y Fichas de Acueducto

- El plano debe contener la línea de aducción del acueducto, cada una con su longitud, diámetro y material de la tubería, en este orden respectivamente. Los cuadros que debe contener el plano son: Cuadro de Accesorios, Cuadro de Tramos, Cuadro de Convenciones y Cuadro de Acometidas.
- Las líneas recién construidas deben ir en color rojo y las existentes en color negro.
- Nomenclatura Vial.
- Coordenadas Norte y Este, con visualización de la grilla, proyectado en Sistema de Coordenadas Magna Sirgas Colombia Bogotá según normatividad vigente o las normas que lo modifiquen o sustituyan.
- Información a la red a la cual se empata, dado el caso.
- Sección trasversal de la vía, en caso de construcción
- Cuadro de coordenadas de zona de manejo y preservación ambiental, o de otro tipo de área de reserva (servidumbre, etc.).
- Áreas e identificación de vías.
- Puntos de amarre del levantamiento topográfico.
- Linderos de predio original en caso de que sea una urbanización
- Firmas autorizadas que avalen los datos

Toda la información del catastro debe ser compilada en un informe independiente.

1.2.2. Catastro de Alcantarillado o Sistema de Drenaje

Se deberá realizar el catastro de las redes del sistema de alcantarillado de aguas lluvias, Residuales o combinado, para identificar el punto de descarga de la futura Planta de tratamiento de Agua Potable - PTAP, la cual no puede ser directamente al cuerpo de agua, teniendo en cuenta que se deberá solicitar permisos ambientales utilizando para ello los planos existentes en las diferentes entidades y en las respectivas oficinas del municipio, la información suministrada por los fontaneros, así como estudios de diseños, verificando en terreno la existencia de las redes, detallando las estructuras especiales del sistema (Ej. aliviaderos, sifones, y estaciones de bombeo, box-Coulvert, desarenadores, canales de aguas lluvias, humedales, pondajes, vallados, alcantarillas de drenaje, etc.). En los municipios donde sea necesario, se incluirán en esta verificación sistemas de alcantarillado eventualmente abandonados, que, por sus características y tamaño, deban ser tenidos en cuenta como información relevante del sistema de drenaje.

La información deberá considerar los siguientes aspectos: diámetro, longitud, edad de las tuberías, canales, box-Coulvert, material, pendientes, cotas, volúmenes de humedales, pondajes y otros.
Se realizará en terreno la verificación de diámetros, conexiones, ubicación de pozos, y en general de la topología de la red de alcantarillado del municipio.

Durante esta verificación EL CONSULTOR deberá comprobar en terreno el funcionamiento de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial o combinado registrando todas las observaciones referentes a presencia de sedimentos, conexiones erradas, estancamiento del flujo y las demás que ayuden en la determinación del comportamiento de la red, con el fin de establecer los puntos de descarga del sistema de potabilización.

Dentro de las características a contener en el catastro de redes (para colectores e interceptores) se deberá tener como mínimo:

- Diámetro de la tubería
- Material de la tubería
- Material y estado de los pozos
- Cota batea, clave, inicial y final
- Pendiente de cada tramo
- Edad de la tubería
- Tipo de unión (campana y espigo, etc.)
- Revestimiento de la tubería
- Longitud
- Estado estructural de la red
- Conexiones en pozos
- Verificación de los sentidos de flujo.
- Conexiones erradas.

Dentro de esta investigación es también necesario analizar si existen estadísticas de las solicitudes de servicio de mantenimiento, identificando sitio y frecuencia del daño, tipo de reparación ejecutada e inconveniente presentado, representando gráficamente en planos los resultados obtenidos.

Como mínimo se deberá referenciar la siguiente información de los canales del sistema:

- Ubicación del canal en planta y perfil
- Materiales
- Sección del canal
- Pendiente de la sección
- Estado del canal, Edad del canal
- Sentido de flujo

Como mínimo se deberá referenciar la siguiente información de los pozos del sistema:

- Detectar e identificar en planos los pozos que se encuentran debajo del pavimento
- Profundidad del pozo
- Material de construcción
- Tipo de Pozo
- Diámetro del pozo
- Diámetro de acceso al pozo
- Estado estructural del pozo, escalera de acceso y de la tapa.
- Cotas

Como mínimo se deberá referenciar la siguiente información de los sumideros del sistema:

- Ancho
- Largo
- Tipo de sumidero
- Tipo de rejilla
- Separación de las barras
- Diámetro de las barras
- Capacidad hidráulica
- Diámetro, longitud y pendiente de la tubería de salida
- Estado de funcionamiento del sumidero y rejilla.
- Cotas

Para estructuras como estaciones de bombeo, desarenadores, estructuras de alivio, plantas de tratamiento de agua residual, box-coulvert, etc., se deberá consignar la siguiente información:

- Tipo de estructuras.
- Caudal de entrada.
- Caudal de salida.
- Material.
- Fecha de construcción.
- Marca (si aplica)
- Dimensiones.
- Cotas y niveles.
- Volúmenes
- Estado de operación

En el catastro de vertimientos se deberá tener en cuenta:

- Identificación de los cuerpos receptores y de los puntos de vertimiento acorde a lo estipulado en el PSMV.
- Inventario georreferenciado de los distintos puntos de vertimiento sobre los cuerpos de agua receptores identificados. De igual forma, se deberá presentar esta información en planos a escala 1:2.500 o 1:5.000.

- Se deberá dar una descripción de todas las características y factores relacionados con los puntos de vertimientos identificados y caracterización de las actividades diferentes a las de tipo domésticas o residenciales, que viertan a la red de alcantarillado.

Para el catastro del sistema de alcantarillado, EL CONSULTOR deberá crear una base de datos Geográfica del sistema de alcantarillado, un registro fotográfico y las fichas de referenciación, de acuerdo con lo definido en la resolución 330 de 2017 del MVCT o normatividad vigente o las normas que lo modifiquen o sustituyan.

1.2.2.1. Contenido de la información de Planos y Fichas de Alcantarillado

- Los cuadros de tramos, pozos, sumideros, domiciliarias y convenciones, estarán contenidos en planos, por tanto, no es necesario que esta información figure por aparte; se deben elaborar las fichas y base de datos correspondientes. De igual forma en planos debe contener para cada una de las líneas la longitud, diámetro, material y pendiente, en este orden respectivamente.
- Las líneas recién construidas deben ir en color rojo (máximo dos años) y las existentes en color negro.
- Paramentos
- Sardineles
- Nomenclatura Vial
- Coordenadas Norte y Este, con visualización de la grilla, proyectado en Sistema de Coordenadas Magna Sirgas Colombia, Bogotá.
- Sumideros, Pozos, Cámaras de Caída y Cotas.
- Información de la red a la cual se empata, dado el caso.
- Sección trasversal de la vía.
- Cuadro de coordenadas de zona de manejo y preservación ambiental o de otro tipo de área de reserva (servidumbre, etc.).
- Áreas e identificación de vías.
- Puntos de amarre del levantamiento topográfico.
- Linderos de predios involucrados y paramentos.
- En Alcantarillado Pluvial se deben ilustrar sumideros, rejillas y descargas.
- Los puntos de levantamiento topográfico deben tener asignado como atributo su numeración respectiva.
- Firmas autorizadas que avalen los datos.

NOTA: En caso de que el sistema de alcantarillado se encuentre oculto por obras de pavimentación, rellenos, o taponamiento, y los términos de referencia no incluya actividades de limpieza, rotura y arreglo de vías, etc., EL CONSULTOR conjuntamente con la interventoría deberán realizar las gestiones ante el municipio, EPC, u otra autoridad competente para ver la posibilidad de pactar las actividades que subsanen la situación encontrada y lograr que el catastro sea lo más completo posible.

1.3. Diagnóstico del Estado Actual del Servicio

EL CONSULTOR con base en la información secundaria recopilada, y el catastro de redes elaborado, deberá realizar una descripción clara y precisa del ordenamiento urbano, prestación de los servicios y sistema de acueducto y alcantarillado con el cual cuenta actualmente el municipio, de tal forma que se disponga de una síntesis de sus características generales, capacidad real, eficiencia y criterios operacionales. Por lo anterior, EL CONSULTOR deberá incluir los diferentes componentes del servicio, así:

1.3.1. Componente Económico

Información sobre labores de mantenimiento en los últimos años, donde se incluyan, en lo posible, los daños ocurridos de forma imprevista, su causa y métodos de reparación. Evaluación de dotaciones, continuidad del servicio, calidad actual del agua y en el caso de contar con sistema de potabilización existente calidad de agua en el sistema.

1.3.2. Componente Físico

- Fuentes de abastecimiento: Numero de fuentes, tipos, caudales, calidad, ubicación, estabilidad, concesión de aguas, estado de la cuenca, zona de influencia.
- Sistema de captación y desarenación: Tipo, localización, características, capacidad, estado físico, condiciones de funcionamiento (aditamentos).
- Líneas de aducción y conducción: Localización, si es por gravedad o por bombeo, longitud, tipo y diámetro de las tuberías, capacidad de transporte, estado físico y años de construcción. Si se trata de impulsión, indicar las características de las estaciones de bombeo tales como: localización, número de bombas (características y curvas características de las mismas y del sistema), caudal bombeado, estado físico. Accesorios: Válvulas, ventosas, purgas, evidencia de conexiones fraudulentas.
- Sistema de tratamiento: localización, tipo (convencional, compacta, filtración lenta, etc.), descripción de los componentes (mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, oxidación, etc.), capacidad de operación, análisis de los procesos y en cada proceso tiempos de retención, cargas superficiales, velocidades de flujo, gradientes hidráulicos.
- Almacenamiento: localización, tipo (superficial, elevado, enterrado, semienterrado), capacidad, años de construcción, estado físico, accesorios y válvulas, material de construcción.
- Redes de distribución: Tipología, longitud y diámetro de las tuberías existentes, material, localización, años de servicio y estado físico.
- Localización: determinación o delimitación y contextualización del área de influencia del servicio actual

1.3.3. Componente de Prestación del Servicio

Si bien es cierto que puede no existir una prestación del servicio organizada, se debe investigar y construir unos indicadores básicos de la prestación del servicio, como:

- Población atendida con acueducto y población atendida con alcantarillado.
- Cobertura de acueducto (%) = (No. conexiones / No. viviendas) x 100
- Cobertura de alcantarillado (%) = (No. conexiones / No. viviendas) x 100
- Número de macromedidores.
- Volumen de agua producida, entregada y facturada.
- Pérdidas (%) = [(Volumen agua producida al año - Volumen agua facturada al año) / Volumen agua producida al año] x 100
- Número total de suscriptores o beneficiarios de acueducto y de alcantarillado.
- Número total de medidores instalados, en funcionamiento y leídos.
- Cobertura de micro medición (%) = (No. medidores / No. viviendas) x 100
- Valor mensual facturado y recaudado.
- Estructura y niveles tarifarios, indicando indexación.
- Estado de la cartera.
- Existencia de manuales de operación.
- Sistematización de procesos administrativos y comerciales.
- Otros aspectos que puedan ser relevantes sobre el estado institucional de la prestación de los servicios.

1.3.4. Componente Geológico:

A partir de la información secundaria es necesario establecer de manera general las características de las principales formaciones geológicas, geomorfológicas y fisiográficas de la región, del paisaje y topografía asociada con la localidad, con el fin de identificar las fallas geológicas activas que se localicen en al área urbana y circundante del municipio objeto de estudio y el grado de sismicidad a que puede estar sometido.

EL CONSULTOR deberá recopilar la información existente referente a la geología, especialmente de estudios y proyectos realizados para el municipio, perforaciones realizadas para otros estudios, estudios geológicos, geotécnicos y de suelos que se hayan adelantado en el área de estudio.

EL CONSULTOR deberá determinar la geología, y utilización del suelo existente en la zona de estudio a nivel municipal (escala 1:10.000), la información servirá de base para la caracterización del suelo en el planteamiento de alternativas y detección de posibles fallas y amenazas naturales a nivel de factibilidad.

Se elaborará una memoria técnica descriptiva con el contenido de los resultados de los estudios, mapas, figuras y registro fotográfico con los aspectos fundamentales de las rutas observadas en campo.

EL CONSULTOR deberá realizar un diagnóstico de la problemática que se presenta, en la cual manifieste la pertinente viabilidad del proyecto a construir, en dicho informe se deberán plantear las alternativas de mitigación a la problemática presentada. En aquellos municipios o acueductos donde se detecte, o exista evidencia de problemas por remoción

en masa, falla de taludes por crecientes y avalanchas, etc., que de una forma u otra puedan afectar los sistemas de redes que se van a estudiar en el sistema de potabilización, generar inundaciones, y por lo tanto, impacten el sistema de drenaje del municipio o su área de influencia, deben ser puestos oportunamente de manifiesto dentro de la etapa de diagnóstico, con un presupuesto para AVR para que la interventoría, la supervisión, e inclusive las autoridades departamentales o municipales o nacionales, o quienes tengan competencia en la atención de estos eventos de riesgo, tomen las decisiones que correspondan y puedan afectar el desarrollo del contrato.

De acuerdo con la escala, complejidad y naturaleza del proyecto, se deberán identificar las condiciones de amenaza y vulnerabilidad y definir los estudios de detalle que mitigarán los riesgos a los que pueda estar expuesta la infraestructura propuesta. Para este fin se cuentan con herramientas metodológicas desarrolladas por el sector, las cuales pueden servir de guías como el manual de buenas prácticas "Gestión del riesgo en sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, conforme al reglamento técnico de agua y saneamiento RAS VERSIÓN 2020".

1.4. Comportamiento Hidráulico del Sistema de Potabilización

Se deberá realizar la evaluación hidráulica del sistema de acueducto existente, con las principales redes y estructuras que conforman el sistema y definir los esquemas físicos y codificados de la red actual.

EL CONSULTOR deberá realizar un modelo de simulación hidráulica a partir de un esquema físico del sistema de distribución que sea representativo de las condiciones operativas actuales y que sea la base para la expansión futura, para lo cual deberá montar metodologías y efectuar las mediciones de campo requeridas a efecto de disponer de información que sirva para evaluar el estado actual del sistema y para efectos de calibración del modelo, entre otros aspectos.

Para el modelo mencionado se recomienda utilizar el software desarrollado por la EPA (Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos) EPANET, se puede obtener una versión libre directamente de las páginas de la EPA®

https://www.epa.gov/sciencematters/epanet-220-epa-and-water-community-collaboration

La alimentación del modelo matemático se efectuará con base en las demandas de agua obtenidas como resultado de los estudios de población y distribución espacial de la demanda que se generan sobre los nodos del sistema de distribución, y que se describen en el siguiente numeral.

Se deberá realizar simulaciones, en modo extendido en el modelo para definir cuáles son los aspectos operacionales actuales en cada una de las condiciones horarias y teniendo en cuenta la distribución espacial del funcionamiento de la demanda de agua, el cual solo

se presentará en la versión física para las siguientes dos condiciones: Máxima horaria y Mínima horaria.

Para efecto de las mediciones de campo se deben tomar aforos con macromedidores a la salida de la(s) captación(es), o a la salida del desarenador(es) o en entrada a la PTAP existente. Se deben tomar lecturas necesarias a la salida del tanque de almacenamiento, de modo que se incluya un día crítico, donde, por ejemplo: la población flotante, en lo posible, quede reflejada en el consumo, de otro lado se tomarán lecturas (que conduzcan a la obtención del caudal y la presión) en la red distribución; en los demás componentes los aforos serán puntuales.

A partir de los resultados obtenidos se debe realizar el análisis y evaluación de las condiciones operativas actuales de cada uno de los componentes del sistema de distribución como son: las conducciones, las líneas expresas, los tanques, las estructuras de control, los bombeos, las redes matrices y de distribución.

Se debe definir claramente si el sistema cumple adecuadamente su función normal de operación, discriminando el funcionamiento y estado de cada uno de sus componentes (válvulas, medidores, bombeos, tanques de almacenamiento, plantas de tratamiento, etc.).

Como valor agregado, se deberán presentar las recomendaciones que sean necesarias para optimizar la operación del sistema de acuerdo con los requerimientos reales del servicio de acueducto en la actualidad.

De acuerdo con la evaluación e investigación realizada al sistema de acueducto y con base en los trabajos de verificación en terreno EL CONSULTOR deberá entregar los siguientes resultados describiendo y relacionando claramente las condiciones operacionales actuales:

Descripción detallada del estado y funcionamiento del sistema de acueducto existente.

EL CONSULTOR deberá consignar en planos digitalizados y memorias de toda la información recopilada y descrita en los anteriores numerales.

Planos donde se muestre la distribución de caudales, velocidades, demanda y presiones en todos los tramos y nodos de la red analizada. Cálculo de los volúmenes de compensación requeridas por cada tanque del sistema.

Esquema físico y codificado del sistema de distribución actual (planos y listados de computador), incluyendo la distribución de las demandas puntuales sobre los nodos y presiones en la red del modelo.

Evaluación de los coeficientes de variación diaria y horaria de la demanda, el cual incluirá: Información base, análisis estadísticos, sectorización del municipio y de la red para efectos

de aplicación de los coeficientes obtenidos y metodología para actualización y ajuste de estos coeficientes en el futuro.

Calibración del modelo matemático, haciendo claridad sobre la metodología utilizada, la información básica y el grado de ajuste logrado. Análisis de sensibilidad del modelo.

1.4.1. Análisis de la capacidad limitante y necesidad de obras o acciones

En función de los valores finalmente adoptados con respecto a los estudios anteriores, se identificarán los cuellos de botella de los diferentes componentes del sistema, utilizando para ello la curva de demanda establecida previamente y la capacidad hidráulica actual, vida útil residual y eventuales requerimientos de rehabilitación de dichos componentes.

1.4.2. Análisis de las zonas de expansión futura establecida en los planes de ordenamiento territorial, Proyecciones de población y determinación de consumos para el horizonte del proyecto.

Es necesario que EL CONSULTOR haga una descripción de la(s) fuente(s) de suministro y/o descarga actualmente aprovechada(s) lo mismo de las escorrentías superficiales receptoras y establezca la suficiencia de ésta(s), en calidad y cantidad exigidas por la ley y poder cubrir la demanda actual y futura del servicio.

EL CONSULTOR deberá adelantar un adecuado pronóstico del crecimiento de la población y de la demanda del servicio, logrando una precisión razonablemente buena, debido a que éste influye decisivamente en aspectos tan fundamentales como el dimensionamiento y el costo del proyecto y el logro de metas previstas de cobertura, continuidad, calidad y sostenibilidad del servicio.

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 demanda de agua en la zona de estudio ajustada al RAS y la Resolución 0330 de 2017. Con base en PBOT, EOT, se definirá un esquema de desarrollo socio económico que permita establecer la población con su respectiva estratificación actual y futura, así como su probable ubicación territorial espacial en cada periodo de análisis. El estudio de la demanda de agua, que como mínimo incluya:

- Horizonte del proyecto.
- Proyecciones de población (preferiblemente con estadísticas del DANE) y de metas de cobertura.
- Análisis de consumos en función de los siguientes factores: estratificación, si es del caso; habitantes con y sin servicio, con y sin medición; conexiones fraudulentas; consumos actuales dependiendo de la clasificación (residenciales, institucionales, oficiales, comerciales e industriales) y consumos picos asumidos.
- Influencia directa de la población flotante.

- Proyección del consumo teniendo en cuenta el efecto tarifas/medición, el nivel de ingresos o estrato socio-económico y la incidencia de la disponibilidad adecuada o no de un sistema de acueducto.
- Evaluación de las pérdidas actuales y proyección de reducción probable y realista.

EL CONSULTOR deberá recolectar la siguiente información, referida a la población a beneficiar:

- Población total, se determinará la población actual con fundamento en los datos oficiales del DANE, determinando el número de habitantes y de viviendas actuales y predios de construcción futura dentro del área de influencia del proyecto. Además, deben consignarse los datos sobre población flotante de la localidad, si fuere el caso. Es importante considerar en las poblaciones con una notoria influencia de población flotante si se lleva un registro adecuado de consumo.
- Número total de viviendas.
- Número de personas promedio por vivienda.
- Estudios de estratificación (oficina de planeación municipal)
- Índice de NBI, población en miseria
- Condiciones sociales, salud pública, aspectos educativos, culturales e institucionales
- Organizaciones cívicas y nivel de ingresos
- Actividades económicas, disponibilidad de materiales y recursos humanos en la región.

Además de los aspectos relacionados anteriormente, es indispensable tener en cuenta y analizar la categoría del Municipio comparado con la clasificación otorgada por la Dirección Nacional de Planeación Nacional - DNP.

1.4.3. Definición del nivel de complejidad del sistema.

EL CONSULTOR deberá regirse por la norma nacional RAS "Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico" R.A.S., Resolución 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio MVCT, y sus modificaciones complementarias. El horizonte de proyección y las dotaciones será las determinadas por la norma vigente, de acuerdo al nivel de complejidad del sistema.

Es necesario, además, determinar la densificación dentro del perímetro sanitario vigente y las áreas que serán ocupadas por la nueva población de la localidad durante el horizonte del proyecto, de acuerdo con la Oficina de Planeación del Municipio y del prestador del servicio.

A partir de toda la información obtenida se hará la revisión de los estimativos de consumos netos y demandas (que tomen en cuenta los porcentajes de pérdidas de agua en todo el sistema de abastecimiento por uso y estrato, considerando la calidad de vida actual en el sector y su probable evolución futura.

1.4.4. Distribución Espacial de la Demanda de Agua

Con base en la Información obtenida en el numeral anterior, EL CONSULTOR presentará en planos la distribución de cada una de las cifras. Se debe formular el escenario de desarrollo y crecimiento poblacional, debidamente sustentado, indicando como se desarrollarían hacia futuro las áreas de uso residencial y otros usos.

1.4.5. Distribución Espacial Demanda Residencial

A la distribución espacial de la población, por unidad de distribución, se le aplica el consumo per cápita por estrato y por periodo, al consumo que resulte se le debe ajustar para obtener la demanda residencial agregada (interna o externa).

Se debe generar un modelo (el cual se debe explicar mediante curvas) que permita simular, para diferentes escenarios de crecimiento poblacional, estratificación socioeconómica, programa de reducción del índice de agua no contabilizada, y dotaciones, la proyección de la demanda de agua residencial de acuerdo con el Nivel de Complejidad establecido, para cada unidad de distribución y agregada para toda la zona de estudio.

1.4.6. Distribución Espacial de la Demanda No Residencial

Si existe. EL CONSULTOR deberá revisar las cantidades de usuarios no residenciales, grandes consumidores y localizarlos espacialmente en cada unidad de distribución. Igualmente se deberá localizar los proyectos de desarrollo económico identificados con una estimación de la demanda de agua actual y futura para cada uno, con proyección de la distribución espacial.

1.4.7. Distribución Espacial de la Demanda Total

En cada unidad de distribución se debe sumar las demandas residenciales y no residenciales correspondientes. La sumatoria de las unidades será igual a la demanda base total.

1.4.8. Proyecciones de caudales de agua

EL CONSULTOR deberá adelantar un adecuado pronóstico de demanda del servicio, logrando una precisión razonablemente buena, debido a que éste influye decisivamente en aspectos tan fundamentales como el dimensionamiento y el costo del proyecto y el logro de metas previstas de cobertura, continuidad, calidad y sostenibilidad del servicio.

Tendrá en cuenta los lineamientos de la Resolución 0330 del 08/06/2017 y la Resolución 0799 del 09/12/2021 y sus actualizaciones vigentes o si es el caso la estadística que sobre dotación posee la Comisión Reguladora de Agua Potable CRA Analizará la dotación neta real y su comparación con los consumos estadísticos determinados por la Comisión

Reguladora de Agua Potable - CRA, los cuales no debe sobrepasar en el diseño, dotación bruta, uso del agua y consumo pico.

1.4.9. Estudio Hidrológico

EL CONSULTOR deberá cuantificar, en cada caso, los caudales aprovechables máximos y caudales mínimos, entre otros, de acuerdo a la información suministrada por la respectiva Autoridad Ambiental, quien es la autoridad competente en el área de su jurisdicción para manejar y administrar el recurso hídrico y/o con otras fuentes de información que considere convenientes, verificando que existan los respetivos permisos ambientales expedido por la corporación ambiental, como son: Concesión de Aguas, Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, Niveles mínimos, medios y máximos en los puntos de bocatoma, curvas de duración de caudales, porcentaje del caudal disponible utilizado (Estudio de Abastecimiento), condiciones ambientales generales y sanitarias de la fuente y de la cuenca tributaria y análisis de afectación ambiental de cada una de las fuentes ocasionada por la toma del caudal proyectado. Proyección del potencial hídrico para el horizonte de diseño y análisis temporal de demanda vs producción de las fuentes, curvas de intensidad, frecuencia, duración (IFD), entre otra información requerida. Adicionalmente se debe analizar como mínimo información de caudales y lluvias en la región, para determinar en series históricas los caudales de los drenajes y niveles máximos y mínimos.

Se deberá establecer la metodología adecuada para determinar los aportes de origen pluvial a los sistemas de alcantarillado de aguas lluvias y de aguas combinadas, para la estimación de los caudales de descarga. Análisis de la red de drenaje rural y de la capacidad de drenaje de la fuente receptora de los vertimientos.

Objetivos de calidad de la fuente receptora e información existente sobre la oferta y calidad de la misma.

Con los análisis realizados se obtendrán los diferentes parámetros hidrológicos que han de servir para la cuantificación del recurso hídrico disponible para, así mismo, la inclusión del análisis de variabilidad temporal de la calidad del agua y de los análisis de riesgos de desabastecimiento. Las condiciones del drenaje de la cuenca, capacidad de transporte de las redes de alcantarillado existente y sistemas abiertos artificiales o naturales de drenaje.

Nota 1: En los estudios hidrológicos deben ser analizados los escenarios en condiciones de cambio climático, tanto para la determinación y proyección de caudales para el abastecimiento, como para el análisis de tránsito de crecientes y sus posibles impactos sobre el municipio, cuenca abastecedora y receptora (si es del caso) y sobre la infraestructura existente y futura.

Nota 2: De acuerdo al diagnóstico arrojado, EL CONSULTOR, deberá poyar a al municipio y/o empresa prestadora del servicio de acueducto y/o asociación y/o corporación y/o JAC,

en la solicitud del trámite ambiental que requiera, con el fin de obtener el concepto de viabilidad.

1.4.10. Estudios hidrogeológicos y estudios geoeléctrico

Si la fuente de abastecimiento del acueducto es un pozo profundo, EL CONSULTOR deberá verificar el estudio geoeléctrico, analizando la concesión de aguas otorgada por la autoridad ambiental para determinar la posibilidad de agua subterránea y verificar el estudio hidrogeológico de la zona objeto del proyecto; de tratarse de una fuente superficial se realizara el aforo y/o batimetría que permita determinar el caudal; para ambos casos se realizaran los análisis de laboratorio de agua físico – químicos de acuerdo a la norma, estudios de tratabilidad para dimensionar el sistema de tratamiento. Todos y cada uno de los estudios realizados deberán ser analizados por el profesional responsable quien deberá conceptuar según el análisis realizado. Dicho concepto y análisis deberá plasmarse en un documento suscrito por quien avala el documento.

Nota: Sobre los trabajos de topografía y estudios de suelos, es el interés del Contratante, que los recursos para realizar estas dos labores se usen preferentemente para los estudios de Diseño a Detalle. Con excepción de los levantamientos necesarios para elaborar el catastro de redes, que además serán de utilización en la etapa de Diseño de Detalle, EL CONSULTOR deberá valerse de información secundaria, sistemas alternativos de medición con buena precisión y de los conceptos de personal especializado y con experiencia que mediante observaciones sean capaces de producir la información a nivel de Diagnóstico y de Estudios de Alternativas. Sin embargo, solo el criterio dEL CONSULTOR definirá la necesidad de realizar mediciones de alta precisión o estudios a profundidad para realizar las actividades del sistema de potabilización a nivel de Diagnóstico y Planteamiento de Alternativas. Estas decisiones no eximen al Consultor de realizar los levantamientos topográficos de precisión y los estudios a profundidad requeridos en la etapa de Diseños o Ingeniería de Detalle con el presupuesto inicialmente definido por el contrato.

1.5. Componente Alcantarillado: Comportamiento Hidráulico del Sistema de Drenaje Existente

Con la información obtenida en el Estudio Hidrológico, EL CONSULTOR deberá realizar una evaluación del drenaje rural: aguas lluvias, que discurren por el Municipio o centro Poblado, incluyendo la identificación y cuantificación de canales (naturales o artificiales), interceptores y colectores para ser valorados dentro de los estudios del sistema de potabilización.

EL CONSULTOR revisará, evaluará y presentará un análisis de los estudios y proyectos existentes, identificando, colectores, interceptores y emisarios finales construidos; describiendo e indicando en planos las cantidades, longitudes, capacidades, características hidráulicas, estructurales de los componentes del sistema y las características básicas de las corrientes, estructuras, tramos o cuerpos de agua receptores.

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 identificar el punto de descarga, la cual no puede ser directamente al cuerpo de agua, teniendo en cuenta que se deberá solicitar permisos ambientales los cuales no serán objeto del presente contrato.

1.5.1. Evaluación de la Infraestructura del Sistema de Alcantarillado Existente

Dirigida a la identificación de las necesidades de obras y acciones con su orden de realización que permitirán definir los programas, proyectos y actividades con sus metas físicas. El diagnóstico incluirá una descripción de la infraestructura existente en cuanto a: cobertura del servicio de alcantarillado (redes locales), colectores principales; identificación de número de vertimientos puntuales; interceptores o emisarios finales, fuentes receptoras y estructuras ambientales para el manejo y evacuación de las aguas servidas y/o pluviales.

Hará referencia a la revisión general del estado sanitario y físico general actual del sistema de recolección de aguas a partir de bases cartográficas, planos e informaciones del responsable del sistema de alcantarillado, la ejecución del trabajo de campo, y caracterización de aguas servidas, tipo y material de colectores (funcionalidad de los colectores: combinado, pluvial, sanitario); caudales (máximos y mínimos a través de aforos y/o teóricas según análisis hidrológico del área de influencia); localización y características de vertimientos domiciliarios, comerciales, industriales, institucionales y descargas finales de cada punto de descarga de aguas residuales. Es necesario contar con información del sistema de acueducto, sobre todo en relación con los gastos del sistema y consumo domiciliar.

EL CONSULTOR debe hacer una descripción, análisis y evaluación de las corrientes, tramos y cuerpos de agua receptoras de las aguas residuales del Municipio actualmente objeto de vertimientos por el sistema de alcantarillado y consultar el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV y su concordancia con las obras existentes y proyectadas de estudios o planes anteriores.

Lo anterior de tal forma que se disponga del estado general del sistema en concordancia con los objetivos planteados, contemplándose cobertura, pérdidas, infiltraciones, conexiones erradas y otros aspectos que influyan en el balance hídrico y características de los vertimientos.

Finalmente con el diagnóstico sobre la infraestructura, se deberán plantear acciones de rehabilitación, reposición, optimización y/o ampliación.

Para definir programas de rehabilitación de la infraestructura y equipos, se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- 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 gestión del riesgo y gestión de activos de infraestructura.
- Las causales frecuentes de reparación, determinadas por señales tales como: quejas de los clientes, fugas y /o daños en sistemas de acueducto, problemas de infiltraciónexfiltración en los sistemas de alcantarillado, fallas recurrentes en los vehículos de recolección de residuos, afloramiento y/o fugas de lixiviados en los rellenos sanitarios, alertas en los sistemas de monitoreo y seguimiento, etc.
- 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, por ejemplo, por decisiones del agente regulador, o los ministerios relacionados.

Para la formulación del plan de rehabilitación el contratista deberá comprender el establecimiento de plazos, alcance de los trabajos y presupuestos, consecución de equipos y servicios, y realización de contrataciones.

Finalmente, para dar cumplimiento al diagnóstico EL CONSULTOR deberá hacer entrega, con su debida aprobación de LA INTERVENTORÍA a la supervisión un informe en el cual se presenten las conclusiones de cada uno de los acueductos que se presentaron al programa "+ AGUA POTABLE" y si es necesario el realizar el diseño a detalle del sistema de potabilización.

II. ESTUDIOS DE ALTERNATIVAS:

2.1. Componente de Acueducto:

Elaboración del estudio de alternativas de solución y factibilidad integral desde los puntos de vista técnico, económico, financiero, institucional y ambiental para la construcción, rehabilitación, optimización y/o ampliación de los componentes del sistema de acueducto y potabilización, de tal forma que le permita a Empresas Públicas de Cundinamarca S.A E.S.P y al Municipio, asociación, corporación, JAC seleccionar la solución más adecuada, acorde con su capacidad financiera, técnica y operativa, que propicie la atención adecuada de los requerimientos actuales y futuros.

