



**“ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y
LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL,
EN BOGOTÁ D.C.”**

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020

INF-EST--CASC-009-21

**METODOLOGÍA DETALLADA PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO
COMPONENTE ESTRUCTURAS**

Instituto de Desarrollo Urbano

CONSORCIO CS



BOGOTÁ, 2021 – Marzo - 12

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

PRODUCTO DOCUMENTAL

INF-EST--CASC-009-21

METODOLOGÍA DETALLADA PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

COMPONENTE ESTRUCTURAS

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 00	08/02/2021		
Versión 01	26/02/2021	Observaciones Interventoría	
Versión 03	12/03/2021	Observaciones reunión del 12 marzo 2021	46

EMPRESA CONTRATISTA

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Jorge A. Padilla Romero Especialista en Estructuras	Ing. Jorge A. Padilla Romero Especialista en Estructuras	Ing. Mario Ernesto Vacca G. Director de Consultoría

EMPRESA INTERVENTORA

REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Alirio Soacha Sánchez Especialista en estructuras lineales		
Ing. Alirio Soacha Sánchez Especialista en estructuras de edificaciones	Ing. Wilmer Alexander Roza Coordinador de Interventoría	Ing. Oscar Andrés Rico Gómez Director de Interventoría

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
2.	OBJETIVO DE LA METODOLOGÍA.....	6
2.1	OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.....	6
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
3.	ALCANCE	7
4.	DOCUMENTOS DE CONSULTA.....	7
5.	METODOLOGÍA	9
5.1	ALCANCE DEL COMPONENTE ESTRUCTURAL	9
5.1.1	FASE I – RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN (1 MES)	9
5.1.1.1	Recopilación de información existente.....	9
5.1.1.2	Análisis de la información recolectada.....	10
5.1.1.3	Conformación del documento de FASE I: R.A.I.	10
5.1.2	FASE II – FACTIBILIDAD (3 MESES).....	11
5.1.2.1	Visita de reconocimiento a la zona del Proyecto.....	11
5.1.2.2	Informe de inspección visual de estructuras existentes	12
5.1.2.3	Inventario de estructuras nuevas.....	12
5.1.2.4	Evaluación del dimensionamiento de estructuras existentes / Predimensionamiento	14
5.1.2.5	Prediseño de estructuras de las alternativas escogidas	14
5.1.2.6	Evaluación de alternativas – Matriz multicriterio.....	14
5.1.2.7	Cantidades y costos.....	15
5.1.2.8	Conclusiones y recomendaciones	15
5.1.2.9	Descripción de los procedimientos estructurales y alcances FASE II	16
5.1.3	FASE III – ESTUDIOS Y DISEÑOS DE DETALLE (7MESES).....	21
5.1.3.1	Etapas inicial	21
5.1.3.2	Estudios definitivos.....	22

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

5.1.3.3	Descripción de los procedimientos estructurales y alcances FASE III	23
5.2	ESQUEMA METODOLÓGICO	34
5.3	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS A DISEÑAR	34
5.3.1	SISTEMA ESTRUCTURAL	34
5.3.1.1	Diseño de estructuras nuevas	34
5.3.1.2	Reforzamiento de estructuras existentes (Si aplica)	35
5.3.2	LOCALIZACIÓN	35
5.3.2.1	Diseño de estructuras nuevas y reforzamiento de estructuras existentes	35
5.3.3	INFORMACIÓN INTERDISCIPLINARIA	35
5.3.3.1	Diseño de estructuras nuevas	35
5.3.3.2	Reforzamiento de estructuras existentes (Si aplica)	35
5.3.4	CÓDIGOS DE DISEÑO	37
5.3.5	MATERIALES	37
5.3.5.1	Diseño de estructuras nuevas y reforzamiento de estructuras existentes (Si aplica)	37
5.3.6	CARGAS y COMBINACIONES	37
5.3.6.1	Diseño de estructuras nuevas y reforzamiento de estructuras existentes (Si aplica)	37
5.3.7	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	37
5.3.7.1	Diseño de estructuras nuevas	37
5.3.7.2	Reforzamiento de estructuras existentes (Si aplica)	38
5.3.8	DISEÑO ELEMENTOS ESTRUCTURALES	38
5.3.8.1	Diseño de estructuras nuevas y reforzamiento de estructuras existentes (Si aplica)	38
5.3.9	DEFLEXIONES EN LOS ELEMENTOS	38
5.4	PROCESOS Y PRODUCTOS PARA CADA UNA DE LAS FASES	38
5.5	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	40
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
7.	BIBLIOGRAFIA	46

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Esquema metodológico a nivel estructural.</i>	<i>34</i>
---	-----------

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 5-1 Procedimientos estructurales y alcance de Entregables FASE II Factibilidad.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 5-2 Procedimientos estructurales y alcance de Entregables FASE III – E & D.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 5-3 Productos de cada Fase a nivel Estructural.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 5-4 Fecha de entregas de actividades.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 5-5 Diagrama de Gantt de ejecución de actividades.....</i>	<i>42</i>

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

1. INTRODUCCIÓN

Para dar cumplimiento al componente de Estructuras, se deberá efectuar el análisis de información primaria y secundaria, así como tener en cuenta los estudios realizados por el IDU mediante el Contrato 1531 de 2012 “Estudio de factibilidad de los corredores de transporte por cable en las localidades de Ciudad Bolívar y San Cristóbal de Bogotá” elaborados por la Secretaría Distrital de Movilidad, el Contrato Interadministrativo No.1463 de 2009 “Caracterizar técnicamente la viabilidad de implantar sistemas de cable en seis localidades de Bogotá (Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Usme, Usaquén, Santa Fe y Chapinero)” elaborados por la Secretaría Distrital de Movilidad y adicionalmente, se realizará la consulta con las demás entidades y empresas, que puedan tener información de los diseños, obras, reforzamientos y mantenimientos que existan de las estructuras encontradas dentro de la zona de intervención del Proyecto.

2. OBJETIVO DE LA METODOLOGÍA

Para la realización de la Actualización, Ajustes y Complementación de la Factibilidad y los Estudios y Diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, en la ciudad de Bogotá D.C., de acuerdo a lo descrito en el Anexo 1 Anexo Técnico del pliego, se plantean los siguientes objetivos

2.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Realizar el diseño a nivel de factibilidad y a nivel de detalle de todas las estructuras requeridas, para la construcción de un cable aéreo en la Localidad de San Cristobal garantizando que la alternativa de diseño o intervención seleccionada es la necesaria y más beneficiosa para el proyecto y la ciudad, enmarcándose dentro del principio de economía.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar el estado, definir y diseñar el tipo de intervención que se debe realizar a las estructuras existentes y definir y diseñar las estructuras nuevas que requiere el Proyecto.
- Obtener la integralidad y armonización con todos los proyectos que el Instituto se encuentre ejecutando, ya sea a nivel de factibilidad, estudios, diseños o de construcción y entrada en operación, coordinando la entrega de información por parte del Instituto, a través del Supervisor del Contrato y la Interventoría respectiva.
- Presentar la evaluación y diseño de las estructuras que se requieran, y definir la estrategia de intervención en función del tipo de superficie de las estructuras existentes, efectuando los análisis de alternativas a que haya lugar, teniendo en cuenta toda la información existente,

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

garantizando que la alternativa de diseño o intervención seleccionada es la necesaria y más beneficiosa para el Proyecto y la ciudad, enmarcándose dentro del principio de economía.

3. ALCANCE

El alcance contractual del Proyecto cuyo objeto es el ***Ajuste, Actualización y Complementación de la Factibilidad de Estudios y Diseños del Cable San Cristóbal***, en Bogotá D.C., para el componente estructural, se divide en 3 fases de ejecución del Proyecto; la primera como un análisis de la información existente en referencia a la construcción del sistema de transporte por cable aéreo en mención, la segunda como una complementación de la Factibilidad del Proyecto, sin desmeritar la posibilidad de cambios dada la antigüedad de los estudios ejecutados y finalmente la tercera etapa que se conforma con los diseños a nivel de detalle para los componentes involucrados exceptuando al componente electromecánico, el cual solo se llevará a nivel de factibilidad de acuerdo con los anexos técnicos del proyecto.

La necesidad de la construcción del Proyecto surge a partir de las condiciones topográficas de la localidad de San Cristóbal, en el sur de Bogotá, cuyas pendientes (más del 20% en algunos casos) hace difícil la movilidad peatonal en varias zonas de la localidad. Este tipo de estructura beneficiaría en gran medida a los habitantes de los barrios 20 de Julio, La Victoria y Altamira. El proyecto se resuelve en 3 estaciones para las alternativas contempladas y se contemplan dos trazados de características particulares. Parte del alcance será el análisis de estas alternativas para su complementación, si así lo requiriese, y la ejecución del detallamiento técnico de la alternativa que más se ajuste a la solución esperada de la necesidad encontrada.

Las actividades del proyecto se desarrollarán bajo los siguientes enfoques:

- ✓ El cumplimiento, dentro de nuestra competencia, de la ejecución del contrato dentro del objeto de acuerdo a parámetros de tiempo y calidad ya establecidos.
- ✓ Cumplimiento cabal de cada una de las etapas indicadas en los anexos técnicos del pliego de condiciones según el alcance estructural.
- ✓ La proposición de soluciones técnicas de ingeniería donde se requiera y la complementación de las ya propuestas.