2.1.1. Estudios de Abastecimiento y Tratamiento de Agua Potable

Con la información Estudio Hidrológico, EL CONSULTOR deberá realizar un estudio de abastecimiento donde se busca identificar las fuentes que proveerán el municipio, caracterizando el sistema de abastecimiento actual con una proyección de acuerdo con el nivel de complejidad del proyecto, teniendo en cuenta lo señalado en el, la Resolución 0330 de 2017 o la Resolución 0799 de 2021 o el que lo modifique, ajuste, amplíe o sustituya en su momento.

El estudio debe comprender una evaluación de las fuentes actuales, identificándolas y cuantificándolas para valorarlas e involucrarlas, si es el caso, dentro de los estudios del **sistema de potabilización o Tratamiento de Agua Potable** del acueducto.

Adicional a los productos, resultado de los estudios considerados anteriormente, y para la selección y el desarrollo de una fuente de agua, EL CONSULTOR deberá llevar a cabo o recolectar los siguientes estudios previos:

Aspectos generales de la zona de la fuente: Con el fin de establecer los aspectos generales de la fuente de abastecimiento, EL CONSULTOR debe localizar las obras públicas y privadas existentes en las zonas aledañas a la fuente que puedan afectar o ser afectadas por el proyecto del **sistema de potabilización o Tratamiento de Agua Potable**, debe conocer el tipo de cultivos, haciendo énfasis en los posibles usos de agroquímicos, localizar las posibles fuentes de contaminación, sitios de descarga o arrastre de materias orgánicas, aguas residuales domésticas o aguas residuales industriales.

Además de los análisis bajo escenarios de cambio o variabilidad climática, se tendrá en cuenta el Fenómeno Recurrente del Pacífico (Fenómeno del Niño): EL CONSULTOR deberá considerar la variación en el rendimiento de la fuente debido a los efectos producidos por la ocurrencia del Fenómeno Recurrente del Pacífico. En los años de ocurrencia de este fenómeno. EL CONSULTOR deberá elaborar un plan de contingencia por amenaza de falta de abastecimiento para el Municipio.

Cantidad y caudal mínimo: Una de las primeras actividades que debe realizar EL CONSULTOR en este tipo de estudio es identificar, de requerirlas, las posibles fuentes de abastecimiento, en especial por la necesidad que puede llegar a tener para determinar los caudales disponibles de estas potenciales fuentes. Un escenario posible puede ser la necesidad de implementar un plan de monitoreo de cantidad (Aforos) mensuales durante los primeros meses del estudio.

En todos los casos, el caudal correspondiente al 95% de tiempo de excedencia en la curva de duración de caudales diarios, Q95, debe ser superior a dos veces el caudal medio diario si la captación se realiza por gravedad o si el sistema de acueducto incluye sistemas de almacenamiento, o superior a dos veces el caudal máximo horario si la captación se realiza por bombeo.

EL CONSULTOR una vez defina los caudales necesarios de dotación y demanda, previamente aprobados por la interventoría, deberá entregar dicha información y apoyar

al municipio, asociación, corporación, JAC o según corresponda para iniciar el proceso y el trámite de obtención, renovación, actualización o ajuste de concesiones de agua, siempre enmarcado en la normativa y reglamentación expedida por la Autoridad Ambiental Competente. Por consiguiente, EL CONSULTOR debe conocer los proyectos presentes y futuros que utilicen agua de la misma fuente del proyecto que está elaborando.

Concesiones a corporaciones regionales: EL CONSULTOR debe tener en cuenta las concesiones otorgadas por corporaciones regionales encargadas de la cuenca en la cual se localicen las fuentes de agua. Con la aprobación de la Interventoría se definirá el área de estudio donde EL CONSULTOR deberá identificar las concesiones otorgadas.

Identificados los sitios potenciales de abastecimiento, EL CONSULTOR a partir de los resultados de la evaluación temporal y espacial de la oferta y calidad de las fuentes de agua seleccionadas, deberá establecer las necesidades para implementar el servicio mediante plantas potabilizadoras que permitan el suministro de agua a la población dentro de las normas exigidas por el "Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico" R.A.S 2000, Res 1096, emitida por el Ministerio de Desarrollo Económico, el Decreto 1575 y Resolución 2115 de 2007 de los Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y del de la Protección Social y normas complementarias, aquellos que los modifiquen y/o sustituyan. Así mismo, deberá identificar los factores de riesgo que puedan afectar la salud humana en todo el sistema de acueducto, que sirva de base para el mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano, en atención a lo establecido en la Resolución 4716 de 2010, por medio de la cual se reglamenta el parágrafo del artículo 15 del Decreto 1575 de 2007 que trata de los mapas de riesgo. Igualmente, EL CONSULTOR deberá hacer seguimiento a los índices de vigilancia y control IVC de la calidad del agua (IRCA – IRABA – BPS) y proponer las alternativas de mejoramiento para todos y cada uno de ellos, ya sea a través de la optimización del sistema o de los sistemas actuales o de la implantación de sistemas nuevos, situación que depende del diagnóstico a realizar.

EL CONSULTOR deberá realizar los estudios de tratabilidad y calidad de las aguas, de las fuentes que abastecen actualmente a los acueductos o las plantas de tratamiento existentes y de las nuevas fuentes que se identifiquen. EL CONSULTOR deberá realizar estos estudios a través de un laboratorio acreditado por el IDEAM y certificado a través de la Resolución 5456 de 2009 o normas que la modifiquen o complementen, emitida por el Ministerio de Protección Social. Además, definirá las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las fuentes que se adopten y tipo de tratamiento requerido. De acuerdo con los resultados de los ensayos de tratabilidad, EL CONSULTOR realizará los prediseños de optimización y/o prediseños nuevos de las estructuras componentes del sistema de tratamiento y modificaciones operacionales.

EL CONSULTOR deberá investigar y realizar monitoreos de calidad de agua en días diferentes, que presente variación el valor de la turbiedad, durante los dos primeros meses de la consultoría, en dos puntos de las plantas potabilizadoras existentes o de los procesos unitarios significativos en caso de requerirse, ensayos de tratabilidad para cada fuente de

abastecimiento, que contengan - Dosis óptima de coagulante, concentración óptima de coagulante, pH óptimo de coagulación, Gradiente óptimo de floculación, tiempo óptimo de floculación, ensayo modificado de prueba de jarras, demanda de cloro, ensayo de sedimentación para partículas discretas, si es el caso, aireación, si es el caso, ensayo piloto para filtración lenta en arena, si es el caso, dosis óptima ayudantes de coagulación floculación, si es el caso, utilizando diferentes productos químicos para cada ensayo, en los casos requeridos, que garanticen en términos técnicos y económicos la calidad de agua para consumo humano. También deberá efectuar una evaluación hidráulica) y estructural del sistema, para que, con base en los resultados, se recomiende el tipo de optimización que EL CONSULTOR estime más conveniente para su correcto funcionamiento y el rediseño o diseño para la optimización de la misma que contemple las cantidades de obra y presupuesto detallado con sus respectivas especificaciones técnicas de construcción y análisis de precios unitarios.

Diseño conceptual: Se debe dar cumplimiento a lo establecido en el literal C.1.4.3.RAS. Ninguno de los procesos de tratamiento puede diseñarse sin haber realizado los correspondientes estudios de complementados con un cuidadoso estudio económico de costo beneficio, donde se debe tener en cuenta los costos de construcción, operación (energía, recurso humano, insumos, etc.) y mantenimiento del sistema.

Para los niveles bajo y medio de complejidad, en lo posible, no se recomienda el empleo de estructuras mecánicas sino hidráulicas

En caso de que no exista planta de tratamiento, o el diagnóstico determine que realmente, se requiere de una nueva planta, se deberá realizar el diseño completo para dar la solución de agua potable al municipio, cumpliendo con los requerimientos del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS, la Resolución 0330 de 2017 y la Resolución 0799 de 2021 o los que lo modifiquen, ajusten, amplíen o sustituyan en su momento.

Los diseños u optimizaciones deberán contemplar el manejo ambiental y sanitario de lodos y aguas producto de la operación y mantenimiento de la PTAP, atendiendo además a las normas relacionadas con el tema (Dec 3930 de 2010).

Las plantas locales proyectadas y existentes, deben estar adaptadas para atender la demanda requerida, con una proyección de acuerdo a su nivel de complejidad señalado en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS, la Resolución 0330 de 2017 y la Resolución 0799 de 2021 o los que lo modifiquen, ajusten, amplíen o sustituyan en su momento.

2.1.1.1. Selección de Alternativas de Localización Y Tecnología de las PTAPs.

- **Ubicación**: los aspectos que deben considerarse en la ubicación de la PTAP son los siguientes:

1) Disponibilidad de predios para todas las fases de construcción del proyecto, verificada de acuerdo con los usos según corresponda, del Plan de Ordenamiento Territorial, o del Plan Básico de Ordenamiento Territorial, o del Esquema de Ordenamiento Territorial.
2) En la identificación del sitio que se va a seleccionar debe priorizarse la llegada del agua cruda por gravedad y de ser posible, su distribución de la misma forma; lo anterior, teniendo en cuenta las condiciones geomorfológicas, geográficas y orográficas. En caso contrario, de acuerdo con el análisis multicriterio de alternativas, se debe buscar el sitio más conveniente para realizar bombeo.
3) El sitio seleccionado debe tener fácil acceso a conexión de energía eléctrica; en todo caso, deben evaluarse Fuentes no Convencionales de Energía Renovables (FNCER), fuentes convencionales de energía o soluciones híbridas.
4) El terreno seleccionado debe tener buen drenaje y, adicionalmente, garantizar la evacuación de agua de lavado de las unidades de tratamiento, para lo cual deberá realizarse un análisis técnico de riesgo por inundación y estabilidad geotécnica del lote elegido.
5) El terreno deberá seleccionarse para que se cuente con el área suficiente que facilite el manejo y tratamiento de los lodos.
6) La vía de ingreso debe permitir el acceso y circulación de automóviles, camiones de carga, equipos de construcción y de mantenimiento.

En todos los casos, EL CONTRATISTA deberá informar para contemplarse una franja circundante a las estructuras, que asegure un aislamiento mínimo respecto a las zonas residenciales o áreas destinadas a algún tipo de actividad económica. Lo anterior deberá reflejarse en que la PTAP deberá tener una zona de protección ambiental y social de, por lo menos, un 50% adicional a la sumatoria de las áreas definidas para procesos y operaciones unitarias, manejo de lodos e instalaciones complementarias."

- **Requisitos De selección de tecnologías y procesos unitarios de tratamiento:** Para la selección de la alternativa de tratamiento óptima, deben considerarse, entre otros, los factores técnicos, económicos y financieros, institucionales, sociales, ambientales, riesgo sanitario y costos de inversión, operación y mantenimiento, estos últimos, desglosados en -al menos- insumos químicos, personal, energía e impacto sobre la tarifa. La alternativa más favorable deberá seleccionarse mediante el empleo de matrices de selección multicriterio. El Estudio técnico de selección debe contener la siguiente información:

1) Revisión en campo de las actividades aguas arriba de la captación en las fuentes de abastecimiento superficiales, y en el caso de aguas subterráneas, en las zonas de recarga de acuíferos y en los pozos existentes en el área de influencia.

2) Análisis completo de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua cruda para definir la tecnología más conveniente y cumplir con los valores máximos aceptables establecidos en la Resolución 2115 de 2007, expedida por los entonces Ministerios de Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, o aquella que la adicione, modifique o sustituya. Para la selección de la tecnología se deberá tener en cuenta el nivel de desarrollo y la capacidad técnicoadministrativa de la persona prestadora del servicio.
3) Análisis de los criterios y parámetros de diseño adoptados para establecer alternativas técnicas de procesos de tratamiento y su eficiencia.
4) Análisis económico de la tecnología que se va a seleccionar, el cual deberá considerar la sumatoria del costo de inversión del proyecto, más la operación y sostenibilidad del mismo al horizonte de diseño de éste.
5) Disponibilidad de recursos y materiales en la región, en términos de cantidad, calidad y oportunidad.
6) En la medida de lo posible, adaptarse a las condiciones locales, para garantizar soluciones que utilicen el mínimo uso de energía eléctrica y/o combustibles y, así mismo, que no presenten complejidad en su operación y mantenimiento.
7) Esquemas y modulación de las unidades del sistema de tratamiento. Cuando se disponga de múltiples unidades de un proceso se deberá verificar en el diseño, la operación del sistema con una unidad fuera de servicio.
8) Presupuesto por etapas, que debe contemplar costos de obra civil, suministros, costos ambientales, inversión, operación y mantenimiento, así como la evaluación financiera y económica del proyecto.
9) Análisis de vulnerabilidad del sistema de tratamiento de la PTAP en casos de variaciones extremas de calidad del agua cruda, caudal que se va a tratar, interrupciones en el suministro de energía, salida de servicio de alguna de las unidades de tratamiento, falla en los sistemas de comunicaciones, automatización y control.

NOTA: Deberá analizarse y justificarse para escenarios de compleja construcción, configuraciones de trenes de tratamiento y procesos unitarios que pueden ser distintos a los comúnmente utilizados, de manera que sea posible el transporte y suministro de materiales, y la construcción de las unidades proyectadas en los siguientes escenarios:

- En el caso en que las dimensiones internas de las estructuras de los procesos unitarios no permitan el uso de métodos constructivos convencionales tradicionales.
- En el caso en que las dimensiones internas de las estructuras de los procesos unitarios no aseguren su adecuado mantenimiento.
- Cuando el predio destinado a la implantación sea de difícil acceso, ya sea por condiciones topográficas, climáticas o de seguridad.
- Si se tienen estructuras existentes dentro del área disponible, que no deben ser demolidas, para su aprovechamiento en el proyecto y posterior uso en el sistema."

2.1.1.2. Caracterización de Agua Cruda

Deberán desarrollarse las siguientes actividades para la caracterización del agua cruda del cuerpo de agua abastecedor.

- Paso 1: Definición de parámetros de calidad mínimos que se estudiarán: se deberán, como mínimo, determinar in situ: temperatura, pH y conductividad; y en el laboratorio: turbiedad, color, pH, alcalinidad, hierro, manganeso, cloruros, sulfatos, nitratos, dureza, nitrógeno y fósforo (estos dos últimos en el caso de presencia de actividades agrícolas). Como parámetro microbiológico se tendrá que determinar E. Coli, y en el caso de confirmarse su presencia, deberá verificarse si existen otros patógenos en el cuerpo de agua abastecedor, a partir de las inspecciones sanitarias oculares y el Mapa de Riesgo de calidad de agua.

- Paso 2. Búsqueda de información de referencia: deberá recopilarse y analizarse toda la información a nivel primario y secundario, tomando como fuentes de datos principales los Mapas de Riesgo de la calidad de agua, inspecciones sanitarias realizadas en campo y plantas de tratamiento existentes en el cuerpo de agua de estudio. También deberá verificarse la información disponible en bases de datos de las autoridades ambientales locales, regionales, de la persona prestadora de servicios públicos municipal, de instituciones educativas de nivel superior que contengan estudios académicos representativos, e información que pueda proveer la comunidad, entre otros, especialmente si se ha identificado un contaminante potencialmente peligroso.

- Paso 3. Muestras mínimas para la representatividad del estudio y períodos climáticos de muestreo: deberán tomarse según lo estipulado en la Resolución 2115 del 22/06/2007 o los que lo modifiquen, ajusten, amplíen o sustituyan en su momento.

Nota 1: En el caso en que se utilice una fuente de agua subterránea, como parte del Paso 1 del presente Artículo, deberá completarse con la medición de los siguientes parámetros: sodio, CO2, magnesio, manganeso, arsénico, selenio y boro. Los procedimientos y estudios de calidad del agua subterránea se incluyen en los trabajos hidrogeológicos indicados en el Artículo 50 de la presente resolución. Así mismo, como complemento del Paso 2, se tendrán que obtener los mapas hidrogeológicos de la zona de localización de los pozos.

Nota 2: En el caso en que se utilice como fuente de agua un cuerpo de agua léntico, como parte del paso 1 del presente artículo deberá complementarse la medición con estudio algal.

Nota 3: Dependiendo de las características del uso del suelo en la cuenca, se deberán incluir otros contaminantes, entre ellos los denominados emergentes.

2.1.1.3. Tipos y procesos unitarios de potabilización.

Para aguas provenientes de fuentes de abastecimiento superficiales o subterráneas, las opciones de selección de los procesos unitarios que se van a diseñar, construir y operar, deben tener en cuenta los contaminantes presentes en ellas. Se deberá estudiar y evaluar la configuración del tren de procesos seleccionado para garantizar los estándares de calidad de agua para consumo humano, según la normativa vigente con las más altas eficiencias operativas, de acuerdo a las tecnologías planteadas en la Tabla 2 de la Resolución 0799 del 09/12/2021.

Nota 1: El responsable del proyecto deberá evaluar la posibilidad de combinar tecnologías convencionales y tecnologías avanzadas, según las necesidades de tratamiento de acuerdo con la caracterización del agua cruda. En todos los casos, antes de la instalación de tecnologías avanzadas, deberán ser valoradas las eficiencias y condiciones actuales de la infraestructura existente.

Nota 2: Las plantas compactas que incluyan uno o varios procesos unitarios determinados en la presente resolución deberán contar con las memorias de calculo que soporten el cumplimiento de los parámetros aquí establecidos. Para plantas patentadas, se deberá contar con los soportes legales y técnicos que soporten la patente. En todo caso estas plantas deben contar con planos de detalle de cada uno de sus componentes.

- **Aireación**

  La estructura de aireación deberá localizarse al principio del tren de tratamiento. El responsable del proyecto deberá realizar un análisis multivariable para la escogencia del tipo de aireador óptimo, en función de la eficiencia de remoción, tiempo de retención hidráulica y superficie de ocupación. Las unidades deben considerarse teniendo en cuenta como referencia los criterios de la Tabla 3 y 4 de la Resolución 0799 del 09/12/2021 2007 o los que lo modifiquen, ajusten, amplíen o sustituyan en su momento.

  NOTA: En el caso de uso de aireadores de toberas, deberá verificarse el diámetro de descarga, el coeficiente de descarga, la presión de trabajo y el espaciamiento necesario para el caudal requerido de tratamiento.

- **Floculación convencional.**

  Las unidades de mezcla rápida y mezcla lenta deben ubicarse lo más cerca posible. Para caudales menores de 250 l/s, el tipo de floculador podrá ser hidráulico o mecánico, mientras que para caudales mayores o iguales a 250 l/s será mecánico, excepto si se trata de optimización de plantas en las que pueden adecuarse floculadores hidráulicos. En todos los casos de proyectos nuevos se deberán garantizar mínimo tres zonas de floculación, para alcanzar una disminución de los gradientes de velocidad de mezcla entre 70 s-1 y 10 s -1 y cuyo gradiente medio del proceso deberá ser 40 s -1 . Se

requieren tiempos de retención hidráulica de 20 a 40 minutos, en total, para el proceso. El responsable del proyecto deberá realizar un análisis multivariable para la escogencia del tipo de agitación óptimo, en función de la eficiencia de remoción, tiempo de retención hidráulica, superficie de ocupación, y costos de operación de energía y productos químicos.

- **Sedimentación.**

Se tendrá que realizar el análisis hidráulico para los elementos de entrada y repartición de caudal en cada unidad de sedimentación, de manera que se garantice la distribución equitativa de éste, desde el inicio hasta el final del sistema de entrega. Las unidades deben considerarse teniendo en cuenta como referencia los criterios de la tabla 5 y la tabla 6 de la Resolución 0799 del 09/12/2021 2007 o los que lo modifiquen, ajusten, amplíen o sustituyan en su momento.

De acuerdo con el tipo de módulo, la tasa de sedimentación se afectará por el factor indicado en la siguiente tabla:

Tipo de módulo de alta tasa	Factor de Forma
Placas planas paralelas	1
Tubos circulares	4/3
Tubos cuadrados	11/8
Tubos ondulados	1,3
Otras secciones tubulares	1,33 – 1,42

Fuente: Resolución 0799 del 09/12/2021

Nota: Para el caso de optimizaciones de estructuras existentes de sedimentación convencional con unidades de alta tasa, de acuerdo con la altura de los Módulos que se van a instalar, se deberán verificar sus condiciones de funcionamiento respecto a la carga superficial, tiempo de retención y velocidad de sedimentación. En todo caso, deberá garantizarse un espacio mínimo para la maniobra del operador, dentro de la estructura optimizada para las labores de inspección y mantenimiento.

- **Filtración convencional**

Debe desarrollarse un estudio de alternativas multicriterio, con el fin de definir el tipo de tecnología de filtración que se utilizará. Teniendo en cuenta la turbiedad objetivo de salida, el dimensionamiento de las unidades deberá tener como referencia los criterios de la tabla 7 y la tabla 8 de la Resolución 0799 del 09/12/2021 2007 o los que lo modifiquen, ajusten, amplíen o sustituyan en su momento.

Nota 1: Cuando el lavado de los filtros rápidos se hace con fuente externa o tanque de lavado, el número mínimo de unidades debe ser tres; y para lavado mutuo el número mínimo de unidades debe ser cuatro, y su velocidad ascensional no menor de 0,6 m/min.

Nota 2: De acuerdo con estándares internacionales, la tasa de filtración contenida en la tabla 10, para la filtración rápida con lecho mixto, podría ser máximo de 350 (m3/m2/d) si se garantiza una óptima operación y mantenimiento del sistema."

- **Filtración Avanzada**

La filtración avanzada mediante membranas de procesos de microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, electrodiálisis y ósmosis inversa, según las características presentadas en la Tabla 9 de la Resolución 0799 del 09/12/2021 2007 o los que lo modifiquen, ajusten, amplíen o sustituyan en su momento.

Así mismo, deberá ser diseñada teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

1) Caudal de diseño del proceso.
2) Calidad de agua deseada para la salida del proceso y los contaminantes presentes en la entrada, que deben ser retenidos.
3) Sistema de pretratamiento de tecnología convencional (coagulación, floculación, sedimentación y filtración), para la protección de las membranas.
4) Verificación del índice de densidad de sedimentos y el índice de ensuciamiento modificado de la membrana seleccionada, de acuerdo con la calidad a la entrada del proceso.
5) Procedimientos y costos de operación y mantenimiento del proceso, teniendo en cuenta la vida útil de la membrana seleccionada.
6) Concentración de los rechazos provenientes de la membrana seleccionada, que permitan métodos de tratamiento convencionales de subproductos.
7) Frecuencia mínima de limpieza de la membrana por operación, y frecuencia necesaria por desinfección.
8) Cuando se trate de procesos de ósmosis inversa, se deberá remineralizar cuando el proceso así lo requiera."

- **Desinfección**

Se deberá incluir la desinfección como elemento del tren de tratamiento en todos los sistemas de potabilización. Entre los procesos de desinfección que pueden utilizarse está la cloración y sus compuestos (hipoclorito de sodio (NaClO), hipoclorito de calcio (Ca(OCl)2), dióxido de cloro (ClO2), cloro gaseoso, los oxidantes mixtos generados en el sitio, la ozonización y la radiación con luz ultravioleta.

Nota 1: Debe definirse un residual del desinfectante que garantice el impedimento del crecimiento microbial en cualquier punto de la conducción o red de distribución. En el caso de uso de ozonización y radiación ultravioleta debe contemplarse un desinfectante secundario para este fin.

Nota 2: Para la desinfección por cloración debe emplearse tanque de contacto, previo al almacenamiento, con el fin de proporcionar un tiempo de contacto mínimo de 20 minutos, que garantice la desinfección del agua. Para la determinación de la dosis óptima de residual de desinfectante debe emplearse el valor Ct-Concentración aplicada por tiempo de detención igual a K de acuerdo con las siguientes indicaciones.

Si la operación de la PTAP permite durante el 90% de su proceso la remoción del 95 al 99% de coliformes totales en los procesos previos de sedimentación y filtración, y la turbiedad del agua filtrada se mantiene durante el 95% del tiempo menor de 1 UNT, debe usarse la Tabla 10 de la Resolución 0799 del 09/12/2021 o los que lo modifiquen, ajusten, amplíen o sustituyan en su momento; para determinar K en función de la temperatura del agua y su pH.

Si la operación de la PTAP permite del 90 al 95% de la remoción de coliformes totales en los procesos previos de sedimentación y filtración, y la turbiedad del agua filtrada está entre 1 y 2 UNT, debe usarse la Tabla 11 de la Resolución 0799 del 09/12/2021 o los que lo modifiquen, ajusten, amplíen o sustituyan en su momento para determinar el valor de K en función de la temperatura del agua y su pH.

Las Tablas de la Resolución 0799 del 09/12/2021 están elaboradas para desinfección con cloro libre, entendiéndose por tal el que queda después de satisfecha la demanda. El Ministerio de Salud y Protección Social podrá exigir una remoción mayor para aguas con alta contaminación.

Nota 3: Para los casos en que, de acuerdo con la inspección sanitaria en campo, el mapa de riesgo de la cuenca abastecedora y los análisis de caracterización de agua cruda realizados, se confirme la presencia de protozoos tipo Giardia y Cryptosporidium, deberá contar con un sistema de desinfección eficiente para la eliminación de estos protozoos. En el caso de diseñar un sistema de desinfección por radiación ultravioleta (inactivación para 3 log). Los parámetros de referencia para el diseño del proceso son los presentados en la Tabla No 12 de la Resolución 0799 del 09/12/2021 o los que lo modifiquen, ajusten, amplíen o sustituyan.

Los reactores de luz ultravioleta que se requieren son de tipo canal abierto, canal cerrado sin contacto o contacto en canal cerrado; cualquiera de ellos deberá diseñarse garantizando mezcla completa transversal. Deberán validarse las siguientes características de operación del reactor, de acuerdo con lo especificado por el fabricante del equipo:

1) Rangos máximos, mínimos y promedio de caudal de operación.
2) Inactivación en términos de log de los patógenos.
3) Dosis de irradiación requerida.
4) Presión de operación y pérdidas de carga a través del reactor.
5) Lámina de agua dentro del reactor, la cual debe ser pequeña, según el volumen de éste, caudal de operación y longitud de las lámparas UV.

6) Frecuencia de mantenimiento por incrustaciones y desgaste del reactor.
7) Vida útil de las lámparas de irradiación y su frecuencia de cambio."

- **Tratamiento de lodos generados en la potabilización**

Los lodos evacuados de los procesos unitarios deberán ser sometidos a técnicas de homogeneización, complementadas con tratamientos de espesamiento y deshidratación. Bajo ninguna circunstancia se permite la descarga o almacenamiento final de lodos sin previo tratamiento.

Deberán tenerse en cuenta los requerimientos del Artículo 123 de esta Resolución, enfocándolo a la selección del tratamiento de lodos, con especial relevancia en cuanto al análisis de costos, además de las siguientes consideraciones, según la técnica escogida:

1) Homogeneización: se tendrá que dimensionar una estructura en la cual se asegure mezcla completa, cuyo volumen sea como mínimo equivalente a poder almacenar el volumen de purga del sedimentador, más el 75% del volumen de lavado de un filtro. El tiempo de retención no podrá superar las 6 horas, la geometría del tanque podrá ser circular, rectangular, o de otra superficie que garantice flujo a pistón; siempre y cuando se garantice un nivel de potencia del mezclado superior a 5 W/m3
2) Espesamiento de lodos: deberá diseñarse un sistema con tasa de carga superficial para lodos de hidróxido entre 15 – 25 kg/m2 /d y para lodos de ablandamiento entre 100 – 200 kg/m2 /d, con tiempo de retención de entre 6 a 12 horas y concentración de sólidos media de salida del 6%. Se permitirá considerar tecnologías que empleen sistemas de espesamiento mecánico o por etapas combinadas ya sea gravitacional y mecánico, para lo cual se deberán justificar las diferentes tasas en función del tipo de tecnología y coagulante empleado en la planta.
3) Deshidratación por lechos de secado: es una técnica manual en donde se deben tener mínimo cuatro celdas. Su diseño depende del caudal de salida de la descarga de lodos o de espesamiento, con profundidades de aplicación de 0.3 a 0.9 metros; para lodos sin acondicionar, se deben aplicar cargas de entre 15 a 20 lt de lodo/m /día, con un ciclo de secado de 3 a 4 días.
4) Deshidratación por lagunas de secado: es una técnica manual en donde se deben tener mínimo dos lagunas, considerándose que ocurren de manera implícita los procesos de homogeneización, espesamiento y deshidratación. Diseñada a partir del parámetro de carga de sólidos comprendido entre 40 kg/m 2 /d para regiones húmedas y 80 kg/m /d para regiones secas; la profundidad de la laguna debe estar entre 0.50 y 1.20 metros.
5) Deshidratación mecánica: son los filtros prensa, filtros prensa de banda, filtros al vacío y centrifugas/decanter, que deben garantizar una concentración de sólidos entre 25% a 35% a la salida, de acuerdo con las siguientes especificaciones que deben ser entregadas al fabricante del equipo: la concentración de sólidos a la

entrada, el tipo de composición del lodo, temperatura, y el caudal de lodo o carga de lodo afluente (según lo requiera el equipo).

Nota 1: En el caso de una PTAP existente que tenga alguno de los tipos de tratamiento mencionados en este Artículo, se deberá evaluar la pertinencia de complementar el tren de tratamiento de lodos, a partir del aprovechamiento de la infraestructura construida, según su eficiencia y parámetros de concentración de salida de los sólidos tratados.

Nota 2: De acuerdo con la caracterización de los lodos y la eficiencia del tratamiento definido, se tendrá que evaluar la necesidad de utilizar productos químicos (coagulantes, floculantes, coayudantes, alcalinizantes y acidificantes) para su acondicionamiento y, de ser así, implementar esta actividad antes de la entrada a las estructuras de tratamiento de lodos.

Nota 3: Cuando la capacidad de producción de la PTAP sea menor de 100 l/s, y se tengan concentraciones de lodos menores o iguales del 4%, se aceptará que la estructura de entrada al tren de tratamiento de lodos trabaje como homogeneizador y espesador de manera simultánea, sin embargo, se deben garantizar una concentración de sólidos entre 25 a 35% a la salida del sistema.

- **Información en sistemas de potabilización.**

Se deberá implementar un sistema de almacenamiento de información, en el cual se tengan como mínimo los registros de medición de caudales, tablas de control de caracterización de agua cruda, tablas de control de calidad de agua tratada, registros de actividades de mantenimiento y paradas del sistema, consumo de reactivos, costos energéticos, operacionales e indicadores energéticos. De igual manera, deberán incluirse análisis e Informes periódicos de dichas actividades que, posteriormente, hagan parte del plan de mejora continua de la operación de la PTAP.

Nota: La persona prestadora del servicio debe demostrar los resultados obtenidos por el programa interno, a través del cual se reporten los parámetros medidos en el proceso de potabilización ante la autoridad sanitaria competente, para los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano, y así dar cumplimiento a la Resolución conjunta 4716 de 2010 de los entonces Ministerio de Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, o aquella que la adicione, modifique o sustituya.

Se debe almacenar información sobre los muestreos de los lodos como sub-productos, los cuales deberán realizarse como mínimo cada 6 meses para plantas con caudales de diseño menores a 25 l/s, cada 3 meses para plantas con caudales de diseño entre 25 l/s y 250 l/s y cada 10 días para plantas con caudales de diseño sistemas mayores de 250 l/s.

- **Obras y Actividades Complementarias**

Se debe realizar además el diseño de las siguientes obras: urbanismo, caseta de celaduría, portal de entrada, Cerramiento y barrera viva que garantice el aislamiento del sistema de tratamiento de las zonas vecinas, instalaciones eléctricas y alumbrado público, suministro de agua potable, drenaje perimetral y sistema de protección contra inundaciones. Señalización detallada de los componentes del sistema, ubicada en los planos finales de entrega, con su respectivo diseño para cada estructura y componente.

Todas las demás contempladas en los títulos A (ASPECTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO), Artículos 103 a 122 de estricto cumplimiento y título C (SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN) del Reglamento técnico del sector de agua potable y Saneamiento Básico RAS y la Resolución 0330 de 2017 acorde con el nivel de complejidad del sistema.