4. DOCUMENTOS DE CONSULTA

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering
---	--	---

Para el desarrollo del proyecto se tendrá en cuenta los lineamientos y recomendaciones de las normas y manuales aplicables. Dada la gran variedad de estructuras que abarca el desarrollo del mismo, se resaltan las siguientes:

- ✓ Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10
- ✓ Decreto 2525 del 13 de julio de 2010, por el cual se modifica el Decreto 926 de 2010 y se dictan otras disposiciones.
- ✓ Decreto 92 del 17 de enero de 2011, por el cual se modifica el Decreto 926 de 2010.
- ✓ Decreto 340 del 9 de julio de 2012, por el cual se modifica parcialmente el Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10.
- ✓ Decreto 945 del 5 de junio de 2017, por el cual se modifica parcialmente el Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10.
- ✓ Norma Colombiana de Diseño de Puentes. LRFD. CCP-14, INVIAS - Resolución 108 del 26 de enero de 2015
- ✓ AASHTO LRFD Bridge Design Specifications 2012. American Association of State Highway Bridges
- ✓ LRFD Guide Specifications for the Design of Pedestrian Bridges de la AASHTO
- ✓ Decreto 279 del 09 de septiembre de 2003 "Por la cual se reglamentan los puentes peatonales en el Distrito Capital"
- ✓ Cartilla para el puente peatonal prototipo para Bogotá, adoptada mediante resolución de la Dirección General del IDU No. 4892 del 25 de noviembre de 2009.
- ✓ Cartilla de Estaciones Sencillas IDU
- ✓ Decreto Distrital 523 de Diciembre 16 de 2010, Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D. C.
- ✓ Normas NTC 4774 Accesibilidad de las personas al medio físico. Espacios Urbanos y Rurales. Cruces peatonales a nivel, elevados o puentes peatonales y pasos subterráneo
- ✓ NTC 4143 (Tercera actualización) Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios y Espacios Urbanos. Rampas fijas adecuadas y básicas.
- ✓ NCHRP350. Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features. Norma Americana para barandas de puentes vehiculares.
- ✓ NCHRP537. Recommended Guidelines for Curb and Curb-Barrier Installations.
- ✓ EN 1317. Road restraint systems. Norma Europea para barandas en puentes vehiculares.
- ✓ Roadside desing guide AASTHO. Versión actualizada
- ✓ Manual for assessing safety hardware (MASH). FHWA
- ✓ Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción para proyectos de infraestructura vial y de espacio público en Bogotá D. C. del instituto de desarrollo urbano – IDU Versión 4.
- ✓ Normas SISTEC de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado, Agua y Aseo de Bogotá
- ✓ Especificaciones técnicas de Construcción INVIAS – 2014

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Calymayor Supering Colombia S.A.S.
---	--	--

- ✓ Reglamento UE 2016/424. Relativo a las instalaciones de transporte por cable.
- ✓ UNE-EN 13107: 2015/AC: 2016. Requisitos de seguridad para las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Obras de ingeniería civil
- ✓ AASHTO – The manual for bridge evaluation 2011, Segundo edición.
- ✓ P.O.T (Plan de Ordenamiento Territorial) de la ciudad de Bogotá D.C.
- ✓ Manual metodológico para la formulación y presentación de proyectos de transporte de pasajeros por cable aéreo en Colombia – Ministerio de Transporte.

5. METODOLOGÍA

A continuación se hará una descripción del procedimiento para la implementación de las tres (3) Etapas que se encuentran previstas desarrollar en el Contrato de Consultoría.

5.1 ALCANCE DEL COMPONENTE ESTRUCTURAL

El componente estructural estará a cargo de actividades muy precisas en el desarrollo del proyecto. A continuación, se describe el alcance de cada una de estas, subdividida en las fases del proyecto.

5.1.1 FASE I – RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN (1 MES)

Para el desarrollo de la FASE I se tendrá un plazo contractual máximo de un (1) mes, dentro de esta etapa se destacan las siguientes actividades:

5.1.1.1 Recopilación de información existente

Esta actividad consiste en la búsqueda de los estudios, información esquemática, preliminares y/o de detalle existentes, que se encuentren dentro de los objetos contractuales desarrollados en anteriores contratos involucrados en el proyecto en ejecución. La búsqueda estará apoyada a partir de las herramientas, físicas y virtuales, que el I.D.U. facilita para esta labor, tales como:

- ❖ Centro de documentación I.D.U.
- ❖ Repositorio web I.D.U.:
- ❖ https://webidu.idu.gov.co/jspui/browse?type=contrato&value=Contrato+2012-1531+Secretar%C3%ADa+de+Movilidad&rpp=100&submit_browse

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Las búsquedas de información se harán de manera exhaustiva y minuciosa; la información no encontrada en estos medios será reportada a la entidad I.D.U., la cual podrá suministrar información a detalle de la misma o en caso negativo aclarar su inexistencia

5.1.1.2 *Análisis de la información recolectada*

Con la culminación de la anterior etapa, se procederá a realizar un análisis detallado de la información que sea a fin con el componente estructural y se tendrá en cuenta la información de ciertos componentes técnicos que pueda generar alguna solución particular desde esta perspectiva. Se resalta, mas no se limita esta información a los siguientes componentes:

- Componente estructural a nivel esquemático o detallado.
- Componente geotécnico y topográfico a nivel de detalle.
- Componente electromecánico a nivel esquemático o detallado.
- Componente arquitectónico a nivel esquemático o detallado.
- Componente de redes a nivel detallado.
- Componente urbanístico.

La inexistencia o insuficiencia en la claridad de la información en mención y cualquier otra que pueda tener una afectación en los análisis estructurales puede llevar a declarar la necesidad del desarrollo y/o complementación de la misma para la ejecución de un análisis estructural detallado.

Si bien se utilizará toda la información técnica indicada como referencia y para verificaciones puntuales, el informe R.A.I se ejecutará únicamente sobre el componente estructural.

5.1.1.3 *Conformación del documento de FASE I: R.A.I.*

Como actividad final para la FASE I, la información recolectada y pertinente a este componente será consignada en un documento R.A.I. junto con todos los análisis que brindarán un foco direccional sobre la FASE II

Para las fases subsiguientes cabe aclarar que lo concerniente al componente electromecánico solo será tomado como insumo en cuanto a cargas, frecuencias, y demás datos técnicos que deban considerarse en el análisis estructural mas no se realizará ni revisara ningún tema particular correspondiente a tal componente y/o sistema.

Cabe anotar que en esta fase del proyecto es necesario recolectar las diferentes alternativas plasmadas en el informe de factibilidad realizado en el años 2012 por la empresa de transporte masivo del valle de Aburrá limitada, lo anterior con el fin de lograr determinar la viabilidad de cada una de ellas en el presente estudio y en caso de requerirse, incluir algunos detalles de las

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

soluciones plasmadas en dicho informe, por otro lado, en caso de no coincidir con las alternativas del estudio mencionado, las estructuras se plantearán totalmente nuevas cumpliendo los requisitos de accesibilidad, arquitectónicos y de operación determinados por las respectivas especialidades.

En este documento, también se recolectará la información arquitectónica y localización del trazado del cable a nivel general para complementar los hallazgos de diseño estructural, aunque la información completa de arquitectura deberá ser recopilada por el especialista correspondiente, en el informe estructural se incluyen algunas plantas y detalles arquitectónicos necesarios para contextualizar al lector con la estructura existente y proyectada.

5.1.2 FASE II – FACTIBILIDAD (3 MESES)

Para el desarrollo de la FASE II se tendrá un plazo contractual máximo de tres (3) meses, dentro de esta etapa se destacan las siguientes actividades:

5.1.2.1 *Visita de reconocimiento a la zona del Proyecto*

Se realizará una visita de reconocimiento a las estructuras existentes involucradas en el Proyecto, se inspeccionarán estructuras tales como estaciones troncales y portales de Transmilenio. La visita desarrollada determinará visualmente las patologías que se encuentren presentes en los elementos estructurales y además permitirá localizar las estructuras nuevas correspondientes al proyecto y también las que fueron objeto de la factibilidad realizada en el año 2012 por la empresa de transporte masivo del valle de Aburrá limitada, mediante este proceso, se deberá proyectar su posible afectación en las estructuras existentes de modo que se pueda prever soluciones particulares de tal manera que, durante el desarrollo de la etapa constructiva, el grado de modificación, mejora y/o afectación sea el menor posible. Los hitos para la ejecución de esta etapa se desarrollan en el siguiente orden:

Actividades preliminares a la visita

- Identificación preliminar de las estructuras involucradas de acuerdo al informe R.A.I.
- Planificación de la visita – Priorización de estructuras para asignar orden de visita.
- Evaluación de rutas de acceso a la zona de la estructura.
- Ejecución de la visita

Actividades de inspección

- Recorrido de reconocimiento de estructuras.
- Identificación de elementos afectados.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

- Identificación de patologías en elementos estructurales.
- Identificación de patologías en elementos no estructurales.
- Registro fotográfico y/o filmico.

Los datos y registros tomados en campo, serán consignados en informes de inspección visual por estructura. El alcance de estos informes será descrito en numerales siguientes.

5.1.2.2 *Informe de inspección visual de estructuras existentes*

Se consignarán en informes de inspección visual de las patologías encontradas durante las visitas, estas serán complementadas con el registro fotográfico tomado en campo. En el informe se evaluará el grado de afectación particular de los elementos que conforman la estructura y a partir de esta evaluación, el estado global de la misma, paso siguiente, se plantearán alternativas de reparación, repotenciación y/o reforzamiento según se requiera.

El informe de inspección incluirá una descripción general de la estructura, su tipología, sistema estructural, geometría, material principal de conformación y demás información relevante.

Si es necesaria una inspección parcial del refuerzo por medio de scanner o ensayos destructivos se realizará específicamente sobre las zonas o estructuras construidas que requieran intervención.

Dentro del alcance del informe también se elaborará un análisis comparativo entre la información encontrada en la FASE I y lo realmente construido, resaltando deficiencias de índole estructural o constructiva si así fuera el caso

Al finalizar el análisis de todas las estructuras existentes y consolidar sus acciones de intervención, se realizará un inventario que consolidará a todas estas junto con información destacada de cada una.