En la selección del sistema de tratamiento se incluirán, además, las siguientes consideraciones:

- La solución adoptada, en lo posible, ha de ser de simple construcción, fácil manejo y operación económica, pero con un buen grado de flexibilidad y confiabilidad.
- En caso de adoptarse una tecnología apropiada, se deberá evaluar su conveniencia en relación con el tipo y las características de la localidad, el nivel de desarrollo y la capacidad técnico-administrativa del ente responsable de la operación y mantenimiento.
- En la medida de lo posible, preferir siempre las soluciones hidráulicas, tratando de reducir el uso de energía eléctrica, combustibles, mecanismos complejos o sofisticados y bombeo, a lo estrictamente necesario.
- Deberá darse prioridad a los medios y dispositivos hidráulicos, especialmente en aquellos procesos que son críticos o determinantes de la calidad final del agua.
- Para la alternativa seleccionada EL CONSULTOR determinará la primera de las etapas o la única, si es el caso, en las que los componentes del sistema deban construirse, de tal forma que se minimicen los costos económicos del proyecto, atendiendo simultáneamente consideraciones de tipo financiero, técnico, ambiental e institucional.
- En función de los valores finalmente adoptados con respecto a los estudios de la demanda, se identificarán las problemáticas y falencias de los diferentes componentes del sistema, utilizando para ello la curva de demanda establecida previamente y la capacidad de dichos componentes.

2.2. Planteamiento de Alternativas

Con todos los estudios y diagnósticos previos, y en especial con los estudios de abastecimiento y drenaje, EL CONSULTOR establecerá y evaluará alternativas de solución al problema planteado, que le permitirá seleccionar y recomendar a Empresas Públicas de

Cundinamarca SA ESP la solución más conveniente, fundamentada en un análisis de costo mínimo, en la medida que esta metodología de análisis técnico-económico sea aplicable. Con base en los análisis y conclusiones anteriores, la consultaría identificará los requerimientos de acciones u obras, con un enfoque integral desde los puntos de vista técnico, operativo, económico, ambiental, institucional, social y financiero, para la optimización, rehabilitación, sustitución, construcción, mejoras, ampliaciones restituciones o nuevas instalaciones en cada uno de los componentes del Sistema de potabilización.

EL CONSULTOR deberá identificar en relación con el plan de expansión a largo plazo el momento oportuno en que se requiere la expansión de cada uno de los componentes del sistema y la capacidad del mismo. Aunque se trate de un sistema en funcionamiento, EL CONSULTOR deberá analizar los factores más importantes que conlleven a la conveniencia de seguir utilizándolos en el futuro, o la posibilidad de cambio que ameriten un estudio comparativo de alternativas, en cuyo caso deberán proponerse las alternativas y su justificación. Para los diferentes componentes del sistema se planearán igualmente los posibles esquemas de las distintas etapas en el horizonte de planeación previsto. Para cada alternativa presentada se deberán incluir los costos de inversión y las oportunidades en que deben efectuarse, así como los costos de operación y mantenimiento.

2.3. Análisis de las alternativas de solución planteadas y selección de la alternativa que se llevará a diseño de detalle para construcción.

La selección de la alternativa se hará teniendo en cuenta aquella que, solucionando el problema planteado en el horizonte de diseño desde un punto de vista integral, es decir, considerando aspectos técnicos, operativos, económicos, ambiental, institucional, social y financiero, corresponda a la de menor costo con el criterio del menor valor presente de todos los costos de inversión y operación considerados.

Con base en el análisis de alternativas se formularán las recomendaciones pertinentes y se propondrá el plan general de obras y de inversiones para el sistema de tratamiento durante el horizonte de planeación asumido, configurando de esta manera el informe inicial, en el que se indicarán además las acciones complementarias requeridas, tales como levantamientos topográficos, estudios adicionales especiales, entre otros, para el diseño o ingeniería de detalle definitivo de los componentes resultantes del estudio.

La selección de una alternativa como solución a la prestación adecuada del sistema de potabilziación debe contar con la aprobación por parte de la interventoría en primera instancia, la EPC y las autoridades Municipales, asociación, corporación, JAC o según corresponda a través del visto bueno del Alcalde Municipal y de los presidentes de la asociación, corporación, JAC o según corresponda. De igual forma debe celebrarse previamente una "socialización del proyecto" con la comunidad involucrada y que pueda tener algún interés en el proyecto, especialmente con los dueños de los predios requeridos para el proyecto, comunidad con algún impacto ambiental o físico del proyecto en las etapas de diseño o posterior construcción y/o operación del sistema, y en general cualquier persona o entidad que considere expresarse sobre el proyecto. Estas reuniones

pueden ser conjuntas con las del visto bueno por parte del alcalde Municipal y de los presidentes de la asociación, corporación, JAC o según corresponda, y tendrán como prueba de su desarrollo y cumplimiento un acta con las firmas representativas, el alcalde y de los presidentes de la asociación, corporación, JAC o según corresponda, EL CONSULTOR y la Interventoría. La intervención con el municipio, las asociaciones, corporaciones, JAC o según corresponda y la comunidad formarán parte del plan de gestión social cuyas condiciones mínimas para su ejecución se incluyen en el siguiente numeral.

Las aprobaciones por parte de EPC serán realizadas directamente a través de la interventoría del proyecto, y su presentación se realizará en forma independiente de otras presentaciones. Además de los informes de análisis de alternativas, propuestas y selección, se exigirá un informe con la presentación explicita de la alternativa seleccionada, donde queden consignados todos los estudios realizados, comparaciones de alternativas, etc., el desarrollo de las presentaciones a la comunidad y a las autoridades municipales, las actas de aprobación, y un capítulo donde se presenten en detalle los estudios que se realizarán a nivel de Diseño definitivo (ingeniería de detalle para construcción y complementarios), con su cronograma detallado.

También deberá incluir un anexo con registros fotográficos, fílmicos, material de apoyo, y cualquier otro tipo de información que permita tener una visión del proyecto. Esta información permitirá el mejor entendimiento del proyecto a diseñar, dejará constancia de los trabajos realizados en su etapa preliminar y de elaboración de alternativas, y servirá de soporte para dejar prueba explicita de las condiciones actuales del sitio del proyecto. EL CONSULTOR agregará toda información que considere necesaria para el logro del objetivo de este informe.

III. ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE DETALLE

La elaboración de los diseños detallados de cada proyecto debe seguir los siguientes pasos:

- Definición y localización de cada uno de los componentes del proyecto a diseñar.
- Reconocimientos de campo, investigación predial inicial.
- Levantamientos topográficos.
- Investigación de suelos y geotecnia.
- Selección de alternativas.
- Diseño geométrico y análisis de interferencias
- Diseño hidráulico.
- Diseño geotécnico.
- Diseño estructural
- Obras complementarias.
- Definición de especificaciones técnicas de construcción

- Fichas de adquisición predial y declaratoria de utilidad pública.
- Permisos, licencias y autorizaciones.
- Determinación del presupuesto y cronograma de obras.

3.1. Elaboración de los diseños técnicos definitivos correspondientes a la solución recomendada por EL CONSULTOR y aceptada por Empresas Públicas de Cundinamarca S.A E.S.P, el Municipio, los presidentes de la asociación, corporación, JAC.

Una vez seleccionada la alternativa que represente la solución óptima al problema planteado y después del concepto favorable de la Interventoría, se procederá a la elaboración de los diseños definitivos de las obras de la Planta de Tratamiento de Agua Potable. Los citados diseños deberán estar acompañados de las respectivas memorias de cálculo suscritas por los responsables.

EL CONSULTOR adelantará otros estudios tales como estructurales, hidráulicos, de calidad, impactos ambientales, eléctricos, geotécnicos y otros que se estimen necesarios para el desarrollo del proyecto.

En caso de ser necesario adelantar algunas obras complementarias, como vías de acceso, líneas de conducción eléctrica, etc., se deberá hacer mención de las mismas, e incluirlas igualmente en el plan de inversiones del proyecto y en el cronograma de ejecución de actividades del mismo, siempre y cuando sea lo necesario para el proyecto.

3.2. Definición y localización de cada uno de los componentes del proyecto a diseñar.

De acuerdo con el análisis del problema a resolver y teniendo en cuenta lo definido en las herramientas de planeación y la etapa de planeación respectivas, así como las características específicas de la zona, el diseñador definirá los componentes del proyecto y su localización especifica dentro del área de estudio.

El CONTRATSITA deberá tener en cuenta la información contenida en los estudios básicos, con el fin de identificar posibles interferencias y/o limitaciones en la localización del proyecto.

3.3. Reconocimientos de campo, investigación predial inicial.

El diseñador realizará los reconocimientos detallados de campo que le 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 a realizar para el desarrollo del proyecto.

3.4. Estudios topográficos

3.4.1. Consideraciones Generales

Todos los diseños de los sistemas deben ser desarrollados sobre levantamientos topográficos de precisión, altimétricos y planimétricos, cuyo objetivo es obtener un reflejo exacto de la realidad del sitio donde se desarrollarán las obras, por lo cual deberán ser desarrollados con equipos de alta precisión.

Con el fin de facilitar su posterior replanteo durante la fase de construcción, deberán materializarse mojones y pares de sistemas de posicionamiento geográfico (GPS) de alta precisión, como mínimo que empleen tecnología de doble frecuencia.

Se debe garantizar el amarre geodésico del proyecto de conformidad a lo establecido por el IGAC.

Los archivos magnéticos y los planos de topografía serán independientes de los planos de diseño y deberán hacer parte de las memorias y documentos de diseño y ajustarse a lo dispuesto en el Título 3 de esta Resolución 0799 del 09/12/2021.

3.4.2. Presentación de los trabajos

Todos los diseños de los sistemas deben ser desarrollados sobre levantamientos topográficos de precisión, altimétricos y planimétricos, cuyo objetivo es obtener un reflejo exacto de la realidad del sitio donde se desarrollarán las obras, por lo cual deberán ser desarrollados con equipos de alta precisión.

Con el fin de facilitar su posterior replanteo durante la fase de construcción, deberán materializarse mojones y pares de sistemas de posicionamiento geográfico (GPS) de alta precisión, como mínimo que empleen tecnología de doble frecuencia.

Se debe garantizar el amarre geodésico del proyecto de conformidad a lo establecido por el IGAC.

Los archivos magnéticos y los planos de topografía serán independientes de los planos de diseño y deberán hacer parte de las memorias y documentos de diseño y ajustarse a lo dispuesto en el Título 3 de esta Resolución sobre gestión documental:

- La presentación de planos en formato análogo (ploteado) deberá realizarse tamaño pliego (0.9 x 0,6 m), a escala 1:1.000 o 1:500 y/o según el tamaño de la obra. En todo caso el interventor verificará que el tamaño de la escala utilizado cumpla con la calidad suficiente para ser utilizado en obra o evaluación.
- Para los levantamientos realizados con GPS, se debe presentar copia de datos crudos en formato RINEX.
- Se deberá presentar copia de cálculos y ajustes de las poligonales

- Se deberá presentar copia de las certificaciones de los puntos de apoyo expedidas por el IGAC, no mayor de dos meses de la fecha del levantamiento.
- Copia de cartera del levantamiento topográfico o copia de los datos crudos de las estaciones, en medio digital
- La presentación en formato digital (ArcGis, CAD, PDF, informes, otros archivos) deberá realizarse en un CD (Disco Compacto), debidamente etiquetado. El formato para la etiqueta deberá ser diligenciado en su totalidad, para la caja y para el CD. El formato será entregado por la interventoría del contrato.
- Se deberá entregar una carpeta que contenga todos los archivos entregados de manera ordenada (archivo unificado).
- Para la ubicación en planos del sistema de potabilziación y de sus componentes (válvulas, tanques, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento, captaciones, desarenadores, fuentes de abastecimiento, estructuras de control etc.) EL CONSULTOR realizará los trabajos topográficos requeridos, haciendo los respectivos levantamientos planimétricos y altimétricos amarrados al sistema de coordenadas IGAC Marco Geocéntrico Nacional de Referencia Magna-Sirgas con coordenadas ajustadas al origen único nacional, o lo dispuesto por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en los sitios determinados.
- El levantamiento debe iniciarse a partir de placas georreferenciadas y certificadas por el IGAC en un tiempo no mayor de dos meses. Los levantamientos podrán efectuarse a través de métodos convencionales (Formato Archivo Digital: Teodolito o Estación Total) cuya precisión real mínima sea de 3" (tres segundos) o Satelital (Formato Rinex: GPS).

3.4.3. Placas de Amarre y Referencias

Para la ejecución de estas actividades, se tendrán en cuenta los siguientes requisitos:

- Los puntos de apoyo para los amarres de trabajos planimétricos y altimétricos deberán estar certificados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi con un periodo inferior a dos (2) meses.
- Se tendrá que verificar que los vértices a los cuales se van a amarrar los trabajos topográficos no se encuentren destruidos, deteriorados, o que den algún indicio de haber perdido su posición original.
- Para los levantamientos planimétricos el traslado de las coordenadas de los apoyos deberá realizarse mediante comprobación a dos diferentes apoyos o vértices y con cierre.
- Para los levantamientos altimétricos estos se deben realizar haciendo nivelación y contranivelación para poder determinar el error de cierre.
- Para la comprobación de cota de los NP's o puntos con cota determinada geométricamente, se debe calcular la diferencia de altura entre dos de estos puntos.
- Se dejarán como mínimo tres (3) mojones de concreto debidamente referenciados para su rápida localización (al menos un mojón deberá ubicarse en puntos de referencia de fácil ubicación y acceso y bajo custodia como escuelas, iglesias y/o salones comunales) penetrarán por lo menos ochenta centímetros dentro del terreno

y en la cara superior tendrá incrustada una placa metálica de cobre o bronce y dándole coordenadas y cota real tomando como referencia la información del IGAC e identificación correspondiente y el nombre de la entidad contratante, orientándolos al norte magnético que permita la localización posterior de las estructuras. Dichos mojones deberán incluirse en un plano de localización.

- EL CONSULTOR será responsable que los Puntos de Referencia (P.R.) permanezcan en buen estado y debidamente afianzados durante todo el tiempo que dure el estudio hasta su aprobación final. El número mínimo de P.R. será:
  - Trazado de tuberías: 1 PR cada 500 m, siempre y cuando entre cada PR no se presente cambios significativos en los alineamientos, elementos, estructuras o accesorios.
  - Recintos de estanques, obras de captación, casetas, obras civiles en general Mínimo 2 PR por cada recinto.
- Para posicionamientos con GPS debe utilizarse el método relativo o diferencial (DGPS) con una solución por el método de post proceso ya que este tipo de posicionamiento minimiza los errores sistemáticos asociados con los relojes del satélite y las efemérides.
- Para hacer un posicionamiento diferencial (DGPS) se necesitan mínimo dos receptores, uno de ellos debe estar en un vértice certificado por el IGAC. La separación mínima entre la base y el rover para equipos de una frecuencia no debe superar los 10 Kilómetros, para equipos de doble frecuencia debe ser inferior a los 100 kilómetros.
- Las observaciones deben hacerse simultáneamente entre el receptor de la base y el rover, los receptores pueden ser de distintas casas fabricantes siempre y cuando utilicen el formato único para archivos RINEX (Receiver Indepent Extrache).
- El tiempo mínimo de rastreo para levantamientos estáticos debe calcularse mediante la fórmula: Tiempo= 25 minutos + 5 minutos por kilómetro de separación entre la base y el rover.
- Los puntos calculados deben provenir como mínimo de dos diferentes bases.

3.4.4. Equipos de Topografía

Los levantamientos planimétricos pueden realizarse mediante el empleo de estaciones totales cuya precisión angular sea menor o igual a 3" (Tres segundos) o equipos de precisión debidamente calibrados, certificados y homologados con la misma precisión angular antes mencionada. Los levantamientos deben realizarse con las siguientes especificaciones mínimas:

- Los equipos utilizados deben estar en perfecto estado, con certificados de calibración con vigencia de seis (6) meses; se debe hacer las revisiones regularmente para garantizar el buen funcionamiento de los mismos y en caso de haber algún indicio de que no sea así llevarlo a mantenimiento.
- Los bastones deben tener certificado de calibración con vigencia de seis (6) meses; se debe garantizar que estén centrados y calibradas las alturas de los extensores.

- Los prismas deben estar en buen estado, sin abolladuras y sin fracturas en los cristales.
- Los porta prismas no pueden estar rotos o fracturados, no deben estar amarrados con ningún tipo de cinta adhesiva, cuerdas o alambres, y deben acoplar perfectamente en el bastón y en el prisma.
- Los accesorios como trípodes, bastones, bases nivelantes, baterías, etc. deben estar en condiciones óptimas de funcionamiento.
- Para los levantamientos altimétricos se deben realizar mediante el uso niveles automáticos, o digitales los cuales deben estar en perfecto estado y sus certificados de calibración con vigencia de seis (6) meses. Se debe hacer las revisiones regularmente para garantizar el buen funcionamiento de los equipos y en caso de haber algún indicio de que no sea así, llevarlo a mantenimiento.
- Las miras deben estar ajustadas, los bloqueos mediante botón de presión deben asegurar perfectamente, la división métrica no puede tener rayones, manchas, o algún tipo de deterioro que impida o que genere incertidumbres en las lecturas, y sus certificados de calibración con vigencia de seis (6) meses.
- Los trípodes deben estar en perfecto estado, las patas no pueden tener ningún tipo de juego cuando se aprieten, las uñas de las patas deben estar completas, no pueden estar partidas o fracturadas. La base del trípode debe estar perfectamente ajustada, su superficie plana y lisa, el tornillo de acople no puede tener golpes o abolladuras y debe estar fijo en la base del trípode.
- EL CONSULTOR deberá realizar un levantamiento topográfico detallado de las áreas donde se proyecten las obras de acueducto y de los sistemas existentes y del área poblada con indicación de elevaciones que permitan dibujar las curvas de nivel cada metro. El levantamiento debe permitir ubicar predios, casas, caminos, carreteras, línea de ferrocarril, canales, quebradas, líneas eléctricas, transformadores, postes, escuelas, edificios públicos, línea de cierre, línea de árboles, línea de edificación, soleras, tipo de superficie, etc. Las viviendas deberán numerarse en planos y en terreno.

3.4.5. Levantamientos Planimétricos

El levantamiento debe contemplar como mínimo las siguientes especificaciones:

- Todos los levantamientos deberán realizarse con poligonales cerradas y su ajuste con un error de cierre lineal igual o mayor a 1:25000.
- Las medidas de longitud deben ser tomadas con equipos de medición electrónica. De no contar con este recurso deben ser tomadas directamente con cintas de acero que estén en condiciones óptimas.
- Todas las mediciones angulares de los vértices de la poligonal deben hacerse en posición directa e inversa, para de esta forma eliminar el error de colimación, estas mediciones deben quedar registradas en la memoria de la estación total y anotada en la cartera de campo.
- Si se está alternando una poligonal con la toma de detalles, entonces instalado el equipo en la estación se debe siempre ubicar primero el siguiente delta de la poligonal

antes de comenzar la radiación y siempre el primer detalle de la radiación que se tome desde esa estación debe ser el delta de la poligonal que se acabó de localizar, para de esta forma asegurar la información de la poligonal.

- En la memoria de la estación total deben quedar almacenados todos los datos de los deltas que componen la poligonal (Coordenada Norte, Coordenada Este, Distancias horizontal, inclinada, vertical, ángulos horizontal y vertical, azimut).
- Todos los deltas de las poligonales deben materializarse con una estaca en zonas verdes y con puntos en zonas duras garantizando que queden perfectamente identificados en terreno, las estacas y/o los puntos deben ser marcados en sitios aledaños y estables, como postes, cercas, muros, puentes etc. con un color vivo que además debe ser exclusivo para los trabajos de topografía que se están desempeñando. En las zonas verdes se debe hacer una limpieza del terreno de aproximadamente 0.3m alrededor del vértice para su fácil ubicación.
- En lo posible no debe haber cambios bruscos en las distancias de las poligonales, para evitar errores geométricos a la hora del ajuste de la misma.
- Las carteras de campo deben estar diligenciadas con todos los datos relevantes al trabajo que se está desempeñando.

3.4.6. Levantamientos Altimétricos

Para la ejecución de los trabajos se atenderán como mínimo las siguientes consideraciones:

- Para efectuar levantamientos altimétricos se deberán utilizar niveles automáticos o digitales, de precisión de dos (2) milímetros por kilómetro.
- Los levantamientos deben efectuase a partir de vértices (NPs, o puntos con cota determinada geométricamente) certificados por el IGAC.
- Todos los circuitos de nivelación deben ser cerrados con contranivelación y los cierres deben ser inferiores a un (1) milímetro por cambio.
- Las visuales entre cambios no deben superar los cincuenta (50) metros.
- La porta miras deben estar en perfecto estado, para garantizar la estabilidad y la verticalidad de mira con la ayuda del nivel de burbuja circular, durante el tiempo que sea necesario, en el caso que la nivelación deba arrojar precisiones geodésicas será necesario utilizar una base para la mira.
- Se deben materializar BMs para las actividades de construcción de acueductos, de tal forma que no se vean afectados por la ejecución de las obras. Los BMs deben ser materializados con un mojón en zonas verdes y con un punto con estoperol en zonas duras.
- Los BMs tanto en zonas verdes como en zonas duras deben ser marcados en sitios aledaños y estables, como postes, cercas, muros, puentes etc. con un color vivo de tal manera que se puedan identificar en terreno. El color de pintura que se emplee para los trabajos de altimetría debe ser distinto al utilizado en los trabajos planimétricos y distinto a los utilizados en otras actividades que se estén desempeñando.

- Se debe nivelar cada diez (10) metros sobre los ejes del proyecto de acueducto, para cada abscisa replanteada planimétricamente. Para efectos de la elaboración de los catastros de acueducto, en los productos respectivos, se indicará el detalle que debe ser levantado.
- Se debe nivelar las interferencias o cruces entre los tramos proyectados y las redes construidas de servicios públicos.
- Las carteras de campo deben estar diligenciadas con todos los datos relevantes al trabajo que se está desempeñando además de:
    - Nombre del topógrafo.
    - Nombre de los auxiliares.
    - Equipo utilizado.
    - Fecha.
    - Zona de actividades (Dirección, Vereda, predio).

3.4.7. Guía para la Presentación de Informes o Memorias de los Trabajos de Topografía

Los informes de levantamientos topográficos realizados por métodos convencionales y sistemas de posicionamientos global (GPS) deberán contener como mínimo los aspectos relacionados a continuación.

- **Planimetría**

    - Descripción de los trabajos
    - Objetivo del levantamiento.
    - Comisión de topografía con los integrantes o participantes de la comisión de topografía (Cantidad, nombres, identificación y licencia profesional o matricula profesional según sea el caso).
    - Los puntos de amarre utilizados certificados por el IGAC.
    - Cantidad de deltas localizados, nombres utilizados y nomenclatura estipulada.
    - Cantidad de detalles levantados.
    - Metodología utilizada para hacer el levantamiento.
    - Esquema de determinación del levantamiento.
    - Descripción del equipo utilizado anexando el certificado de calibración con vigencia no menor a seis (6) meses.

- **Cálculos y ajustes**
    - Se deben realizar y entregar los cálculos y ajustes del levantamiento correspondiente de acuerdo con los equipos utilizados para la medición.
    - Se deben entregar los archivos nativos de cada estación con los datos del levantamiento, los archivos con los ajustes de la poligonal en los que debe ir:
    - Cálculo y compensación del error de cierre angular.
    - Cálculo de azimuts.
    - Cálculo de las proyecciones.
    - Cálculo del error de cierre lineal.
    - Cálculo de coordenadas de los vértices.

- Los cálculos y ajustes de la poligonal deben ser entregados en un archivo de Excel, con copia en un archivo con extensión PDF.

Cuadro de coordenadas

- Se deben relacionar las coordenadas del levantamiento de acuerdo con los puntos identificados en el mismo, con su correspondiente codificación o nomenclatura (relacionados con el esquema de determinación en las carteras de campo), así:

Punto: nomenclatura / código	ESTE	NORTE	COTA
PERÍMETRO			
ÁREA m^2			

Certificación de los vértices

- Deben adjuntarse a los informes los certificados del IGAC de los vértices utilizados para los amarres.

Carteras de campo

Las carteras de campo deben estar escritas de forma clara y contener todos los datos originales, esquemas e información pertinente, compilados en un libro. Las carteras deben ser llenadas a tinta y no se permite borrar, en caso de error se deben tachar y escribir la medida correcta. No se aceptan carteras pasadas a limpio. Las carteras deben identificarse de la siguiente manera:

- Nombre de la obra o proyecto.
- Para quien se realiza la obra o proyecto.
- Número que identifique la poligonal.
- Vértices utilizados en el amarre.
- Localización
- Fecha y (hora inicio – hora final).
- Nombre del topógrafo.
- Nombre de los auxiliares.
- Equipo utilizado. (Marca y serial).
- Zona de actividades (Dirección, Vereda, predio).

Para los levantamientos con estaciones totales en la cartera de campo se deben anotar como mínimo los siguientes datos:

PUNTO: NOMENCLATURA / CÓDIGO	DELTA VISADO: NOMENCLATURA / CÓDIGO	ALTURA INSTRUMENTAL	ALTURA PRISMA	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA INCLINADA	ÁNGULO OBSERVADO	DETALLES

- **Altimetría**

  Descripción de los trabajos:

  - Objetivo de la nivelación.
  - Comisión de topografía: Relacionar los integrantes o participantes de la comisión de topografía (Cantidad, nombres, identificación y licencia profesional o matricula profesional según sea el caso).
  - Los puntos de amarre utilizados y certificados por el IGAC.
  - Cantidad de puntos nivelados.
  - Cantidad de cambios realizados y longitud de la nivelación y contranivelación.
  - Metodología utilizada para hacer la nivelación.
  - Descripción del equipo utilizado anexando el certificado de calibración con vigencia no menor a seis (6) meses.

- **Cálculos y ajustes**

  Se deben realizar y entregar los cálculos y ajustes de la nivelación, estos cálculos y ajustes deben ser entregados en una hoja de Excel con copia en un archivo con extensión PDF con la siguiente información.

  - Cálculo de las cotas de los puntos tomados en la nivelación.
  - Cálculo de la contranivelación.
  - Cálculo de la longitud del circuito de nivelación.
  - Cálculo del error de cierre
  - Cálculo de la nivelación ajustada.

- **Certificación de los vértices**

  Deben adjuntarse a los informes los certificados del IGAC de los vértices utilizados para los amarres.

  Solamente, como apoyo altimétrico, se deben utilizar los NP's o cualquier punto con cota determinada geométricamente como vértice.

- **Carteras de campo**

  Las carteras de campo deben estar escritas de forma clara y contener todos los datos originales, esquemas e información pertinente, compilados en un libro. Las carteras deben ser llenadas a tinta y no se permite borrar. En caso de error se deben tachar y escribir la medida correcta. No se aceptan carteras pasadas a limpio. Las carteras deben identificarse de la siguiente manera:

  - Nombre de la obra o proyecto.
  - Para quien se realiza la obra o proyecto

- Número que identifique la nivelación.
- Vértices utilizados en el amarre.
- Localización.
- Fecha y (hora inicio – hora final).
- Nombre del topógrafo.
- Nombre de los auxiliares.
- Equipo utilizado. (Marca y serial)
- Zona de actividades (Dirección, Vereda, predio).

Para las nivelaciones la cartera debe tener mínimo los siguientes datos:

ABSCISA	VISTA (+)	ALTURA INSTRUMENTAL	VISTA (-)	VISTA (INT)	COTA	OBSERVACIONES

- **Determinación de Vértices con GPS**

Descripción de los trabajos:

- Objetivo del posicionamiento.
- Comisión de topografía: Relacionar los integrantes o participantes de la comisión de topografía (Cantidad, nombres, identificación y licencia profesional o matricula profesional según sea el caso).
- Los vértices de amarre utilizados y certificados por el IGAC.
- Cantidad de vértices posicionados.
- Tiempo de posicionamiento por vértice.
- Descripción del equipo utilizado y sus accesorios (marca y serial).

- **Cálculos y ajustes**

Los cálculos y ajustes del posicionamiento con GPS se deberán entregar en una hoja de Excel con una copia en archivo con extensión PDF, los cálculos que se deben presentar son los siguientes:

- Calculo de velocidades.
- Calculo de coordenadas geocéntricas.
- Calculo de coordenadas geodésicas.
- Calculo de coordenadas planas de Gauss y cartesianas locales.
- Plano de determinación en formatos CAD (DXF, DGN o DWG) y ARC GIS (MDX).

- **Certificación de los vértices**

Deben adjuntarse a los informes los certificados del IGAC de los vértices utilizados para los amarres.

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 y con experiencia en PMAA.

3.5. Estudios Geotécnicos

Los estudios geotécnicos deben regirse por lo establecido en Reglamento Colombiano de Construcciones Sismoresistentes NSR-10 titulo H, o la norma que lo actulice o sustituya, estableciendo los costos del estudio de acuerdo con el análisis previo de la región objeto del mismo, alcance y tipo de obra.

La planeación de los trabajos de campo y del muestreo será responsabilidad del especialista en el tema de suelos y geotecnia, de tal forma que sean suficientes para la toma de decisiones inherentes al diseño y al proceso constructivo recomendado. La investigación del subsuelo, la localización de los puntos de muestreo, la profundidad de la exploración, el equipo a utilizar y los ensayos de laboratorio que se requieren para la elaboración de un diseño, dependen del tipo de obra a realizar, de acuerdo con lo establecido en la Norma Sismo Resistente vigente. Se debe incluir exploración acorde con las estructuras lineales. El estudio deberá incluir la descripción geológica de la zona que permita, en conjunto con los demás análisis, definir el plan de muestreo a realizar.

Para efectos de definición y control del diseño de las cimentaciones para los diferentes tipos de tuberías se tomará como referencia el RAS. Es importante cumplir con todos los requerimientos de la Resolución 0330 de 2017, por la cual se adopta el RAS

- EL CONSULTOR adelantará un programa de investigación del subsuelo, para lo cual realizará los sondeos y apiques que considere convenientes para obtener la información requerida para determinar clasificación de los suelos, características geológicas y geotécnicas de la zona del proyecto, permeabilidad, nivel freático, la capacidad portante, la estabilidad adecuada de la zona y en general las características físico-mecánicas y químicas, en los sitios donde se ubicarán las estructuras, se instalarán las tuberías, y de ser preciso se diseñará las obras de protección requeridas. De especial interés es determinar las condiciones excavación de las zanjas para instalar tubería, determinar las cargas admisibles, cargas actuantes, tipos de entibado, y otros. El estudio de suelos debe incluir el diseño de las cimentaciones de instalación de tuberías y otros conductos. El estudio deberá presentarse con los respetivos informes de laboratorio, registro fotográfico, suscrito por los responsables y con las respectivas recomendaciones del profesional idóneo en el tema; y con un plano de localización de los sondeos realizados.
- Si bien es cierto que, en los proyectos de municipios de nivel de complejidad bajo, medio y medio alto, es suficiente con el concepto profesional idóneo en la materia, que identifique las características físico-mecánicas del subsuelo, riesgos

por fallas geológicas y de sismicidad, la no ejecución de exploraciones del subsuelo tendrá que ser adecuada justificada al interventor, quién aprobara o desaprobará esta situación de los estudios.

- Los estudios de suelos necesarios para el diseño y localización de nuevas estructuras, se definirán de acuerdo a ellas y el número de barrenos será determinado en común acuerdo con la Interventoría y su costo deberá definirse para este producto.

3.6. Diseños Hidráulicos.

El diseño hidráulico deberá incluir todos los esquemas, cálculos y modelaciones necesarias para la definición de las obras, precisando parámetros tales como diámetros, caudales, velocidades, especificaciones de materiales y demás aspectos técnicos que permitan asegurar el desempeño adecuado de los sistemas. Los esquemas y cálculos constituirán la memoria de cálculo que soportan las determinaciones de los elementos diseñados

Una vez el análisis técnico-económico de las diferentes alternativas de fuentes de abastecimiento permita identificar la mejor alternativa, EL CONSULTOR deberá realizar los diseños definitivos de cada uno de los componentes propuestos, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- El diseño hidráulico deberá realizarse siguiendo las normas de diseño exigidas por el —Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico‖ R.A.S2000 y sus normas complementarias.
- Selección de criterios de Diseño.
- Diseños definitivos de las estructuras y las redes.

EL CONSULTOR deberá diseñar todas las obras civiles necesarias para el proyecto, definiendo las dimensiones de zanjas, cimentaciones, soportes de tuberías y accesorios, diseños de estructuras hidráulicas, estudios de suelos, tipos de entibados, diseños estructurales diseño de pozos profundos, diseños eléctricos tales como tableros de control, transformadores, líneas, sistemas de control, alumbrado, líneas de alimentación y suplencia, etc., diseños mecánicos como: Compuertas, bombas, motores, etc. en el caso que se requiera se deberán efectuar los diseños de la excavación, la cimentación, estructuras, drenajes, rellenos, cerramientos y otros.

En el caso de proyectar o diseñar estructuras en concreto, se debe cumplir en los diseños con lo requerido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y específicamente con lo relacionado en el Capítulo C.23 Tanques y Estructuras de Ingeniería Ambiental de Concreto.

EL CONSULTOR elaborará el presupuesto, con cantidades de obra y su correspondiente análisis de precios unitarios y las especificaciones e ítems de pago pertinentes.

Se deberá presentar un plano de localización general de todos los componentes del sistema, en escala adecuada y planos específicos con todos los detalles necesarios para su construcción. En todo caso los planos para construcción deberán contener toda la información requerida para el desarrollo en obra con las vistas y contenidos en cantidad suficiente que no se requiera explicación adicional.

La aducción y conducción deberá presentarse en planta-perfil, con indicación de accesorios, línea piezométrica, diámetros, longitud, material, etc.

De la estación de bombeo, si aplica, así como de la planta de tratamiento, EL CONSULTOR deberá entregar una planta general y los planos arquitectónicos, estructurales, hidráulicos (perfiles hidráulicos), eléctricos, etc., con sus respectivos cortes y detalles que contengan toda la información necesaria para su construcción, operación y mantenimiento.

Este producto deberá estar proyectado a nivel de diseños detallados y definitivos:

- Parámetros geotécnicos como: capacidad portante, peso unitario del suelo, nivel freático y conclusiones y recomendaciones para los diseños de las estructuras con fundamentos en los estudios anteriores y propios de los componentes de Geología y Mecánica de suelos.
- Diseños arquitectónicos, estructurales, mecánicos y eléctricos.
- Estudio de afectaciones prediales.
- Memorias de cálculo. Debe incluir todos los diseños hidráulicos
- Plan de Manejo Ambiental y Estudios de calidad de agua.
- Planos impresos y en medio digital. (Suscritos por los expertos en cada tema).
- Especificaciones técnicas generales y particulares.
- Cantidades de obra, con su respectivo anexo explicativo, el cual debe contener ejemplos tipo debidamente desarrollados, precios unitarios y presupuesto.
- análisis de precios unitarios, presupuestos y cronograma de actividades.

Para la alternativa escogida, todos los estudios realizados en la etapa de planteamiento de alternativas tendrán que ser llevados a diseño definitivo con detalle para construcción. EL CONSULTOR realizará los estudios relacionados en la selección de alternativas para ser realizados en la etapa de diseños definitivos con detalles para construir. Lo anterior incluye los diseños y optimización de los dimensionamientos hidráulicos y estructurales para las obras de captación, desarenación y aducción, y si es necesario de bombeo.

3.6.1. Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)

Para la PTAP además de los aspectos técnicos ya mencionados, se debe contemplar dentro de los diseños eléctricos todos los requerimientos normativos exigidos por la empresa de energía que preste el servicio en el municipio, el RETIE (Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas). Se deberá tener en cuenta para todas las instalaciones eléctricas del proyecto. En todo caso, EL CONSULTOR debe entregar los diseños eléctricos aprobados por la Empresa de Energía correspondiente.

Se deben realizar los perfiles hidráulicos de la planta de tratamiento en donde indique las cotas de la lámina de agua en cada uno de los procesos, referenciando dichos puntos a las cotas del terreno natural e indicando en el plano las zonas de excavación y relleno.

Se elaborarán planos detallados de construcción, hidráulicos, estructurales, eléctricos y mecánicos, así como las especificaciones técnicas previamente aprobadas por la Interventoría. Todos los planos deben ir firmados por el especialista de la rama, contenido en la propuesta, al igual que deben firmarse por el director de la consultoría.

Adicionalmente deben incluir el nivel de complejidad del sistema calculado. Se deben realizar los estudios de suelos, y específicamente a lo relacionado con la ejecución de los diseños estructurales de la infraestructura componente del sistema de tratamiento. Adicionalmente, los diseños estructurales deben estar en función de lo estipulado en el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismoresistentes NSR-10.

3.6.2. Normatividad Aplicable

RAS 2017	Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.
Resolución 0330 de 2017 Ministerio Vivienda, Ciudad y Territorio	Por la cual se adopta el Reglamento Tecnico para el sector del Agua Potable y Saneamieto Basico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1495 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009.
Resolución 0799 de 9 de Diciembre de 2021	Por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017.
Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
Decreto 3930 de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI – Parte III – Libro II del Decreto Ley 2811 de 974 en cuanto a usos del agua y recursos líquidos y se dictan otras disposiciones. Este Decreto deroga el Decreto 1594 de 1984; sin embargo cuenta con un periodo de 18 meses a partir del 25 de octubre de 2010, para definir los criterios de calidad para los diferentes usos del agua, según Articulo 20.
Decreto 1575 de 2007 del Ministerio de la Protección Social	Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad de agua para consumo humano.

En el anterior cuadro se encuentra la normatividad vigente aplicable para las plantas de tratamiento de agua potable, aclarando que dependiendo del proyecto y el lugar pueden existir algunos lineamientos adicionales a seguir:

- **Parámetros**

  - La población y demanda son imperativos para el diseño de una planta de tratamiento.
  - El nivel de complejidad del lugar.
  - Para poder realizar los cálculos hidráulicos es necesario tener mínimo estos parámetros.

TEMPERATURA DEL AGUA			
Parámetro	***Convención***	***Unidades***	***Valor***
Peso Específico	ϒ	kgf/m^3	-
Viscosidad Absoluta	μ	g/cm-s	-
Viscosidad Absoluta	μ	$Kgf-s/m^2$	-
Viscosidad cinemática	N	cm^2/s	-

  - El caudal de diseño de la planta de tratamiento debe ser el caudal máximo diario (QMD) cuando se cuente con almacenamiento, o en su defecto el caudal máximo horario; más el 5% - 10% por perdidas por lavado.

- **Sistema de cribado:**

→ Rejillas:

La rejilla de captación es el elemento base del diseño, la cual debe ser proyectada con barras transversales o paralelas a la dirección de la corriente.

Es importante contemplar los siguientes elementos:

  - Caudal correspondiente al nivel de aguas mínimas en el río.
  - El caudal requerido por la población que se va abastecer.
  - El nivel máximo alcanzado por las aguas durante las crecientes, con un periodo de retorno mínimo de 20 años.
  - La inclinación de la rejilla.
  - Separación entre barrotes.
  - Ancho de la rejilla.
  - Velocidad del flujo en la rejilla.
  - Coeficiente de perdidas menores en la rejilla.

→ Trampas de grasas y aceites:

Es importante contemplar los siguientes elementos:

- Tiempo de detención.
- Ancho y longitud de la unidad.
- Control de olores.

- **Desarenador:**

Es importante contemplar los siguientes elementos:

- Diseñarlo con el caudal máximo diario (QMD).
- Preferiblemente debe existir un desarenador con dos módulos que operen de forma independiente.
- Ubicación: Existen unas restricciones para la ubicación de este sistema, asociadas al tamaño, tasas superficiales, velocidad de sedimentación y velocidad de resuspensión.
- Capacidad hidráulica.
- Velocidad de sedimentación.
- Velocidad horizontal.
- Influencia de los procesos de tratamiento posterior al desarenador.
- Accesorios y dispositivos: La normatividad tiene unos requerimientos específicos.
- Desarenadores con niveles variables.
- Desarenadores con remoción manual.

- **Coagulación – Mezcla rápida:**

Es importante contemplar los siguientes elementos:

- Coagulante.
- Tipo de dosificador.
- Dosis óptima.
- Prueba de jarras.
- Gradiente hidráulico
- Tiempo de retención hidráulica
- Velocidad del flujo
- Mezcladores hidráulicos como la canaleta Parshall.

- **Floculación:**

Es importante contemplar los siguientes elementos:

- Las unidades de floculación y mezcla rápida deben ubicarse lo más cerca posible. En caso de que esto no sea viable, el flujo del agua a través del canal o ducto de transporte entre las dos unidades no debe tener una velocidad menor de 1.0 m/s.
- Floculadores hidráulicos: Floculador de flujo horizontal, floculador de flujo vertical, floculador Alabama y floculador de flujo helicoidal.

GOBº LIBRE E INDEPTE DE CUNDINCA

- Floculadores mecánicos.
- Tiempo de retención hidráulica
- Gradiente de velocidad de energía.
- Velocidad del flujo.
- Número de cámaras.
- Volumen de la unidad.
- Velocidad periférica.
- Dimensionamiento del agitador.

- **Sedimentación:**

Es importante contemplar los siguientes elementos:

- Sedimentadores de flujo horizontal, vertical o de alta tasa.
- Sedimentador con manto de lodos.
- Estudios estadísticos de calidad del agua cruda que cubran por lo menos un periodo de lluvia y uno seco.
- Prueba de jarras.
- Para el correcto diseño y construcción de las plantas de tratamiento, se deben efectuar ensayos de tratabilidad del agua, con muestras tomadas en el punto de captación, en lo posible cubriendo un ciclo hidrológico anual completo.
- Zona de entrada.
- Diámetro de los orificios.
- Zona de sedimentación.
- Zona de salida.
- Zona de recolección de lodos.
- Tiempo de detención.
- Carga superficial.
- Velocidad de flujo.
- Altura del agua.
- Pendiente longitudinal.
- Descarga de lodos.
- Dimensiones.
- Número de unidades.
- Profundidad.
- Número de Reynolds.
- Estudio de lodos.



- **Filtración:**

Es importante contemplar los siguientes elementos:

- Filtración rápida.
- Filtración lenta.
- Composición de los lechos filtrantes.

- Profundidad.
- Capa profunda.
- Las partículas deben ser duras, resistentes, de forma preferiblemente redondeada sin esquistos ni partículas extrañas, libre de lodo, arcilla o materias orgánicas.
- Lechos de arena.
- Características de la arena. Cu y Cd.
- Características de la antracita. Cu y Cd.
- Lechos de antracita.
- Soporte del medio filtrante.
- Velocidad de entrada.
- Velocidad de filtración.
- Altura del agua sobre el lecho.
- Pérdida de carga.
- Número de unidades.
- Sistema de lavado de la unidad.
- Velocidad de lavado.
- Sistemas de lavado.
- Métodos de aplicación del agua de lavado.
- Sistema de drenaje.
- Dispositivos de raspado de la capa superficial.
- Tanque de almacenamiento del agua tratada.

- **Desinfección:**

Es importante contemplar los siguientes elementos:

→ Se establecen los estudios previos que deben realizarse, los productos químicos que se pueden emplear, las condiciones óptimas de operación y los criterios que deben ser considerados en el momento de seleccionar el tipo de desinfectante, entre otros:

- Cloración.
- Ozonación.
- Dióxido de cloro.
- Rayos ultravioleta.
- Debe realizarse ensayos a nivel de laboratorio para determinar la dosis óptima de desinfectante y las condiciones adecuadas de operación.
- Método concentración-tiempo.
- Quiste Giardia.
- Curva de demanda de cloro.
- Concentración de cloro residual.
- Tanque de contacto.
- Cloradores.
- pH óptimo.

- **Estabilización - Ablandamiento:**

Es importante contemplar los siguientes elementos:

- Estabilización con reactivos alcalinos.
- Precipitación química.
- Intercambio iónico.
- Oxígeno disuelto.
- Tasa de flujo.
- Tasa de regeneración.
- Dosis de sal.
- Tiempo de contacto.

- **Control de sabor y olor:**

Es importante contemplar los siguientes elementos:

- Aeración.
- Adsorción sobre carbón activado.

Todas las estructuras de control de caudales, deben garantizar que el sistema de tratamiento no se sobrecargue hidráulicamente.

- **Manual de Operación y Mantenimiento de la PTAP**

Se debe elaborar los manuales para cada uno de los sistemas de tratamiento propuestos, que contemple por lo menos los siguientes aspectos:

- Introducción y datos de la institución.
- Descripción operativa de la planta de tratamiento para cada uno de sus componentes, con sus normas generales y específicas para operación y mantenimiento, incluyendo el procedimiento para la puesta en marcha.
- La organización de la planta de tratamiento para su administración, operación, mantenimiento y demás actividades relacionadas con el proceso de tratamiento.
- Un plan de contingencia que contemple las acciones a realizar en el evento de que los sistemas proyectados no funcionen o en caso de corte de energía; adicionalmente, que contemple las acciones necesarias para minimizar los impactos ambientales negativos y daños por posibles inundaciones que puedan presentarse durante la vida útil del proyecto.
- El manual debe ser presentado con un marco teórico, en forma de cartilla ilustrativa y con diagrama de flujo. Debe presentar además los formatos de registro y control específicos al sistema de tratamiento diseñado, de manera tal que permita al prestador llevar un histórico en medio físico y magnético de las labores de control de calidad, operativas y de mantenimiento, utilizando herramientas de computo en donde se elaboren las hojas de vida de la infraestructura y aditamentos componentes del sistema, estableciendo un

programa de seguimiento y control, con el fin de garantizar el conocimiento de las acciones y actividades de operación y mantenimiento realizadas, sus costos y demás que permitan las acciones tendientes a la eficiente prestación del servicio.

- **Otros procesos**

  - Tanque de contacto de cloro.
  - Tanque de almacenamiento.
  - Medición de caudal efluente.
  - Tratamiento y manejo de lodos
  - Instrumentación.
  - Procesos alternativos de acuerdo con el tipo de planta.
  - Olores y vectores

Adicionalmente, debe presentarse un diagrama de flujo de la planta completa, con todas sus válvulas, equipos y las instrucciones de como operar el sistema en condiciones normales y en condiciones de emergencia. Debe presentar todos los cálculos de los equipos de dosificación de insumos químicos acorde con las necesidades, al igual que los cálculos de equipos de bombeo que sean requeridos para la eficiente operación del sistema de tratamiento

Es indispensable anexar, debidamente clasificados todos los catálogos de los fabricantes, de los equipos y elementos diseñados, además de garantizar respaldo técnico de fácil acceso. Deben diseñarse como mínimo dos unidades en cada uno de los componentes de la infraestructura y aditamentos del sistema de tratamiento que faciliten las actividades operativas y de mantenimiento sin restringir la prestación del servicio.

EL CONSULTOR deberá apoyar al municipio, asociación, JAC; en la solicitud todos los permisos ambientales requeridos para garantizar la ejecución de las obras, como lo es el permiso de vertimientos líquidos, generados, producto de la operación del sistema.

EL CONSULTOR debe calcular el costo por unidad de agua producida (m3), para lo cual se deben tener en cuenta los costos de construcción, operación y mantenimiento. Realizará una proyección financiera que permita visualizar los requerimientos de tratamiento año a año durante el horizonte del proyecto.

EL CONSULTOR estará obligado a capacitar al personal encargado de operar el sistema de tratamiento, actividad que debe involucrar un documento de capacitación con contenidos programáticos, que deben ser aprobados por la interventoría, que permitan al operador manipular eficientemente los procesos de tratamiento a implementar. Soportará al Alcalde Municipal en la realización de la gestión para el proceso de evaluación certificación por competencia laboral ante el SENA hasta la fase de evaluación, en la titulación 180201002 Operación de sistemas de potabilización de agua y sus normas y elementos de competencia

EL CONSULTOR estará en la obligación de presentar la propuesta técnica económica de los equipos e insumos requeridos para el control de calidad del agua, acorde con la Res 2115 de 2007, según el número de habitantes proyectados para el horizonte del proyecto, de tal manera que el prestador tenga herramientas con las cuales pueda realizar el control permanente del sistema de potabilización. Se deben proyectar los costos mensuales de insumos y reactivos en los que debe incurrir el prestador para poder cumplir con este objetivo.

3.7. Optimización del modelo hidráulico

Para el componente de Acueducto, con la información y estudios de detalle, levantamiento de precisión realizada sobre el corredor definitivo, sitio de ubicación exacto de las diferentes estructuras que componen el sistema y definición de las redes de suministro, EL CONSULTOR optimizará el modelo hidráulico y se optimizará el sistema de acueducto. EL CONSULTOR preparará todos los planos en planta- perfil y de detalle del sistema, secciones con las cimentaciones de instalación, cuadros de especificaciones de accesorios, estructuras, despieces, notas para la construcción, cruces, detalles de pasos elevados o subfluviales, cruces viales, estructuras especiales, y en general toda la infraestructura del diseño de detalle.

EL CONSULTOR adicionalmente preparará, si es del caso para el sistema diseñado y existente, un programa de optimización del sistema, con análisis para la disminución del índice de agua no contabilizada (IANC) al menos en los referente a la implementación de macro medición, control de fugas y clandestinas, micro medición, programas de rehabilitación y renovación del sistema de redes existente, elementos que permitan optimizar la operación del sistema como sectorizaciones y planes de mantenimiento, uso eficiente del agua y ahorro, operación y mantenimiento del sistema de almacenamiento domiciliario.

3.8. Aspectos Ambientales

EL CONSULTOR deberá preparar toda la documentación necesaria para que Empresas Públicas de Cundinamarca SA ESP apoye a los entes prestadores de servicios públicos y/o Alcaldías Municipales y/o asociaciones y/o corporaciones y/o JAC soliciten a las Autoridades Ambientales los permisos, concesiones y autorizaciones requeridas por la ley para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables o para el desarrollo de actividades que afecten o puedan afectar el medio ambiente, para así cumplir con la normatividad ambiental vigente.

- **Estudios de Impacto Ambiental**

EL CONSULTOR establecerá para cada uno de los componentes del proyecto los impactos positivos y negativos generados por la ejecución de trabajos de campo de la consultoría, como durante la ejecución de la obra 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 del acápite especial.

Se dará información relevante respecto a permiso de concesión de agua, requerimientos de caudal, ocupación de cauces, ocupación de predios, aprovechamiento forestal, disponibilidad de canteras y disposición de escombros en el área de estudio.

El plan de manejo para la ejecución de la interventoría será presentado a la interventoría la cual lo aprobará y le hará seguimiento.

La construcción de las obras propuestas en los estudios y diseños generará impactos negativos y positivos en su zona de influencia, lo cual requiere la estructuración de un plan de manejo ambiental que contenga medidas diseñadas para evitar, prevenir, controlar y/o mitigar impactos ambientales que afecten los componentes biótico, abiótico, paisaje y social, y que pongan en riesgo la construcción del proyecto.

Por lo anterior, EL CONSULTOR debe 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. Ésta evaluación tiene como propósito garantizar el desarrollo sostenible con su entorno social y ambiental, según las normas colombianas aplicables.

Una vez estructurado y aprobado el Plan de Manejo Ambiental, EL CONSULTOR debe 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, Ciudad y Territorio MVCT o en las diferentes autoridades ambientales.

Para el PMA EL CONSULTOR deberá realizar un análisis comparativo de los efectos y riesgos inherentes a la obra o actividad y de las posibles soluciones, además de cuantificar las medidas de mitigación y control para cada una de las alternativas.

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 mismos, 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 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.

3.9. Programa De Gestión Social

EL CONSULTOR concertará con la Administración Municipal los diferentes mecanismos de convocatoria y lugares de realización de las diferentes actividades de presentación del proyecto y/o educativas.

EL CONSULTOR diseñará como material de apoyo educativo, folletos y/o plegables, que contengan la temática que se trabajará durante la estrategia educativa, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas dadas por la Interventoría.

Dada la importancia de unificar los criterios para interactuar con la comunidad y las autoridades municipales, asociaciones, corporaciones, JAC de común acuerdo con la interventoría, EL CONSULTOR preparará un plan de gestión social en el municipio y los acueductos que básicamente debe incluir una estrategia para interactuar con la comunidad, la estrategia educativa tanto para el manejo de la etapa de la obra como para la actual de consultoría. Debe incluirse la capacitación a los operarios de planta para el manejo ésta.

El Plan de Gestión Social será aprobado por la interventoría.

3.10. Especificaciones Técnicas

El diseño deberá precisar las especificaciones técnicas de cada uno de los elementos del proyecto, incluyendo las normas técnicas relacionadas, los detalles de materiales, condiciones de recibo, cantidades, unidades de medida, forma de pago y medidas que se apliquen al proyecto. Adicionalmente, el diseño deberá incluir los procedimientos constructivos recomendados para la construcción de las obras.Igualmente preparará la lista de cantidades de obra, precios unitarios del proyecto y el suministro de tubería, incluyendo el respectivo AIU (Administración, Imprevistos y Utilidad) para la conformación del presupuesto de obra, de acuerdo con los ítems de pago establecidos dentro de las especificaciones técnicas, agrupados debidamente por componentes.

Deberá adjuntarse el respectivo análisis del AIU, según los exigido en la Resolución 0661 del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio.

Paralelamente preparará los estudios y documentos previos (estudios de conveniencia y oportunidad) de cada obra, para la respectiva contratación.

3.11. Presupuesto de obra

Con base en los diseños definitivos, EL CONSULTOR preparara las cantidades de obra, los suministros de tubería, los precios unitarios, los cuales deberán ser independientes en el presupuesto, detallando cada uno de los Ítems soportados por su respectivo análisis de precios unitarios.

La descripción del ítem debe ser lo suficientemente clara. En el caso de las excavaciones deberá incluir la profundidad de excavación a la cual se realizó el análisis del APU, los rellenos deberán incluir el % de compactación, resistencia de los concretos, etc.

No se admitirán ítems globales.

Junto con el presupuesto debe adjuntarse la respectiva memoria de cálculo de las cantidades de obra que soportan el presupuesto.

3.12. Aspectos financieros

Una vez que EL CONSULTOR haya definido el presupuesto del proyecto, resultante de los estudios y diseños realizados, se conforma el plan financiero del mismo con el apoyo de Empresas Públicas de Cundinamarca SA ESP.

3.13. Cronograma de ejecución de las obras con flujo de fondos e inversiones

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 Project.

Así mismo deberá estimar el costo del servicio requerido de Interventoría del proyecto, que hará parte del plan financiero.

Se formulará el plan tentativo de ejecución del proyecto, 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.

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.

3.14. Presentación de planos y documentos

EL CONSULTOR suministrará los planos en medio magnético y en físico original y dos (2) copias heliográficas de 0,60 m x 0.90 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.

La escala de los dibujos y la presentación de los mismos, así como el manejo de los archivos magnéticos en el formato que se establezca en el Acta de Inicio del contrato.

En los planos de las obras hidráulicas se deberá dibujar los perfiles hidráulicos y en la parte inferior se indicará en espacios separados las abscisas, cota de terreno, cota piezométrica, presión disponible, etc.

Los planos entregados producto de este estudio deberán ser firmados por el contratista, el diseñador, y el interventor; si los planos se refieren al diseño de sistemas especiales deberán además ser firmados por el profesional especialista en el área.

Los planos entregados deben ser planos constructivos, estar debidamente acotados, a escalas adecuadas, en el caso de los planos estructurales deberá incluir la cartilla de hierros.

En general, para la aplicación de normas y especificaciones técnicas relacionadas con los diseños, planos, memorias, etc., se tendrá en cuenta lo señalado en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento RAS y sus actualizaciones del hoy Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Los Informes de diseño definitivos que incluyen los informes de presentación de planos, memorias de cálculo, estudios y diseños definitivos, donde se deben incluir los resultados, recomendaciones y conclusiones del desarrollo de las actividades descritas en los términos de referencia y otros temas que EL CONSULTOR haya considerado de importancia y que tengan relación con los estudios, deberán ser aprobados por la interventoría.

Los proyectos que EL CONSULTOR deberá presentar ante el mecanismo de viabilización deben cumplir lo establecido en las Resoluciones 0379 de Junio de 2012 y 504 de 2013 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio o las que la modifiquen o adicionen, o, con la Resolución 672 de 2015 del mismo Ministerio, cuando el proyecto vaya a ser presentado al Mecanismo Departamental de Viabilización de proyectos, o con lo establecido por cualquier otra entidad que financie inversiones en el sector de agua potable y saneamiento básico a la cual se vaya a presentar el proyecto resultado de la consultoría; y deberán contar con la aprobación de la interventoría y realizar correcciones si fueren necesarias. Finalmente, EL CONSULTOR deberá entregar a Empresas Públicas de Cundinamarca SA ESP los proyectos ya viabilizados.

EL CONSULTOR podrá presentar proyectos completos individuales por municipios, centros poblados y/o sistemas regionales que fueren necesarios con el fin de agilizar los procesos posteriores.

Informe Final - Este Informe deberá incluir las observaciones y correcciones dadas por la Interventoría del estudio. Deberá además incluir el documento final de los Estudios y

Diseño y un documento de resumen ejecutivo del desarrollo de los Estudios y Diseños por cada municipio incluidos centros poblados y/o sistemas regionales si existen.

EL CONSULTOR deberá entregar los informes mencionados anteriormente y los proyectos resultantes de la Consultoría con todos sus anexos en original y dos (2) copias, así como en forma magnética (CDs) compatible con las aplicaciones de software disponibles en Empresas Públicas de Cundinamarca SA ESP.

En los documentos de presentación de los resultados, EL CONSULTOR deberá referenciar al final de los mismos, la bibliografía utilizada, citando las posibles fuentes de consulta.

3.15. Gestión del riesgo de desastres en la formulación de proyectos de agua y saneamiento básico

En la formulación de proyectos de infraestructura para la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, se debe tener en cuenta lo dispuesto en el artículo 42 de la Ley 1523 del 2012 y su decreto reglamentario 2157 de 2017, o la norma que lo modifique o sustituya.

De acuerdo con la escala, complejidad y naturaleza del proyecto, se deberán identificar las condiciones de amenaza y vulnerabilidad y definir los estudios de detalle que mitigarán los riesgos a los que pueda estar expuesta la infraestructura propuesta. Para este fin se cuentan con herramientas metodológicas desarrolladas por el sector, las cuales pueden servir de guías como el manual de buenas prácticas "Gestión del riesgo en sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, conforme al reglamento técnico de agua y saneamiento RAS VERSIÓN 2020".

IV. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO AL MECANISMO DE VIABILIZACIÓN DE PROYECTOS

EL CONSULTOR deberá obtener la viabilidad del proyecto de acuerdo con lo establecido en la metodología reglamentada por el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio con las Resoluciones 0330 de 2017, 0799 de 2021, 1063 de 2016, 0661 de 2019 y la resolución 0672 de 2015 o las que lo modifiquen o sustituyan expedidas por dicho Ministerio, mediante las cuales se establecen los requisitos de presentación y aprobación de proyectos en el marco del PDA, a los cuales, como es de su conocimiento debemos acogernos en calidad de Gestor del Plan Departamental para el Manejo Empresarial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Agua y Saneamiento en el Departamento de Cundinamarca PDA, además del decreto 1077 del 26 de mayo de 2015 por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Además, EL CONSULTOR debe conocer todos los requisitos del mecanismo de evaluación y viabilización de proyectos que corresponda, pues es responsabilidad de éste efectuar todos los estudios y diseños exigidos, por lo que podrá ser requerido por parte de dicho mecanismo para que realice los ajustes y correcciones pertinentes a los proyectos, presente y aclare dudas e inquietudes que surjan de la evaluación del proyecto, de tal forma que se introduzcan oportunamente.



PARTE 2 - ESTUDIOS TÉCNICOS COMPLEMENTARIOS

I. ESTUDIOS DE SUELOS

1.1. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE

Dentro de los Proyectos desarrollados por la Empresa de Servicios públicos de Cundinamarca, se tiene la valoración y optimización de los sistemas de Acueductos y Alcantarillados existentes o la necesidad de desarrollar estos sistemas nuevos para los Municipios de Cundinamarca. En el desarrollo de estos Proyectos es importante hacer un estudio de suelos antes de construir una infraestructura. La falta del estudio de suelos puede ocasionar un colapso de estructuras ubicadas puntualmente o estructuras en línea. El Estudio de Mecánica de Suelos, es un documento suscrito por un especialista reconocido y acreditado en mecánica de suelos, a través del cual determina la resistencia del terreno sobre el que se desplantan las estructuras hidráulicas, incluyendo las casetas de protección de equipos, edificaciones de laboratorios, y cuartos de control entre otras. Este mismo estudio sirve de base para determinar el tipo de cimentación a utilizar, las medidas de protección definitivas y durante la construcción; teniendo en cuenta tanto el terreno, como construcciones existentes; y el manejo del agua superficial y de nivel freático.

Este estudio cubre los requisitos para llevar a cabo una investigación geotécnica exhaustiva. La investigación consistirá en un programa de perforación del suelo con ensayos de campo y de laboratorio asociados, que dará como resultado información detallada sobre el diseño para la preparación del emplazamiento y el diseño de cimientos que componen los sistemas de Acueducto, Alcantarillado y sus correspondientes tratamientos. El estudio de suelos permite conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo, y su composición estratigráfica, es decir las capas o estratos de diferentes características que lo componen en profundidad, y por cierta ubicación de agua (freática), si las hubiere.

1.2. NORMATIVIDAD Y REQUERIMIENTOS MÍNIMOS

Teniendo en cuenta la necesidad de mejoramiento de infraestructura hidro-sanitaria y los múltiples factores que interrumpen la prestación de los servicios públicos, se genera la necesidad de contar con los medios necesarios para brindar insumos necesarios y de calidad, a los diseños que para tal fin se realicen en el Departamento de Cundinamarca en el sector de agua potable y saneamiento básico, se requiere realizar dentro de los estudios básicos para estos diseños, el estudio de suelos a la infraestructura de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico (según requiera cada Proyecto), cuyas actividades para toma de muestras deberán ejecutarse conforme a las condiciones técnicas propias de cada uno de los requerimientos que se llegaren a presentar en los municipios ubicados en las provincias Bajo Magdalena, Gualivá, Sabana Occidente, Almeidas, Guavio, Medina, Oriente, Magdalena Centro,

Rionegro, Alto Magdalena, Sabana Centro, Soacha, Sumapáz, Ubaté y Tequendama. En el Anexo A se informa al Consultor de Suelos la lista de estructuras, equipos, dimensiones aproximadas y peso aproximado de los elementos que conforman cada sistema de Acueducto y/o alcantarillado para el Proyecto en específico.

1.3. REFERENCIAS

Todas las normas referentes a los estudios de suelos, NSR 10- Título H, Resolución MVCT 0672 de 2015 (2.2.1.2.2) y la resolución MVCT 0661 de 2019, y Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y saneamiento Básico (RAS) Resolución MVCT 0330 de 2017, Resolución MVCT 0799 de 2021, Resolución 0908 de 2021 con sus correspondientes actualizaciones, a las que se hace referencia en las secciones de este requerimiento, deben ser las últimas ediciones.

En la formulación de proyectos de infraestructura para la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, se debe tener en cuenta lo dispuesto en el artículo 42 de la Ley 1523 del 2012 y su decreto reglamentario 2157 de 2017, o la norma que lo modifique o sustituya.

De acuerdo con la escala, complejidad y naturaleza del proyecto, se deberán identificar las condiciones de amenaza y vulnerabilidad y definir los estudios de detalle que mitigarán los riesgos a los que pueda estar expuesta la infraestructura propuesta. Para este fin se cuentan con herramientas metodológicas desarrolladas por el sector, las cuales pueden servir de guías como el manual de buenas prácticas "Gestión del riesgo en sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, conforme al reglamento técnico de agua y saneamiento RAS VERSIÓN 2020".

1.4. MUESTRAS DE SUELOS

Estas deben ser realizadas tomando los sondeos a la profundidad y cantidad que exige la tabla H.3.2.1 de NSR-10, por cada unidad estructural.

EL CONSULTOR de Suelos deberá anexar un listado de los equipos empleados para toma de muestras dentro de su cotización. (En el informe final que hará parte del contrato incluirá calibración de los que se requiera).

Dentro del Informe contratado se debe como mínimo presentar los siguientes ítems, además de los requeridos en el ítem G.2 del RAS:

- Planta general con localización de sondeos
- Realización de apiques a 3 m de profundidad para casetas pequeñas y unidades sanitarias o estructuras de menor tamaño.
- Determinación de los niveles freáticos en cada sector
- Extracción de muestras para análisis y ensayos de laboratorio;
- Ensayos mínimos a realizar para toma de muestras y laboratorio (1):

PARÁMETRO
Pruebas de penetración standart y /o veleta de campo y penetrómetro de bolsillo RPI y RPR
Tomas de muestras con muestreadores de pared delgada, tipo Shelby.
Ensayo de resistencia a la penetración estándar SPT
Análisis granulométrico de suelos por tamizado: Lavado sobre tamiz No. 200
Determinación del peso específico de los suelos y del llenante mineral – Método del picnómetro
Determinación del límite líquido de suelos NTC-4630-99
Límite plástico e índice de plasticidad de suelos
Determinación en el Laboratorio del contenido de agua (Humedad del suelo, roca y mezclas de suelo-agregado) - contenido de humedad
Contenido de materia orgánica.
Consolidación unidimensional de los suelos rápida de un ciclo de carga y descarga
Compresión inconfinada en muestras de suelos

- Ensayos a realizar para estudios especializados:

PARÁMETRO
Ensayos de desgaste en la máquina de los Ángeles
Ensayo de expansión libre (lambe) para determinar las condiciones expansivas de los suelos.
Ensayo de expansión controlada
Ensayo de potencial del índice de colapso.
Ensayo de corte directo, tipo CU (Consolidado no drenado)
Ensayo de corte directo, tipo CD (Consolidado drenado)
Ensayo de corte directo, tipo UU (Consolidado no drenado)

- Determinación de los perfiles estratigráficos del suelo, posibles fallas geológicas, identificación de deslizamientos antiguos o procesos de remoción activos.