Es de resaltar que las obras existentes mencionadas corresponden a los elementos estructurales del portal 20 de Julio, en donde se deberá adecuar la llegada de los pasajeros provenientes del trasmicable.

5.1.2.3 *Inventario de estructuras nuevas*

Con el fin de dar un alcance a las estructuras ejecutas del proyecto y teniendo en cuenta que se deberán plantear soluciones eficientes, funcionales y sobre todo seguras, en esta etapa se definen las estructuras nuevas las cuales se exponen a continuación:

❖ **ESTACIONES**

Los espacios que deben tenerse en cuenta para el diseño de las estaciones son:

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

- Oficinas administrativas: Esta zona incluye espacios para el personal (Operador y Transmilenio), sala de reuniones, puntos de información, servicios sanitarios y cuartos de operadores de recaudo.
- Oficinas operativas: Se incluyen zonas de primeros auxilios, seguridad física, cuartos para personal y comunicaciones, cocinetas y cuartos de aseo, servicios sanitarios y cuarto de químicos.
- Zonas técnicas: Se incluyen garajes de cabinas, taller de reparaciones, zona de lavado de cabinas, almacén, cuarto de tableros eléctricos, Subestación o planta eléctrica, cuarto de motores, cuarto del operador, oficina técnica y cuarto de herramientas
- Zonas funcionales: Se incluye Hall e ingreso y áreas de circulación, zona de torniquetes y barreras de acceso, zonas de embarque y desembarque, cuartos de venta de boletos, puntos fijos, ascensores y escaleras, circulación de cabinas, plataforma de abordaje y área de colas

❖ CABLES DE ACERO

Con base en las definiciones, necesidades y diseños del componente electromecánico se implementarán las solicitudes que se generen en las estructuras derivadas de los tipos de cable necesarios para la ejecución del proyecto que corresponden a:

- Cable portador
- Cable tractor
- Cable portador-tractor

❖ PILONAS

Aparte al propio elemento de apoyo o torre de sostenimiento, los elementos estructurales adicionales que constituyen las pilonas y que caben dentro de nuestro alcance se muestra a continuación:

- Escaleras de mantenimiento

❖ SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

Dentro de los sistemas complementarios que pueden requerir de infraestructura estructural que caben dentro de nuestro alcance se encuentra la que se requiera para:

- Instalación de sistemas de transporte vertical (Ascensores, bandas, escaleras mecánicas y de rescate)

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Dentro del desarrollo del informe de factibilidad se profundizará más el alcance de todas las estructuras planteadas incluyendo las mencionadas anteriormente y se determinará si se incluyeron todas las estructuras necesarias en el anterior estudio.

5.1.2.4 Evaluación del dimensionamiento de estructuras existentes / Predimensionamiento

En esta etapa se iniciará con una descripción detallada de cada una de las estructuras a diseñar, se mostrará la localización de cada una de ellas, se determinará el sistema estructural y se complementará con unos esquemas que orienten al lector acerca del alcance estructural.

Posteriormente se verificará el predimensionamiento de cada elemento estructural una vez determinado el listado de estructuras nuevas a diseñar, se realizará el cálculo a nivel de factibilidad de dichos elementos para posteriormente realizar la comparación con el estudio de factibilidad actual.

El cálculo de los elementos estructurales se realizará con base en los criterios relacionados en normativas vigentes y en la experiencia de nuestra firma de diseño con relación a proyectos de infraestructura, el objetivo de este proceso es determinar si los elementos están subdimensionados teniendo en cuenta principalmente criterios de seguridad y funcionamiento; En el caso contrario, en donde los elementos puedan estar sobre dimensionados, se evaluará hasta qué punto es prudente reducir las dimensiones o por el contrario aprobar el dimensionamiento actual de las estructuras.

5.1.2.5 Prediseño de estructuras de las alternativas escogidas

Una vez se establezca el predimensionamiento de cada elemento, se procederá a realizar un prediseño mínimo tres alternativas con el fin de ajustar y/o revisar los elementos planteados en el numeral anterior, este proceso estará apoyado con todas las memorias de cálculo correspondiente y con cálculo en hojas electrónicas que contrasten la idoneidad de la solución adoptada para cada elemento, el cálculo de las cantidades se realizará a nivel de geometría y cuantías de refuerzo.

Es de resaltar que no se llegará a un nivel de detalle profundo ya que se sale de nuestro alcance, pero si se tendrán en cuenta las recomendaciones de componentes geotécnicos, electromecánicos y arquitectónicos para presentar un prediseño mucho más aterrizado.

5.1.2.6 Evaluación de alternativas – Matriz multicriterio

Se revisa el planteamiento de las alternativas y se decide, de acuerdo a la matriz multicriterio de cada una de ellas y en general a los aspectos técnicos que se evalúan en el componente

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

estructural, si es viable cambiar las alternativas o, por el contrario, seguir con el lineamiento que estas llevan.

Como parte del estudio de factibilidad y en virtud de que se generan diferentes alternativas de solución, se procederá a realizar una matriz multicriterio en concordancia con los puntos solicitados por el IDU, en donde intervienen todas las disciplinas del proyecto.

Para la definición de la matriz multicriterio y evaluación de alternativas se presentan algunas de las variables tenidas en cuenta, recalcando que podrían no ser las únicas a considerar durante el estudio de factibilidad.

- Nivel de servicio
- Economía
- Seguridad
- Estética y armonización con el ambiente
- Impacto ambiental

5.1.2.7 Cantidades y costos

Una vez realizados los predimensionamientos de los diseños actuales y haber realizado el contraste con la información suministrada, se procederá a realizar el cálculo de cantidades, para el caso de los elementos metálicos se determinará el peso con base en los pesos por metro lineal suministrados por fabricantes en sus tablas de especificaciones, para el caso del concreto reforzado se determinarán las cuantías, teniendo en cuenta nuestra experiencia en proyectos anteriores, para cada elemento estructural.

Una vez determinados los pesos y volúmenes de los elementos estructurales procederemos a determinar el precio unitario a costo directo e indirecto de cada actividad a realizar teniendo en cuenta la base de datos de precios unitarios del IDU y contrastándola con la de proyectos similares ejecutados.

Al final se conformará el presupuesto final solamente de los componentes estructurales que caben dentro de nuestro alcance, El presupuesto contará con capítulos y subcapítulos teniendo en cuenta la estructura del listado de estructuras nuevas y existentes.

5.1.2.8 Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se recopilarán los hallazgos encontrados correspondientes al estudio de factibilidad anterior, se realizará una síntesis de los puntos que se actualizaron y la razón de su cambio y se dejarán una serie de recomendaciones para la etapa definitiva de estudios y diseños llevada a cabo por el contratista de obra

Se deberán mencionar los siguientes aspectos en el capítulo de conclusiones y recomendaciones:

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Calymayor Colombia S.A.S. Supering
---	--	--

1. El trazado electromecánico óptimo y los estudios arquitectónicos definitivos se determinarán una vez se escoja la mejor alternativa en el estudio de factibilidad.
2. Se deberán incluir recomendaciones relacionadas con el reforzamiento, rehabilitación y/o intervención de los elementos estructurales existentes con el fin de dar un mejor lineamiento a los diseños definitivos Fase 3.
Estas recomendaciones deberán basarse en los materiales a utilizar de acuerdo a la solución arquitectónica planteada, los procedimientos necesarios para su adecuada construcción como formateado, vibrado del concreto, alineación de elementos metálicos y protección ante corrosión entre otros factores fundamentales.

5.1.2.9 Descripción de los procedimientos estructurales y alcances FASE II

A continuación se relacionan en un cuadro los procedimientos de diseño estructural para la etapa de factibilidad y sus respectivos alcances, el cuadro se realiza teniendo en cuenta los lineamientos del anexo técnico 1 y del capítulo 9 de estructuras:



 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Calymayor Colombia S.A.S. Supering
--	--	--

Tabla 5-1 Procedimientos estructurales y alcance de Entregables FASE II Factibilidad

Ítem	Procedimiento estructural	Alcance
1	Inventario de estructuras existentes	Se entregará un listado de las estructuras que serán intervenidas, ya sea, muros, edificaciones o puentes, con el fin de contextualizar al cliente con respecto al nivel de intervención y complejidad de las posibles soluciones para cada alternativa.
2	Informe de inspección visual	Este informe de inspección se realizará a los elementos estructurales que hagan parte de la solución escogida a nivel de factibilidad, este alcance solo abarca la inspección visual de las estructuras que estemos seguros se van a intervenir en el proyecto. En este informe se incluirán registros fotográficos, descripciones geométricas, materiales encontrados y patologías visibles. Según requerimientos del anexo técnico, Se realizará la “ Recomendación de ensayos propuestos para realizar en las estructuras existentes que serán afectadas por el proyecto
3	Listado de estructuras nuevas por alternativa	Generación de un listado de mínimo 3 alternativas de estructuras teniendo en cuenta cada una de las alternativas contempladas por el componente arquitectónico. Las 3 alternativas deberán tener una descripción del pre dimensionamiento y su respectiva localización.
4	Análisis de alternativas de las estructuras nuevas	En el análisis se incluirán las ventajas y las desventajas a nivel cualitativo de cada una de las alternativas planteadas, según el anexo técnico se tendrán en cuenta variables como: - Sistema estructural. - Materiales. - Geometría y área intervenida. - Costos.