1.5. ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES:

El informe geotécnico final deberá ser completado y entregado a Empresas públicas de Cundinamarca después de finalizado el trabajo de campo e incluirá la siguiente información de diseño de la base, además de lo indicado en el capítulo G2 del RAS *Resumen del origen geológico del sector*, haciendo alusión a lo que se refiere a la localización del Proyecto.

- Interpretación de los resultados de investigación y posibles mecanismos de falla, estabilidad de taludes y recomendaciones para las obras que requieren excavaciones.
- Análisis de capacidad portante del suelo y recomendaciones de cimentación para las estructuras, y tuberías de tamaño o localización que lo requieran y no pueda ser tipificado.

- Análisis de empujes activos de tierras y obtención de diagramas y coeficientes de diseño para sistemas de contención y muros de tanques por empujes activos y por empujes dinámicos (empuje sísmico) de tierras conforme a la teoría de Mononobe-okabe según título H.8 de la NSR-10. Debe incluir todos los factores para evaluación y los factores de seguridad a superar para el diseño.
- Deberá proporcionarse resistencia lateral de todas las cimentaciones. Esta información incluirá la presión pasiva para todos los estratos del suelo, así como para el material de relleno recomendado y el coeficiente de fricción o adhesión entre la base de base y los diversos materiales de la subrasante. EL CONSULTOR geotécnico también recomendará factores de seguridad y métodos para combinar estos parámetros de resistencia lateral.
- Presiones activas y en reposo del suelo que se utilizarán en el diseño de muros de contención, pozos y pozos subterráneos.
- Caracterización del tipo de perfil de suelo y zona de riesgo sísmico de conformidad con el numeral A.2.4.4 de la NSR-10.
- Cimentaciones recomendadas para todos los tipos de equipos, edificaciones y tuberías. Se proporcionará una descripción general de los tipos de equipo al consultor geotécnico antes del programa de perforación de campo.
- Recomendaciones constructivas: subbase de apoyo, capacidad portante, nivel de desplante o apoyo, recomendaciones de mejoramiento de suelo y colocación de las tuberías.
- Se deben analizar posibles licuaciones en el sitio donde serán implantadas las líneas y las estructuras.
- Cálculo de asentamientos en los sitios en que serán implantadas las estructuras y las líneas de peso que estime el ingeniero geotecnista.
- En el informe incluir la elevación de la capa freática, en todo el sitio, y su fluctuación esperada en la elevación con la estación, si es que la hay.
- Si se requieren pilas, la recomendación de diseño deberá incluir: El tipo y tamaño de las pilas, la capacidad descendente, de elevación y lateral de cada pila.
- Si se requieren pilotes: espaciado mínimo de pilotes y cualquier reducción de capacidad debido al efecto de grupo Elevación final de la punta y / o resistencia final.
- Datos de diseño de los anclajes de roca si se requieren, que dan tensiones de adherencia permisibles, resistencias de corte a la roca o una resistencia a la tracción permisible por pie de incrustación en la roca de sonido (especifique la profundidad en cada ubicación y tamaño de anclaje).
- Recomendaciones relativas a la excavación y el diseño de cimentaciones de grandes fosas y estructuras, si procede, incluidas:
    - Excavación abierta.
    - Excavación de pilotes de tablones con o sin tirantes.
    - Pared de lechada u otro método aplicable.
    - Hoyo y estructura que llevan a la misma elevación.
    - Estructura que lleva a una elevación más alta que el pozo.
- Estudio de estabilidad de laderas:
  Donde las condiciones geológicas, hidráulicas y de pendiente lo exijan, se deben realizar estudios particulares de estabilidad de laderas de acuerdo con la sección H.4.4.

de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR–10 o la normatividad que la reemplacen o complementen, cuando no se hayan incluido como parte de los estudios geotécnicos preliminares o definitivos. Cuando las entidades municipales o regionales hayan definido las zonas en las cuales sean de obligatoria ejecución los estudios de estabilidad de laderas con base en las características geológicas, hidráulicas y de pendiente del terreno, el estudio geotécnico debe atender este aspecto.

EL CONSULTOR deberá realizar un diagnóstico de la problemática que se presenta, en la cual manifieste la pertinente viabilidad del proyecto a construir, en dicho informe se deberán plantear las alternativas de mitigación a la problemática presentada. En aquellos municipios o acueductos donde se detecte, o exista evidencia de problemas por remoción en masa, falla de taludes por crecientes y avalanchas, etc., que de una forma u otra puedan afectar los sistemas de redes que se van a estudiar en el sistema de potabilización, generar inundaciones, y por lo tanto, impacten el sistema de drenaje del municipio o su área de influencia, deben ser puestos oportunamente de manifiesto dentro de la etapa de diagnóstico, con un presupuesto para AVR para que la interventoría, la supervisión, e inclusive las autoridades departamentales o municipales o nacionales, o quienes tengan competencia en la atención de estos eventos de riesgo, tomen las decisiones que correspondan y puedan afectar el desarrollo del contrato.

1.6. REQUERIMIENTOS DE EXPLORACIÓN (CANTIDAD, PROFUNDIDAD), SEGÚN TIPO DE ESTRUCTURA

El número mínimo de sondeos, se define de acuerdo con la variabilidad del subsuelo y el Nivel de Complejidad del Sistema definido en el RAS.

- Profundidad de los sondeos.

  Para excavaciones, los sondeos deben llevarse al menos hasta la mínima profundidad de las siguientes alternativas, contada a partir de la superficie del terreno antes de excavar: a) Dos (2) veces la profundidad de excavación final prevista en el punto de sondeo. b) Aquella en la que el decremento de esfuerzos totales en el terreno causado por la excavación sea igual al 10% del esfuerzo total original en el fondo de la excavación, siempre que no se encuentre roca a profundidades inferiores. c) En los casos en que se encuentre roca firme o suelos muy duros a profundidades inferiores a las determinadas en los literales anteriores a) o b), pero superiores a la profundidad de excavación, en proyectos con nivel de complejidad media y baja los sondeos, podrán suspenderse al llegar a estos materiales. Para proyectos con Nivel de Complejidad alta, los sondeos deben penetrar 2 m como mínimo. En los casos en que se encuentre roca firme o suelos duros a profundidades inferiores a la profundidad de excavación, los sondeos deben llevarse como mínimo a 2 m por debajo del nivel de excavación (*de conformidad con el RAS-2000 NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA – Apectos Complemetarios, literal d*).

A continuación, se indica una relación de cantidad de exploración mínima para estructuras nuevas:

ÍTEM	TIPO DE ESTRUCTURA - NUEVA				
	**TIPO DE EXPLORACIÓN/MÍNIMA	Apique/ Trinchera	Barreno manual	Mecánica por percusión y lavado	Mecánica por rotación
	TIPO DE SUELO / PROFUNDIDAD MÍNIMA RECOMENDADA	1,2, y 2	1,2, y 3	4,5,	6,7,8,9
1	Cimentaciones de tuberías sanitarias		Cada 200 m	Cada 200 m	Cada 200 m
2	Cimentaciones de tubería pluvial		Cada 200 m	Cada 200 m	Cada 200 m
3	Plantas de tratamiento cuya dimensión máxima puede ser de 20x17, 5m. Estas pueden ser en superficie, enterradas o semienterradas.		2	3	3
4	Tanques de almacenamiento de dimensión máxima de 25x20. Estas pueden ser en superficie, enterradas o semienterradas.		2	3	3
5	Obras de captación	2	2	2	2
6	Obras de descole	2	2	2	2
7	Desarenadores	2	2	2	2
8	Cajas de válvulas enterradas o semienterradas	2	2	2	2
9	Tanques espesadores de lodos 3m de altura y diámetro máximo de 10m. Enterrados y semienterrados		2	2	2
10	Lechos de secado		2	2	2
11	Casas para laboratorios de aguas(de un piso)		2	2	2
12	Casas para controles de motores eléctricos(ósea con tableros), 1 piso		2	2	2
13	Fundaciones para bombas pequeñas como de 150kg y para plantas eléctricas 500k		1	1	1
14	Piscinas en concreto de 50m2 con profundidades que varían entre 0,50 y 2m.		2	2	2
15	Pozos de alcantarillado de alturas de 0 a 2,5 m		2	2	2

**Según, clasificación RAS-2000 G.2.3.1.1

**Se debe cumplir adicionalmente con lo mínimo establecido por el RAS-2000 capítulo G.2.y demás disposiciones del RAS.

1.7. RESISTIVIDAD DEL TERRENO

El suelo es de naturaleza heterogénea; varía por su composición según las condiciones del medio. Aunque se pueden clasificar de diversas formas los suelos, por ejemplo, en arcilloso, arenoso y rocoso, no se puede atribuir una resistividad específica a un tipo de suelo, y si se realizan mediciones se pueden encontrar diversos valores de resistividad.

Estimaciones basadas en la clasificación del suelo conducen sólo a valores gruesamente aproximados de la resistividad. Por tanto, es necesario tomar mediciones directamente en el sitio donde quedará ubicada la puesta a tierra.

El método de los cuatro puntos de Wenner es el método más preciso y popular, el método obtiene la resistividad del suelo para capas profundas sin enterrar los electrodos a dichas profundidades; no es necesario un equipo pesado para realizar las medidas; los resultados no son afectados por la resistencia de los electrodos auxiliares o los huecos creados para hincarlos en el terreno.

El método debe ser utilizado enterrando pequeños electrodos tipo varilla, en cuatro huecos en el suelo, a una profundidad "b" y espaciados (en línea recta) una distancia "a" como se ilustra en la figura:

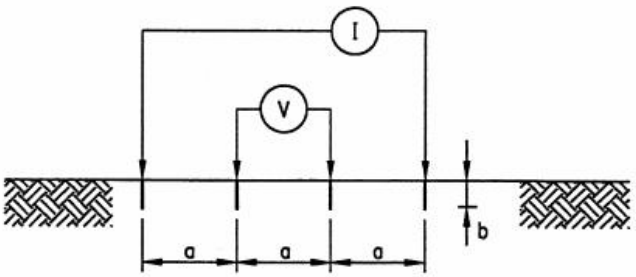


Figura Método de Medición

Una corriente "I" se inyecta entre los dos electrodos externos y el potencial "V" entre los dos electrodos internos es medido por el instrumento. El instrumento mide la resistencia R (=V/I) del volumen de suelo cilíndrico de radio "a" encerrado entre los electrodos internos. La resistividad aparente del suelo ρa, a la profundidad "a" es aproximada por la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{4\pi Ra}{\left(1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{2a}{\sqrt{4a^2 + 4b^2}}\right)}$$

Dado que en la práctica la distancia "a" es mucho mayor que la profundidad de enterramiento "b", la ecuación se simplifica de la siguiente manera:

$$\rho = 2\pi Ra$$

Para determinar el cambio de la resistividad del suelo con la profundidad, el espaciamiento entre electrodos se varía desde unos pocos metros hasta un espaciamiento igual o mayor que la máxima dimensión esperada del sistema de puesta a tierra (por ejemplo, la mayor distancia posible entre 2 puntos de una malla, o la profundidad de las varillas). El espaciamiento "a" del electrodo se interpreta como la profundidad aproximada a la cual se lee la resistividad del

suelo. Para caracterizar la variación de la resistividad del suelo dentro de un área específica, se deben realizar varios grupos de medidas (perfiles) en diferentes direcciones.

Diferentes lecturas tomadas con varios espaciamientos alineados dan un grupo de resistividades (perfil), que cuando son graficadas contra el espaciamiento, indican si hay capas diferentes de suelo y dan una idea de su respectiva profundidad y resistividad.

El entregable debe consistir en una ficha como la que se relaciona en el formato 1 del presente documento.

El Informe debe contener conclusiones y recomendaciones.

1.8. PROCEDIMIENTO DE CALIDAD DEL SERVICIO

Se define el siguiente procedimiento:

Para la toma de muestras de suelo (sondeos o apiques) desde la fuente a analizar, deberá enviarse el personal con el equipo técnico correspondiente al sitio.

Una vez tomadas las muestras, estas deben ser analizadas de acuerdo a las normas ASTM indicadas para cada una debido a daño en las condiciones de evaluación de la muestra.

1.9. PROGRAMA DE CALIDAD DEL MUESTREO

1.9.1. Preservación de las muestras

Una de las principales dificultades del muestreo es la preservación de la representatividad de la muestra, ya que la composición física, química y microbiológica inicial debe ser mantenida invariable durante el periodo que transcurre desde la recolección de la muestra de agua hasta la realización de los análisis en los laboratorios respectivos. Si el tiempo transcurrido es muy largo, se pueden producir cambios significativos en la composición física, química y microbiológica de la muestra debido a la inestabilidad de sus diversos constituyentes.

1.9.2. Cadena de custodia

Todas las muestras recolectadas, tanto para control como para vigilancia, deben seguir un proceso que asegure la integridad de éstas hasta el reporte de los resultados. Ese proceso de control y seguimiento llamado Cadena de Custodia se inicia desde el momento en que se toma la muestra y se cierra el recipiente que la contiene y termina en el momento en que, después de ejecutados los análisis y reportados los resultados, ésta se desecha.

Es necesario tener en cuenta el tiempo de retención, que es el intervalo de tiempo entre la recolección y el análisis, en general mientras más corto sea el tiempo que pasa entre la recolección de una muestra y su análisis, más confiables serán los resultados analíticos, Es

imposible establecer exactamente cuánto tiempo debe permitirse como tiempo de retención pues depende de la muestra, de los análisis y de las condiciones de almacenaje.

1.9.3. Identificación y registro de la muestra

Cada uno de los recipientes donde se recolecte una muestra, una vez ha sido llenado y tapado, debe ser rotulado identificando el código del punto de muestreo.

- Información relacionada con la medición en el sitio y las observaciones que podrían tener influencia adicional sobre los resultados.
- Fecha y hora de muestreo.

El registro de campo o acta de toma de la muestra, si se trata de la diligencia de vigilancia, debe llenarse mientras se realiza el muestreo y se constituye en el documento más importante de la cadena de custodia. Una vez este registro o acta de toma de muestra se ha diligenciado, debe firmarse por las partes que intervinieron y colocarse exteriormente en la caja que contiene las muestras con algún tipo de adhesivo.

Las muestras deben ser entregadas lo más pronto posible al laboratorio. El registro de campo o acta de toma de muestras debe mantenerse intacto durante todo el procedimiento. Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Los recipientes que contengan muestras deben marcarse en forma clara y durable para permitir su identificación en el laboratorio sin ninguna ambigüedad.
- Al momento del muestreo es necesario observar numerosos detalles que permitirán una interpretación correcta de la información obtenida. Estos detalles se pueden lograr mediante el diligenciamiento de las etiquetas o formatos diseñados para tal fin, inmediatamente después de la recolección de la muestra, de modo que sea fácilmente identificada.
- Es importante registrar el tipo de mediciones efectuadas y las variaciones ambientales del sitio tales como condiciones del clima y observaciones inusuales.
- Se puede pegar al recipiente, la tarjeta o etiqueta con la información requerida; pero con frecuencia se mojan al transportar las muestras refrigeradas al laboratorio y la información puede quedar ilegible. En estos casos el sistema de numeración es preferible.
- Identificar el recipiente con un número, deseablemente escrito con lápiz No.2 y que consigne la información necesaria en el acta de toma de muestras, la cual debe ser diligenciada completamente.
- Para asegurarse de no perder la información puede resultar mejor identificar la muestra, tanto por medio de una etiqueta o tarjeta como por una hoja de identificación de muestra.

1.9.4. Transporte de las muestras de suelo hasta el laboratorio

Independientemente de la cantidad de muestras y del medio de transporte que se utilice para llevarlas al laboratorio, deben seguirse las siguientes recomendaciones para su remisión al laboratorio que las va a analizar:

- Entregar lo más pronto posible las muestras con sus actas al laboratorio, según lo indique las normas ICONTEC y ASTM.
- El acta de toma de muestra de datos no debe estar con los recipientes sino en la parte exterior del embalaje, para evitar que se deteriore.
- Los recipientes que contengan las muestras se deben proteger y sellar de tal forma que no se deterioren, ni su contenido sufra ninguna pérdida durante el transporte. El empaque debe proteger los recipientes de una posible contaminación externa y en sí mismo no debe ser fuente de contaminación.
- Para el caso de muestras enviadas por correo, se deberá asegurar la conservación e integridad de éstas, hasta su llegada al laboratorio.

1.9.5. Entrega de muestras al laboratorio

El personal de estos laboratorios encargados de la recepción de las muestras, así como los encargados de la recolección y transporte de las muestras deben seguir las siguientes recomendaciones, especialmente en aquellos laboratorios donde por la complejidad y tamaño de los sistemas de distribución, se procesan muestras recogidas por varios equipos de recolección, o procedentes de varios clientes como es el caso de los laboratorios particulares:

- Las muestras deben registrarse en cuanto lleguen al laboratorio. El procedimiento de entrada y registro de la muestra es importante para los propósitos de la cadena de custodia. La siguiente información debe requerirse en el procedimiento de entrada y registro:
  - Número de código de la muestra.
  - Nombre de la Persona Prestadora, para el caso de los laboratorios de vigilancia o los laboratorios particulares que atienden varios clientes.
  - Nombre del (o los) tomadores de muestras.
  - Número del método de muestreo.
  - Localización de almacenamiento de la muestra.

El recepcionista del laboratorio debe inspeccionar el etiquetado de las muestras y compararlo con la información del registro de campo o acta de toma de muestra de agua si se trata de muestras para vigilancia. Si hay conformidad en esta inspección, el recepcionista del laboratorio firma este documento de vigilancia o control incluyendo la fecha y hora de llegada. Si no hay conformidad, el recolector anota en la parte del formato correspondiente a las observaciones las inconformidades encontradas en la inspección de las muestras y firma el acta incluyendo la fecha y hora de llegada. Para cualquiera que sea el caso anteriormente descrito, le asigna un número o código para su entrada, la registra en el libro del laboratorio y guarda las muestras en el cuarto frío bajo llave hasta que sea asignada a un analista.

Es importante coordinar el envío de las muestras al laboratorio en horas convenientes, con el propósito de realizar los análisis en el horario normal de trabajo y en el mismo día, si es posible.

A su llegada al laboratorio, si es imposible analizar las muestras de inmediato, estás se deben preservar en condiciones tales que eviten cualquier contaminación procedente del exterior del recipiente y que impidan cualquier cambio de su contenido. Para este propósito se recomienda usar gabinetes refrigerados o fríos y lugares oscuros.

1.9.6. Aseguramiento de la calidad del muestreo

El aseguramiento de la calidad es una parte integral de los programas de muestreo. Los datos deben estar bien documentados y ser representativos de las condiciones de monitoreo. Para permitir la comparación entre los diferentes datos estos deben presentarse en unidades estandarizadas prefiriendo el sistema internacional de unidades.

El programa de aseguramiento de la calidad debe incluir la educación y el entrenamiento continuo del personal involucrado en el programa de muestreo de agua para consumo humano.

Un plan de aseguramiento de la calidad efectivo debe definir y documentar los objetivos que afectan la calidad de los datos:

- Documentar los procedimientos operativos en formatos previamente establecidos.
- La participación efectiva en el programa del personal involucrado en el programa de muestreo.
- Un plan de acción integrado y planeado.
- La evaluación de los objetivos establecidos por la Persona Prestadora, especialmente en los programas de muestreo de control y autocontrol.
- Una política para establecer los criterios de los parámetros analíticos (precisión, exactitud, límite de detección) para el monitoreo de las actividades.
- Una política sistemática para la selección y uso de metodologías de medición y de muestreo aprobadas previamente. Se deben usar metodologías aprobadas previamente. En caso contrario deberán establecerse los criterios para documentar, justificar y aprobar la metodología propuesta.
- Establecer criterios para: selección de personal, selección de sitios de muestreo adicionales a los mínimos establecidos por el programa de vigilancia.
- Establecer criterios para recolección, manejo y preservación de muestras, calibración y mantenimiento de instrumentos y equipo, tanto de laboratorio como de campo, auditorías internas en campo y en laboratorio para la aceptación de los datos con la documentación para los organismos correspondientes.
- Establecer auditorías internas bien documentadas.

1.9.7. Maquinaria y equipo especializado

El CONSULTOR deberá ofrecer y demostrar a Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. E.S.P., Maquinaria y Equipo Mínimo de Trabajo, indispensables para atender los requerimientos que se llegaren a reportar a la Entidad. La dimensión del departamento de Cundinamarca, permite definir la exigencia de disponibilidad de un equipamiento mínimo, para laboratorios y estudios de suelos

Garantizar las condiciones de seguridad de los técnicos y operarios recolectores de las muestras, éstos deben estar provistos de la dotación apropiada para trabajar a la intemperie y en lugares públicos.

Vehículo recomendado para hacer el recorrido de toma de muestras de una forma eficiente y segura es un campero o camioneta donde se puedan colocar todos los recipientes y equipos de muestreo en campo.

1.9.8. Costos

De acuerdo al tamaño del área a inspeccionar dependiendo de la estratigrafía encontrada, y las cargas que debe resistir el suelo se deberán profundizar las perforaciones, hasta encontrar suelos con mayor capacidad portante, esto ira de acuerdo a cada solicitud en particular:

ACTIVIDAD	UNID.
Perforación con equipo mecánico a rotación.	ml
Lavado sobre tamiz No. 200	und
Granulometría combinada por tamizado e hidrometría	und
Determinación del peso específico de los suelos y del llenante mineral – Método del picnómetro	und
Determinación del límite líquido de suelos y Límite plástico e índice de plasticidad de suelos	und
Límite de contracción	und
Permeabilidad cabeza constante o variable (materiales cohesivos)*	und
Permeabilidad cabeza constante o variable (materiales granulares)*	und
Consolidación unidimensional de los suelos Rápida de un ciclo de carga y descarga	und
Penetrómetro manual	und
Compresión inconfinada en muestras de suelo	und
Determinación de la resistencia al corte Método del corte directo en suelos no cohesivos (alta tasa de deformación)	und
Determinación de la resistencia al corte Método del corte directo en suelos cohesivos (baja tasa de deformación)	und
Informe y recomendaciones Estudio de Suelos.	und

*Estas actividades se desarrollan dependiendo de cada solicitud en particular.

Actividades Anexas

ACTIVIDAD	UNID.
Medida de resistividad eléctrica del suelo*	línea

1.10. INFORMACIÓN A ENTREGAR

El contratista se compromete a ejecutar desde el registro de campo de los perfiles hasta las muestras rotuladas, con respectivo número de apique, muestra y tipo de muestra.

Para las muestras tomadas en campo se deben realizar los ensayos de clasificación y resistencia:

- Análisis granulométrico de suelos por tamizado
- Lavado sobre tamiz No. 200 INV E 123: 2013
- Granulometría combinada por tamizado e hidrometría INV E 123: 2013
- Determinación del peso específico de los suelos y del llenante mineral – Método del picnómetro INV E 128: 2013
- Determinación del límite líquido de suelos INV E 125: 2013
- Límite plástico e índice de plasticidad de suelos INV E 126: 2013
- Límite de contracción INV E 127-2013
- Contenido de humedad INV E 122:2013
- Medida de resistividad eléctrica del suelo IEEE Std 81-1983 y ASTM G 57-95ª
- Permeabilidad cabeza constante o variable (materiales cohesivos) INV E 130-2013
- Permeabilidad cabeza constante o variable (materiales granulares) INV E 130-2013
- Consolidación unidimensional de los suelos Rápida de un ciclo de carga y descarga INV E 151: 2013
- Penetrómeno manual
- Compresión inconfinada en muestras de suelo INV E 152: 2013
- Determinación de la resistencia al corte Método del corte directo en suelos no cohesivos (alta tasa de deformación) INV E 154-2013
- Determinación de la resistencia al corte Método del corte directo en suelos cohesivos (baja tasa de deformación) INV E 154-2013

Se debe presentar un informe final en el que se incluyan las siguientes actividades: Recuento de todas las actividades desarrolladas, resultados de exploración del subsuelo y resumen de los ensayos de laboratorio. Análisis geotécnicos, conclusiones y recomendaciones sobre el sistema de cimentación más adecuado, tratamiento geotécnico y capacidad portante de los suelos de fundación encontrados.

Todos los Informes deben ir firmados o rotulados con sello seco registrado por profesionales matriculados y facultados para este fin, que cumplan las calidades y requisitos indicados en el Capítulo 2 del Título VI de la NSR-10, quienes obrarán como responsables.

En todos los casos deberán tener matricula profesional y acreditar ante la "Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes" los requisitos de experiencia e idoneidad que se señalan en las siguientes disposiciones. Los profesionales que realicen los estudios Geotécnicos deben poseer una experiencia mayor de cinco (5) años en diseño geotécnico de fundaciones, contados a partir de la expedición de la tarjeta profesional.

FORMATO 1. PARA MEDICIONES DE RESISTIVIDAD

DATOS DEL SITIO

Fecha: _____

Sitio: _____

Municipio: _____ Dirección: _____ Barrio: _____

Proyecto: _____ Cliente: _____

DATOS COMPLEMENTARIOS

Responsable de la medida: _____

Equipo de medida utilizado: _____

Condiciones del terreno: Seco: _____ Húmedo: _____

Observaciones del sitio: _____

REGISTROS DE LAS MEDIDAS

	Perfil 1		Perfil 2		Perfil 3		Resistividad promedio
Espaciamiento "a" (m)	R1 (Ω)	ρ1 (Ω*m)	R2 (Ω)	P2 (Ω*m)	R3 (Ω)	P3 (Ω*m)	ρ =(ρ1+ρ2+ρ3) /3
1							
2							
4							
6							
8							
10							
16							
32							

FORMATO 1. PARA MEDICIONES DE RESISTIVIDAD
NOTAS: - Para las mediciones de resistividad del suelo debe aplicarse el método de Wenner. - Los electrodos y placas deben estar bien limpios y exentos de óxido para posibilitar un buen contacto con el suelo. - Las mediciones deberán realizarse preferiblemente en un periodo seco. No se deben realizar mediciones en condiciones atmosféricas adversas, teniendo en cuenta la posibilidad de ocurrencia de rayos. - Debe utilizarse calzado y guantes aislados para realizar las medidas. - De considerase necesario levantar más perfiles, pueden adicionarse columnas similares y ampliar la anterior. - Para diseño de puesta a tierras de equipos de distribución (Equipos de transformación, maniobra o protección) debe caracterizarse la resistividad como mínimo en dos direcciones perpendiculares, hacia la parte central del terreno. - Para el diseño de mallas de puesta a tierra de instalaciones industriales, comerciales o residenciales, deben efectuarse medidas que cubran toda el área donde quedará la malla. - Como mínimo deberá medirse en dos direcciones perpendiculares hacia la parte central del área del terreno y en dos direcciones o perfiles hacia la periferia, paralelos a los lados del área. - Se deben descartar los valores de resistividad que tengan una desviación mayor al 50% en relación con su promedio. En este último caso, el promedio correspondiente para cada espaciamiento deberá recalcularse nuevamente. - Distancias mayores a 32 metros son adoptadas en el caso de diseño de instalaciones de área de gran tamaño (> 1000 m2).

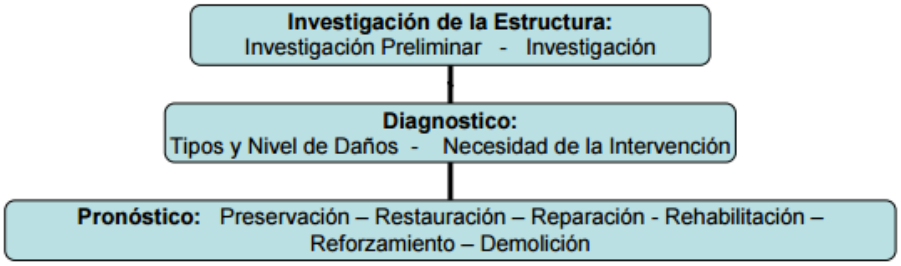
II. PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

2.1. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE

Dentro de los Proyectos desarrollados por la Empresa de Servicios públicos de Cundinamarca, se tiene la valoración y optimización de los sistemas de agua potable y saneamiento básico existentes o la necesidad de desarrollar estos sistemas nuevos para los Municipios de Cundinamarca. En el desarrollo de los Proyectos existentes se tiene que hay estructuras que forman parte del sistema que es necesario evaluar debido a su tiempo de construcción o su estado físico antes de considerarla en la solución definitiva dentro del sistema. La falta del estudio de patología previa y (según sus resultados) un estudio de vulnerabilidad complementario, puede ocasionar un colapso de dicha estructura, un mal funcionamiento posterior que ocasione un sobrecosto en el tiempo durante su operación, u ocasionen una emergencia sanitaria por falla en el evento de agentes externos como un sismo. El Estudio Patológico, es un documento suscrito por un especialista reconocido y acreditado en estructuras y o materiales, a través del cual determina los procesos y características de los daños o fallas que pueden presentar en las estructuras o los materiales que las componen, que en este caso corresponden a: estructuras hidráulicas, las casetas de protección de equipos, edificaciones de laboratorios, y cuartos de control entre otros, que este mismo estudio sirve de base para determinar el diagnóstico estableciendo el nivel de daño y el pronóstico que

determina si es viable seguir con el estudio de Vulnerabilidad, la intervención de la estructura por daños leves o el reemplazo de la misma.

Este estudio cubre los requisitos para llevar a cabo una investigación patológica exhaustiva. La investigación consistirá en un programa de inspección visual, levantamiento de la estructura y ensayos de campo y laboratorio asociados, que dará como resultado diagnóstico detallado para determinar el paso a seguir en estudios o intervenciones.



Fuente: Metodología de evaluación en Patología estructural- Leonardo Carreño y otro.

Se aclara que, en estos estudios de Patología, otro de los pronósticos corresponde al Estudio de Vulnerabilidad, ya que si los materiales que constituyen la estructura no cumplen las mínimas normatividades y adicionalmente la estructura presenta fallas visibles que pongan en riesgo su comportamiento estructural, ya no sería apropiado técnicamente continuar con el Estudio de Vulnerabilidad sísmica, y no se incurriría en este costo innecesario.

2.2. NORMATIVIDAD Y REQUERIMIENTOS MÍNIMOS

Teniendo en cuenta la necesidad de mejoramiento de infraestructura agua potable y saneamiento básico y los múltiples factores que interrumpen la prestación de los servicios públicos, se genera la necesidad de contar con los medios necesarios para brindar insumos necesarios y de calidad, a los diseños que para tal fin se realicen en el Departamento de Cundinamarca en el sector de agua potable y saneamiento básico, para lo que se requiere realizar dentro de los estudios básicos para estos diseños, el estudio de patología y/o vulnerabilidad sísmica a las estructuras existentes que vayan a ser intervenidas, de la infraestructura de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico (según requiera cada Proyecto), cuyas actividades para toma de muestras deberán ejecutarse conforme a las condiciones técnicas propias de cada uno de los planteamientos que se llegaren a presentar en los municipios ubicados en las provincias Bajo Magdalena, Gualivá, Sabana Occidente, Almeidas, Guavio, Medina, Oriente, Magdalena Centro, Rionegro, Alto Magdalena, Sabana Centro, Soacha, Sumapáz, Ubaté y Tequendama. En este documento, se informa al Consultor de Patología la lista de estructuras, equipos y los elementos que conforman cada sistema de agua potable y saneamiento básico, según el proyecto.

2.3. REFERENCIAS

Todas las normas referentes a los estudios de suelos, NSR 10- Título A, C, F, E según el tipo de estructura, y para la patología y vulnerabilidad tener en cuenta lo indicado en el título A.10,

que, aunque dirigido principalmente a edificaciones establece las pausas, junto con lo indicado en el título C23 para la evaluación de estructuras hidráulicas. Adicionalmente considerar la Resolución 0672 de 2015 (2.2.1.2.2) y la resolución 0661 de 2019, y lo indicado en el RAS con sus correspondientes actualizaciones, basadas en las Normas ACI 318, ACI350, y AIS 180-13 para estructuras de concreto y LRFD para estructuras metálicas, a las que se hace referencia en las secciones de este requerimiento, deben ser las últimas ediciones.

2.4. MUESTRAS DE MATERIALES

Estas deben ser realizadas de acuerdo a las normas Nacionales de ICONTEC, NSR-10 Titulo C y RAS e internacionales de ACI y ASTM.