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Calymayor Supering Colombia S.A.S.
--	---	---

4.1	Determinación de Sistema estructural y materiales a utilizar en dicho sistema	Se determinarán los diferentes sistemas estructurales de las estaciones a diseñar de acuerdo al apéndice I de la NSR10, se especificará si corresponden a pórticos resistentes a momento, muros de carga, sistemas duales o combinados y se realizará una breve descripción de los elementos estructurales que componen cada edificación. El proceso de selección del sistema de resistencia sísmica se realizará de acuerdo a los requerimientos arquitectónicos de espacio y a otros factores como el nivel de amenaza sísmica y la uniformidad de la geometría en planta y alzado de la edificación.
4.2	Evaluación de solicitudes preliminares	Se evaluarán preliminarmente unas cargas y solicitudes a nivel de factibilidad para posteriormente pre dimensionar las estructuras con mayor precisión, este proceso aplica sobre todo para las cargas verticales ya que para la determinación de cargas sísmicas se necesitan parámetros geotécnicos que no se incluyen en esta etapa

4.3	Pre dimensionamiento de geometría de los elementos	Una vez definido el sistema de resistencia sísmica se procede al pre dimensionamiento de los elementos: para el dimensionamiento de las vigas se utilizarán las recomendaciones en altura de la NSR-10 y de esa manera geometrizar las vigas lo suficientemente rígidas para resistir las sollicitaciones verticales y horizontales y para que se encuentren dentro de los rangos admisibles de deformaciones en servicio. Para el caso de las columnas o muros, se determinarán las geometrías acordes al nivel de rigidez que se le quiera dar a la edificación, es decir para que estas logren cumplir una deformación horizontal admisible según las normativas vigentes y adicionalmente pueden ser capaces de resistir las cargas sísmicas y de viento. Algunos procedimientos se realizarán con hojas de cálculo electrónicas y otros basados en la experiencia en edificaciones similares realizadas por la presente consultoría, las modelaciones se dejarán para etapa de estudios y diseños , se realizará modelaciones en esta etapa para verificar con mayor confiabilidad la rigidez de algunos elementos estructurales y como ayuda para las cuantificaciones .
4.4	Consolidación de resultados de los análisis	Se consolidan los resultados obtenidos y se ajustan las estructuras si es necesario para de esa manera configurar todo el sistema estructural a diseñar en fase III
4.5	determinación de cantidades y costos	Se calculan las cantidades para cada una de las alternativas evaluadas y se determinan los costos unitarios de acuerdo a los precios IDU 2020 o 2021 si están disponibles.
4.6	Elección de la mejor alternativa	Al final de este análisis (mínimo para 2 alternativas) y luego de realizar la comparación de las alternativas de acuerdo a ponderados descritos para cada variable en una matriz multicriterio, se determinará la mejor alternativa teniendo en cuenta su viabilidad técnica y económica.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

5	Consolidación de informe de factibilidad	Se consolidará el informe de factibilidad con las alternativas correspondientes a la estación de transferencia, estación intermedia (si se requiere) y estación retorno, esta última deberá incluir la ampliación de las estructuras del cable hasta el barrio Juan Rey. El informe también incluirá las memorias de diseño básico para cada una de las estructuras nuevas y a reforzar que sean requeridas para las diferentes alternativas en donde se incluirán los procesos definidos en el punto 4 de esta tabla. El informe llevará los requerimientos multidisciplinarios necesarios para la conformación de la alternativa a nivel estructural, se mencionarán las retroalimentaciones realizadas con el componente arquitectónico, de tránsito, redes, electromecánico y geotecnia. También se incluirán los requerimientos exigidos por parte de la entidad teniendo en cuenta las reuniones programadas durante la ejecución del proyecto.
6	Conclusiones y recomendaciones generales	Al final del informe se incluirá un capítulo con conclusiones y recomendaciones generales y específicas del proyecto para tener en cuenta en la siguiente etapa.

ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

7	Planos estructurales	Se presentarán planos en planta y alzado de las alternativas indicando claramente las intervenciones con las estructuras existentes. Los planos, aunque no serán constructivos, llevarán un nivel de detalle significativo, se incluirán dimensiones detalladas de los elementos resistentes, ejes, gálidos (si se requiere) y algunos cortes de la estructura principal para visualizar mejor la solución adoptada. Dentro de los entregables también se incluirán los planos de levantamiento estructural (si se requiere) de las estructuras a intervenir en donde se incluye geometría, (cabe anotar que el acero de refuerzo existente de estas estructuras se mostrará en una etapa posterior). Según el anexo técnico, los planos estructurales deberán cumplir con mínimo los siguientes requisitos: - Esquemas básicos que contengan la pre dimensiones, incluyendo plantas y cortes de todos los elementos estructurales, tanto de cimentación, subestructura y superestructura, para cada alternativa. - Definición y localización de cada estructura incluyendo planos con plantas generales y alzados para cada alternativa. - Especificación general de materiales. - Cantidades de obra para cada alternativa.
---	----------------------	---

MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

5.1.3 FASE III – ESTUDIOS Y DISEÑOS DE DETALLE (7MESES)

En esta fase se le dará alcance a los análisis ejecutados sobre las estructuras NUEVAS precisadas en la fase II con la escogencia de la alternativa que más se ajuste a las necesidades del proyecto. Esta fase se llevará a cabo según las siguientes etapas:

5.1.3.1 Etapa inicial

Esta etapa consistirá en tomar la información técnica de los componentes involucrados llevada de fase I a fase II y complementada en esta última para validar, planear y precisar el detallamiento apropiado que requiere cada solución de ingeniería con el objetivo de establecer los criterios para

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

lograr las estructuras más seguras y económicas posibles, considerando alternativas de proceso constructivo, tanto en superestructura como en infraestructura.

5.1.3.2 Estudios definitivos.

Salvada la etapa anterior se procederá a elaborar para la solución escogida, los análisis y diseños para cargas verticales y horizontales de acuerdo con la norma colombiana de construcciones sismo resistentes NSR-10 y la norma colombiana de puentes CCP-14, donde apliquen.

El proyecto estructural se ejecutará sobre la información técnica suministrada por el cliente en cuanto a:

- Topografía detallada
- Planos de diseño Arquitectónico.
- Estudios Geotécnicos.
- Planos de ubicación de redes.
- Información Electromecánica de solicitudes y especificaciones técnicas.

Cabe resaltar que el diseño electromecánico solo será llevado hasta Fase II y que estos son responsabilidad del componente electromecánico, tal y como se especifica en el anexo técnico, numeral 3.5.8.

Esta etapa estará sustentada bajo la siguiente documentación con la debida aprobación de la Interventoría del proyecto.

Memorias justificativas de los análisis y diseños mencionados en el numeral 2, que contienen los siguientes capítulos:

- Evaluación de cargas unitarias y cargas sobre los elementos.
- Evaluación de los parámetros del análisis sísmico.
- Diseño de conexiones.
- Diseño de cimentación.
- Análisis y diseño para cargas verticales y de sismo.
- Planos Constructivos
- Despieces del refuerzo con secciones y esquemas ilustrativos.
- Reforzamiento de la Cimentación (según recomendaciones de los asesores de suelos).
- Reforzamiento de estructuras existentes de acuerdo al nivel de cargas y/o empalme con los nuevos elementos que se adhieran a dichas estructuras
- Cantidades de Obra.
- Cálculo de cantidades de obra discriminadas para cada elemento estructural.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

5.1.3.3 Descripción de los procedimientos estructurales y alcances FASE III

A continuación se relacionan en un cuadro los procedimientos de diseño estructural para la etapa de estudios y diseños y sus respectivos alcances, el cuadro se realiza teniendo en cuenta los lineamientos del anexo técnico 1 y del capítulo 9 de estructuras:

Tabla 5-2 Procedimientos estructurales y alcance de Entregables FASE III – E & D

Estructuras existentes		
Ítem	Procedimiento estructural	Alcance
1	Identificación y levantamiento de estructuras existentes	Se entregará un listado y localización de los elementos estructurales existentes que serán intervenidos por la alternativa seleccionada en fase II. Una vez se identifiquen las estructuras se procederá a un levantamiento a detalle de las mismas en donde se identificarán geometrías, aceros de refuerzo activos y pasivos, deformaciones o pandeos excesivos, fisuras, entre otros, este levantamiento será un complemento del informe de inspección visual realizado en la fase II del proyecto. En el proceso de levantamiento de las estructuras se realizará un registro fotográfico de las muestras (si aplica) y de las posibles grietas y/o demás patologías encontradas. Las documentaciones gráficas de los asentamientos, alturas de los elementos y demás dimensiones que se dificulten en campo serán contrastadas con la información del levantamiento topográfico. Al final se deberá tener toda la información relacionada con las estructuras existentes para un adecuado diseño de las intervenciones

2	Informe de patología de estructuras existentes (si aplica)	Según el anexo técnico se deberá realizar un informe patológico de la alternativa elegida (si aplica según la solución arquitectónica planteada), este informe deberá llevar un listado de las patologías encontradas identificando descriptivamente el tipo de elemento y característica del daño, se deberán presentar los resultados de los ensayos de laboratorio dentro de los cuales pueden incluirse determinación del avance de frentes de carbonatación, nivel de ataques químicos y biológicos, resistencia a la compresión de cilindros y calidad de aceros. También se deberá determinar la vida útil remanente de la estructura, registros fotográficos y demás insumos que los ingenieros calculistas podamos utilizar para el diseño estructural de las intervenciones.
3	Comparación entre lo construido y lo diseñado	Teniendo la información recolectada en fase I correspondiente a los planos estructurales de las estructuras existentes, se realizará una comparación geométrica y de refuerzo de los elementos construidos con los determinados en el levantamiento de los elementos estructurales a intervenir. En caso de encontrarse discrepancias en la información en el informe de estudios y diseños se explicará la incidencia de estas diferencias en el diseño estructura. Este proceso será de utilidad para definir con mayor asertividad los materiales y la geometría a modelar de los elementos existentes, en caso de que requieran intervenir o reforzarse estructuras.