EL CONSULTOR de Patología deberá anexar un listado de los equipos empleados para toma de muestras dentro de su cotización. (En el informe final que hará parte del contrato incluirá calibración de los que se requiera).

Dentro del Informe contratado se debe como mínimo presentar los siguientes ítems, además de los requeridos en el RAS:

Levantamiento topográfico para establecer la localización, e implantación de la estructura con sus correspondientes coordenadas y levantamiento estructural, acompañado de un mapa de fisuras y otros hallazgos que se observe están comprometiendo la estructura.

Ensayos a los materiales

Ensayos mínimos a realizar en el capítulo de toma de muestras y laboratorio

PARÁMETRO
Ensayo de extracción de núcleos de concreto para la obtención de la resistencia del concreto. (La Cantidad de muestras será indicada por Empresas Públicas de Cundinamarca SA ESP en el momento de la Contratación).
Índice de esclerómetro
Determinación de la posición y diámetro de las armaduras mediante ferroscan
Determinación del espesor de recubrimiento
Ensayo de permeabilidad a muestras de concreto (núcleos extraídos)
Profundidad de carbonatación
Determinación de la despasivación de las varillas de refuerzo

Coordinación con el Estudio geotécnico de Apiques o sondeos en la cimentación de la estructura, en caso de que se observe algún tipo de asentamiento o falla que Empresas Públicas de Cundinamarca SA ESP haya detectado y cuyo estudio geotécnico haya detectado.

2.5. ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES:

El informe patológico final deberá ser completado y entregado a Empresas públicas de Cundinamarca según la solicitud específica realizada, después de finalizado el trabajo de campo e incluirá la siguiente información de diseño de la base, además de lo indicado en el RAS, y de acuerdo a cada uno de los elementos indicados en el Formato 2 de este documento.

- Plano Topográfico de cada estructura con plantas y cortes del mismo. Amarrar con coordenadas de Proyecto.
- Plano de levantamiento estructural con mapa de fisuras.
- Interpretación de los resultados de investigación y posibles mecanismos de falla, estabilidad de la estructura y recomendaciones para proseguir con el estudio de vulnerabilidad sísmica, o su manteamiento si la estructura no está estructuralmente comprometida o su demolición total según sea el caso.
- Conclusiones de la comparación de hallazgos en mediciones y calidad de materiales, versus los planos de diseño y construcción si son suministrados por Empresas Públicas de Cundinamarca SA ESP ó el Municipio.
- Recomendaciones constructivas relacionadas con la patología realizada: subbase de apoyo, capacidad portante, nivel de desplante o apoyo, recomendaciones de mejoramiento de suelo y colocación de las tuberías.
- Cantidades de obra estimadas para reparaciones y su correspondiente presupuesto estimado ó cuadro comparativo de cotizaciones de los estudios de vulnerabilidad sísmica.

2.6. PROCEDIMIENTO DE CALIDAD DEL SERVICIO

Se define el siguiente procedimiento:

Una vez tomadas las muestras, estas deben ser analizadas de acuerdo a las normas ICONTEC y ASTM indicadas para cada una debido a daño en las condiciones de evaluación de la muestra.

2.7. PROGRAMA DE CALIDAD DEL MUESTREO

2.7.1. Preservación de las muestras

Una de las principales dificultades del muestreo es la preservación de la representatividad de la muestra, ya que la composición física, química y microbiológica inicial debe ser mantenida invariable durante el periodo que transcurre desde la recolección de la muestra de agua hasta la realización de los análisis en los laboratorios respectivos. Si el tiempo transcurrido es muy largo, se pueden producir cambios significativos en la composición física, química y microbiológica de la muestra debido a la inestabilidad de sus diversos constituyentes.

2.7.2. Cadena de custodia

Todas las muestras recolectadas, tanto para control como para vigilancia, deben seguir un proceso que asegure la integridad de éstas hasta el reporte de los resultados. Ese proceso de control y seguimiento llamado Cadena de Custodia se inicia desde el momento en que se toma

la muestra y se cierra el recipiente que la contiene y termina en el momento en que, después de ejecutados los análisis y reportados los resultados, ésta se desecha.

Es necesario tener en cuenta el tiempo de retención, que es el intervalo de tiempo entre la recolección y el análisis, en general mientras más corto sea el tiempo que pasa entre la recolección de una muestra y su análisis, más confiables serán los resultados analíticos, Es imposible establecer exactamente cuánto tiempo debe permitirse como tiempo de retención pues depende de la muestra, de los análisis y de las condiciones de almacenaje.

2.7.3. Identificación y registro de la muestra

Cada uno de los recipientes donde se recolecte una muestra, una vez ha sido llenado y tapado, debe ser rotulado identificando el código del punto de muestreo.

- Información relacionada con la medición en el sitio y las observaciones que podrían tener influencia adicional sobre los resultados.
- Fecha y hora de muestreo.

El registro de campo o acta de toma de muestra de agua, si se trata de la diligencia de vigilancia, debe llenarse mientras se realiza el muestreo y se constituye en el documento más importante de la cadena de custodia. Una vez este registro o acta de toma de muestra se ha diligenciado, debe firmarse por las partes que intervinieron y colocarse exteriormente en la caja que contiene las muestras con algún tipo de adhesivo.

Las muestras deben ser entregadas lo más pronto posible al laboratorio. El registro de campo o acta de toma de muestras debe mantenerse intacto durante todo el procedimiento. Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Los recipientes que contengan muestras deben marcarse en forma clara y durable para permitir su identificación en el laboratorio sin ninguna ambigüedad.

Al momento del muestreo es necesario observar numerosos detalles que permitirán una interpretación correcta de la información obtenida. Estos detalles se pueden lograr mediante el diligenciamiento de las etiquetas o formatos diseñados para tal fin, inmediatamente después de la recolección de la muestra, de modo que sea fácilmente identificada.

Es importante registrar el tipo de mediciones efectuadas y las variaciones ambientales del sitio tales como condiciones del clima y observaciones inusuales.

Se puede pegar al recipiente, la tarjeta o etiqueta con la información requerida; pero con frecuencia se mojan al transportar las muestras refrigeradas al laboratorio y la información puede quedar ilegible. En estos casos el sistema de numeración es preferible.

Identificar el recipiente con un número, deseablemente escrito con lápiz No.2 y que consigne la información necesaria en el acta de toma de muestras, la cual debe ser diligenciada completamente.

Para asegurarse de no perder la información puede resultar mejor identificar la muestra, tanto por medio de una etiqueta o tarjeta como por una hoja de identificación de muestra.

2.7.4. Transporte de las muestras hasta el laboratorio

Independientemente de la cantidad de muestras y del medio de transporte que se utilice para llevarlas al laboratorio, deben seguirse las siguientes recomendaciones para su remisión al laboratorio que las va a analizar:

- Entregar lo más pronto posible las muestras con sus actas al laboratorio, recordando que para muestras de agua potable no deben transcurrir más de seis (6) horas entre el momento de la recolección y su llegada al laboratorio.
- El acta de toma de muestra de datos no debe estar con los recipientes sino en la parte exterior del embalaje, para evitar que se deteriore.
- Los recipientes que contengan las muestras se deben proteger y sellar de tal forma que no se deterioren, ni su contenido sufra ninguna pérdida durante el transporte. El empaque debe proteger los recipientes de una posible contaminación externa y en sí mismo no debe ser fuente de contaminación.
- Para el caso de muestras enviadas por correo, se deberá asegurar la conservación e integridad de éstas, hasta su llegada al laboratorio.

2.7.5. Entrega de muestras al laboratorio

El personal de estos laboratorios encargados de la recepción de las muestras, así como los encargados de la recolección y transporte de las muestras deben seguir las siguientes recomendaciones, especialmente en aquellos laboratorios donde por la complejidad y tamaño de los sistemas de distribución, se procesan muestras recogidas por varios equipos de recolección, o procedentes de varios clientes como es el caso de los laboratorios particulares:

- Las muestras deben registrarse en cuanto lleguen al laboratorio. El procedimiento de entrada y registro de la muestra es importante para los propósitos de la cadena de custodia. La siguiente información debe requerirse en el procedimiento de entrada y registro:
  a) Número de código de la muestra.
  b) Nombre de la Persona Prestadora, para el caso de los laboratorios de vigilancia o los laboratorios particulares que atienden varios clientes.
  c) Nombre del (o los) tomadores de muestras.
  d) Número del método de muestreo.
  e) Localización de almacenamiento de la muestra.

El recepcionista del laboratorio debe inspeccionar el etiquetado de las muestras y compararlo con la información del registro de campo o acta de toma de muestra de agua si se trata de muestras para vigilancia. Si hay conformidad en esta inspección, el recepcionista del laboratorio firma este documento de vigilancia o control incluyendo la fecha y hora de llegada. Si no hay conformidad, el recolector anota en la parte del formato correspondiente a las observaciones las inconformidades encontradas en la inspección de las muestras y firma el acta incluyendo la fecha y hora de llegada. Para cualquiera que sea el caso anteriormente descrito, le asigna un número o código para su entrada, la registra en el libro del laboratorio y guarda las muestras en el cuarto frío bajo llave hasta que sea asignada a un analista. Una vez la muestra está en el laboratorio, el encargado del cuarto frío y los analistas son responsables de su cuidado y vigilancia.

- Las muestras se deben entregar en el laboratorio lo más pronto posible. Como máximo en un término de seis (6) horas desde el momento en que se inició el proceso de recolección. Si no es posible cumplir con este tiempo, se deben prever procedimientos de almacenamiento y preservación para asegurar su entrega en las horas previstas por el laboratorio.
- Es importante coordinar el envío de las muestras al laboratorio en horas convenientes, con el propósito de realizar los análisis en el horario normal de trabajo y en el mismo día, si es posible.
- A su llegada al laboratorio, si es imposible analizar las muestras de inmediato, estás se deben preservar en condiciones tales que eviten cualquier contaminación procedente del exterior del recipiente y que impidan cualquier cambio de su contenido. Para este propósito se recomienda usar gabinetes refrigerados o fríos y lugares oscuros.

2.7.6. Aseguramiento de la calidad del muestreo

El aseguramiento de la calidad es una parte integral de los programas de muestreo. Los datos deben estar bien documentados y ser representativos de las condiciones de monitoreo. Para permitir la comparación entre los diferentes datos estos deben presentarse en unidades estandarizadas prefiriendo el sistema internacional de unidades.

El programa de aseguramiento de la calidad debe incluir la educación y el entrenamiento continuo del personal involucrado en el programa de muestreo de agua para consumo humano.

Un plan de aseguramiento de la calidad efectivo debe definir y documentar los objetivos que afectan la calidad de los datos:

- Documentar los procedimientos operativos en formatos previamente establecidos.
- La participación efectiva en el programa del personal involucrado en el programa de muestreo.
- Un plan de acción integrado y planeado.
- La evaluación de los objetivos establecidos por la Persona Prestadora, especialmente en los programas de muestreo de control y autocontrol.

- Una política para establecer los criterios de los parámetros analíticos (precisión, exactitud, límite de detección) para el monitoreo de las actividades.
- Una política sistemática para la selección y uso de metodologías de medición y de muestreo aprobadas previamente. Se deben usar metodologías aprobadas previamente. En caso contrario deberán establecerse los criterios para documentar, justificar y aprobar la metodología propuesta.
- Establecer criterios para: selección de personal, selección de sitios de muestreo adicionales a los mínimos establecidos por el programa de vigilancia.
- Establecer criterios para recolección, manejo y preservación de muestras, calibración y mantenimiento de instrumentos y equipo, tanto de laboratorio como de campo, auditorías internas en campo y en laboratorio para la aceptación de los datos con la documentación para los organismos correspondientes.
- Establecer auditorías internas bien documentadas.

2.7.7. Maquinaria y equipo especializado

El proponente deberá ofrecer y demostrar a Empresas Publicas de Cundinamarca SA ESP, Maquinaria y Equipo Mínimo de Trabajo, indispensables para atender los requerimientos que se llegaren a reportar a la Entidad. La dimensión del departamento de Cundinamarca, permite definir la exigencia de disponibilidad de un equipamiento mínimo, para laboratorios y estudios de materiales y suelos.

Garantizar las condiciones de seguridad de los técnicos y operarios recolectores de las muestras, éstos deben estar provistos de la dotación apropiada para trabajar a la intemperie y en lugares públicos.

Vehículo recomendado para hacer el recorrido de toma de muestras de una forma eficiente y segura es un campero o camioneta donde se puedan colocar todos los recipientes y equipos de muestreo en campo.

2.7.8. Actividades mínimas a considerar

De acuerdo al tamaño de la estructura a inspeccionar se establecen los siguientes ítems mínimos unitarios, y de común acuerdo y con la experiencia del patólogo se establecerá las cantidades a ejecutar:

PARÁMETRO	Unidad
Extracción de núcleos de 2" o 3"	un
Ensayo de extracción de núcleos de concreto para la obtención de la resistencia del concreto. (La Cantidad de muestras será indicada por EPC en el momento de la Contratación).	un
Ensayo para determinación del módulo elástico	un
Índice de esclerómetro	un

PARÁMETRO	Unidad
Determinación de la posición y diámetro de las armaduras mediante ferroscan	día
Ensayo de permeabilidad para muestras de concreto (núcleos tomados)	un
Profundidad de carbonatación	un
Exploración no destructiva de calidad y estado de fisuración del concreto por ultrasonido	día
Resanes de huecos	un
Regatas en placa para verificación de acero accesible para flexión y cortante	un
Informe de Patología y Planos de Patología, para establecer la localización, e implantación de la estructura con sus correspondientes coordenadas y levantamiento estructural, acompañado de un mapa de fisuras y otros hallazgos que se observe están comprometiendo la estructura.	Gl

Nota: Los planos a entregar con el informe se determinarán con el supervisor del contrato de acuerdo al tipo de estructura.

2.8. INFORMACIÓN A ENTREGAR

Todos los Informes deben ir firmados o rotulados con sello seco registrado por profesionales matriculados y facultados para este fin, que cumplan las calidades y requisitos indicados en el Capítulo 2 del Título VI de la NSR-10, quienes obrarán como responsables.

En todos los casos deberán tener matricula profesional y acreditar ante la "Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes" los requisitos de experiencia e idoneidad que se señalan en las siguientes disposiciones. Los diseñadores estructurales deben acreditar estudios de postgrado o experiencia mayor de cinco (5) años en el área de estructuras. Los diseñadores de elementos no estructurales deben poseer una experiencia mayor de tres (3) años de ejercicio, contados a partir de la expedición de la tarjeta profesional, bajo la dirección de un profesional facultado para tal fin, en una o varias actividades, tales como diseño estructural, diseño de elementos no estructurales, trabajos geotécnicos, construcción, interventora o supervisión técnica, o acreditar estudios de postgrado en el área de Estructuras o Ingeniería Sísmica.

FORMATO 2. LISTADO DE EQUIPOS, ESTRUCTURAS Y ELEMENTOS PARA EVALUACIÓN DE CARGAS DE ESTRUCTURAS A ANALIZAR	
Proyecto:	
Municipio	Elaboró
Listado de Estructuras y Equipos	Fecha

FORMATO 2. LISTADO DE EQUIPOS, ESTRUCTURAS Y ELEMENTOS PARA EVALUACIÓN DE CARGAS DE ESTRUCTURAS A ANALIZAR						
ESTRUCTURA O EQUIPO	DIMENSIONES	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN	PESO ESTIMADO	CENTRO DE MASA (indicar distancia en X Y Z)	ESQUEMA	OBSERVACIONES

III. VULNERABILIDAD SÍSMICA

3.1. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE

Dentro de los proyectos desarrollados por la Empresa de Servicios públicos de Cundinamarca, se tiene la valoración y optimización de los sistemas de agua potable y saneamiento básico existentes o la necesidad de desarrollar estos sistemas nuevos para los Municipios de Cundinamarca, se debe tener en cuenta En el desarrollo de los Proyectos existentes se tiene que hay estructuras que forman parte del sistema que es necesario evaluar debido a su tiempo de construcción o su estado físico antes de considerarla en la solución definitiva dentro del sistema. La falta del estudio de patología previa y un estudio de vulnerabilidad, puede ocasionar un colapso de dicha estructura, un mal funcionamiento posterior que ocasione un sobrecosto en el tiempo durante su operación, u ocasionen una emergencia sanitaria porque los sistemas están sometidos durante su vida útil a la posible acción de eventos extraordinarios de origen natural o antrópico que pueden causar daños y pérdida de su función u operación como sismos, avalanchas, etc. El estudio de vulnerabilidad sísmica, es un documento suscrito por un especialista reconocido y acreditado en estructuras, a través del cual determina mediante análisis de los estudios patológicos y modelación de la estructura actual los procesos y características de los daños o fallas que pueden presentar en las estructuras, que en este caso corresponden a: estructuras hidráulicas, las casetas de protección de equipos, edificaciones de laboratorios, y cuartos de control entre otras.

En cuanto a las estructuras de los sistemas, dependiendo del Nivel de Complejidad del Sistema definido en la RAS, se debe realizar un análisis de su vulnerabilidad ante los posibles eventos identificados, diseñar planes de contingencia para atender las emergencias por la falta del servicio y para su recuperación tan pronto como sea posible, y se debe realizar la intervención de la vulnerabilidad para la reducción de los riesgos en general de todos los sistemas de agua potable y saneamiento básico cubiertos por el alcance del RAS, que estén en proyecto o en

funcionamiento. Mediante el estudio debe determinarse el tipo de intervención de la estructura.

Este estudio cubre los requisitos para llevar a cabo un estudio de vulnerabilidad sísmica. Según Bonnet (2003), la vulnerabilidad sísmica de una estructura se define como la predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño. La vulnerabilidad sísmica se puede realizar a muchas partes de la estructura, entre las cuales sobresalen: - Elementos estructurales - Elementos no estructurales - Contenidos (maquinarias, muebles, enseres y demás elementos que formen el mobiliario de la estructura). Un estudio de vulnerabilidad sísmica no sólo atiende la vulnerabilidad de los elementos estructurales, sino que también, está asociada a la organización humana y a su relación con la infraestructura. Esta relación debe considerar los distintos estados de la infraestructura para las diversas situaciones de desastre. La investigación consistirá en un programa de patología previa y modelación estructural, que dará como resultado diagnóstico detallado para determinar el paso a seguir en intervenciones, o determinación de demolición. Para una estructura altamente vulnerable, es necesario reestructurarla o rehabilitarla, con el objetivo de aumentar su resistencia, disminuir los desplazamientos, aumentar la ductilidad por curvatura y lograr una distribución adecuada de las fuerzas, entre los diferentes elementos resistentes tanto en planta como en altura.

Fuente: Metodología de evaluación en Patología estructural- Leonardo Carreño y otro.

3.2. NORMATIVIDAD Y REQUERIMIENTOS MÍNIMOS

Teniendo en cuenta la necesidad de mejoramiento de infraestructura agua potable y saneamiento básico y los múltiples factores que interrumpen la prestación de los servicios públicos, se genera la necesidad de contar con los medios necesarios para brindar insumos necesarios y de calidad, a los diseños que para tal fin se realicen en el Departamento de Cundinamarca en el sector de agua potable y saneamiento básico, para lo que se requiere realizar dentro de los estudios básicos para estos diseños, el estudio de vulnerabilidad sísmica (posterior a un estudio patológico) a las estructuras existentes que vayan a ser intervenidas, de la infraestructura de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico (según requiera cada Proyecto), cuyas actividades deberán ejecutarse conforme a las condiciones técnicas propias de cada uno de los municipios ubicados en las provincias Bajo Magdalena, Gualivá, Sabana Occidente, Almeidas, Guavio, Medina, Oriente, Magdalena Centro, Rionegro, Alto Magdalena, Sabana Centro, Soacha, Sumapáz, Ubaté y Tequendama. En el Formato 2 de Este documento, se informa al Consultor de Vulnerabilidad Sísmica la lista de estructuras, equipos y los elementos que conforman cada sistema de agua potable y/o saneamiento básico, según el Proyecto.

3.3. REFERENCIAS

Todas las normas referentes a los estudios de suelos, NSR 10- Título A, C, F, E según el tipo de estructura, y para la patología y vulnerabilidad tener en cuenta lo indicado en el título A.10,

que, aunque dirigido principalmente a edificaciones establece las pausas, junto con lo indicado en el título C23 para la evaluación de estructuras hidráulicas. Adicionalmente considerar la Resolución 0672 de 2015 (2.2.1.2.2) y la resolución 0661 de 2019, y lo indicado en el RAS con sus correspondientes actualizaciones, basadas en las Normas ACI 318, ACI350, y AIS 180-13 para estructuras de concreto y LRFD para estructuras metálicas, a las que se hace referencia en las secciones de este requerimiento, deben ser las últimas ediciones.

3.4. REQUERIMIENTO MÍNIMOS

Estos deben ser realizados de acuerdo a las normas Nacionales de ICONTEC, NSR-10 Titulo C y RAS e internacionales de ACI y ASTM.

EL CONSULTOR de Vulnerabilidad deberá anexar una descripción del software empleado para el análisis y el procedimiento esquematizado utilizado en el estudio para la obtención del resultado final.

Dentro del Informe contratado en el capítulo como mínimo presentar los siguientes ítems, además de los requeridos el RAS:

- Resumen de los documentos base encontrados para el estudio, como estudios de suelos, topografías, planos de diseño, planos de construcción, memorias de cálculo previas y otros.
- Resumen del estudio previo de patología y descripción de los inputs que este arroja para el estudio de Vulnerabilidad.

3.5. ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES:

El informe de Vulnerabilidad estructural final deberá ser completado y entregado a Empresas públicas de Cundinamarca según el plazo establecido en el ítem 2.3 "Plazo" de este documento, después de recibido el informe patológico y la información existente de las estructuras, e incluirá la siguiente información de diseño de la base, además de lo indicado en el RAS, y de acuerdo a cada uno de los elementos indicados en el Anexo A.

- Modelamiento de la estructura actual con sus respectivas conclusiones
- Planteamiento de reforzamiento
- Modelamiento de la estructura reforzada
- Diseño de la estructura reforzada
- Especificaciones de construcción para la estructura reforzada
- Recomendaciones constructivas que dependan de los hallazgos del estudio: subbase de apoyo, capacidad portante, nivel de desplante o apoyo, recomendaciones de mejoramiento de suelo y colocación de las tuberías
- Cantidades de obra y presupuesto estimado del reforzamiento.

3.6. PROCEDIMIENTO DE CALIDAD DEL SERVICIO

Se define el siguiente procedimiento:

- Consecución de la información por parte del Contratista (incluye diseños que posean los municipios)
- Visita al sitio para corroborar el informe de patología. Si EL CONSULTOR de patología es el mismo, este requerimiento será obviado.
- Visita al sitio para corroborar el levantamiento topográfico. Si EL CONSULTOR de patología es el mismo, este requerimiento será obviado.

3.7. ACTIVIDADES MÍNIMAS A CONSIDERAR

De acuerdo al tamaño de la estructura a inspeccionar se establecen los siguientes ítems mínimos unitarios, y de común acuerdo y con la experiencia del patólogo se establecerá las cantidades a ejecutar:

3.8. ACTIVIDADES DE CONSULTORÍA

PARÁMETRO	Unidad
Informe de Vulnerabilidad, incluye modelamiento, y conclusiones, cantidades de obra estimadas básica a la alternativa seleccionada. Incluye presupuesto estimado de obra.	Gl
Memoria de Cálculo y Planos de reforzamiento de la Estructura. Incluye modelamiento, diseños y conclusiones, cantidades de obra estimadas definitivas. Incluye especificaciones y detalles de construcción y presupuesto estimado de obra.	Gl

Nota: Este estudio será realizado cuando el estudio de Patología Estructural arroje que la rehabilitación de la Estructura es factible, por lo que el estudio patológico se constituirá en el dato de entrada para este.

Adicionalmente se tomará como dato de entrada el estudio de suelos que se realice para este estudio de Vulnerabilidad sísmica.

3.9. INFORMACIÓN A ENTREGAR

Todos los Informes deben ir firmados o rotulados con sello seco registrado por profesionales matriculados y facultados para este fin, que cumplan las calidades y requisitos indicados en el Capítulo 2 del Título VI de la NSR-10, quienes obrarán como responsables.

En todos los casos deberán tener matricula profesional y acreditar ante la "Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes" los requisitos de experiencia e idoneidad que se señalan en las siguientes disposiciones. Los diseñadores estructurales deben acreditar estudios de postgrado o experiencia mayor de cinco (5) años en el área de estructuras. Los diseñadores de elementos no estructurales deben poseer una experiencia mayor de tres (3) años de ejercicio, contados a partir de la expedición de la tarjeta profesional, bajo la dirección de un profesional facultado para tal fin, en una o varias

actividades, tales como diseño estructural, diseño de elementos no estructurales, trabajos geotécnicos, construcción, interventora o supervisión técnica, o acreditar estudios de postgrado en el área de Estructuras o Ingeniería Sísmica.

IV. GESTIÓN PREDIAL

La gestión predial debe desarrollarse de conformidad con la normatividad respectiva; por tanto, EMPRESAS PÚBLICAS DE CUNDINAMARCA S.A. E.S.P., vigilará el cumplimiento por parte del contratista, de la normatividad y del proceso señalado en las Leyes 9ª de 1989, 388 de 1997, 1682 de 2013 (art 38) y 1742 de 2014 (art. 10), Decretos 738 de 2014 y 1420 de 1998; así como la Resolución 0661 de 2019 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, sus normas complementarias, adicionales o modificatorias y todas aquellas expedidas sobre la materia.

El contratista deberá tener en cuenta las condiciones sociales de los propietarios e incorporar en su gestión todos los mecanismos para garantizar un manejo de respeto, equidad y transparencia en los procedimientos a implementar en cada caso concreto.

El contratista ejecutará las actividades necesarias para el desarrollo del contrato bajo criterios de legalidad, transparencia, economía, eficiencia, eficacia y demás principios de la contratación administrativa, teniendo especial cuidado de cumplir a cabalidad con las actividades descritas en los términos de referencia, el contrato y los procesos y procedimientos de gestión predial y social establecidos por la normatividad correspondiente y adelantar su ejecución dentro de los parámetros establecidos en las leyes, teniendo en cuenta la prelación normativa establecida por el ordenamiento jurídico colombiano.

Los insumos deberán estar debidamente elaborados y suscritos por personal calificado en cada caso, con el fin de obtener alta calidad en los insumos entregados; el contratista deberá entregar la documentación requerida, de acuerdo con las especificaciones establecidas, confrontando en todo caso la información técnica (áreas levantadas en terreno, información catastral, urbanismo, etc.) con la obtenida en los títulos (folio de matrícula, escritura pública, etc.), de tal forma que exista correlación en los documentos presentados (planos, fichas prediales y los documentos jurídicos)

4.1. PREFACTIBILIDAD - ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Dentro de esta fase, EL CONSULTOR deberá escoger de manera concertada con las demás áreas y campos pertinentes, la alternativa que brinde la solución más adecuada dentro de las condiciones técnicas, económicas, ambientales, sociales y las demás inherentes a cada proyecto, teniendo como base la información preliminar existente, la recopilada y la desarrollada por EL CONSULTOR.

4.1.1. INFORME PREDIAL

Para cada una de las alternativas EL CONSULTOR deberá realizar un documento que cumpla con los siguientes lineamientos:

4.1.2. OBJETIVOS

4.1.2.1. Objetivo General

- Determinar la afectación predial causada por la alternativa.

4.1.2.2. Objetivos Específicos

- Precisar las áreas de afectación predial que garanticen la protección de las instalaciones y obras requeridas, éstas deben estar en concordancia con la normatividad técnica vigente.
- Caracterizar el estado Normativo, Jurídico y de Titularidad de los predios que conforman el inventario de afectación predial.
- Estimar los precios de las afectaciones prediales, todo esto en concordancia con la normatividad vigente en materia catastral, metodologías valuatorias y demás normas concordantes.
- Establecer los costos del proceso de gestión predial.
- Evaluar los riesgos inherentes a la gestión predial y que pueden dificultar dicho proceso.

4.1.3. ALCANCE

- Aplicar la norma técnica vigente, en cuanto a la determinación de los anchos de fajas a lo largo de los ejes y/o áreas que garanticen la protección de las instalaciones y obras requeridas por la alternativa.
- Realizar estudios y análisis prediales preliminares orientados a la identificación predial, tal identificación tendrá como base la información catastral (Base Predial) producida por el organismo oficial bien sea el IGAC, catastros descentralizados o las entidades que los reemplacen en estas funciones. A su vez, se deberá obtener con la vigencia más reciente a la fecha de entrega del informe, con esta información es posible determinar las áreas de afectación predial y realizar un inventario predial.
- De acuerdo con los alcances del diseño y con el inventario predial, se deberá determinar para cada predio la clase de afectación o afectaciones que recaen sobre este. Tal clasificación comprende la enajenación o imposición de servidumbres (ver Tabla 1), esto incluye las obras adicionales que requieran áreas para su construcción.
- EL CONSULTOR deberá gestionar la documentación vigente y cualquier proyecto de modificación que el municipio esté desarrollando sobre el ordenamiento territorial (EOT, PBOT, POT) con sus respectivos anexos cartográficos. Con ello realizar un análisis donde se identifiquen los usos de suelo, restricciones urbanísticas, intensidad, dinámica de desarrollo, y caracterización de Amenazas y Riesgos. En dicho análisis se

deberá advertir sobre los puntos críticos que para la gestión predial tendría la alternativa al ser desarrollada sobre los usos identificados. También se advertirá sobre el grado de conflicto potencial que pudiese existir entre la alternativa, los usos normados, actividades establecidas, construcciones y asentamientos existentes.

- EL CONSULTOR realizará una investigación predial que le permita establecer el titular del predio afectado, teniendo como base lo estipulado en el Folio de Matricula Inmobiliaria (FMI) o consulta de Ventanilla Única de Registro (VUR), con fecha de expedición no mayor a tres meses con relación a la fecha de entrega del informe. Esta investigación incluirá de ser necesario la consulta ante la Agencia Nacional de Tierras (ANT) o la entidad que le sustituya en sus funciones en caso de predios baldíos.
- Con base en esto, EL CONSULTOR elaborará una matriz jurídica donde se establezcan la existencia o no de gravámenes, limitaciones al dominio, falsas tradición, procesos de pertenencia, condiciones resolutorias y demás que puedan dificultar la consecución o habilitación de las áreas afectadas. Para los predios sometidos al régimen de propiedad horizontal o condominio, se debe elaborar un diagnóstico jurídico por cada inmueble afectado y sobre el predio matriz. Además, sobre las segregaciones o englobes identificados y que puedan modificar el número de predios afectados, se deberá elaborar una relación que servirá de insumo para el proceso de factibilidad dentro de la consultoría, pero no estará en la obligación de identificarlos espacialmente.
- Cuando el FMI se encuentre cerrado, se deberá realizar una relación de los FMI segregados o resultantes de englobe, esta relación solo contendrá aquellos FMI que no hayan sido consignados en el diagnóstico anterior. Si el predio tiene matricula inmobiliaria en formato antiguo EL CONSULTOR lo incluirá en la tabla de afectación predial y tendrá que anexar la solicitud para la conversión del sistema antiguo al sistema actual.
- EL CONSULTOR deberá realizar las siguientes consultas y/o verificaciones para cada uno de los predios afectados:
    - Establecer la existencia de procesos de extinción de dominio sobre el Predio.
    - Verificar si el predio está incluido en el Registro de Tierras Despojadas y Abandonadas Forzosamente.
    - Consultar si sobre el predio recaen procesos judiciales de restitución.
    - Determinar si existen medidas de protección inscritas por la vía individual o colectiva a favor del propietario, en los términos de la Ley 387 de 1997 y el Decreto 2007 de 2001.
- EL CONSULTOR deberá realizar las siguientes consultas y/o verificaciones para cada una de las áreas afectadas por la alternativa:
    - Verificar las redes y activos de servicios públicos, activos e infraestructura de la industria del petróleo, infraestructura vial, infraestructura de tecnologías de la información y las comunicaciones, que se sobrepongan con las áreas afectadas.
    - Determinar si dentro de las áreas afectadas existen declaratorias de patrimonio urbano, arquitectónico, cultural y arqueológico.
    - Identificar los recursos, bienes o áreas objeto de autorización, permiso o licencia ambiental o en proceso de declaratoria de reserva, exclusión o áreas protegidas.

- Verificar si sobre el área de influencia directa de la alternativa existen comunidades étnicas establecidas.
- Establecer si sobre las áreas afectadas existen títulos mineros en proceso de adjudicación, otorgados, existentes y en explotación.