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Calymayor Supering Colombia S.A.S.
---	--	--

4	Estructuras existentes que no requieren de intervención	Las estructuras contiguas a las edificaciones que se proyecten en fase 3 y que puedan ser afectadas, ya sea por los movimientos horizontales de las estaciones o por alguna transferencia de carga vertical, deberán ser revisadas y evaluadas mediante un reconocimiento de refuerzo interno, geometría y materiales constitutivos, así como de las posibles patologías presentes que puedan reducir su resistencia o rigidez.
5	Memoria de calculo	En la memoria de cálculo se incluirán los siguientes procedimientos de diseño:
5.1	Determinación de Sistema estructural y materiales a utilizar	Este proceso viene definido de la fase II, pero es importante reevaluarlo o confirmarlo una vez se tengan todos los insumos arquitectónicos de diseño definitivo, así como una magnitud más precisa de las cargas a aplicar. Se explicará en la memoria de cálculo a manera descriptiva de que sistema de resistencia sísmica se compone la estructura y que materiales se van a utilizar para los elementos estructurales principales.
5.2	Descripción de la estructura y normativas	Se describirán las dimensiones de los elementos estructurales proyectados y se dará una breve introducción del proyecto arquitectónico y se realizará un breve listado de las normativas guía para el diseño estructural a nivel de detalle.
5.3	Materiales	El informe detallado llevará una descripción de los materiales utilizados y sus características químicas y mecánicas, tales como composición, norma de fabricación, resistencia a la fluencia o a la compresión del material, módulo de elasticidad, relación agua/cemento, características térmicas entre otros datos importantes que pueden ser relevantes durante el diseño estructural.

5.3	Cargas	Se describirán cada una de las cargas analizadas y que cumplan con los requisitos mínimos del capítulo B de la NSR-10 o el capítulo 3 del CCP14, las cargas que pueden llegar a ser analizadas son: - Carga muerta: se determina como el peso propio y la carga permanente durante la vida útil de la edificación, para concreto se planteará un peso específico de 24 KN/m³ mientras que para acero estructural un peso específico de 78.5 KN/m³. - Carga viva: La carga viva se aplicará a las estructuras como carga por metro cuadrado y será determinada por el nivel de tráfico de la zona a diseñar según los grupos de uso de la edificación previamente identificados, las cargas se determinarán de acuerdo al capítulo B.4 de la NSR10 y si son cargas Peatonales o móviles para un puente, se determinarán de acuerdo al capítulo 3 de la CCP-14. - Fuerzas sísmicas: Las fuerzas sísmicas de diseño se determinarán construyendo un espectro de diseño evaluado con los coeficientes sísmicos del estudio de microzonificación sísmica de Bogotá o en caso de requerirse, según recomendaciones geotécnicas, se determinarán las fuerzas sísmicas con base en un estudio local de sitio. Para el caso de los puentes, el espectro de diseño se determinará utilizando el espectro determinado de la CCP-14 de acuerdo al nivel de amenaza sísmica (PGA, Ss, S1) y al perfil de suelo. Por lo tanto, el
-----	--------	--

	análisis sísmico se realizará mediante un análisis modal espectral; en el caso de las edificaciones, el procedimiento de diseño sísmico será acorde a la tabla A.1.3-1 de la NSR-10. Se realizará un análisis de deformaciones mediante el control de derivas tanto para las fuerzas de diseño E como para las fuerzas de umbral de daño. Para al el cálculo de la cimentación, se determinarán las fuerzas sísmicas combinadas con las demás fuerzas mencionadas en este capítulo para generar solicitaciones por esfuerzos de trabajo, lo anterior será útil cuando se vaya a verificar la capacidad portante de las edificaciones. Depende de la estructura a diseñar, se determinará un grado de disipación de energía de acuerdo a los requerimientos del capítulo A de la NSR-10. - Cargas debidas a la presión de fluidos: Principalmente para el diseño de los tanques, se determinará una presión de fluidos teniendo en cuenta las fuerzas hidrostáticas e hidrodinámicas, las cuales en algunos casos estarán regidas por empujes de tipo convectivo o impulsivo. - Cargas debidas al granizo, empozamiento de agua o carga viva de cubierta: estas cargas se determinarán de acuerdo a los lineamientos del capítulo B de la NSR-10 y dependerán de la geometría y grado de inclinación de la cubierta. - Cargas horizontales de suelo y presión de
--	---

		poros: Estas cargas serán determinadas para el diseño de los muros de contención, o en el caso de tanques apoyados sobre el suelo o enterrados, para el cálculo de la carga de supresión debida al nivel freático. - Fuerzas internas en elementos causadas por la temperatura: principalmente para el caso de las estructuras metálicas y en algunos casos de las estructuras de concreto, esta carga se determinará con base en las condiciones de exposición del elemento, el coeficiente térmico, la geometría del material y el sitio de construcción, las cargas térmicas se determinarán de acuerdo al capítulo B de la NSR-10. - Cargas de viento: La carga de viento se determinará con base en la altura de la edificación, el grado de exposición, la zona de amenaza eólica, y la configuración de la estructura tanto en planta como en perfil, el procedimiento de diseño para determinar la carga de viento estará acorde a los lineamientos del numeral B de la NSR-10 o para el caso de puentes con base en el numeral 3 de la CCP14
5.4	Combinaciones de carga	Las combinaciones de carga que se utilizarán para el diseño estructural serán basadas en el numeral B.2.3 o B.2.4 para el caso de las edificaciones y con base en el numeral 3.4.1 de la CCP14. De acuerdo al elemento a diseñar, se determinará qué estado limite utilizar y que combinaciones de carga serán las apropiadas de acuerdo a las cargas analizadas.

5.5	Información geotécnica	Se introducirá al informe la información geotécnica necesaria para el análisis estructural, dentro de los parámetros que se solicitarán se encuentran: - Coeficientes de reacción horizontal (kh) y vertical (kv) del suelo. - Capacidad de carga recomendada para cimentaciones superficiales y profundas, ya sean nuevas y/o existentes. - Parámetros de asentamiento. Perfil del suelo para cada una de las estructuras a diseñar, será clave para la determinación de las fuerzas sísmicas. - Parámetros geotécnicos necesarios para calcular el empuje de suelo, como coeficientes de fricción interna del suelo, nivel freático, entre otros.
-----	------------------------	---



5.6	Análisis estructural	Para cada una de las estructuras contractuales determinadas como las más viables en fase II, se realizará un modelo matemático para realizar un análisis estructural con base en las siguientes premisas: - Se realizará un avalúo de cargas y se aplicarán de acuerdo a lo especificado en la NSR-10. estas cargas serán introducidas en un programa de análisis estructural cuyo proceso de análisis será por elementos finitos y análisis matricial, en el programa se introducirá el espectro de diseño y de ser necesario, la rigidez del terreno para determinar la respuesta sísmica por medio del análisis modal espectral. El diseño de las vigas y en general todos los elementos prismáticos desde cimentación hasta la superestructura, se diseñarán por medio de elementos tipo Frame, mientras que el diseño de losas, membranas y muros, se modelará por medio de elementos tipo Shell. Por otro lado, se introducirán al programa de análisis las combinaciones de carga para de esa manera poder visualizar las solicitaciones ultimas y diseñar. Otro aspecto relevante a la hora de mostrar las cargas es que se introducirán las condiciones de apoyo y las condiciones de frontera de cada elemento estructural. Para visualizar los resultados de salida, se introducirán pantallazos al informe en donde se muestren las solicitaciones ultimas para la envolvente de diseño en los elementos estructurales, en el caso de las columnas, estas solicitaciones podrán visualizarse en el diagrama de interacción a excepción de las fuerzas ultimas de corte.
-----	----------------------	---

5.6	Diseño estructural de los elementos	La metodología de diseño para todos los elementos estructurales será el método LRFD, para el caso de la revisión de capacidades en cimentaciones superficiales de edificaciones se determinarán las fuerzas de diseño por esfuerzos de trabajo. El diseño estructural se realizará de manera detallada por medio de hojas electrónicas propiedad de la presente consultoría y en algunos casos, se introducirán los parámetros de diseño correctos al programa de análisis para que el mismo programa, determine los índices de sobreesfuerzo de los elementos. En caso de requerirse, se realizará el diseño para cargas constructivas o de izaje, también se realizarán recomendaciones de construcción en los planos estructurales y en la memoria de cálculo. Los resultados de los análisis se mostrarán de forma resumida en tablas electrónicas de Excel o en graficas para una mejor comprensión.
5.7	Cantidades detalladas	En esta etapa del proyecto se determinarán las cantidades detalladas de los elementos, se harán conteos de barras de refuerzo, volumen total de concreto, pesos y conteos de estructura metálica y demás elementos estructurales. Las cantidades irán acompañadas de los valores unitarios definidos por el IDU para el año vigente para de esa manera determinar el costo total de la edificación.
5.9	Conclusiones y recomendaciones	El informe estructural llevará conclusiones y recomendaciones generales y específicas del proyecto a tener en cuenta en la etapa de construcción

6	Planos estructurales	Cabe anotar que el proyecto estructural se llevará a cabo con modelación BIM en donde se mostrarán las superposición de las redes secas y húmedas y de la arquitectura con el proyecto estructural. Los planos estructurales que requieran mostrarse para un mejor nivel de detalle necesario para la construcción, tendrán lo siguiente: - Notas referentes a materiales, cargas, recomendaciones constructivas, datos geotécnicos, datos de despiece entre otros. - Índice de planos - Normativas utilizadas - Profesionales que diseñaron con sus firmas, rotulo del proyecto, numeración de planos, entre otros. - Procesos constructivos, en caso de requerirse por una edificación con configuración arquitectónica compleja. - Planos de planta perfil general. - Despieces completos para elementos de concreto reforzado y detalles de conexiones para elementos de acero de refuerzo, también se incluirán detalles constructivos de barandas, juntas, secciones geométricas, alzados, numeración de columnas y cimentación, numeración de vigas, ejes, entre otras. - Los planos estructurales también llevarán las cantidades detalladas. - En caso de ser necesario los planos para las pruebas de carga estáticas o dinámicas, se realizarán dichos entregables. - Plantas de todos los niveles. - Detalle de elementos no estructurales. - Detalles de elementos estructurales que no hacen parte del sistema de resistencia sísmica. - En caso de requerirse, procesos constructivos de demolición y reparación y/o reforzamiento de estructuras.
---	----------------------	---



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
MOVILIDAD

Instituto de Desarrollo Urbano

5.2 ESQUEMA METODOLÓGICO

A continuación, se muestra un esquema de la metodología a seguir que recopila los numerales descritos anteriormente:

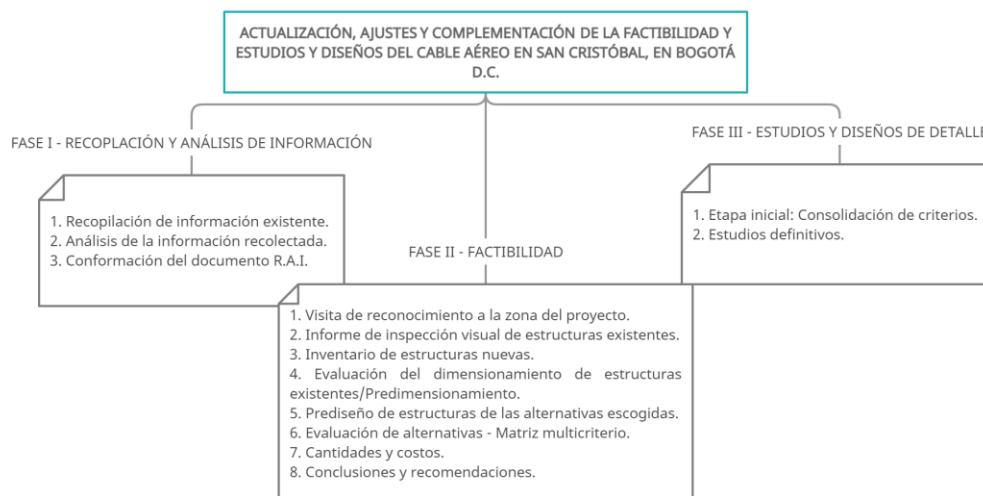


Figura 1. Esquema metodológico a nivel estructural.

5.3 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS A DISEÑAR

Este capítulo abarca la metodología relacionada con los procesos de diseño para las diferentes estructuras a diseñar en las diferentes etapas del proyecto, a continuación se relacionan las actividades con una breve descripción de dichos procedimientos tanto para las estructuras nuevas como para las estructuras existentes:

5.3.1 SISTEMA ESTRUCTURAL

5.3.1.1 Diseño de estructuras nuevas

Se inicia determinando, tanto en la etapa de factibilidad (FASE II) como en la de diseño estructural detallado (FASE III) los diferentes sistemas estructurales de las estaciones a diseñar de acuerdo al apéndice I de la NSR10, se especificará si corresponden a pórticos resistentes a momento, muros de carga, sistemas duales o combinados y se realizará una breve descripción de los elementos estructurales que componen cada edificación.

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Calymayor Colombia S.A.S. Supering
---	--	--

Para el caso de las estructuras que no se encuentren dentro del alcance de los sistemas estructurales definidos en la NSR10 como Puentes o tanques, se realizará para estos, un análisis detallado y se referenciarán las respectivas normativas de diseño ya sean la CCP14 o AIS-180-13 según corresponda.

5.3.1.2 *Reforzamiento de estructuras existentes (Si aplica)*

Para la determinación de los sistemas de resistencia sísmica se tendrán en cuenta las estructuras existentes a las cuales se vincularán las estaciones, de acuerdo a los requerimientos arquitectónicos y estructurales se especificará si es posible trabajar con una combinación de materiales (acero y concreto) o si por el contrario es preferible continuar con la misma tipología de los elementos estructurales existentes.

5.3.2 LOCALIZACIÓN

5.3.2.1 *Diseño de estructuras nuevas y reforzamiento de estructuras existentes*

Se ilustrará la ubicación global y específica de cada una de las estructuras señalando los puntos de conexión

5.3.3 INFORMACIÓN INTERDISCIPLINARIA

5.3.3.1 *Diseño de estructuras nuevas*

Posteriormente, se realizará una breve descripción de los requisitos arquitectónicos relacionados con algunos elementos especiales a tener en cuenta en el diseño estructural como el peso de fachadas y/o cubiertas no convencionales, por otro lado, tanto para la etapa de factibilidad como la de estudios y diseños, se mostrarán valores del suelo correspondientes a capacidades para los diferentes estados límites y coeficientes de reacción, entre otros.

En general se hablará acerca de los requisitos de las diferentes especialidades que se deban tener en cuenta en el diseño estructural, toda esta interacción se enlazará a nivel de dibujo mediante una coordinación BIM del proyecto que se encargará de crear sinergia entre los diferentes entregables.

5.3.3.2 *Reforzamiento de estructuras existentes (Si aplica)*

Adicionalmente, para la intervención de estructuras existentes, se requerirá, únicamente para la etapa de estudios y diseños, el insumo del especialista en Patología en caso de que no se encuentre información relevante relacionada con la geometría y resistencias de materiales o si después de una inspección visual se presenten patologías importantes como fisuraciones excesivas o cambios de color significativos en el concreto, a continuación, se presenta una metodología estándar para el caso de los trabajos de campo de patología estructural:

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

1. Llegada al sitio de encuentro acordado, preparación de EPP, equipo de trabajo en alturas y charla de seguridad.
2. Revisión de seguridad en el perímetro de la estructura a estudiar.
3. Recorrido general de la estructura, con escaleras de tijera o telescópicas, para localizar y marcar los PPs (Puntos patológicos), con los ensayos a practicar en cada uno de ellos. Se emplearán cintas adhesivas de colores para las marcaciones respectivas.
4. Armado de andamios certificados, fijos o con rodachinas, para iniciar las actividades en cada uno de los PPs, según el plan de trabajo aprobado por el cliente y la interventoría; se inician las actividades desde los puntos de mayor altura hacia los puntos bajos o que no requieren andamios para su ejecución.
5. Realizado el mapeo del acero de refuerzo, se marcan los puntos para las regatas, toma de carbonataciones, toma de núcleos, toma de varillas de acero de refuerzo, puntos de ultrasonido y la inspección de lesiones, localización y clasificación de estas, acompañado de fotografías de todo el proceso.
6. Toma de lecturas de ultrasonido, realización de regatas con pruebas de carbonatación y toma de núcleos (todo con seguimiento en los formatos establecidos para las hojas de campo). Se acompaña con fotos y/o videos de los diversos ensayos.
7. Empaque de núcleos en papel burbuja, marcación y embalaje en la caja plástica para su envío al laboratorio, con la respectiva hoja de remisión.
8. Revisadas las hojas de campo que contengan la información respectiva de cada PP, se autoriza el resane de los puntos explorados con mortero acrílico estructural y gravilla fina; las cintas y marcaciones de los ensayos de patología de campo, se dejan como evidencia en sitio para una revisión posterior, sea de la interventoría o de la entidad.
9. Se desarmen andamios y se retiran los equipos y señalizaciones requeridas en cada caso
10. Aseo general en los puntos de trabajo, retiro de basuras generadas y de escombros, en empaques adecuados para su disposición final.
11. Retiro a garaje del furgón con los equipos de trabajo, andamios y herramientas.
12. Por último, se revisan los ensayos de laboratorio recibidos para elaborar los informes de avance semanales, así como el informe final de patología, con las conclusiones y recomendaciones desde el punto de vista patológico.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

5.3.4 CÓDIGOS DE DISEÑO

Se especificarán las normas que regirán el análisis y diseño de los elementos estructurales según sea el caso.

5.3.5 MATERIALES

5.3.5.1 *Diseño de estructuras nuevas y reforzamiento de estructuras existentes (Si aplica)*

Depende del sistema estructural a diseñar y de la complejidad de la intervención, se especificarán los materiales utilizados en los elementos estructurales y sus respectivas resistencias, pesos, normatividades de fabricación u otras características que vengan al caso para el diseño, este procedimiento aplicaría para las estructuras en FASE II y FASE III.

5.3.6 CARGAS y COMBINACIONES

5.3.6.1 *Diseño de estructuras nuevas y reforzamiento de estructuras existentes (Si aplica)*

Para la fase de diseño se especificarán los valores de cada una de las cargas introducidas a las modelaciones y se especificarán los valores calculados para cada patrón de carga, así como su forma o punto de aplicación.

Según la normativa que se utilice se especificarán las combinaciones de carga para el diseño estructural de los elementos y para la filosofía de diseño que aplique, en todos los casos se diseñará por el método de factores de carga y resistencia LRFD con excepción de algunas revisiones que se realizarán con los esfuerzos de trabajo como lo es el caso de las vigas postensadas.

5.3.7 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

5.3.7.1 *Diseño de estructuras nuevas*

En la etapa de diseños definitivos se realizará de manera detallada una descripción del análisis de cada uno de los elementos estructurales, si se modelan las estructuras y se analizan por el método de los elementos finitos utilizando algún programa comercial, se especificarán las aplicaciones de las cargas, la geometría y materiales de cada uno de los elementos modelados, así como las condiciones de frontera para dichos elementos.

Se realizará un procedimiento de análisis sísmico de acuerdo a los requerimientos del numeral A.1.3 de la NSR10 de acuerdo al perfil del suelo, nivel de amenaza sísmica y recomendaciones

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

dadas por el geotecnista y a el nivel de complejidad de la configuración estructural, lo anterior en caso que se trate de un análisis modal espectral.