- EL CONSULTOR deberá gestionar a través de las autoridades Catastrales correspondientes las Zonas Homogéneas Físicas (ZHF) y Zonas Homogéneas Geoeconómicas (ZHG) o sus homólogos, dicha información deberá tener la vigencia más reciente que la autoridad catastral haya producido y que cubra las zonas afectadas.
- A través de un proceso de caracterización física, se evaluarán los cambios que tuvieren las ZHF con relación a las condiciones actuales de la zona de interés, estos cambios serán la base de unas nuevas zonas físicas (ZFR). También se realizará una caracterización económica tanto de la zona de interés como del entorno o área de influencia indirecta de la alternativa, esto permitirá evaluar en términos relativos los precios catastrales de suelo (ZHG) y la realidad manifestada en el mercado de tierras. Con base en las ZFR y la caracterización económica, se procederá a realizar una estimación de los precios comerciales del suelo, se deberá prestar especial atención a aquellas zonas en donde las variables físicas que modifican el precio del suelo no presenten correlación positiva con los precios comerciales encontrados, esto con el ánimo de evitar sesgos y altas variaciones de precios dentro de zonas que teóricamente se deben comportar de forma similar. De esta manera, se generan nuevas Zonas de Valor de Suelo (ZVS) que reflejan de una mejor forma la realidad económica del suelo, tal estimación tendrá como base un sondeo de mercado que requerirá al menos tres ofertas de mercado por cada ZVS generada, en caso de no existir ofertas de mercado EL CONSULTOR realizará una estimación de precios basados en las rentas que genera el mejor y mayor uso de la zona estudiada. Todas las ofertas de mercado inmobiliario deberán estar georreferenciadas y ser verificables por parte de EPC, los cálculos de renta deberán estar sustentados en fuentes confiables que emitan costos y precios de venta sobre la actividad económica base del cálculo. Las ZVS y las ZFR solo abarcan la zona de afectación predial.
- EL CONSULTOR realizará una tipificación física de construcciones existentes en las zonas afectadas por la alternativa, y así determinará un precio unitario para cada tipo. De la misma manera, se realizará una tipificación de los cultivos permanentes y semipermanentes existentes, para también encontrar un precio por unidad de área. Los análisis de precios unitarios (APU) deben estar basados en fuentes confiables de información y tendrán en cuenta la ubicación del proyecto, se deberán referenciar las fuentes, anexar los APU, fotografías de cada tipología constructiva y de cultivos. Se deberá identificar para cada elemento del inventario predial las construcciones y cultivos que serán afectados por el proyecto, con ello se calcularán los costos asociados.
- Con base en los precios de suelo, construcción y cultivos estimados en los anteriores procesos, EL CONSULTOR calculará el valor de la afectación predial para cada área afectada.
- Determinar los costos de la Gestión predial, es decir calcular los costos relacionados a los procesos que se requieren para la adquisición de las áreas de afectación predial o

la imposición de servidumbres y adelantar dicho procedimiento de manera eficiente. Se deben incluir costos de ficha predial, estudio de títulos, avalúo comercial y el proceso de enajenación o imposición de servidumbre según corresponda.

- Con base en los anteriores análisis, EL CONSULTOR evaluará las amenazas y riesgos que son inherentes a las características de la alternativa que dificultarían o entorpecerían el proceso de gestión predial.

4.1.4. ENTREGABLES

Todos los documentos deberán estar suscritos por un profesional competente, y se anexará copia de la matricula profesional cuando corresponda.

El informe contendrá como mínimo: Objetivos, análisis de información existente, presentación de alternativas, análisis de alternativas, selección de alternativa, conclusiones, recomendaciones. El capítulo de análisis de alternativas desarrollará: análisis de ordenamiento territorial, consultas, análisis predial, diagnóstico jurídico, costos de afectación predial, costos de gestión predial, evaluación de riesgos y amenazas para gestión predial. Dentro de las conclusiones se justificará la elección hecha por la que se ha determinado la mejor alternativa. Las recomendaciones estarán direccionadas en advertir los riesgos y rutas críticas que en materia de gestión predial tiene la alternativa seleccionada, propondrán acciones y soluciones que debe seguir el futuro gestor predial.

Así mismo, se entregará por parte del consultor los siguientes productos:

- Plano catastral con cada una de las alternativas (Formato GP-F343).
- Para cada una de las alternativas los planos catastrales en donde se identifiquen de forma individual cada una de las áreas afectadas y predio afectado (Formato GP-F343).
- Inventario catastral de áreas de afectación predial por cada una de las alternativas.
- Consultas
- Costos de suelo para cada una de las áreas de afectación predial por cada alternativa.
- Costos de construcciones y cultivos para cada una de las áreas de afectación predial por cada alternativa.
- Costos de gestión predial para cada uno de los predios afectados por cada alternativa.
- Matriz de diagnóstico jurídico.

Como anexos digitales al informe se tendrán:

- FMI o consultas VUR.
- Las tablas de costos, inventarios y diagnósticos jurídicos se entregarán en formato xlsx.
- Los planos se entregarán en formato pdf y el archivo asociado mxd o qgs.
- Ofertas de mercado inmobiliario y cálculos de renta.
- APU de construcciones y cultivos.
- Normas de ordenamiento territorial vigentes.
- Con la información recolectada y/o generada por EL CONSULTOR se deberá construir una base de datos espacial bien sea en formato sqlite, postgres o geodatabase; esta

base de datos deberá tener metadatos y diccionario de datos. La base de datos espacial deberá tener como mínimo las siguientes capas geográficas:

- Diseño de cada alternativa.
- Áreas de afectación predial por cada alternativa.
- Base catastral suministrada por la autoridad catastral.
- Los anexos cartográficos del ordenamiento territorial.
- Ofertas de mercado inmobiliario y cálculos de renta.
- ZHF y ZHG suministradas por la autoridad catastral.
- Zonas Físicas (ZFR) y Zonas de Valor (ZVS) generadas por EL CONSULTOR.
- Capas geográficas relacionadas con el proceso de consultas.

4.1.5. PROFESIONALES REQUERIDOS

- Profesional en avalúos: Profesional en Ingeniería Catastral y Geodesia o en ingeniería civil, arquitectura o afines, con tres (3) años de experiencia especifica en avalúos enproyectos de infraestructura, con Registro Abierto de avaluadores(R.A.A), en las categorías urbana y rural.
- Profesional Técnico Predial: Profesional en Ingeniería Catastral y Geodesia, con experiencia especifica de dos (2) años en proyectos de Infraestructura como residente predial.
- Profesional Jurídico Predial: Profesional del Derecho. Con dos (2) años de experiencia especifica en proyectos de infraestructura para el área predial.

Los porcentajes dedicación para cada uno de los profesionales estarán ajustados a lo establecido en los estudios previos del contrato.

4.1.6. ANEXOS

4.1.6.1. Tabla de afectación Predial

id	clase	categoría	cedula_cat	fmi	fmi_est	costo	area
texto	texto	texto	texto	texto	texto	real	real

Tabla 1: Tabla de Afectación predial de la alternativa

- *id*: código alfanumérico que identifica el predio afectado y el proyecto al que hace parte. Se compone de una parte que hace referencia a la provincia y municipio, otra que es el consecutivo interno de EPC, y finalmente un consecutivo que identifica el predio afectado. Esta última será determinada por EL CONSULTOR, procurando que los predios afectados colindantes esta parte del código obedezca a un orden (ascendente o descendente), si el diseño tiene abscisado, este orden deberá corresponder con el orden impuesto por las abscisas.
- *clase*: Este campo relaciona si la afectación predial es una adquisición o una servidumbre. Por ende, los dominios son adquisición y servidumbre.
- *categoría*: Describe como el predio es afectado por la clase, para un predio afectado en clase de adquisición siempre tendrá la categoría *total*. Para una afectación de

servidumbre, la categoría estará en función del cambio que la alternativa ya en etapa de funcionamiento, ejerza sobre el mejor y mayor uso, cuando una infraestructura restringa de forma total o produzca una lesión enorme sobre el mejor y mayor uso del área afectada, se deberá dar la categoría de *total,* en caso contrario este atributo tomará el valor de *parcial.*

- *cedula_cat*: Corresponde a la cedula catastral del predio afectado.
- *fmi*: Corresponde al folio de matrícula inmobiliaria del predio afectado.
- *fmi_est*: Corresponde al estado del folio de matrícula inmobiliaria del predio identificado bien sea *cerrado o abierto*. Si el FMI está en formato antiguo el campo se llenará con *antiguo*.
- *costo*: Corresponde al costo que tiene la afectación predial, es el agregado de precios comerciales de suelo, construcciones, mejoras, cultivos que se vean afectados por el proyecto.
- *area*: Es el área de la afectación predial (metros cuadrados).

Según esta estructura, es posible que un solo predio tenga una o varias áreas afectadas, entonces estas áreas de forma individualizadas conformarían un registro dentro de la tabla. Así mismo, conformaría una entidad geográfica dentro de la base de datos espacial.

4.1.7. DEFINICIONES

CONCEPTO	DEFINICIÓN
ÁREA DE AFECTACIÓN	Porción de terreno perteneciente a un solo inmueble. Es el agregado de área mínima necesaria y área remanente no desarrollable.
ÁREA SOBRANTE	Es el resultante de la diferencia entre área total del predio y el área de afectación
AFECTACIÓN PREDIAL	Alteración física, económica y sobre el derecho de propiedad de los inmuebles, que es causada por la ejecución y operación de un proyecto de agua potable y saneamiento básico.
ÁREA MÍNIMA NECESARIA Y/O ÁREA REQUERIDA	Porción de terreno perteneciente a un solo inmueble y que por diseños sería la obligatoria para el desarrollo del proyecto.
ÁREA REMANENTE NO DESARROLLABLE	Se refiere a aquella área de un predio en la que se establezca su no desarrollabilidad para ningún tipo de actividad por no cumplir con los parámetros legales, esquemas o planes básicos de ordenamiento territorial o por tratarse de zonas críticas o de riesgo ambiental o social, que pueden ser adquiridas
INVENTARIO PREDIAL	Listado de predios sobre los que se hace la afectación predial
ZONA DE AFECTACIÓN	El total de áreas de afectación y demás áreas necesarias para el proyecto.

4.1.8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ENTREGABLES

4.1.8.1. Planos de Afectación predial (Formato GP-F343)

Los planos de afectación predial son representaciones cartográficas de las áreas afectadas por la ejecución del proyecto tal información deberá estar estructurada en la base de datos espacial con los correspondientes metadatos y diccionario de datos.

Para las salidas graficas se deberá cumplir con los siguientes parámetros:

- Planos impresos de cada predio en el formato suministrado por el contratante que a su vez deberá contener al menos:
  - Logos del contratante, logo del plan de desarrollo de Cundinamarca y logo del contratista.
  - Nombre del proyecto.
  - Identificación predial (municipio, nombre del predio, cédula catastral y matrícula inmobiliaria)
  - Convenciones
  - Escala
  - Fecha de elaboración
  - Localización general
  - Sistema de referencia
  - Fuente de la información
  - Firmas (si se requieren)
  - Observaciones
- Localización gráfica del predio, que permita la ubicación a nivel general del predio en el entorno municipal, el croquis debe presentar las vías de acceso, la cabecera municipal y la hidrografía más relevante de la zona.
- Convenciones y achurado de conformidad al catálogo de objetos del IGAC indicando de cobertura vegetal (bosques nativos, secundarios, pastos, cultivos entre otros), cuerpos de agua (ríos, quebradas, humedales, nacimientos, lagunas, lagos, drenajes artificiales, canales, entre otros) , vías (vías pavimentadas, carreteables, férreas, peatonales, caminos reales de herradura, pasos, túneles, puentes, tuberías, torres, red de alta tensión, entre otros), cercas (cerca viva, artificial, lindero imaginario, entre otros) catastro (construcciones, manzanas, zonas libres, zonas deportivas, manzanas, piscinas, pozos, terraplenes, entre otros) relieve (cuevas de nivel, líneas de quiebre, curvas de depresión, entre otros). En todo caso se deben utilizar las convenciones de tipo y no de color, debido a que de este documento se requieren copias y la convención en color se pierde.
- En el caso de segregación se indicará gráficamente el área a comprar respecto al inmueble de mayor extensión, lo misma para las construcciones afectadas y áreas remanentes.

- Fuentes: corresponde a la relación de todos los documentos consultados para la determinación del lindero del predio, como son título de propiedad, folio de matrícula inmobiliaria.
- Escalas gráfica y nominal, (en dibujo y texto).
- Fecha de elaboración, formato día/mes/año.
- Símbolo de la Norte geográfica
- Grilla, en algunos casos, para los intervalos, se permite el 10% de la escala, además se debe mostrar las coordenadas del área gráfica.
- Cuadro de áreas, con los vértices del lindero del predio, coordenadas y distancias (Ver: Figura 1).
- Trazo del lindero del predio con identificación de los vértices, distancias, número catastral, FMI y propietarios de los inmuebles colindantes. Convenciones para los detalles que se requiera indicar en la cartografía específicamente; si se presentan limites arcifinios (como por ejemplo los ríos o quebradas, filos, etc) se debe realizar el registro en el plano.

CUADRO COORDENADAS ÁREA REQUERIDA			
PUNTO	NORTE	ESTE	DIST
P1	781258,88	1192087,11	12,89
P2	781250,68	1192097,07	19,28
P3	781231,79	1192093,22	12,77
P4	781219,63	1192089,29	14,94
P5	781226,19	1192075,87	34,56
P1	781258,88	1192087,11	
ÁREA REQUERIDA = 456,19 m²			

CUADRO COORDENADAS ÁREA REMANENTE			
PUNTO	NORTE	ESTE	DIST
P2	781250,68	1192097,07	17,29
P6	781239,70	1192110,42	28,15
P7	781218,17	1192092,29	3,33
P4	781219,63	1192089,29	12,77
P3	781231,79	1192093,22	19,28
P2	781250,68	1192097,07	
ÁREA REMANENTE = 281,81 m²			

CUADRO CONSTRUCCIÓN C1			
PUNTO	NORTE	ESTE	DIST
A	781230,35	1192078,93	11,50
B	781240,80	1192083,72	3,90
C	781239,19	1192087,26	11,50
D	781228,72	1192082,46	3,90
A	781230,35	1192078,93	
ÁREA CONSTRUCCIÓN C1 = 44,85 m²			

CUADRO CONSTRUCCIÓN C3			
PUNTO	NORTE	ESTE	DIST
M	781224,99	1192095,28	2,50
N	781226,03	1192093,01	3,10
O	781228,95	1192094,30	2,50
P	781227,91	1192096,57	3,10
M	781224,99	1192095,28	
ÁREA CONSTRUCCIÓN C3 = 7,75 m²			

Figura 1: Cuadros de Áreas para el plano de afectación predial.

- Se deben registrar los detalles naturales importantes como nombre de las cuchillas, drenajes, quebradas y sus nombres, etc, para la representación se convenciones, de requerir plasmar en la cartografía información adicional se deben utilizar las convenciones del IGAC.
- Implantación del diseño y/o de las obras más relevantes que contextualicen la afectación predial.
- Archivos de proyecto para ArcMap, Qgis en donde estén configuradas todas las capas en que se sustenta el plano de afectación predial, con la simbología configurada y enlace a las capas mediante rutas relativas.

4.2. ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

Dentro de esta fase, EL CONSULTOR desarrollará un estudio detallado que le permita caracterizar y evaluar de forma integral el aspecto predial del proyecto. Con base en los resultados obtenidos en la fase de prefactibilidad, se deberán subsanar las deficiencias encontradas en la información base, refinar los costos de afectación predial y gestión predial, así como establecer recomendaciones y advertencias sobre el futuro proceso de gestión predial.

4.2.1. INFORME PREDIAL

EL CONSULTOR elaborara un informe que debe cumplir con los siguientes lineamientos:

4.2.2. OBJETIVOS

4.2.2.1. Objetivo General

- Establecer la correspondencia entre la afectación física, compensación económica y la titularidad de los predios afectados.

4.2.2.2. Objetivos Específicos

- Precisar las áreas de afectación predial que garanticen la protección de las instalaciones y obras requeridas, éstas deben estar en concordancia con la normatividad técnica vigente.
- Caracterizar el estado Normativo, Jurídico y de Titularidad de los predios que conforman el inventario de afectación predial.
- Estimar los precios de las afectaciones prediales, todo esto en concordancia con la normatividad vigente en materia catastral, metodologías valuatorias y demás normas concordantes.
- Establecer los costos del proceso de gestión predial. Es decir, los costos relacionados a los procesos que se requieren para la adquisición de las áreas de afectación predial o la imposición de servidumbres y adelantar dicho procedimiento de manera eficiente.
- Evaluar los riesgos inherentes a la gestión predial y que pueden dificultar dicho proceso.

4.2.3. ALCANCE

- Aplicar la norma técnica vigente en cuanto a la determinación de los anchos de fajas a lo largo de los ejes y/o áreas que garanticen la protección de las instalaciones y obras requeridas.
- Realizar estudios y análisis prediales orientados a la identificación precisa de la afectación predial física, tal identificación tendrá como objetivo refinar aquella realizada en la etapa de prefactibilidad. Con apoyo en la información recopilada y generada en la prefactibilidad (Levantamiento Topográfico, Folios de Matricula Inmobiliaria (FMI) o

Ventanilla única de Registro (VUR), etc.) se deberá identificar las áreas de afectación correspondientes a cada uno de los predios afectados, estableciendo claramente los linderos de dichas áreas, de tal forma que de manera univoca se establezca la relación entre un área de afectación predial y un predio afectado.

- De acuerdo con los alcances del diseño y con el inventario predial, se deberá determinar para cada predio la clase de afectación o afectaciones que recaen sobre este. Tal clasificación comprende la enajenación o imposición de servidumbres (ver Tabla 1), esto incluye las obras adicionales que requieran áreas para su construcción.
- Realizar un análisis donde se identifiquen los usos de suelo, restricciones urbanísticas, intensidad y dinámica de desarrollo, caracterización de Amenazas y Riesgos. En dicho análisis se deberá advertir sobre los puntos críticos para la gestión predial, el grado de conflicto potencial que pudiese existir entre el proyecto, los usos normados, actividades establecidas, construcciones y asentamientos existentes.
- Actualizar la investigación predial de la fase de prefactibilidad. Esta reflejará las segregaciones, englobes, predios baldíos y demás situaciones no consideradas en la prefactibilidad. Así mismo, la investigación predial de factibilidad desarrollará una caracterización jurídica (ver: sección 4.2.9) donde se establezcan la existencia o no de gravámenes, limitaciones al dominio, falsas tradición, procesos de pertenencia, condiciones resolutorias y demás que puedan dificultar la consecución o habilitación de las áreas afectadas. Para los predios sometidos al régimen de propiedad horizontal o condominio, se debe elaborar un diagnóstico jurídico por cada inmueble afectado y sobre el predio matriz. El titular del predio afectado se determinará por lo estipulado únicamente en el FMI[1], respuesta a la consulta ante la ANT en caso de predios Baldíos, y como corresponda ante predios con FMI en formato antiguo. Cada uno de los predios del inventario deberá tener titulares relacionados, no podrán hacer parte de dicho inventario predios con FMI cerrados, de tal manera que la identificación física de predios corresponda con la identificación jurídica y de titularidad.
- EL CONSULTOR deberá realizar las siguientes consultas y/o verificaciones para cada uno de los predios afectados:
    - Establecer la existencia de procesos de extinción de dominio sobre el Predio.
    - Verificar si el predio está incluido en el Registro de Tierras Despojadas y Abandonadas Forzosamente.
    - Consultar si sobre el predio recaen procesos judiciales de restitución.
    - Determinar si existen medidas de protección inscritas por la vía individual o colectiva a favor del propietario, en los términos de la Ley 387 de 1997 y el Decreto 2007 de 2001.
    - Solicitud de adjudicación de Baldíos
- EL CONSULTOR deberá realizar las consultas y/o verificaciones para cada una de las áreas afectadas:

- Verificar las redes y activos de servicios públicos, activos e infraestructura de la industria del petróleo, infraestructura de tecnologías de la información y las comunicaciones e infraestructura vial, que se sobrepongan con las áreas afectadas.

[1] Fecha de expedición no mayor a tres meses con relación a la fecha de entrega del informe

- Determinar si dentro de las áreas afectadas existen declaratorias de patrimonio urbano, arquitectónico, cultural y arqueológico.
- Identificar los recursos, bienes o áreas objeto de autorización, permiso o licencia ambiental o en proceso de declaratoria de reserva, exclusión o áreas protegidas.
- Verificar si sobre el área de influencia directa existen comunidades étnicas establecidas.
- Establecer si sobre las áreas afectadas existen títulos mineros en proceso de adjudicación, otorgados, existentes y en explotación.
- Para determinar los precios del suelo, EL CONSULTOR con base en ZHF adquiridas en la etapa de prefactibilidad, realizará una corrección de las variables que presentan discrepancias con la realidades normativas y físicas, de esta manera se obtendrán nuevas zonas físicas (ZFR). Luego se procederá a establecer valores unitarios de terreno a partir de puntos de investigación económica (muestreo de áreas de afectación) dentro de las ZFR.

  Los puntos de investigación deben cumplir con los siguientes criterios:
  - Los elementos seleccionados deben ser representativos de las condiciones (área, forma, etc.) de las variables correspondientes a la ZFR.
  - Debe hacerse una distribución espacial de los puntos dentro de una ZFR, para dar cubrimiento y evitar seleccionar áreas contiguas.
  - Para áreas de afectación ubicadas en suelo urbano, del tamaño de la muestra para cada ZFR en la medida de lo posible se deben seleccionar, por lo menos, el 50% para predios no edificados y el 50% para predios edificados.
  - Para algunas situaciones se requiere, una vez terminado el procesamiento y análisis de la información, fijar nuevos puntos para reforzar la información ya recolectada, debido a problemas de alta variabilidad y sesgo para una misma ZFR. Esto suele presentarse en zonas con precios unitarios atípicos (Muy Altos o Muy Bajos).

Número de áreas de afectación para cada ZFR *(N)*	Tamaño de Muestra *(n)*
1	1
2-7	2
8-27	3
28-250	4
Mayor a 251	7

Tabla 2: Tamaño de la Muestra

Una vez surtidos los anteriores procesos, EL CONSULTOR deberá realizar para los puntos de investigación avalúos comerciales[2] que se regirán por los métodos valuatorios reglamentados, esto permitirá obtener precios del suelo por unidad de área

[2] Las ofertas de mercado que soporten los avalúos, deben estar georreferenciadas y deben ser verificables; los APU y cálculos de rentas deben proceder de fuentes confiables y verificables, en caso de usar información secundaria se deberá dar el crédito y citar la fuente. En cualquier caso, se realizará un (1) solo avalúo por predio de tal forma que se pueda cumplir con el tamaño de muestra establecido para cada ZFR

para las áreas que hicieron parte de la muestra. Determinados los precios unitarios de suelo, se agruparán las áreas de afectación entorno a precios unitarios de suelo similares (variabilidad mínima), creando así espacios geográficos que llevarán como atributo un único precio unitario de suelo representativo, estos espacios geográficos se denominarán Zonas de Valor de Suelo (ZVS). Con base en las ZVS, EL CONSULTOR calculará el precio de suelo para cada área de afectación predial. Las ZVS y las ZFR solo abarcan la zona de afectación predial

- EL CONSULTOR realizará una tipificación física de construcciones[3] existentes en las zonas afectadas y así determinará un precio unitario para cada tipo. De la misma manera, se realizará una tipificación de los cultivos permanentes y semipermanentes existentes, para estimar un precio por unidad de área. Los análisis de precios unitarios (APU) estarán basados en fuentes confiables de información y tendrán en cuenta la ubicación del proyecto; para ello se deberán referenciar y anexar las fuentes, anexar los APU, fotografías de cada tipología constructiva y de cultivos. Se deberá identificar para cada elemento del inventario predial las construcciones y cultivos que serán afectados por el proyecto, con ello se calcularán los costos asociados.
- Con base en los precios de suelo, construcción y cultivos estimados para cada predio, EL CONSULTOR calculará el valor de la afectación predial para la totalidad del inventario predial.
- EL CONSULTOR deberá presentar costos asociados al proceso de gestión predial por predio afectado, en donde se deben incluir costos de ficha predial, plano predial, estudio de títulos, avalúos y todo el proceso de enajenación o imposición de servidumbre según corresponda.
- Con base en los anteriores análisis, EL CONSULTOR evaluará las amenazas y riesgos que son inherentes a las características del proyecto que dificultarían o entorpecerían el proceso de gestión predial.

4.2.4. ENTREGABLES

Todos los documentos deberán estar suscritos por un profesional competente, deberá anexarse copia de la matricula profesional.

EL CONSULTOR desarrollará un informe y elaborará entregables en donde de cumplimiento a los objetivos y alcances presentados en este anexo técnico.

El informe deberá estar compuesto por:

- Objetivos
- Análisis de información existente.
- Zonas de afectación predial.
- Análisis de Ordenamiento territorial y puntos críticos.
- Investigación Catastral: Afectación física y determinación de titularidad.
- Consultas.

[3] Las construcciones incluyen las mejoras y bienes inmuebles por adhesión y aquellos por destinación que pierdan su valor al desarrollarse el proyecto.

- Contexto de formalización de la propiedad.
- Costos: Costos de suelo, costos de construcciones y cultivos, costos de gestión predial.
- Amenazas y riesgos de la gestión predial.
- Conclusiones y recomendaciones: Las recomendaciones estarán direccionadas en advertir los riesgos, rutas críticas que en materia de gestión predial tiene el proyecto, propondrá acciones y soluciones que debe seguir el futuro gestor predial.

Así mismo, se entregará por parte dEL CONSULTOR los siguientes productos:

- Planos catastrales en donde se identifiquen de forma individual cada una de las áreas afectadas y predio afectado (Formato GP-F343).
- Inventario catastral de áreas de afectación predial.
- Costos de suelo para cada una de las áreas de afectación predial, con soportes.
- Costos de construcciones y cultivos para cada una de las áreas de afectación predial con soportes.
- Costos de gestión predial para cada uno de los predios afectados con soportes.
- Consultas
- Ficha predial de consultoría (Formato GP-F342)
- Caracterización jurídica por cada uno de los predios afectados (Formato GP-F344)

Como anexos digitales al informe se tendrán:

- FMI.
- Las tablas de costos, inventarios y diagnósticos jurídicos se entregarán en formato xlsx.
- Los planos se entregarán en formato pdf y el archivo asociado mxd o qgs.
- Avalúos comerciales.
- APU de construcciones y cultivos.
- Normas de ordenamiento territorial vigentes.
- Con la información recolectada y/o generada por EL CONSULTOR se deberá construir una base de datos espacial bien sea en formato sqlite, postgres o geodatabase; esta base de datos deberá tener metadatos y diccionario de datos.
- La base de datos espacial deberá tener como mínimo las siguientes capas geográficas:

    - Diseño del proyecto
    - Áreas de afectación
    - Base catastral suministrada por la autoridad catastral
    - Los anexos cartográficos donde se establecen los usos del suelo
    - Construcciones y cultivos
    - Ofertas de mercado inmobiliario y cálculos de renta
    - ZHF y ZHG suministradas por la autoridad catastral
    - Puntos de investigación económica y valores unitarios de suelo
    - ZFR y ZVS generadas por EL CONSULTOR

4.2.5. PROFESIONALES REQUERIDOS

- Profesional en avalúos: Profesional en Ingeniería Catastral y Geodesia o en ingeniería civil, arquitectura o afines, con tres (3) años de experiencia especifica en avalúos enproyectos de infraestructura, con Registro Abierto de avaluadores(R.A.A), en las categorías urbana y rural.
- Profesional Predial: Profesional en Ingeniería Catastral y Geodesia, con experiencia especifica de dos años en proyectos de Infraestructura como residente predial.

- Profesional Jurídico Predial: Profesional del Derecho. Con dos (2) años de experiencia especifica en proyectos de infraestructura para el área predial.

Los porcentajes dedicación para cada uno de los profesionales estarán ajustados a lo establecido en los estudios previos del contrato.

4.2.6. ANEXOS

4.2.6.1. Tabla de afectación Predial

id	clase	categoría	cedula_cat	fmi	costo	area
texto	texto	texto	texto	texto	real	real

Tabla 3: Tabla de Afectación predial

- *id*: código alfanumérico que identifica el predio afectado y el proyecto al que hace parte. Se compone de una parte que hace referencia a la provincia y municipio, otra que es el consecutivo interno de EPC, y finalmente un consecutivo que identifica el predio afectado. Esta última será determinada por EL CONSULTOR, procurando que los predios afectados colindantes esta parte del código obedezca a un orden (ascendente o descendente), si el diseño tiene abscisado, este orden deberá corresponder con el orden impuesto por las abscisas.
- *clase*: Este campo relaciona si la afectación predial es una adquisición o una servidumbre. Por ende, los dominios son adquisición y servidumbre.
- *categoría*: Describe como el predio es afectado por la clase, para un predio afectado en clase de adquisición siempre tendrá la categoría *total*. Para una afectación de servidumbre, la categoría estará en función del cambio que el proyecto ya en etapa de funcionamiento, ejerza sobre el mejor y mayor uso, cuando una infraestructura restringa de forma total o produzca una lesión enorme sobre el mejor y mayor uso del área afectada, se deberá dar la categoría de *total,* en caso contrario este atributo tomará el valor de *parcial.*
- *cedula_cat*: Corresponde a la cedula catastral del predio afectado.
- *fmi*: Corresponde al folio de matrícula inmobiliaria del predio afectado.
- *costo*: Corresponde al costo que tiene la afectación predial, es el agregado de precios comerciales de suelo, construcciones, mejoras, cultivos que se vean afectados por el proyecto.
- *area*: Es el área de la afectación predial (metros cuadrados).

- Según esta estructura, es posible que un solo predio tenga una o varias áreas afectadas, entonces estas áreas de forma individualizadas conformarían un registro dentro de la tabla. Así mismo, conformaría una entidad geográfica dentro de la base de datos espacial.

4.2.7. DEFINICIONES

CONCEPTO	DEFINICIÓN
ÁREA DE AFECTACIÓN	Porción de terreno perteneciente a un solo inmueble. Es el agregado de área mínima necesaria y área remanente no desarrollable.
ÁREA SOBRANTE	Es el resultante de la diferencia entre área total del predio y el área de afectación
AFECTACIÓN PREDIAL	Alteración física, económica y sobre el derecho de propiedad de los inmuebles, que es causada por la ejecución y operación de un proyecto de agua potable y saneamiento básico.
ÁREA MÍNIMA NECESARIA	Porción de terreno perteneciente a un solo inmueble y que por diseños sería la obligatoria para el desarrollo del proyecto.
ÁREA REMANENTE NO DESARROLLABLE	Se refiere a aquella área de un predio en la que se establezca su no desarrollabilidad para ningún tipo de actividad por no cumplir con los parámetros legales, esquemas o planes básicos de ordenamiento territorial o por tratarse de zonas críticas o de riesgo ambiental o social, que pueden ser adquiridas
INVENTARIO PREDIAL	Listado de predios sobre los que se hace la afectación predial
SUBÁREA DE AFECTACIÓN PREDIAL	Porción de un área de afectación predial que pertenece a solo una ZFR.
ZONA DE AFECTACIÓN	El total de áreas de afectación y demás áreas necesarias para el proyecto.

4.2.8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ENTREGABLES

4.2.8.1. Ficha predial (Formato GP-F342)

La ficha predial tiene como objeto compilar la información física, jurídica y catastral correspondiente a cada predio afectado y sus correspondientes áreas de afectación predial.

4.2.8.2. Planos de Afectación predial (Formato GP-F343)

Los planos de afectación predial son representaciones cartográficas de las áreas afectadas por la ejecución del proyecto tal información deberá estar estructurada en la base de datos espacial con los correspondientes metadatos y diccionario de datos.

Para las salidas graficas se deberá cumplir con los siguientes parámetros:

- Planos impresos de cada predio en el formato suministrado por el contratante que a su vez deberá contener al menos:
    - Logos del contratante, logo del plan de desarrollo de Cundinamarca y logo del contratista.
    - Nombre del proyecto.
    - Identificación predial (municipio, nombre del predio, cédula catastral y matrícula inmobiliaria)
    - Convenciones
    - Escala
    - Fecha de elaboración
    - Localización general
    - Sistema de referencia
    - Fuente de la información
    - Firmas (si se requieren)
    - Observaciones
- Localización gráfica del predio, que permita la ubicación a nivel general del predio en el entorno municipal, el croquis debe presentar las vías de acceso, la cabecera municipal y la hidrografía más relevante de la zona.
- Convenciones y achurado de conformidad al catálogo de objetos del IGAC indicando de cobertura vegetal (bosques nativos, secundarios, pastos, cultivos entre otros), cuerpos de agua (ríos, quebradas, humedales, nacimientos, lagunas, lagos, drenajes artificiales, canales, entre otros) , vías (vías pavimentadas, carreteables, férreas, peatonales, caminos reales de herradura, pasos, túneles, puentes, tuberías, torres, red de alta tensión, entre otros), cercas (cerca viva, artificial, lindero imaginario, entre otros) catastro (construcciones, manzanas, zonas libres, zonas deportivas, manzanas, piscinas, pozos, terraplenes, entre otros) relieve (cuevas de nivel, líneas de quiebre, curvas de depresión, entre otros). En todo caso se deben utilizar las convenciones de tipo y no de color, debido a que de este documento se requieren copias y la convención en color se pierde.
- En el caso de segregación se indicará gráficamente el área a comprar respecto al inmueble de mayor extensión, lo misma para las construcciones afectadas y áreas remanentes.
- Fuentes: corresponde a la relación de todos los documentos consultados para la determinación del lindero del predio, como son título de propiedad, folio de matrícula inmobiliaria.
- Escalas gráfica y nominal, (en dibujo y texto).
- Fecha de elaboración, formato día/mes/año.
- Símbolo de la Norte geográfica.
- Grilla, en algunos casos, para los intervalos, se permite el 10% de la escala, además se debe mostrar las coordenadas del área gráfica.
- Cuadro de áreas, con los vértices del lindero del predio, coordenadas y distancias (Ver: 2).
- Trazo del lindero del predio con identificación de los vértices, distancias, número catastral, FMI y propietarios de los inmuebles colindantes. Convenciones para los detalles que se requiera indicar en la cartografía específicamente; si se presentan

limites arcifinios (como por ejemplo los ríos o quebradas, filos, etc) se debe realizar el registro en el plano.

CUADRO COORDENADAS ÁREA REQUERIDA			
PUNTO	NORTE	ESTE	DIST
P1	781258,88	1192087,11	12,89
P2	781250,68	1192097,07	19,28
P3	781231,79	1192093,22	12,77
P4	781219,63	1192089,29	14,94
P5	781226,19	1192075,87	34,56
P1	781258,88	1192087,11	
ÁREA REQUERIDA = 456,19 m²			

CUADRO COORDENADAS ÁREA REMANENTE			
PUNTO	NORTE	ESTE	DIST
P2	781250,68	1192097,07	17,29
P6	781239,70	1192110,42	28,15
P7	781218,17	1192092,29	3,33
P4	781219,63	1192089,29	12,77
P3	781231,79	1192093,22	19,28
P2	781250,68	1192097,07	
ÁREA REMANENTE = 281,81 m²			

CUADRO CONSTRUCCIÓN C1			
PUNTO	NORTE	ESTE	DIST
A	781230,35	1192078,93	11,50
B	781240,80	1192083,72	3,90
C	781239,18	1192087,26	11,50
D	781228,72	1192082,48	3,90
A	781230,35	1192078,93	
ÁREA CONSTRUCCIÓN C1 = 44,85 m²			

CUADRO CONSTRUCCIÓN C3			
PUNTO	NORTE	ESTE	DIST
M	781224,99	1192095,28	2,50
N	781226,03	1192093,01	3,10
O	781228,95	1192094,30	2,50
P	781227,91	1192096,57	3,10
M	781224,99	1192095,28	
ÁREA CONSTRUCCIÓN C3 = 7,75 m²			

Figura 2: Cuadros de Áreas para el plano de afectación predial.

- Se deben registrar los detalles naturales importantes como nombre de las cuchillas, drenajes, quebradas y sus nombres, etc, para la representación se convenciones, de requerir plasmar en la cartografía información adicional se deben utilizar las convenciones del IGAC.
- Implantación del diseño y/o de las obras más relevantes que contextualicen la afectación predial.
- Archivos de proyecto para ArcMap, Qgis en donde estén configuradas todas las capas en que se sustenta el plano de afectación predial, con la simbología configurada y enlace a las capas mediante rutas relativas.

4.2.9. CARACTERIZACIÓN JURÍDICA (Formato GP-F344)

- Relación de Predios a intervenir.
- Copia del Registro Topográfico individual.
- Fotografías del Predio.
- Copia de cédula de ciudadanía del propietario o poseedor del predio.
- Certificado de Tradición y Libertad del predio con vigencia de tres (3) meses.
- Información predial contenida en los registros 1 y 2 de Catastro.
- Archivo magnético de las fotografías.
- Con base en la información obtenida se presentará un diagnóstico de la situación jurídica y de la calidad que ostentan los titulares de derecho de dominio de los predios a intervenir por el proyecto, con el fin de realizar recomendaciones al contratante para

adelantar los tramites tendientes a la adquisición o legalización de derechos inmobiliarios que haya lugar, dicha información estará contenida en el formato de caracterización jurídica establecido por Empresas Públicas de Cundinamarca SA ESP y que será entregado al consultor para tal fin.

4.2.10. FICHA PREDIAL DE CONSULTORÍA (Formato GP-F342)

Para cada uno de los predios afectados, EL CONSULTOR elaborará una ficha predial en donde se identifiquen los aspectos físicos y jurídicos más relevantes. El contratante entregará al consultor dicho formato.

V. PROTOCOLO DE GASTOS REEMBOLSABLES

5.1. ANTECEDENTES

El presente protocolo tiene por objeto regular la manera en que se harán efectivos los reembolsos de gastos realizados para los contratos que indiquen este tipo de pago en el presupuesto oficial.

5.2. GASTOS REEMBOLSABLES

5.2.1. FORMA DE PAGO

Corresponden a los items incluidos en la oferta economica denominados de esta manera. En la ejecución del contrato se requerirá la aprobación previa de la interventoría y/o de la supervisión del valor de la actividad que se vaya a elaborar, por lo cual, al inicio del contrato la interventoría entregará el protocolo respectivo, donde incluirá la necesidad de entregar mínimo tres (3) cotizaciones a precio del mercado.

Se cobrarán proporcionalmente a lo realmente ejecutado y paralelamente con los pagos aprobados por la interventoría. Gastos que se generen posteriores a la aprobación de los diseños, por ejemplo para atender las observaciones del MVCT o de la entidad viabilizadora correspondiente, no se reconocerán como reembolsables y serán a cargo del consultor.

Debera tener en cuenta la ubicación geográfica, gastos de desplazamiento y demas gastos inherentes, los cuales no seran reconocidos adicionalmente.

5.2.2. ITEMS DENOMINADOS GASTOS REEMBOLSABLES

5.2.2.1. TOPOGRAFÍA

- Empresas Públicas de Cundinamarca efectuará el pago por los Kilómetros de topografía ejecutados, para lo cual se deben anexar los informes donde se verifique el trabajo realizado.

5.2.2.2. LABORATORIOS

- Empresas públicas de Cudinamarca efectuará el pago por el número de laboratorios realizados según el tipo de analisis, para lo cual deben anexar la totalidad de los resultados de laboratorio.

5.2.2.3. ESTUDIOS DE SUELOS

- Deberá entregar la totalidad de ensayos realizados, los cuales luego de ser evaluados por la interventoría podrán ser reembolsados.

Cualquier otro item que pueda llegar a ser requerido debera ser avalado por la respectiva interventoría y se aplicará el mismo procedimiento.

5.2.3. PROCEDIMIENTO DE REEMBOLSO

La interventoría asignada, estará a cargo de revisar el pago de los gastos incurridos por el contratista, y autorizará su pago solo en la medida que el gasto este acorde a las directrices del presente protocolo y que se encuentre acreditado convenientemente en la documentación de respaldo.

Se entiende por documentación de respaldo, facturas o cualquier comprobante escrito en que se deje constacia del gasto y que sea entregado para su rendición.

Todas las actividades deberán cumplir con todos los requisitos técnicos y legales acorde a lo ejecutado.

VI. REQUERIMIENTOS PARA LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
REQUERIMIENTO MÍNIMO DE PERSONAL Y EQUIPOS

COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA			
PERSONAL REQUERIDO	**PROFESIONAL**	**OBSERVACIONES**	
1	TOPÓGRAFO	Ingeniero Topográfico y/o Tecnólogo en Topografía debidamente certificado ante el COPNIA y/o CPNT dependiendo el caso, *(según Ley 70 de 1979)*	
1	CADENERO 1	Persona con experiencia especifica mínima de 2 años relacionadas en labores topográficas.	
1	CADENERO 2	Persona con experiencia general mínima de 2 años.	
EQUIPOS			
ESTACIÓN TOTAL			
EQUIPOS	**PRECISIÓN**	**PRECISIÓN INSTRUMENTAL**	**OBSERVACIÓN**
ESTACIÓN TOTAL	3"	≤ (3 mm + 3ppm x D)	Estación total con precisión angular mínima requerida, con certificados de calibración emitidos por un laboratorio debidamente acreditado por la ONAC. Estos certificados tendrán una vigencia mínima de 6 meses.
NAVEGADORES Y GPS			
NAVEGADOR SUBMETRICO	L1	≤0,10 m	No apto para estudios topográficos, solo como herramienta base para localización de proyectos.
GPS DOBLE FRECUENCIA	L1 Y L2	≤0,02 m	Equipo GPS doble frecuencia, aptos para estudios topográficos de precisión escalas grandes.
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS			
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	**OBSERVACIÓN**		
CÁMARA DIGITAL	Elementos complementarios para los procesos en un levantamiento topográfico, los cuales se recomienda que cada uno de ellos se encuentren en óptimas condiciones.		
CINTA MÉTRICA			
TRÍPODE Y BIPODE			
HERRAMIENTA MENOR			

Tabla 4. Requerimientos mínimos de personal, equipos, herramientas y accesorios.

NOTA 1: *Todos los equipos de medición deberán someterse a la prueba de verificación in situ, cada vez que se inicie un proyecto de levantamiento y/o replanteo topográfico.*

6.1. MARCO DE REFERENCIA

Todos los diseños de los sistemas deben ser desarrollados sobre levantamientos topográficos de precisión, altimétricos y planimétricos, cuyo objetivo es obtener un reflejo exacto de la realidad del sitio en donde se desarrollarán las obras, por lo que deberán ser ejecutados con equipos de alta precisión.

Con el fin de facilitar su posterior replanteo durante la dase de construcción, deberán materializarse mojones y pares de sistemas de posicionamiento geográfico (GPS) de alta precisión, como mínimo que empleen tecnología de alta frecuencia.

Se debe garantizar el amarre geodésico del proyecto de conformidad con lo establecido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC.

Los archivos magnéticos y los planos de topografía serán independientes de los planos de diseño y deberán hacer parte de las memorias u documentos de diseño, así como también estar ajustados a lo dispuesto en el título 3 de la Resolución de de Gestión Documentada.

Los aspectos que deben considerarse en la ubicación de la PTAP son los siguientes:

1) Disponibilidad de predios para todas las fases de construcción del proyecto, verificada de acuerdo con los usos según corresponda, del Plan de Ordenamiento Territorial, o del Plan Básico de Ordenamiento Territorial, o del Esquema de Ordenamiento Territorial.
2) En la identificación del sitio que se va a seleccionar debe priorizarse la llegada del agua cruda por gravedad y de ser posible, su distribución de la misma forma; lo anterior, teniendo en cuenta las condiciones geomorfológicas, geográficas y orográficas. En caso contrario, de acuerdo con el análisis multicriterio de alternativas, se debe buscar el sitio más conveniente para realizar bombeo.
3) El sitio seleccionado debe tener fácil acceso a conexión de energía eléctrica; en todo caso, deben evaluarse Fuentes no Convencionales de Energía Renovables (FNCER), fuentes convencionales de energía o soluciones híbridas.
4) El terreno seleccionado debe tener buen drenaje y, adicionalmente, garantizar la evacuación de agua de lavado de las unidades de tratamiento, para lo cual deberá realizarse un análisis técnico de riesgo por inundación y estabilidad geotécnica del lote elegido.
5) El terreno deberá seleccionarse para que se cuente con el área suficiente que facilite el manejo y tratamiento de los lodos.
6) La vía de ingreso debe permitir el acceso y circulación de automóviles, camiones de carga, equipos de construcción y de mantenimiento.

En todos los casos, deberá contemplarse una franja circundante a las estructuras, que asegure un aislamiento mínimo respecto a las zonas residenciales o áreas destinadas a algún tipo de actividad económica. Lo anterior deberá reflejarse en que la PTAP deberá tener una zona de protección ambiental y social de, por lo menos, un 50% adicional a la sumatoria de las áreas

definidas para procesos y operaciones unitarias, manejo de lodos e instalaciones complementarias.

6.2. CRITERIOS DE MATERIALIZACIÓN Y AMOJONAMIENTO

6.2.1. MATERIALIZACIÓN

En el sitio donde se ocurra la materialización se recomienda que garantice las siguientes condiciones:

- Perdurabilidad: Los vértices que se materialicen deben garantizar su permanencia en el tiempo, por lo cual el sitio elegido debe contar con las condiciones que permitan evitar que se presente deterioro o desplazamiento del monumento que implique variaciones considerables en las coordenadas obtenidas. Estos sitios no se deberán encontrar dentro de obras o infraestructura de fácil remoción. Ej. Puentes, cabezotes de obras, glorietas, etc.

- Horizonte: El sitio elegido debe contar con horizonte despejado, libre de obstáculos como: cuerpos de agua, vegetación densa, fuentes de energía (Transformadores, líneas de energía de alta tensión, transmisores), antenas de comunicación receptoras y emisoras, construcciones y todo aquello que interfiera o desvíe la medición.

- Inter-visibilidad: La materialización del marco de referencia debe hacerse de tal forma que cada par de vértice iniciales tengan visibilidad entre sí, para que uno haga las veces de señal azimutal de su pareja correspondiente, permitiendo así la ejecución de los trabajos con instrumentos ópticos.

- Estabilidad: El sitio seleccionado para cada monumento debe ser terreno firme, evitando pendientes fuertes, terrenos inestables por presencia de flujo de líquidos, deslizamientos, sedimentos, pantanos, terrenos fangosos, hundimientos o riveras de los ríos.

- Accesibilidad: El sitio elegido deberá ser de fácil acceso que permita de manera continua el ingreso del personal y los instrumentos de medición.

6.2.2. AMOJONAMIENTO EN CASO DE ADQUISICIONES

6.2.2.1. Amojonamiento de vértices inmuebles rurales:

En cada uno de los principales vértices del predio en donde el rumbo del lindero varié, dichos vértices se deberán amojonar en los extremos más representativos. El mojón se elaborará de acuerdo a las condiciones del terreno y la topografía, teniendo en cuenta las siguientes opciones, las cuales serán indicadas por la Empresa contratante: 1. Cilindros de prueba en concreto pintados en la parte superior; 2. Concreto fundido en sitio; 3. Poste en concreto; 4. Poste de piedra; 5. Tubo de PVC de cuatro pulgadas

de diámetro relleno en tierra sellado en concreto; 6. Estacas de madera de diámetro mínimo 5 centímetros pintadas en la punta. Con el objetivo de dejar testigos que faciliten la ubicación de los mismos, así como el respectivo registro fotográfico.

6.2.2.2. Amojonamiento de vértices inmuebles urbanos:

Se ubicarán en cada uno de los principales vértices del predio en donde el rumbo del lindero varié, puntos extremos o más representativos. El mojón por ser inmueble urbano será definido con puntillas aceradas de 1-1/2" y marca de pintura indeleble en lugares en donde el predio lo permita.

Los mojones o testigos deben estar visibles, debido a que una vez adquirido el predio, sobre esta misma señalización el municipio deberá realizar las labores de administración y vigilancia.

Para georeferenciar los amarres, se procede a calcular las placas mediante sistemas GPS de doble frecuencia con corrección diferencial a partir de la base (estaciones permanentes) del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, o de vértices geodésicos con certificación del IGAC, registrando cada 5 segundos, y de acuerdo a la metodología mas reciente establecida por el mismo Instituto. El tiempo mínimo de rastreo sobre un punto debe ser de 15 minutos contados a partir de la estabilización del equipo, más de 5 minutos por cada kilómetro de distancia a la base.

Se materiralizarán dos mojones en concreto con placas metálicas o de broncede 6 cm de diámetro, marcadas con el número del contrato, la fecha y la entidad contratant; la dimensión sugerida para los mojones es de 25 x 25 cm, y 45 cm de profundidad, sobresaliendo 15 cm de la superficie. En casos de zonas urbanas donde no sea posible el mojón, la plava metálica se emportrará en sardineles o andenes. A partir de los puntos se obtendránlas coordenadas de partida.

Las distancias entre puntos GPS, dadas las condiciones del terreno, así como la visual de los puntos y demás elementos existentes en el terreno, serán como mínimo de 150 m y máximo de 500 m, en lugares visibles y estables. En ningún caso se aceptarán trabajo hechos con GPS navegadores.

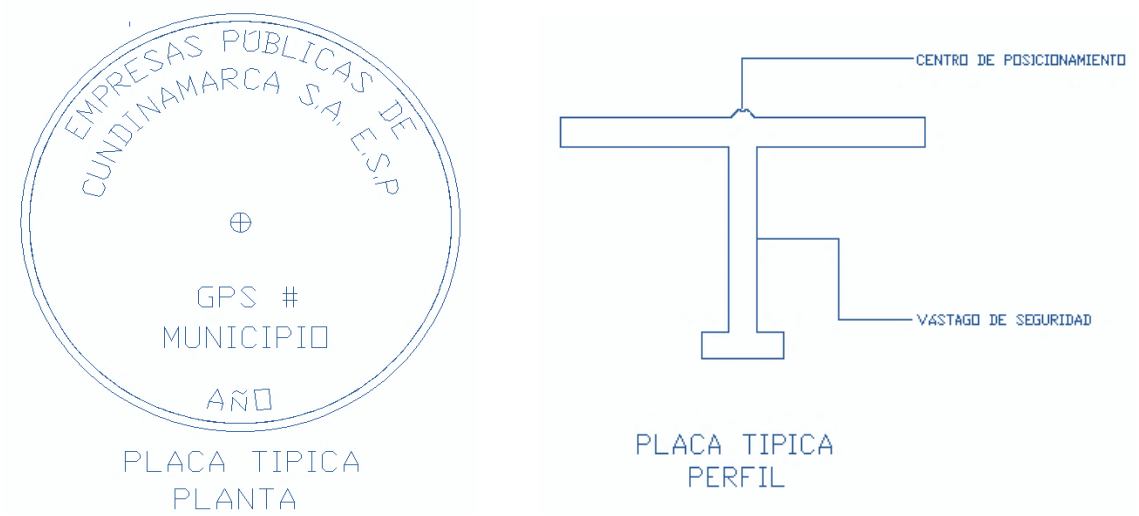


Figura 1. *Placas de bronce o aluminio típicas en proyectos topográficos.*

6.2.3. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO

a) Poligonales: La Metodología a utilizar a partir de los puntos GPS mencionados anteriormente es la de poligonales cerradas entre un par de puntos GPS o una poligonal abierta punto a punto que requiere dos pares de puntos GPS (amarre y cierre) cuya precisión o cierre específico será mayor igual a ≥ 1:25.000, cabe resaltar, que de puntos auxiliares no se podrán generar poligonales abiertas sin un cierre conocido.

b) El cierre angular de la poligonal estará determinado bajo el error máximo admisible el cual se determinará por la fórmula: $e = 3'' * (\sqrt{n})$.

Siendo:
e = Error máximo admisible.
n = Numero de Armadas.

c) Teniendo en cuenta el punto (a), si es posible realizar la totalidad del levantamiento topográfico desde la pareja de puntos GPS, no se realizará cálculo de poligonal.

d) Radiaciones: a partir de dichas poligonales se realizará el levantamiento topográfico por el método de radiaciones simples con la cual permitirá la captura de toda la información presente dentro del predio.

e) La radiación o captura de información en el caso de cuerpos hídricos tales como ríos y quebradas (si es el caso), debe reflejar el perímetro de los predios que contengan ronda hidráulica, anexo a esto debe reflejarse los que se consideren importantes tales como espejos de agua, cercas, construcciones, obras de arte, lagunas, humedales, redes de

servicios y todos los elementos que se considere importante para el objeto del presente trabajo.

f) Para inmuebles urbanos se radiará aproximadamente 25 metros alrededor del inmueble donde se localicen detalles como cajas, pozos de servicios públicos, sumideros, postes, sardineles, semáforos y demás elementos urbanísticos de importancia.

g) Todos los vértices o deltas intermedios y de radiación serán marcados en terreno con estacas redondas o rectangulares de 20 cm de largo y un Ø 1- ½" aproximadamente, acompañada de su estaca testigo marcada con el número del delta vértice en el caso de terreno natural, en el caso de zonas duras con puntillas aceradas de cabeza plana con señalización con pintura indeleble, esto con el fin de facilitar la verificación en campo. (Los números marcados con pinturas deberán corresponder con el consecutivo descrito en el plano topográfico).

h) En caso de no existir claridad en algunos de los linderos se debe recurrir a investigación, como ejemplo, en la información de los predios colindantes y los vecinos del predio, de manera que exista total claridad en el lindero a levantar, por lo que deberá utilizar actas de vecindad, consulta de cartografía predial, escrituras de los colindantes, propietarios y vecinos con el objeto de aclarar el lindero.

i) Se deberá realizar el levantamiento de las construcciones, áreas libres, áreas duras, áreas comunes y demás tipos de construcciones que se encuentren en la zona de interés.

6.2.4. CATASTRO DE REDES, INFRAESTRUCTURA Y USUARIOS

La captura de información de accesorios hidráulicos existentes aferentes a la franja de levantamiento y en los que se requiera reportar información, tales como (válvulas, cámaras de quiebre, tanques, purgas, ventosas y demás infraestructura existente de acuerdo a proyecto requerido).

Para la elaboración del catastro de usuarios, no requiere incluir encuestadores ni economistas, puesto que para este frente de trabajo se requiere que el contratista apoyado en los levantamientos topográficos y catastro de redes, valide la información obtenida y referencie los suscriptores y la tipología de los mismos, sin entrar a encuestar vivienda, por vivienda, es decir, el desarrollo del trabajo estará enfocado en verificar el tipo de vivienda afectado dentro de la franja de topografía y/o áreas aferentes.

Con la inclusión del Catastro de Usuarios en esta actividad, se busca tener la información básica correcta de la tipología de usuarios del sistema, que permita definir el estado actual del mismo y a partir de esto proponer las alternativas que cumplan con las proyecciones del municipio. Evitando que el diseño se límite a tener en cuenta la información brindada por el operador o el municipio, sin verificar que esta corresponda a la actual o no considere las proyecciones del municipio.

6.2.5. LEVANTAMIENTO ALTIMÉTRICO

El levantamiento altimétrico estará enmarcado en la obtención de alturas o cotas dados en m.s.n.m., con respecto al datum mencionado en el numeral *6.1. MARCO DE REFERENCIA*, el cual hace relación a la obtención de alturas a través de la red geodésica pasiva de control en este caso para Cundinamarca serán los NP's más cercanos, por considerarse los puntos de control de mayor precisión altimétrica bajo la administración del IGAC, por ende, las redes de nivelación derivadas de estos vértices hasta los mojones materializados para los proyectos de diseños para acueducto y alcantarillado deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a) La obtención de la cota geométrica **(H)** deberá ser conocida con ayuda de niveles automáticos o digitales, calibrados y con su certificado de vigencia *(según numeral 1.1.).*

b) Los circuitos de nivelación y contra nivelación no podrán tener errores máximos a un (1) milímetro por cambio.

c) La distancia entre un cambio y otro no podrá superar los 50 m.

6.3. ENTREGABLES

6.3.1. INFORME DE TOPOGRAFÍA

El informe de topografía corresponde al documento o entregable físico, donde se debe incluir la documentación e información que a continuación se describe:

6.3.1.1. Preliminares

- Estudios y análisis preliminares: Descripción acerca de cómo permitieron al profesional responsable de los trabajos determinar con exactitud el lindero del predio en terreno, zona en donde se realiza el trabajo, indicando en caso de encontrar inconsistencias, como se aclaró y determinó el lindero a levantar.

- Investigación y consulta predial: Descripción de la obtención y correcta determinación del lindero del predio con: cartografía predial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, ficha predial, documentos de propiedad (copias de la escritura pública y el folio de matrícula inmobiliaria, que aporta el municipio al profesional que desarrolla el trabajo incluyendo la certificación del predio expedida por el IGAC) y la visita con el propietario y/o la persona que designen que conozca plenamente el lindero del predio, para el trabajo del levantamiento topográfico a realizar.

6.3.1.2. Personal y equipos

- Relación del equipo profesional y auxiliar que participó, fotocopia de la matricula profesional del Ingeniero Topográfico y/o Topógrafo responsable, de la cual se

verificará la inscripción en el Consejo Profesional Nacional de Topografía y/o COPNIA (según el numeral 1.1.).

- Relación de todos los equipos empleados, que deben presentar características de precisión (según numeral 1.1.).
- Certificación de calibración de todos los aparatos utilizados, que permita verificar que los equipos utilizados están en excelentes condiciones para la calidad de los trabajos ejecutados; y todos los equipos utilizados se deben relacionar en el informe del estudio topográfico (según numeral 1.1.).

6.3.1.3. Georreferenciación

- Descripción de la metodología utilizada para el traslado de coordenadas.

- Certificaciones de los vértices del IGAC, utilizados en el amarre del levantamiento al Sistema Geodésico Nacional, Datum MAGNA – SIRGAS. con coordenadas ajustadas al origen único nacional, o lo dispuesto por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

- El titulo Georreferenciación se presentará para cada pareja de puntos GPS tomadas en campo incluyendo y describiendo los siguientes procedimientos:

    - Cuadro de Coordenadas Magna – sirgas (X, Y, Z) de cada punto. con coordenadas ajustadas al origen único nacional, o lo dispuesto por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
    - Imagen de las coordenadas finales del informe arrojado por el Software de post-proceso.
    - Ficha de localización del punto con respecto a la zona, descripción del punto y de la forma de acceso a cada uno de ellos.
    - Fotografías tanto de los mojones, como de los equipos utilizados en los trabajos de amojonamiento.

6.3.1.4. Levantamiento topográfico planimétrico

- Reseña del levantamiento topográfico, realizado con poligonal cerrada o punto a punto, indicación de cómo y cuantos puntos se materializaron en el terreno, descripción de la ubicación de los vértices amojonados y descripción del levantamiento de detalles.

- Cuadro en el que se describa los parámetros importantes del sistema de referencia MAGNA-SIRGAS. Ej. (Proyección, Falso Norte, Falso Este, etc.). con coordenadas ajustadas al origen único nacional, o lo dispuesto por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

- Cuadro con el cálculo del error obtenido y el cierre obtenido.

- Descripción del alinderamiento (adquisición), donde se describa la distancia entre los diferentes vértices del predio además de la localización cardinal del lindero con respecto

al predio, indicando la matricula inmobiliaria o código catastral del predio vecino y el nombre del propietario de ser posible.

- En el caso de los desenglobes, se debe realizar adicionalmente la identificación y descripción de los linderos del área restante de la misma forma que del área de compra, para la escritura de compra-venta y la posterior solicitud de inscripción en registro, apoyados en los documentos consultados para el lindero del predio, como la carta catastral, incluyendo en los planos el cuadro de coordenadas de estas áreas.

6.3.2. PLANOS TOPOGRÁFICOS

6.3.2.1. General

Se realizará un plano general del proyecto, en el que se evidencie la totalidad de predios afectados.

6.3.2.2. Específicos

Se deberá anexar en físico tamaño carta los planos específicos correspondientes para cada predio o servidumbre requerida, el plano deberá contener la siguiente información básica:

- Logos del contratante, logo del plan de desarrollo de Cundinamarca y logo del contratista.
- N° de contrato EPC.
- Convenciones.
- Leyenda.
- Escala numérica y gráfica.
- Información firmada con los profesionales que intervinieron en la elaboración, revisión y aprobación del levantamiento topográfico.
- Consecutivo de plano.
- Fecha de elaboración.
- Localización.
- Una información específica correspondiente al predio en cuestión (Código catastral, matricula inmobiliaria, municipio, vereda, nombre del predio y nombre del propietario).
- Se deberá anexar cuadro donde de registre el área total del predio, el área de interés y el área restante.
- Cuadro del listado de vértices de los linderos del predio, con sus respectivas coordenadas y distancias identificables (si este cuadro es demasiado grande para estar en el plano se debe indicar que se encuentra en el informe).
- Se deberá adjuntar en los planos, cuadros o tablas de áreas del terreno, áreas construidas, áreas libres, áreas comunes, áreas de zonas duras y demás elementos urbanísticos.

Nota: según formato de salida grafica para consultorías EPC-SIGC-Ft-343

6.3.3. ANEXOS CD

Los anexos del CD deben ir organizados en diferentes carpetas marcadas con los nombres de los numerales mencionados a continuación:

6.3.3.1. Informe

- Se debe anexar el informe digital en formato PDF.

6.3.3.2. Tarjetas profesionales y certificados de vigencia

- Se debe anexar en una carpeta con el mismo nombre del numeral, las matriculas profesionales del personal que participó en todas las labores de levantamiento, replanteo, calculo y dibujo. (según numeral 1.1.).

6.3.3.3. Calculo de ajustes de procesamiento diferencial

- Se debe anexar los datos crudos de los equipos GNSS en formato RINEX al igual que los datos crudos de la base, con los culés realizaron el post-proceso.
- Se debe anexar las coordenadas de la base CORS según el calendario GPS. Si la base es una placa IGAC se debe anexar el certificado del punto y el cálculo de las coordenadas con sus velocidades.
- Se debe anexar el archivo del proyecto generado por el software de post-proceso.
- Se debe anexar los informes de post-proceso, generados por el software utilizado en formato PDF.

6.3.3.4. Especificaciones técnicas de los equipos

- Especificaciones de los equipos utilizados: Ficha técnica de los equipos utilizados.
- Certificados de vigencia: Certificados de calibración de los equipos, emitidos por laboratorio especializado, con vigencia mínima de 6 meses. (*según el numeral 1.1.).*

6.3.3.5. Cálculo y ajustes de las poligonales

- Se deben anexar los archivos crudos de la estación en formato (raw, .dat, .job, etc.).
- Se debe anexar las carteras de campo diligenciados a mano, con la información de las armadas correspondientes tales como, punto de armada, amarres, azimut inicial, coordenadas barridas en el transcurso de la poligonal con su respectivo chequeo al back-sight y coordenadas de cierre obtenidas de campo.

- Todas las carteras deben indicar en su encabezado: nombre del proyecto, tipo de aparato utilizado, fecha de realización del levantamiento, y ubicación (vereda, corregimiento, municipio y departamento), adicionalmente se debe anexar el archivo Excel con los cálculos de la poligonal los cierres y precisión obtenida. Esta tabla tiene que contar con los campos debidamente formulados.

6.3.3.6. Registros fotográficos

- Fotografías vértices GPS: se recomienda dos fotografías, una panorámica de cada vértice de amarre GPS con el equipo en rastreo y otra en la que se observe las placas de bronce marcadas de cada monumento instalado (según figura 1.).

- Fotografías red poligonal: se recomienda una fotografía panorámica de cada vértice principal de la red de poligonal, incluyendo los auxiliares derivados de la misma, en el cual se evidencie el armado del equipo.

6.3.3.7. Planos topográficos

Se deben anexar los planos definitivos de manera digital, de los cuales deben venir un plano general en medio pliego y los específicos en tamaño carta o doble carta si la dimensión del predio lo requiere. Para las salidas gráficas los planos deben contener la siguiente información:

- En los anexos se adjuntan los archivos DWG correctamente georreferenciados en el modelo.
- Logos del contratante, logo del plan de desarrollo de Cundinamarca y logo del contratista.
- N° de contrato EPC.
- Convenciones.
- Leyenda.
- Escala numérica y gráfica.
- Información con los profesionales que intervinieron en la elaboración, revisión y aprobación del levantamiento topográfico con sus respectivos números de matrícula profesional.
- Consecutivo de plano.
- Fecha de elaboración.
- Localización.
- Una información específica correspondiente al predio en cuestión (Código catastral, matricula inmobiliaria, municipio, vereda, nombre del predio y nombre del propietario).
- Se deberá anexar cuadro donde de registre el área total del predio, el área de interés y el área restante.
- Cuadro del listado de vértices de los linderos del predio, con sus respectivas coordenadas y distancias identificables (si este cuadro es demasiado grande para estar en el plano se debe indicar que se encuentra en el informe).

- Se deberá adjuntar en los planos, cuadros o tablas de áreas del terreno, áreas construidas, áreas libres, áreas comunes, áreas de zonas duras y demás elementos urbanísticos.

6.3.3.8. Información SIG

- Se requiere para el SIG de la empresa el suministro de capas (.shp) tipo polígono de los predios levantados con los siguientes atributos: ID, código catastral, matricula inmobiliaria, propietario y área en metros cuadrados.