5.3.7.2 *Reforzamiento de estructuras existentes (Si aplica)*

Para el caso de la intervención en estructuras existentes, se incluirán en el análisis estructural las resistencias ponderadas actuales de los elementos según resultados de patología (si aplica) y se reducirán las resistencias de acuerdo al nivel de afectación del material para determinar la vulnerabilidad sísmica de cada uno de ellos previo a la propuesta de reforzamiento para la adecuación de la estructura nueva adherida.

5.3.8 DISEÑO ELEMENTOS ESTRUCTURALES

5.3.8.1 *Diseño de estructuras nuevas y reforzamiento de estructuras existentes (Si aplica)*

Una vez se haya especificado el proceso de análisis estructural se procederá al diseño de los elementos, cabe anotar que todos los elementos estructurales se diseñarán bajo la metodología de factores de carga y resistencia LRFD.

Solamente para la fase de diseños estructurales detallados (FASE III) se especificarán las solicitudes de los elementos estructurales, así como su respectivo diseño según las especificaciones de la NSR10.

Se tendrá en cuenta el detallado de los elementos estructurales ya sean en acero y concreto y se realizarán especificaciones de construcción tanto en la memoria de calculo como en los planos estructurales.

Para el caso de la intervención en estructuras existentes se detallará el diseño con materiales convencionales de reforzamiento (acero y concreto) así como de algunos otros no tan convencionales en donde se requiera por temas de espacio intervenir menor área (reforzamiento con fibras de carbono, fibras de vidrio, entre otros).

5.3.9 DEFLEXIONES EN LOS ELEMENTOS

Se verifican las deflexiones de los elementos para los estados limites de servicio y para cargas vivas según sea el caso, en el caso de edificaciones, estas deflexiones se revisarán en caso de no haber dimensionado los elementos lo bastante rígidos para que amerite este chequeo.

5.4 PROCESOS Y PRODUCTOS PARA CADA UNA DE LAS FASES

Tabla 5-3 Productos de cada Fase a nivel Estructural

FASE	TIEMPO DE EJECUCIÓN	ACTIVIDADES GLOBALES	ENTREGABLES PARTICULARES
I	Un (1) Mes	Recopilación de información existente	1. Informe de recopilación y análisis de información (RAI) 2. Informe de metodología
		Análisis de la información recolectada	
		conformación de documento de Fase I	
II	Tres (3) Meses	Visitas de reconocimiento a la zona del Proyecto	1. Informes de inspección visual y recomendaciones de reparación, repotenciación y/o reforzamiento. 2. Inventario de estructuras existentes
		Informe de Inspección visual de estructuras existentes	
		Inventario de estructuras Nuevas	1. Informe de análisis e inventario de estructuras existentes con el comparativo de lo encontrado en las visitas, análisis geométrico de elementos estructurales de acuerdo a las alternativas encontradas en la fase I 2. Ajuste de alternativas/prediseño (si así se requiere según análisis)
		Evaluación del dimensionamiento de estructuras existentes / Prediseño	
		Prediseño de estructuras de la alternativa escogida	1. Informe de diseño a fase II en la alternativa
		Evaluación de alternativas (Matriz multicriterio)	1. Matriz de análisis de alternativas (Anexo al informe de análisis y ajuste de alternativas)
		Cantidades y costos	1. Análisis de cantidades y costos para selección de alternativa (Anexo al informe de análisis y ajuste de alternativas)
		Conclusiones y recomendaciones	
III	7 meses	Diseños estructurales	1. Diseños a fase III de la alternativa del Proyecto que incluye: * Memorias de cálculo detallado de cada estructura y sus elementos * Planos constructivos de detalle

5.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 5-4 Fecha de entregas de actividades

FASE	TIEMPO DE EJECUCIÓN	ENTREGABLES	ENTREGABLES PARTICULARES	FECHA DE ENTREGA
		GLOBALES		
I	Un (1) Mes	INFORME DE RECOPIACIÓN Y ANALISIS DE INFORMACIÓN R.A.I.	1. Recopilación de información existente.	01 DE MARZO DEL 2021
			2. Análisis de la información recolectada.	
			3. Conformación de documento de Fase I.	
II	Tres (3) Meses	INFORME DE INSPECCIÓN VISUAL	1. Informes de inspección visual y recomendaciones de reparación, repotenciación y/o reforzamiento.	01 DE MARZO DEL 2021
		INVENTARIO DE ESTRUCTURAS NUEVAS Y EXISTENTES	1. Inventario de estructuras existentes.	01 DE MARZO DEL 2021
			2. Informe de análisis e inventario de estructuras existentes con el comparativo de lo encontrado en las visitas, análisis geométrico de elementos estructurales de acuerdo a las alternativas encontradas en la fase I.	01 DE MARZO DEL 2021
		INFORME DE FACTIBILIDAD	1. Ajuste de alternativas/prediseño (si así se requiere según análisis).	27 DE MAYO DEL 2021
			2. Informe de diseño a fase II en la alternativa.	27 DE MAYO DEL 2021
			3. Matriz de análisis de alternativas (Anexo al informe de análisis y ajuste de alternativas).	27 DE MAYO DEL 2021
			4. Análisis de cantidades y costos para selección de alternativa (Anexo al informe de análisis y ajuste de alternativas).	27 DE MAYO DEL 2021
			5. Conclusiones y recomendaciones.	27 DE MAYO DEL 2021

III	siete (7) meses	DISEÑOS ESTRUCTURALES	1. Informe de diseño fase III de la alternativa elegida según alcance (algunas estructuras serán diseños de fase II).	14 DE AGOSTO DEL 2021
			2. Memorias de cálculo detallado de cada estructura y sus elementos.	22 DE DICIEMBRE DEL 2021
			3. planos constructivos de detalle según alcance.	22 DE DICIEMBRE DEL 2021

El diagrama de gantt de las actividades globales mencionadas anteriormente se muestra a continuación:

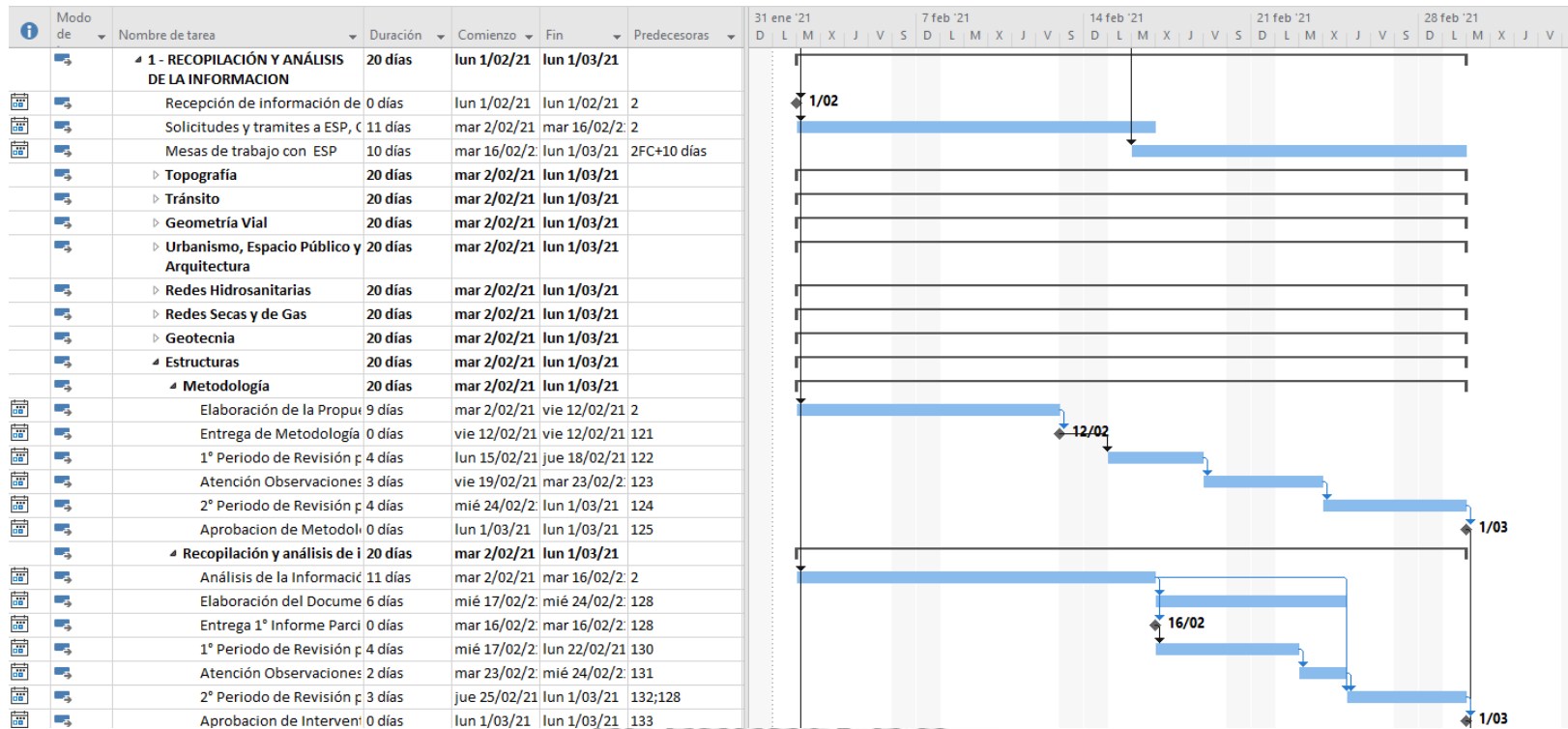




ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE
LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL
CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



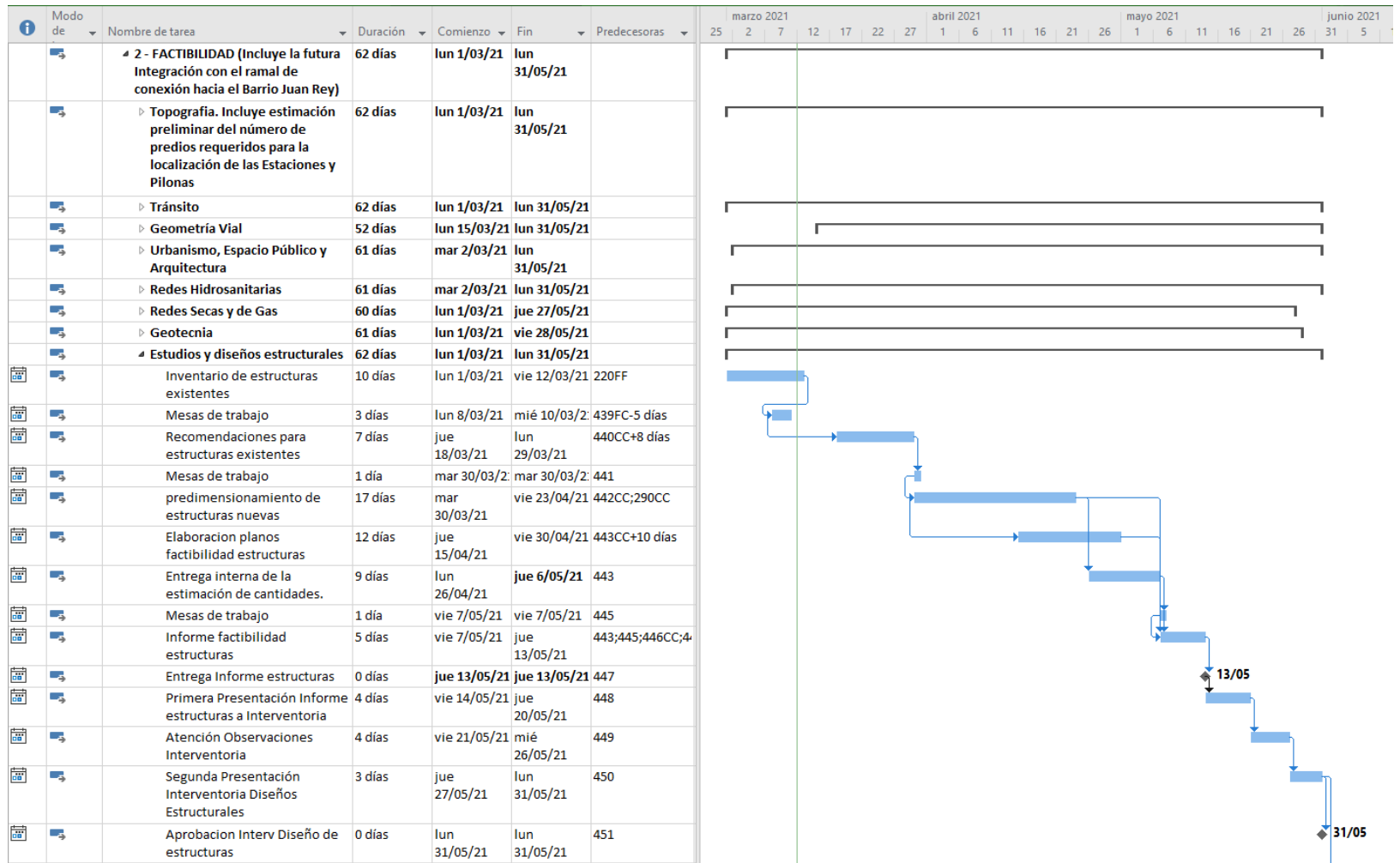
Tabla 5-5 Diagrama de Gantt de ejecución de actividades



DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

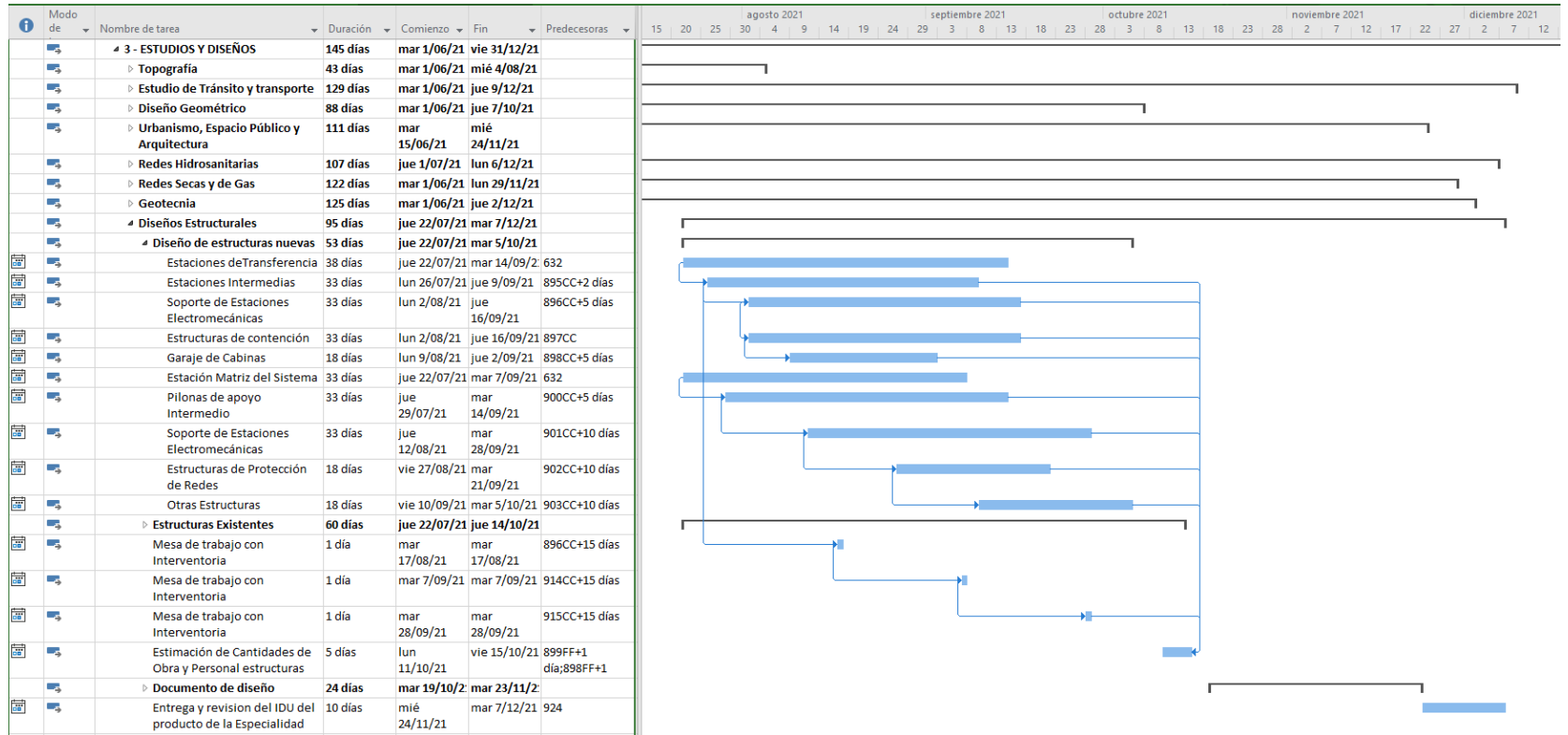


ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE
LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL
CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.





ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE
LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL
CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Una vez determinada la mejor alternativa de acuerdo a los análisis de la fase 2 (Factibilidad) se deberá contar con la siguiente información para la adecuada implementación de los diseños estructurales: Grupo de uso existente, memoria de cálculo estructural, geometría, refuerzo y resistencia de materiales de los elementos estructurales.
Si la información de la que se dispone, se encuentra en la información de referencia recolectada en el Informe RAI (INF-EST--CASC-024-21), se procederá a la elaboración de los diseños estructurales de fase 3, en caso contrario, se deberá realizar una visita de inspección de elementos a intervenir y si es necesario, la ejecución de ensayos destructivos y no destructivos.
- Una vez determinada la información relevante de las estructuras existentes se deberá proceder a la determinación de los criterios de diseño estructurales para el diseño de las estructuras nuevas y las que se adosen a las existentes, dentro de los criterios a incluir se encuentran:
 - Nivel de amenaza sísmica y grupo de uso
 - Grado de disipación de energía
 - Sistema estructural y materiales a utilizar
 - Cargas estáticas y dinámicas
 - Combinaciones de carga.
 - Información geotécnica
 - Normas de diseño y requerimientos de resistencia mínimos.
 - Metodología de análisis (En este caso será por elementos finitos).
 - Recomendaciones de construcción.
- En el proceso de diseño para la fase 2 y la fase 3 se deberá contar con el acompañamiento del componente arquitectónico, geotécnico, redes, electromecánico y de tránsito para poder alinear los diseños y/o recomendaciones de cada una de estas especialidades con el proyecto estructural, para la conformación de los planos estructurales se evaluará una metodología BIM para visualizar las posibles interferencias y/o incongruencias con los otros entregables.

7. BIBLIOGRAFIA

- Contrato de Consultoría No. 1630 de 2020
- Anexo Técnico No. 1 del Contrato de Consultoría
- Capítulo 11 del Anexo Técnico del Contrato de Consultoría. Pavimentos
- Capítulo 14 del Anexo Técnico del Contrato de Consultoría. Cronogramas en la etapa de estudios y diseños.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano