REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

ESTUDIOS Y DISEÑOS FASE III PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN DE MÁRGENES FLUVIALES

INVIAS
INSTITUTO NACIONAL DE VIAS

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS

CMA-DTE-SPI-044-2025

SUBDIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

VERSIÓN 01

BOGOTÁ SEPTIEMBRE 2025

Tabla de contenido

1 OBJETO 7

2 METAS 7

3 ALCANCE 7

4 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LA CONSULTORÍA 20

4.1 VOLUMEN I: ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES, RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES Y REVISIÓN DE DIAGNÓSTICO EXISTENTE E IDENTIFICACIÓN DE VÍAS DE ACCESO (CARRETERO Y/O FLUVIAL) 20

4.1.1 Identificación del problema 20

4.1.2 Objetivos 20

4.1.3 Información utilizada 21

4.1.4 Organización del estudio 21

4.2 VOLUMEN II. ESTUDIO CARTOGRÁFICO, TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO 22

4.2.1 CAPÍTULO 1. Objetivo y Alcances 23

4.2.2 CAPÍTULO 2. Trabajos de Campo 24

4.2.3 CAPÍTULO 3. Resultados, Conclusiones y Recomendaciones 28

4.2.4 Anexos 29

4.3 VOLUMEN III. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGIA 30

4.3.1 CAPITULO 1. Objetivo y Alcances 30

4.3.2 CAPITULO 2. Descripción de la Metodología....32

4.3.3 CAPITULO 3. Estudio de Antecedentes y Generalidades....32

4.3.4 CAPÍTULO 4. Estudios de Campo....32

4.3.5 CAPITULO 5. Estudios de Fuentes de Materiales....34

4.3.6 CAPÍTULO 6. Conclusiones y Recomendaciones....38

4.3.7 Anexos....38

4.4 VOLUMEN IV. ESTUDIO DE GEOTÉCNIA....39

4.4.1 CAPITULO 1. Objetivo y Alcances....39

4.4.2 CAPITULO 2. Descripción de la Metodología....41

4.4.3 CAPITULO 3. Estudio de Antecedentes y Generalidades....42

4.4.4 CAPÍTULO 4. Estudios de Campo....42

4.4.5 CAPITULO 5. Estudios de Fuentes de Materiales....45

4.4.6 CAPITULO 6. Estudio de Geotecnia....45

4.4.7 CAPÍTULO 7. Conclusiones y Recomendaciones....47

4.4.8 Anexos....48

4.5 VOLUMEN V. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA, SOCAVACIÓN Y DINÁMICA FLUVIAL....50

4.5.1 CAPÍTULO 1. Objetivo y Alcances....50

4.5.2 CAPÍTULO 2. Estudios Hidrológicos....52

4.5.3 CAPÍTULO 3. Estudio de Hidráulica 54

4.5.4 CAPÍTULO 4. Estudios de Hidrometría.....58

4.5.5 CAPÍTULO 5. Estudios de Socavación.....59

4.5.6 CAPÍTULO 6. Estudio de Transporte de Sedimentos 60

4.5.7 CAPÍTULO 7. Resultados y Memorias de Cálculo 61

4.5.8 CAPÍTULO 8. Análisis y gestión del riesgo 62

4.5.9 CAPÍTULO 9. Conclusiones y Recomendaciones.....75

4.6 VOLUMEN VI. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE ESTABILIZACION Y PROTECCION Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE DEFINITIVA 76

4.6.1 CAPÍTULO 1. Objetivo y Alcances.....76

4.6.2 CAPÍTULO 2. Recopilación de Información Bibliográfica de Tipos de estructuras de protección 76

4.6.3 CAPÍTULO 3. Alternativas para el Estudio y Diseño para la Construcción de obras de protección.....77

4.6.4 CAPÍTULO 4. Conclusiones y Recomendaciones.....79

4.7 VOLUMEN VII. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS.....79

4.7.1 CAPITULO 1. Objetivos, Alcance y Generalidades.....79

4.7.2 CAPITULO 2. Estudios Requeridos.....82

4.7.3 CAPITULO 3. Proyecto Estructural.....83

4.7.4 CAPITULO 4. Planos de Diseño y Construcción 89

4.7.5 CAPÍTULO 5. Conclusiones y Recomendaciones 91

4.8 VOLUMEN VIII. GESTIÓN AMBIENTAL, SOCIAL Y SOSTENIBILIDAD 92

4.9 VOLUMEN IX. ESTUDIO DE GESTIÓN PREDIAL Y CATASTRAL 92

4.10 VOLUMEN X. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO 93

4.10.1 CAPÍTULO 1. Objetivo y Alcances 93

4.10.2 CAPÍTULO 2. Cantidades de Obra 94

4.10.3 CAPÍTULO 3. Análisis de Precios Unitarios 94

4.10.4 CAPÍTULO 4. Presupuesto 100

4.10.5 CAPÍTULO 5. Especificaciones de Construcción 100

4.10.6 CAPÍTULO 6. Programa General de Construcción, Cronograma de Ejecución de Obra, Programa de Utilización de Equipos, de Materiales y de Inversión. 102

4.10.7 CAPÍTULO 7. Productos Entregables 106

4.10.8 CAPÍTULO 8. Conclusiones y Recomendaciones 107

4.11 VOLUMEN XI. ESTUDIO DE EVALUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA DEL PROYECTO 107

4.11.1 CAPÍTULO 1. Objetivos y Alcances 107

4.11.2 CAPÍTULO 2. Antecedentes del Proyecto 108

4.11.3 CAPÍTULO 3. Metodología de Evaluación Socio - Económica 109

4.11.4 CAPÍTULO 4. Diagnóstico Socioeconómico de la Región 110

4.11.5 CAPÍTULO 5. Determinación de Costos y Beneficios del Proyecto 111

4.11.6 CAPÍTULO 6. Indicadores Económicos 114

4.11.7 CAPÍTULO 7. Costos y Beneficios No Cuantificados 115

4.11.8 CAPÍTULO 8. Alcance de la Evaluación Económica 116

4.11.9 CAPÍTULO 9. Conclusiones y Recomendaciones 116

4.12 VOLUMEN XII. INFORME FINAL EJECUTIVO 117

4.12.1 ENTREGA DE DOCUMENTOS 118

4.13 PRESENTACIÓN ELECTRÓNICA 120

5 NORMAS, MANUALES Y BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA 120

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

ESTUDIOS Y DISEÑOS FASE III PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN DE MÁRGENES FLUVIALES

1 OBJETO

Realizar los **ESTUDIOS Y DISEÑOS FASE III PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN DE MÁRGENES FLUVIALES**.

2 METAS

Realizar los **ESTUDIOS Y DISEÑOS FASE III PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN DE MÁRGENES FLUVIALES**, de tal forma que los productos entregados sean adecuados para este tipo de proyectos, y de tal manera que se garantice la estabilidad a las obras, y la calidad del proyecto, de acuerdo con la sensibilidad de este a las condiciones geológicas, geotécnicas, hidrológicas, hidráulicas, dinámica fluvial, ambientales, sociales, prediales, particulares del sector de estudios.

3 ALCANCE

El alcance del estudio y diseño abarca todas las actividades fundamentales que debe desarrollar el **CONSULTOR** para realizar los **ESTUDIOS Y DISEÑOS FASE III PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN DE MÁRGENES FLUVIALES** y que entre otros aspectos incluye, recopilación de información secundaria de estudios adelantados previamente (si los hay), las características de la zona, la adecuada localización del sitio para la ubicación de las obras de protección de orilla, la embarcación de diseño, entre otros aspectos, , obras de dragado, señalización y las demás actividades que se requieran.

Así mismo, realizar la evaluación del equipamiento mínimo de seguridad náutica requerido para atender los requerimientos de navegabilidad y la evaluación y complementación del estudio Ambiental, entre otros.

El **CONSULTOR** seleccionado, deberá llevar a cabo todas las labores necesarias y actividades solicitadas por las

Entidades Involucradas en el proyecto para entregar al **INVIAS** los estudios y diseños definitivos a nivel Fase III, y que incluyen los siguientes volúmenes:

- VOLUMEN I: ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES, RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES Y REVISIÓN DE DIAGNÓSTICO EXISTENTE E IDENTIFICACIÓN DE VÍAS DE ACCESO (CARRETERO Y/O FLUVIAL)
- VOLUMEN II. ESTUDIO CARTOGRÁFICO, TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO.
- VOLUMEN III. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGIA.
- VOLUMEN IV. ESTUDIO DE GEOTÉCNIA
- VOLUMEN V. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA, SOCAVACIÓN Y DINÁMICA FLUVIAL
- VOLUMEN VI. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE ESTABILIZACION Y PROTECCION Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE DEFINITIVA
- VOLUMEN VII. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS.
- VOLUMEN VIII. GESTIÓN AMBIENTAL, SOCIAL Y SOSTENIBILIDAD.
- VOLUMEN IX. GESTIÓN PREDIAL Y CATASTRAL.
- VOLUMEN X. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO.
- VOLUMEN XI. ESTUDIO DE EVALUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA DEL PROYECTO

3.1 VOLUMEN XI. ESTUDIO DE EVALUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA DEL

PROYECTO

El Informe Final de los Estudios Socioeconómicos y Evaluación Económica realizados para la construcción de las obras de protección deberá considerar los capítulos que se desarrollan más adelante.

3.1.1 CAPÍTULO 1. Objetivos y Alcances

El Análisis Socioeconómico, además de precisar la localización del proyecto, deberá caracterizar la región en sus aspectos demográficos, sociales, económicos, dotación de infraestructura, usos del suelo, producción y en especial las condiciones de vida de sus pobladores según corresponda a uno u otro municipio y a uno u otro departamento, y con la información correspondiente a los Estudios Técnicos: de la infraestructura fluvial y/o marítima requerida para la comunicación y el transporte, Análisis de Precios Unitarios y Cálculo de Presupuesto, entre otros, realizará la Evaluación Económica pertinente.

Con respecto a la Evaluación Económica, el objetivo será realizar el análisis y comparación en términos de valor económico actualizado, de los costos y beneficios de dos o más alternativas de mejoramiento funcional y estructural que propugnen por dar solución al problema o dificultad identificado y reconocido a través de los estudios técnicos elaborados.

Como resultado del proceso de evaluación, el **CONSULTOR** expresará juicio sobre la bondad o conveniencia de asignar recursos para el sector, según las diferentes alternativas diseñadas con tal propósito, como requisito indispensable para obtener beneficios económicos identificados y diferenciados en cada una de ellas. Tal expresión de juicio deberá estar soportado en los indicadores generalmente aceptados y correspondientes a la metodología definida para el cumplimiento del objetivo del estudio.

El estudio profundizará en la caracterización de la región, de aquellos municipios que entren en la zona de influencia del proyecto y de los departamentos a los cuales pertenecen. La caracterización deberá incluir los vínculos existentes entre las políticas, planes y proyectos nacionales y departamentales actualizados con el objeto y alcance principal del proyecto.

El propósito de esta caracterización es resaltar las condiciones de la población que habita en la región donde esta o estará ubicado el proyecto, dando oportunidad a la generación de indicadores que puedan ser utilizados,

por ejemplo, en la definición de las tasas de crecimiento del TPD, o en el establecimiento de beneficios exógenos por cumplimiento de mejoramientos en el bienestar de la población aledaña.

Como condición insoslayable para el cumplimiento del Objetivo, el **CONSULTOR** deberá identificar todos los costos y beneficios posibles atribuibles al proyecto con la precisión que lo permita el nivel del estudio realizado. Para ello, deberá armonizar información pertinente con cada una de las áreas complementarias del estudio, a fin de facilitar el reconocimiento de las diferencias que se proyectan respecto a la situación Sin y Con proyecto, para cada alternativa considerada.

Por razones esenciales que definen alcances específicos, el **CONSULTOR** documentará los diferentes niveles de intervención que surjan de los análisis y diseños técnicos, relacionados con las obras de protección.

3.1.2 CAPÍTULO 2. Antecedentes del Proyecto

La definición del problema deberá marcar una estrecha relación con las actividades de ingeniería que participan en la generalidad del estudio; es decir, que tales exposiciones deberán estar asociadas a los aspectos puntuales y particulares de las áreas de la ingeniería y de las dificultades mismas que éstas atenderán mediante el ofrecimiento de soluciones y recomendaciones específicas, sin acometer en igualdades entre problemas y soluciones. El "Problema" se deberá expresar mediante tres variables, a saber:

- Manifestaciones: Cómo se revela el problema.
- Causas: Orígenes y fuerzas que lo crean.
- Consecuencias: Si no se resuelve que pasa.

Aspecto importante que debe tratarse son los efectos observables en estudios previos que generan una relación entre el problema o deficiencia y los objetivos generales y específicos del **INVIAS** que manifiesta interés por brindar una posible solución. Al llevar a cabo este análisis, es importante considerar los efectos actuales, aquellos que existen en el momento presente y que pueden ser observados, como los que pudiesen acaecer en el futuro inmediato. Mediante el ordenamiento de las causas y efectos seleccionados de acuerdo con su relación con el posible problema, se podrán reconocer efectos directos o consecuencias inmediatas y efectos indirectos o de

futuro de mediano plazo.

Un último aspecto que puede y debe tratarse aquí, es la identificación del nivel de usuarios de la infraestructura que se pretende realizar y su relación histórica con la misma, así como las implicaciones con respecto de aquellos que se generen por la implementación del proyecto; pudiendo desde luego ampliarse el análisis en otro aparte, en común y estrecha relación con el especialista o con el informe del estudio apropiado y que conforma la condición de unificación entre los estudios previos y los actuales.

3.1.3 CAPÍTULO 3. Metodología de Evaluación Socio - Económica

Aquí el **CONSULTOR** presentará la metodología de evaluación y los pormenores para su realización. De estos últimos deberá incluirse una recapitulación de la información utilizada, presentada de forma específica y relacionada con las diferentes áreas de estudio. Es decir, que el estudio deberá requerir de las otras áreas de la ingeniería, la información pertinente y necesaria para el completo desarrollo de la metodología, dejando constancia de los valores de cada variable utilizada de forma que los resultados del estudio puedan ser reconstruidos o verificados a partir de esta información.

3.1.3.1 Análisis costo beneficio

En la generalidad de los casos, los estudios que tienen por objeto la Construcción de las obras de protección o mejoramiento de las mismas y garantizar los canales fluviales de comunicación, así como el Mejoramiento de los mismos mediante acciones de ingeniería en cuanto a cambios de especificaciones o dimensiones de la vía fluvial, y Rehabilitación de canales de navegación, recuperación re orillas o riberas, que tienen por objeto específico la reconstrucción o recuperación de las condiciones iniciales, dada la posibilidad de identificar en ellos costos y beneficios, deberá adelantarse la Evaluación Económica mediante la aplicación de la Metodología Análisis Costo Beneficio (ACB), utilizando para ello el Modelo de Evaluación Técnico – Económica denominado HDM en su versión 4 (HDM-4). Herramienta de evaluación que permite la generación de informes como los relacionados con los Costos de Operación Fluvial, Costos de Mantenimiento, la Comparación Económica de Alternativas, Análisis de Costo Beneficio, Flujo de Costos Anuales de la Administración y del Usuario, Beneficios Netos Anuales entre otros, para cada alternativa.

Para todos los efectos de realizar los Estudios de Evaluación, el **CONSULTOR** reunirá la información

pertinente a las condiciones existente de las obras de protección y del proyecto propuesto.

Desde luego la información solicitada estará relacionada con características y condiciones de las obras de protección y sus condicionantes para la operación.

En cuanto a los Costos del proyecto, estos deberán reunir los Costos de la Obra, la Interventoría, costos por compra de predios e indemnizaciones si las hubiere, Costos correspondientes a la gestión ambiental y a las obras de mitigación, así como lo relacionado con impuesto, utilidad y demás. Considerando el alcance de los estudios estos valores corresponderán a un estudio específico debidamente relacionado con características y particularidades del proyecto.

3.1.4 CAPÍTULO 4. Diagnóstico Socioeconómico de la Región

El diagnostico que enmarque y soporte el documento, corresponderá a aquel que compendie el conjunto de disciplinas participantes en el análisis de la situación actual del proyecto, y proyección futurista de los elementos de la infraestructura requerida para soportar y equilibrar la demanda actual y futura de infraestructura para el desarrollo industrial, comercial y socio cultural de la regional y aledaño a la zona del proyecto.

Con miras a obtener un documento auto-sostenible, el **CONSULTOR** deberá incluir dentro del informe, los antecedentes relacionados con el problema por solucionar, identificando el área geográfica y caracterizando la región a través de sus aspectos demográficos y socioeconómicos, además de un resumen de resultados y conclusiones a que se llegue en el estudio de las áreas complementarias del estudio de ingeniería y necesarias para una completa evaluación económica.

Entre estos antecedentes, el **CONSULTOR** deberá considerar los referidos a la población beneficiada con el proyecto, sus niveles de ingreso, calidad de vida, actividades productivas, usos de la tierra, etc.

Otro aspecto por tratar se refiere a los aspectos legales e institucionales dentro de los cuales se encuentra inserto el proyecto.

Con los antecedentes generales y los estudios de tráfico apropiados, se identificará la situación actual o sin proyecto. Se identificará, de manera clara el problema que se pretende solucionar o la necesidad insatisfecha,

indicando y cuantificando todas las alternativas de solución, incluyendo dentro de ellas la no realización de acción alguna, enunciando las implicaciones que ello pueda generar.

3.1.5 CAPÍTULO 5. Determinación de Costos y Beneficios del Proyecto

El proyecto como fuente de costos y beneficios que ocurren en distintos periodos deberán ser asociado con la ejecución del proyecto en particular y corresponden a:

- La inversión misma de la obra
- Al costo causado por el ejercicio de la interventoría
- Los costos de las obras de protección ambiental o mitigación de los efectos
- Indemnizaciones
- Adquisición de zonas si los hubiere
- Costos de futuros cercanos por acciones de mantenimientos rutinarios y periódicos, así como también formarán parte de los costos todos aquellos beneficios actuales que se obtienen antes de implementar el proyecto y que posteriormente, con la materialización del proyecto se dejaran de percibir.

Tales costos en especial los de inversión deberán estructurarse a partir de una identificación de los montos que permitirán cubrir todo lo relacionado con:

- Equipo,
- Mano de Obra,
- Transporte y Materiales. Estos últimos deberán dividirse a su vez en Acero, Concretos, materiales petreos, Asfaltos, Material de sub base y base libres de los costos de transporte, y Otros. Una proporción de la Mano de Obra Calificada y no Calificada es importante considerarla.

*3.1.5.1 **Identificación de costos y beneficios.***

El ejercicio de identificar los costos y beneficios atribuibles al proyecto, medirlos y valorarlos con el fin de emitir un juicio sobre la conveniencia de realizar el proyecto, constituye de por sí la Evaluación del Proyecto. La determinación de los beneficios económicos radica, en primera instancia en la definición de la demanda de transporte como modo de asociar la actividad económica que genera un proyecto de esta índole, determinando el Valor Neto de los Costos de Operación fluvial bajo condiciones Sin y Con proyecto, constituyéndose de esta manera en beneficios básicos de primer orden.

De igual manera los costos netos generados por los Tiempos de Viaje de las personas en cada alternativa deben calcularse a partir del volumen de embarcaciones de carga y pasajeros como de su correspondiente nivel de ocupación; identificando los motivos de viaje que permitan efectuar su justa valoración. Los costos netos por Tiempo de Viaje de las personas se constituyen como beneficio de segundo nivel para el proyecto, pudiendo ser o no considerado dentro del agregado de beneficios para la comparación con el total actualizado de costos.

Adicionalmente deberán calcularse los costos estimados evitables por concepto de mantenimiento vial y/o fluvial con la implementación del proyecto.

En resumen, los beneficios se definirán en función del efecto que ejercen en los objetivos fundamentales del proyecto; los costos se precisarán en función del costo de oportunidad, es decir, en términos de beneficios a los que se renuncia, de no utilizar los recursos en las mejores opciones disponibles. En consideración a ello, la evaluación que el **CONSULTOR** debe realizar es la comparación de los beneficios frente a los costos que implica para la sociedad en su conjunto, de tal manera que pueda hacerse un pronunciamiento sobre la contribución que el proyecto hace al ingreso o crecimiento económico, y su distribución a través de su vida económica.

*3.1.5.2 **Precios económicos.***

A partir de los Precios de Mercado utilizados en la conformación del presupuesto, el **CONSULTOR** calculará el Precio Económico del proyecto y del resto de componentes que intervienen en la

estructuración del presupuesto, permitiendo así la definición de los beneficios e insumos del proyecto, tasados a precios económicos.

Para ello deberá utilizarse las RPCs (Razones Precio Cuenta) que generalmente son calculados a nivel nacional; los correspondientes a los insumos, el de la divisa, el de la mano de obra calificada y no calificada y los costos de operación fluvial.

Al realizar el cálculo de los precios económicos para valorar los beneficios, los insumos y los eventuales efectos indirectos del proyecto, el **CONSULTOR** cumplirá con el objeto de conocer el verdadero valor económico de los costos y sus beneficios netos medibles, de modo que la evaluación económica incorpora todos los efectos deseables y su incidencia sobre el bienestar de la sociedad en su conjunto.

El informe que de esta evaluación hará el **CONSULTOR**, deberá ser presentado en tal forma que sea posible reconstruir los resultados obtenidos, requisito indispensable para su recibo, revisión y aprobación.

3.1.5.3 Período de inversión y de operación

Será preciso para todos los efectos del proceso de evaluación económica, definir un período de inversión que guarde una relación directa con la longitud del proyecto y con los rendimientos anuales que puedan ser previstos durante su construcción.

Considerando el período de operación o vida útil del proyecto como el tiempo durante el cual éste producirá beneficios, se estima pertinente que el mismo no deberá superar los 30 años, aun cuando existan acciones de mantenimiento periódico, y que al final de este existirá un valor residual equivalente al 30,0%.

3.1.6 CAPÍTULO 6. Indicadores Económicos

En lo que concierne a un proyecto de las obras de protección, así como el Mejoramiento de las mismas, que complementará la seguridad de la movilidad de un volumen de usuarios importantes, y donde los costos y beneficios son posible de reconocimiento y cuantificación, los indicadores económicos que determinen la viabilidad económica serán aquellos que resulten apropiados y convenientes para la representatividad de los

impactos que generen las inversiones requeridas.

Por consideración a las características del proyecto, una vez se hayan construido los Flujos Económicos que permitan la comparación de alternativas, será posible que el **CONSULTOR** calcule los indicadores relacionados con el Valor Presente Neto (VPN) actualizado, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Razón Beneficio Costo (R B/C) del proyecto.

La identificación de los Flujos Económicos netos corresponderá al flujo de la "situación base" o "situación sin proyecto" menos la "situación con proyecto" proyectada en cada uno de ellos. Existirán tantos Flujos Económicos netos como existan alternativas de solución propuestas.

La acumulación de los beneficios netos de cada año, descontados al año cero mediante el uso de una tasa Inter.-temporal del 12%, permitirán hallar el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), una Relación de Beneficios y Costos económicos (B/C) de cada alternativa y la determinación del momento Óptimo de la realización del proyecto. De esta forma quedará señalada la conveniencia o inconveniencia de implementar la totalidad de las acciones de intervención propuestas, o la necesidad de implementar tal o cual acción y de postergar otras; acentuando y reconociendo los impactos positivos y negativos de unas y otras.

*3.1.6.1 **Análisis de sensibilidad***

Como parte del desarrollo de la metodología (ACB), es posible que los valores así calculados no correspondan a los valores reales; por ello, deben establecerse los efectos en el Valor Presente Neto (VPN) como producto de variaciones en los costos o beneficios esperados, y para ello, el **CONSULTOR** modificará la magnitud de las variables más importantes, solas o en combinación, en un determinado porcentaje, identificando en qué proporción es sensible a tales cambios el VPN. Adicionalmente, deberá determinarse hasta dónde será necesario que se modifiquen los ítems más sensibles y/o representativos de costos y beneficios, para que el VPN sea igual a cero.

Otro de los análisis de sensibilidad deberá ser el de excluir, de los beneficios, los que puedan reportarse por ahorros en los tiempos de viaje de los pasajeros. Si el proyecto requiere de este beneficio para su sostenibilidad, entonces se determinará el costo mínimo necesario de la hora del viajero para que el proyecto

sea rentable.

El cálculo de los indicadores de rentabilidad y el análisis de sensibilidad deberá efectuarse en términos de valor económico.

3.1.7 CAPÍTULO 7. Costos y Beneficios No Cuantificados

El proyecto de las obras de protección, así como el Mejoramiento de estas implica la síntesis de costos y beneficios que ocurrirán en distintos periodos. Sin embargo, las dificultades para identificarlos y relacionarlos directamente con el proyecto se manifiestan al momento de medirlos y valorarlos. Por ello es preciso que el **CONSULTOR** documente todos aquellos costos y beneficios, pero que en razón a sus peculiaridades no puedan ser cuantificados. Esto último es muy importante en cuanto que sean estas originalidades las que, dependiendo de la magnitud de estas, determinaran la metodología de evaluación del proyecto de inversión pública.

A partir de ello todo costo y/o beneficio inherente al proyecto deberá describirse e incorporarse en la evaluación. Sin embargo, es posible la identificación de costos y beneficios de difícil cuantificación, los cuales deberán explicarse mediante el suministro de la información que demuestre su existencia y magnitud, a fin de tenerlos en cuenta al momento de la toma de la decisión sobre la continuación o no de los estudios del proyecto.

3.1.8 CAPÍTULO 8. Alcance de la Evaluación Económica

El alcance de la evaluación económica guardará una relación directa con la precisión de los estudios de ingeniería y análisis económicos. Considerando que los estudios de factibilidad de las obras de protección corresponden a un nivel de inversión en el cual se materializan las obras y se establecen presupuestos con alto grado de confiabilidad, la evaluación deberá realizarse igualmente con la precisión que lo permitan los estudios de ingeniería en cuanto a la determinación de costos y beneficios, propios de un nivel de factibilidad. Sin embargo, el uso de supuestos que se incorporen deberá estar fortalecido con información económica y estadística apropiada.

En consecuencia, la evaluación económica corresponderá al nivel de la información que se obtenga y al nivel mismo en que se encuentre los estudios.

3.1.9 CAPÍTULO 9. Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo se presentará el resumen de los aspectos considerados como elementos participes en el ejercicio de evaluación económica e interrelacionando los asuntos socioeconómicos observados y las características propias del proyecto. Para tal efecto el **CONSULTOR** deberá destacar los contenidos relevantes que como producto del tratamiento de cada capítulo se hayan podido obtener.

A partir de los resultados expresados mediante los indicadores económicos, el **CONSULTOR** hará una interpretación de estos y expresará los posibles aportes del proyecto al bienestar de la población y los alcances que puedan tener sobre ellos. De igual manera y considerando los tres indicadores básicos utilizados: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio Costo (B/C) y su correspondiente análisis de sensibilidad, el **CONSULTOR** hará una interpretación de estos y proyectará los aspectos que deben ser atendidos durante la ejecución de la Evaluación Económica del Proyecto en la Fase Operativa o de seguimiento del proyecto, sí se quisiera adelantar. Por último, se deberá expresar el nivel de cumplimiento de los Objetivos y Alcances dentro de los cuales se enmarco el ejercicio de Evaluación Económica del proyecto de inversión pública.

- VOLUMEN XII. INFORME FINAL EJECUTIVO

Las especificaciones de las actividades requeridas para la elaboración de los estudios y/o diseños, se desarrollarán teniendo en cuenta lo indicado en el **presente documento,** establecidos por el **INVIAS**.

Es importante mencionar que el país se encuentra en una zona con restricciones ambientales, por lo cual, si se requiere, dichas restricciones deberán ser consideradas dentro de los Estudios y Diseños a nivel Fase II para llevarlo a construcción; así mismo, es una obligación del **CONSULTOR** (si se requiere) realizar la investigación y adelantar las gestiones necesarias y pertinentes sobre las posibles afectaciones y/o restricciones por parte de las autoridades ambientales competentes en la zona.

El **CONSULTOR** deberá desarrollar los volúmenes y capítulos de acuerdo con el alcance del objeto contratado.

4 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LA CONSULTORÍA

4.1 VOLUMEN I: ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES, RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES Y REVISIÓN DE DIAGNÓSTICO EXISTENTE E IDENTIFICACIÓN DE VÍAS DE ACCESO (CARRETERO Y/O FLUVIAL)

Comprende el Planteamiento del problema e identificación de necesidades, se deberá considerar los capítulos que se desarrollan más adelante.

4.1.1 Identificación del problema

Se debe establecer de forma clara y precisa las causas que han originado el problema o necesidades por atender. Se debe tener una visión completa del área de estudio y no solamente puntual de un sector, ya que lo que se haga o deje de hacer en esta zona tendrá consecuencias en los sectores aledaños.

Mencionar los estudios anteriores de la zona, para lo que se debe buscar información histórica cartografía, planos, estudios anteriores, aerofotografías, imágenes satelitales, testimonios de autoridades locales, asociaciones o gremios interesados en el proyecto, habitantes del sector que puedan dar claridad al conocimiento del problema y a la solución esperada

De igual manera es necesario mencionar de forma breve la localización de la zona de estudio, datos relevantes de su importancia, así como su condición climática.

En general, se debe incluir toda la información que ayude y aporte en la identificación efectiva del problema o necesidades por atender.

4.1.2 Objetivos

Una vez identificado, plena y claramente el o los problemas o necesidades por atender, se deben redactar los objetivos del estudio.

4.1.2.1 Objetivo general

El Objetivo General debe redactarse en sentido de solucionar el problema planteado, bajo la premisa de conocer y entender las causas o necesidades que lo han originado.

4.1.2.2 Objetivos específicos

La redacción de los objetivos específicos debe realizarse de tal manera que no quepa duda alguna que contribuyen a alcanzar el cumplimiento del objetivo general de forma metódica, organizada y coherente.

4.1.3 Información utilizada

En este apartado se deberá relacionar la información empleada o disponible para la elaboración del estudio y se presenta un análisis de esta.

4.1.4 Organización del estudio

En este apartado se explicará cómo está organizado el estudio y una descripción breve del contenido de cada capítulo. Se recomienda en el diagnóstico indicar:

- Accesibilidad terrestre y fluvial actual y/o proyectada.
- Problemáticas logísticas de acceso.
- Articulación con la red de transporte regional y/o nacional.
- Inventario de la infraestructura física existente (si existe) indicando su funcionalidad
- Capacidad de atención de embarcaciones de carga y de pasajeros actual y proyectada.
- Accesibilidad a la zona del proyecto desde Bogotá o cabecera municipal para el desarrollo de los trabajos

Así mismo, el diagnostico deberá contemplar los siguientes análisis por parte de los especialistas:

- Verificación visual del estado de las estructuras existentes de protección de orilla.

- Las dimensiones de las estructuras existentes de protección de orilla, con el fin de identificar las necesidades de adecuación, rehabilitación o demolición cuando se requiera (levantamiento simple y registro fotográfico).
- Planteamiento y análisis de la patología de las estructuras de acuerdo con el cumplimiento de la normatividad vigente.
- Viabilidad de funcionalidad de la estructura de protección de orilla.
- Diagnóstico de las estructuras de protección de orillas, si las hay.
- Recomendaciones de estructuras de protección de orillas de requerirse
- Verificación de niveles de aguas máximas y mínimas, así como el desplazamiento de la orilla.

Para consolidar la información del diagnóstico se deberán implementar fichas sistematizada en las cuales se integren las características y el estado de las estructuras existentes.

4.2 VOLUMEN II. ESTUDIO CARTOGRÁFICO, TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO

Estos estudios permitirán el reconocimiento y medición del área de influencia del canal navegable, zonas de socavación y/o deposición de sedimentos, zonas de conformación de islas, así como determinar los perfiles longitudinales y perfiles transversales, así como el canal navegable frente al proyecto.

El CONSULTOR se encargará de realizar los trabajos de topografía (incluyendo levantamiento de orillas) y batimetría, de manera que sean útiles para los demás componentes del estudio.

Los trabajos de campo deberán incluir el detalle de las posibles zonas de ubicación de las obras de protección y también un sector aguas arriba y aguas abajo que permita caracterizar la zona de las obras y

determinar el comportamiento hidrosementológico y dinámica fluvial del río. El levantamiento topográfico y batimétrico deberá tener en cuenta la cercanía con meandros de las estructuras existentes y/o proyectadas para verificar la longitud del levantamiento a realizar en el río, dando alcance a las necesidades de navegabilidad, hidráulico y dinámica fluvial. Así mismo, deberá cubrir el área en tierra donde se ubicarán las obras de protección de orillas, y las zonas que los otros especialistas (geotecnia, geología, hidráulica, hidrología, entre otros) consideren de importancia para los estudios. También generará los aportes desde el área de estudio hacia el área encargada de desarrollar el volumen de gestión ambiental.

Los estudios de cartografía, topografía y batimetría deberán considerar los capítulos que se desarrollan más adelante.

4.2.1 CAPÍTULO 1. Objetivo y Alcances

Caracterizar la zona donde se ubicarán las estructuras por medio de un levantamiento topográfico y batimétrico que permita conocer el área de estudio; así mismo, estimar los volúmenes de movimiento de tierras necesarios para la construcción de las obras.

El **CONSULTOR** se encargará de realizar los trabajos de topografía y batimetría, de manera que sean útiles para los demás componentes del estudio.

Reconocimiento y medición del área de influencia del canal navegable, zonas de socavación y/o deposición de sedimentos, zonas de conformación de islas, determinación de los perfiles longitudinales y perfiles transversales.

Los trabajos de campo se realizarán sobre el canal navegable, zonas de socavación y/o deposición de sedimentos, zonas de conformación de islas, así como los puntos que los otros especialistas (geotecnia, geología, hidráulica, hidrología, dinámica fluvial, entre otros) consideren de importancia. El **CONSULTOR** se encargará de realizar los trabajos de topografía y batimetría de manera tal que sean útiles para los demás componentes del proyecto.

4.2.2 CAPÍTULO 2. Trabajos de Campo

El **CONSULTOR** se encargará de realizar los trabajos de topografía y batimetría, de manera que se cuente con información que se requiere para los diseños de los diferentes componentes del estudio.

El levantamiento topográfico deberá cubrir el área en tierra y orillas donde se ubicará las obras de protección de orilla, así como la orilla opuesta si se requieren.

El **CONSULTOR** deberá verificar si existen puntos de control topográfico donde se ha previsto la construcción del proyecto. Si no hubiera ningún punto o solo existiese uno el **CONSULTOR** materializará y geo referenciará los puntos que sean necesarios, de tal manera que se cuente como mínimo con dos (2) puntos de precisión de control topográfico, los cuales deberán estar en el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS utilizado para Colombia.

Para hacer el amarre vertical se determinarán los NPs del IGAC disponibles en la zona del proyecto y a partir de estos se establecerá la metodología para corregir el error vertical de las nivelaciones. De no existir NPs o ser escasos se podrá trasladar cotas a todos los GPSs mediante el modelo geoidal GEOCOL 2004 e ir ajustando la nivelación entre GPSs que cumplan con el error de cierre de un centímetro por kilómetro o ir descartándolos hasta el siguiente que cumpla.

Dichos puntos servirán de referencia para llevar a cabo el replanteo de la obra. Estos mojones deberán ser realizados en concreto con las siguientes dimensiones: 30cm x 30cm, profundidad mínima de 60cm, deberán sobresalir del terreno mínimo 20 cm y deberán ser fundidos en forma de pata de elefante. Cada mojón deberá tener una placa de bronce o aluminio en su parte superior y deberá estar marcada con el nombre del **CONSULTOR**, numero de contrato, número consecutivo del mojón, Entidad y el año.

El levantamiento topográfico del área directa y batimétrico del cauce y margen del río deberá cubrir una longitud y área igual o mayor a la requerida para el diseño de las obras de protección y todas las obras complementarias teniendo en cuenta los requerimientos de los especialistas de geotécnica, hidráulico, hidrológico, dinámica fluvial, entre otros.

El posicionamiento debe ser efectuado por el sistema global GPS diferencial, en tiempo real, con una precisión

de 0.1 m en coordenadas X_Y, con coordenadas planas U.T.M. Datum WGS-84 para su posterior conversión al sistema de georeferenciación adoptado para Colombia (MAGNA – SIRGAS) según el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" IGAC, de acuerdo con las técnicas y normas topográficas e hidrográficas internacionales vigentes. Los equipos deben contar con las respectivas certificaciones de calibración.

El levantamiento de perfiles topográficos altimétricos del terreno y batimétrico del cauce (secciones transversales), serán: mínimo 1 km aguas arribas y 1 km aguas abajo de la zona esperada de ubicación de las estructuras de protección la longitud dependerá de las condiciones del cauce. Se deberá verificar por el **CONSULTOR** si es requerido una mayor longitud de análisis si el proyecto se encuentra cerca de meandros, el cual se evidencie cambios significativos en el análisis de dinámica fluvial que puedan alterar la(s) obra(s) propuesta(s).

En el posible sitio de ubicación de las obras de protección se deberá detallar los levantamientos de la siguiente manera: perpendiculares a la margen del río, separados entre sí 10 m como máximo o el 25% de la sección del cauce activo, el que sea menor. Es decir, si la longitud para el sitio específico es de aproximadamente 500 m, se deberá levantar como mínimo 51 secciones, para las secciones aguas arriba y/o aguas abajo la longitud dependerá del criterio del especialista hidráulico para tener la información necesaria para el análisis hidráulico y de dinámica fluvial, estas secciones(aguas arriba y aguas abajo del sitio de implantación de las obras de protección) no deben estar distanciadas a más del 80% de la sección del cauce activo y en la zona de los meandros la distancia entre secciones deberá ser como máximo 50% de la sección del cauce activo. El levantamiento deberá realizar la topografía de orillas en las secciones de 30 m a 50 m como mínimo a lado y lado, así como realizar líneas de corriente / direcciones de flujo para verificar las condiciones actuales del flujo del cauce; de igual forma durante el levantamiento se deberá llevar un registro de niveles durante la campaña del levantamiento para poder realizar el amarre de la lámina de agua al levantamiento topográfico y batimétrico.

Teniendo como referencia el levantamiento batimétrico existente y los resultados del nuevo levantamiento, el **CONSULTOR** evaluará si se ha producido sedimentación o socavación, así como las profundidades existentes y determinará si hay la necesidad de ejecutar trabajos de protección por socavación.

El **CONSULTOR** debe asegurar que el levantamiento batimétrico y topográfico esté georeferenciado a los puntos

de control materializados, de tal manera que se pueda elaborar un modelo digital del terreno Continúo (completo) amarrando la batimetría con la topografía que permita adelantar los diseños respectivos.

Previo al inicio del levantamiento batimétrico del cauce, el **CONSULTOR** deberá prever instalar una mira geo referenciada, que permitirá a nivel horario conocer las fluctuaciones del nivel del río, información relevante a considerar durante el procesamiento de la información el ajuste de la profundidad por el efecto de la marea durante la etapa de la elaboración de los planos topo batimétricos.

El levantamiento topográfico y batimétrico del área mencionada se efectuará con representación numérica de las profundidades en metros y trazos de las isóbatas y curvas topográficas de manera tal que muestre en forma clara la real conformación del cauce, márgenes y terreno sobre la cual se implementarán las obras de protección, las instalaciones complementarias y obras de protección de orilla.

El alineamiento principal del levantamiento se realizará por el canal navegable y desde este se realizará la proyección de las secciones, las cuales deberán cubrir la sección hidráulica del río más las zonas de levantamiento de orillas para tener un Modelo Digital de Terreno Continúo amarrando la batimetría con la topografía. Se deberá detallar también la o las islas que se encuentren cercanas a la zona de influencia del proyecto.

A los equipos que se utilizarán para la medición de profundidad (ecosonda Monohaz o Multihaz) y posicionamiento se les debe efectuar las respectivas calibraciones de acuerdo con las normas hidrográficas vigentes.

Se deberán colocar las anotaciones sobre los detalles de la cartografía base como: presencia de arroyos, escarpes, estructuras de protección, viviendas u otra infraestructura urbana y de servicios, explotaciones de arenas u otros materiales, descoles de aguas servidas y otros que consideren de relevancia.

Los equipos a utilizar, deben contar con las respectivas certificaciones de calibración, como mínimo deberá ser el siguiente: DGPS para el posicionamiento, ecosonda de registro continuo, transducer, ADCP, software hidrográfico, entre otros, a fin de obtener buena precisión en las mediciones.

Se deberá especificar la metodología y equipos a usar.

El **CONSULTOR** deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- Registros de Ecosonda: Continuo en metros
- Calibración de la Ecosonda: Al inicio y fin de cada día de sondaje
- Reducción de Sondajes: Para la reducción de sondajes deberán considerarse los siguientes factores de reducción: por variación del nivel del río, por inmersión del transducer y por pendiente hidráulica.
- Se deberá utilizar el Datum de referencia WGS 84 con proyección cartográfica Universal Transversal de Mercator (UTM).

La poligonal que se efectúe debe desarrollarse con estación total realizando los cierres respectivos tanto en altimetría como en planimetría, siempre dentro de los límites permitidos para este tipo de estudios.

El cierre puede ser entre dos mojones de coordenadas y cotas conocidas o llegando nuevamente al punto inicial de la poligonal cerrada. Los resultados de los levantamientos topográficos - batimétricos deben consignarse en un plano con la planta del cauce y sus correspondientes curvas de nivel (también nubes de puntos para poder validar la superficie) y elementos referenciados, indicando las secciones transversales medidas, las cuales a su vez deben presentarse en perfiles a escalas distorsionadas y no distorsionadas, desde la orilla izquierda a la derecha, definiéndose estas en sentido del flujo.

Para la ejecución de la topografía y batimetría, se deben presentar oportunamente los certificados de calibración de los equipos a utilizar, expedidos por una empresa certificada, con una vigencia no mayor a un mes anterior a la fecha de inicio de los trabajos.

La topografía además debe referenciar e identificar con detalle los accidentes topográficos y entre otros los siguientes aspectos: tuberías, cabezales, dársenas, pontones, casas, vías, torres de energía, postes, infraestructura de servicios públicos, árboles de mayor tamaño, obras construidas, estructuras de protección en las márgenes, descoles de tubería, barras, barrancos, sitios críticos, islas, canales existentes y demás detalles de interés para los estudios.

Como complemento a los levantamientos topográficos, se deben referenciar las cotas de los niveles máximos de agua según las marcas o huellas y con la información suministrada por la población, que puedan existir en las diversas secciones transversales, especialmente en las zonas previstas para las obras de protección.

Los levantamientos topográficos deben referenciarse al sistema de cotas y coordenadas del Sistema Nacional del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" IGAC. Se presentarán las constancias de mantenimiento y calibración de los equipos con los que se realicen las mediciones de topografía y batimetría. Así como las certificaciones de las coordenadas de los mojones de amarre del IGAC si se llagaran a utilizar.

4.2.2.1.1 *Instalación de miras*

Deberá instalar miras para el desarrollo de las actividades de topografía y batimetría para verificar que tan cambiante es la pendiente o el caudal en la zona del proyecto, la(s) mira(s) deberá(n) estar amarrada(s) a msnm y se deberá realizar un aforo líquido para poder realizar modelaciones y/o correlaciones caudal / nivel.

4.2.3 CAPÍTULO 3. Resultados, Conclusiones y Recomendaciones

El **CONSULTOR** entregará planos de planta, perfiles y secciones transversales; debidamente georreferenciados indicando puntos de control topográfico, donde se detalle el levantamiento topográfico y batimétrico.

Entregará los volúmenes de dragado que se requieran para modificar el canal navegable o desviar el cauce principal de la orilla afectada o la que requiere obras de protección.

Se entregarán las memorias de cálculo, carteras de campo, errores de medición, las nubes de puntos y certificados de mantenimiento y calibración de los equipos utilizados.

El **CONSULTOR** estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, incluidos los programas de computador utilizados, la metodología, los resultados, el lenguaje y la memoria requerida: en síntesis, debe entregar un "Manual del Usuario".

Así mismo, entregará los planos, imágenes de satélite, aerofotografías y anexos que se utilicen para la comprobación de los resultados obtenidos. En el caso de uso de mojones del IGAC se entregarán los certificados de las placas.

Si el **CONSULTOR** decide materializar puntos topográficos, anexará la memoria de cálculo para establecer las coordenadas del punto. Esta materialización se debe realizar con GPS de precisión milimétrica.

Batimetría del área de estudio. Se entregará un informe de la metodología aplicada y los resultados obtenidos.

4.2.4 Anexos

I. Levantamiento topográfico a una escala 1:100, identificando con sus coordenadas los puntos de control topográfico.

II. Levantamiento batimétrico a una escala 1:100.

III. Carteras de campo.

IV. Cartera de niveles del río.

V. Nubes de puntos

VI. Certificados de calibración de los equipos.

VII. Especificaciones técnicas de los equipos.

4.3 VOLUMEN III. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGIA

El Volumen de los estudios de Geología y Geomorfología, deberá constar de los capítulos que se desarrollan más adelante.

4.3.1 CAPITULO 1. Objetivo y Alcances

4.3.1.1 Objetivo

El propósito de los estudios detallados es la caracterización geológica y geomorfológica del área de estudio que incluya el levantamiento de unidades y/o elementos temáticos.

El **CONSULTOR** deberá realizar la caracterización del suelo, identificación de unidades geológicas y geomorfológicas, presentar el resultado de los estudios, que permitan la definición de las condiciones regionales, locales y estructurales del proyecto.

4.3.1.2 Alcances

El **CONSULTOR** deberá estudiar y evaluar la geología y geomorfología regional y local del sitio de implantación las obras de protección, las márgenes del río y zonas aledañas del mismo, para efectos de identificar zonas geológicamente inestables, zonas erosionables, o que configuren condiciones favorables a la presentación de eventos extremos (dado el contexto de cambio climático y la vulnerabilidad derivada).

Para el desarrollo de este Informe recurrirá al análisis de planchas geológicas y geomorfológicas regionales, foto interpretación y/o procesamiento digital de imágenes de satélite que permitan identificar las diferentes zonas.

Se deberá precisar y condensar de manera clara su caracterización geológica, geomorfológica y estratigrafía con estudio de detalle a escala máxima permitida de acuerdo con la extensión de las unidades temáticas y las necesidades del estudio (1:5.000- 1:25.000).

Se deberá desarrollar la descripción de las unidades lito estratigráficas y geomorfológicas del área de estudio,

orientada a la descripción de procesos geodinámicos, formaciones, materiales de construcción, zonas de disposición de materiales sobrantes de excavación, así como todo lo relacionado con el impacto ambiental.

Realizar la identificación y caracterización de las geoamenazas potenciales que podrían afectar el área de influencia donde se construirá las obras de protección; teniendo en cuenta los antecedentes, estudios previos, la sismicidad de la zona de influencia, los eventos oceanográficos y climáticos extremos, así como de dinámica fluvial o oceánica. La información resultante se presentará en mapas georreferenciados a escala 1:5000 a 1:10000.

Realizar la caracterización de las geoformas presentes en el área de influencia, incluyendo la génesis de las diferentes unidades, su evolución, rango de pendientes, patrones determinantes, dinámica de los procesos y densidades de drenaje.

Complementar en detalle la investigación geológica en zonas inestables o con procesos de socavación, identificadas en la zona del corredor del proyecto.

Así mismo, recomendar la necesidad de introducir mejoras al proyecto acorde con las condiciones geológicas más favorables para realizar los cortes, y en concordancia con los riesgos y amenazas evaluadas.

Definir de manera conjunta con la geotecnia la localización más adecuada para adelantar los trabajos de exploración de campo mediante la realización de perforaciones mecánicas o métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas, en los sitios inestables, fuentes de materiales, sitios de disposición de sobrantes, sitios de ubicación de las obras de protección, etc.

De manera conjunta entre los especialistas en geología y geotecnia, identificar los núcleos de roca producto de las perforaciones, clasificación de los macizos rocosos, definición de parámetros que permitan especificar la resistencia de los mismos, y definición del perfil estratigráfico.

Proponer, de manera general, los procedimientos y etapas constructivas adecuadas para reducir la inducción de inestabilidad durante la construcción teniendo en cuenta los procesos geológicos, geomorfológicos y de dinámica fluvial, geotécnicos y ambientales establecidos para tal fin.

4.3.2 CAPITULO 2. Descripción de la Metodología

Se deberá describir la metodología empleada de forma clara para su revisión por parte de la Interventoría y cualquier persona que requiera dicha información.

4.3.3 CAPITULO 3. Estudio de Antecedentes y Generalidades

Este capítulo comprenderá un análisis y condensación de toda la información disponible en relación con el proyecto y cubrirá entre otros los siguientes aspectos: Geología y suelos, vegetación, clima y uso de la tierra, geología para ingeniería, riesgo sísmico y volcánico.

El **CONSULTOR** clasificará toda esta información según su procedencia y entregará un resumen detallado de todos los antecedentes relacionados directa e indirectamente con el proyecto.

Todas las obras de ingeniería civil se hacen en contacto con la corteza terrestre y muchas de ellas se construyen con materiales extraídos directamente del suelo.

El terreno es así parte de la obra. Al implantar una nueva obra de ingeniería sobre el terreno o dentro de éste se produce un cambio en las condiciones originales, el cual genera una reacción del terreno que a su vez actúa sobre la obra. Si dicha reacción está dentro de los límites de la obra de ingeniería se comportará satisfactoriamente; de lo contrario, si la reacción excede los límites la obra podrá fallar.

Así pues, es esencial para un dimensionamiento adecuado de un proyecto que se conozca la extensión y el tipo de reacción del terreno. Dicho conocimiento se adquiere del estudio de las condiciones del terreno por el proceso de investigación del sitio.

En este capítulo el **CONSULTOR** presentará la localización del sistema y comentará brevemente las características geológicas y geomorfológicas y los alcances de los estudios.

4.3.4 CAPÍTULO 4. Estudios de Campo

El geólogo hará parte del grupo de expertos que realizarán una inspección de campo del área del proyecto, a fin de verificar y ajustar los mapas y fotografías aéreas interpretadas.

Los estudios relacionados en este capítulo se presentarán de acuerdo con los alcances señalados; los productos cartográficos resultantes del trabajo de campo, serán los mapas geológicos y geomorfológicos, que documenten los tipos de roca que se encuentren en la superficie terrestre, las relaciones de contacto entre ellos y se ubicarán los rasgos estructurales que presenten las rocas con reconocimiento geológico y geotécnico de superficie, exploración del subsuelo, ensayos "in situ" o en el laboratorio de tal manera que se tenga la caracterización geológica y geomorfológica del área de estudio, de los sitios inestables en particular, se identifiquen las fuentes de materiales, los sitios de disposición de sobrantes y las condiciones geológicas particulares del sitio del proyecto.

Para el estudio de la geología y geomorfología se deben utilizar equipos que cuenten con tecnología de punta, de manera que se minimicen las incertidumbres y tiempos de medición o exploración. Los equipos deben estar debidamente calibrados presentando las constancias de mantenimiento y calibración.

Como elementos de apoyo se pueden utilizar fotografías aéreas, mapas topográficos y ampliaciones digitales de ambos, los cuales deben estar incluidos dentro del informe.

En el área donde se implantarán las obras de protección y zonas aledañas, se identificará la parte alta, media y baja del lecho o cauce del río, estableciendo las características de cada una de ellas.

Se enunciarán y describirán las unidades geomorfológicas y las características geológicas y climáticas que dieron origen a estas.

La descripción de la geomorfología del cauce en la zona del proyecto, incluye la identificación de los diferentes elementos asociados a la dinámica fluvial, procesos de formación estructurales, denudacionales y antropogénicos que permitan identificar geoformas propensas a la existencia de procesos modeladores del relieve y su propensividad a la existencia de fenómenos de origen geotécnico o fluvial, como: barras, meandros abandonados, diques naturales, zonas pantanosas detrás de los diques, terrazas, etc.

4.3.4.1 Informe de reconocimiento geológico

El informe de reconocimiento geológico que elaborará el **CONSULTOR** debe comprender los siguientes elementos o apartes:

I. Introducción: propósito y alcance del informe, información existente, método de trabajo.

II. Geología y geomorfología general del área de estudio: unidades geológicas, historia geológica, estratigrafía, estructuras, unidades o elementos geomorfológicos.

III. Geología para ingeniería: unidades homogéneas, puntos críticos, cortes importantes en roca, rellenos, fuentes de materiales, amenazas geológicas.

IV. Estratigrafía local

V. Referencias

4.3.5 CAPITULO 5. Estudios de Fuentes de Materiales

4.3.5.1 Objetivo y Alcance

Este capítulo deberá desarrollarse en caso de que no se encuentren fuentes activas de materiales cercanas al sitio del proyecto que cuenten con los permisos mineros y ambientales vigentes y por lo tanto, se requiera la explotación de nuevas fuentes.

Se refiere a la localización, selección, cubicación y clasificación de fuentes de materiales para la construcción de las obras de protección, obras de protección, estructuras de contención, terraplenes, pedraplenes y otros usos y al acopio de información necesaria para obtener los permisos de explotación ante las autoridades competentes, teniendo en cuenta los criterios y requisitos establecidos en el numeral correspondiente del VOLUMEN VIII. GESTIÓN AMBIENTAL, SOCIAL Y SOSTENIBILIDAD.

4.3.5.2 Información Básica

El **CONSULTOR** hará mapas geológicos a escala 1:1.000 - 1:2.000 de cada fuente potencial de materiales de construcción.

El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litoestratigráficas, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, y resistencia de los suelos y rocas.

La localización de las estaciones geológicas se realizará con las coordenadas Magna-Sirgas del levantamiento topográfico detallado del proyecto.

Se deberán realizar las excavaciones necesarias por medio de apiques, trincheras, y perforaciones corazonadas para determinar los espesores disponibles de materiales y obtener las muestras representativas.

Se prepararán columnas estratigráficas de las diversas unidades. Se harán cortes geológicos verticales.

Se harán las descripciones detalladas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca de las perforaciones.

Para cada fuente potencial de materiales de construcción se hará estudio geológico sobre mapas a escala 1:000 a 1: 2.000. Este capítulo deberá contener los resultados tanto de los trabajos de campo, como de los ensayos de laboratorio realizados sobre muestras representativas de las fuentes estudiadas, así como la determinación de volúmenes aprovechables y métodos de explotación.

Para el caso de adquirir material de préstamo, estas fuentes deben estar aprobadas por las autoridades ambiental, con sus respectivos permisos mineros.

Cada fuente de materiales debe tener los siguientes datos básicos:

- Georreferenciación
- Nombre del predio
- Dueño de este
- Área del predio
- Localización en un mapa a escala 1: 25.000
- Municipio, y concesión minera si se tiene

- Si está o no en explotación
- Maquinaria y equipos
- Productos y precios

Se deberá incluir un esquema de localización de las fuentes (georreferenciados en el entorno local o regional), así como esquemas individuales para las finalmente recomendadas, en los cuales se indiquen claramente los accesos, con su estado y tipo de superficie, distancias al sistema, ubicación de los puntos donde se tomaron las muestras representativas, tipos y volúmenes de material utilizable y descartable, descapote, y sistemas recomendados de explotación y producción. Igualmente, se incluirá un diagrama claro con el plan de utilización recomendado.

Se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales del **INVIAS** según el uso que se pretenda dar a los materiales de las diferentes fuentes.

4.3.5.3 Estudio Geológico de las Fuentes de Materiales

El estudio geológico con base en los principios de correlación, dualismo, superposición, sucesión faunística y horizontalidad original, se preparará a nivel de afloramiento, con estaciones geológicas, contactos entre unidades lito-estratigráficas, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, y resistencia de los suelos y rocas, se utilizara escala 1:1.000 - 1:2.000 para una franja de terreno de 500 m, la localización de las estaciones geológicas se hará sobre la topografía de detalle levantada y la resistencia de macizos de roca se determinará con el Índice de Resistencia Geológica u otros métodos previamente aprobados por la interventoría.

4.3.5.4 Cálculo de Recursos y Reservas

Se denomina recurso de materiales de construcción una cantidad de roca o de arena o grava natural que pueda ser empleada en la construcción de los accesos, estructura de pavimento, concreto estructural, terraplenes y pedraplenes, para obras de ingeniería. Se entiende por reservas la porción de los recursos identificados que

pueden ser explotables económica y legalmente.

Las reservas se clasifican de acuerdo con el grado de certeza geológica sobre su existencia, en reservas posibles, reservas probables y reservas probadas. Las reservas posibles o inferidas, son aquellas cuyas estimaciones cuantitativas se basan principalmente en conocimientos amplios sobre el carácter geológico del cuerpo de material, para lo cual hay pocas nuestras o mediciones, si es que las hay.

Las estimaciones se basan en una continuidad o repetición hipotética de algunas evidencias geológicas como comparaciones con depósitos o yacimientos de tipo similar. Las reservas probables o indicadas, son aquellas cuyos tonelajes se calculan en parte por medio de mediciones, y en parte con base en proyecciones a distancias razonables según los indicios geológicos.

En este caso, los sitios disponibles para inspección, medición y toma de muestras están demasiado espaciados o son inadecuados para poder delimitar plenamente los cuerpos de materiales pétreos. Las reservas probadas o medidas son aquellas cuyo tonelaje se ha calculado utilizando las dimensiones que se aprecian en afloramientos, trincheras, labores mineras y perforaciones.

Los lugares de inspección, muestreo y medición se espacian con tal proximidad que el carácter geológico del cuerpo se define con exactitud.

Se calcularán los volúmenes de recursos y reservas de materiales, con el mapa y cortes geológicos verticales en serie.

*4.3.5.5 **Caracterización de Materiales***

Con las muestras representativas se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales del **INVIAS** vigentes a la fecha de los diseños, si el ensayo que se requiere no cuenta con normatividad del **INVIAS**, se podrá tomar como referencia las normas NTC, ASTM, incluyendo el estudio petrográfico de secciones delgadas con el fin detectar la presencia de compuestos que pudieran atentar contra la durabilidad y buen comportamiento de los materiales.

4.3.5.6 Informe de Fuentes de Materiales

El informe de Fuentes de Materiales debe resumir toda la información generada por el estudio de cada una de las fuentes potenciales para la construcción de las obras del proyecto. También debe indicarse cual será fuente de agua, toda vez que el agua en el río puede estar contaminada con agua del mar.

4.3.6 CAPÍTULO 6. Conclusiones y Recomendaciones

El **CONSULTOR** presentará en este capítulo, en forma clara y concisa, un Informe Final de los Estudios Geológicos y Geomorfológicos de Ingeniería a nivel de Fase II, con los resultados de toda la investigación, así como las conclusiones y recomendaciones correspondientes a los aspectos tratados.

Se realizará un análisis de la alternativa más viable desde el punto de vista técnico, económico y de menor tiempo de ejecución y deberá quedar plasmado en el informe final de suelos.

4.3.7 Anexos

I. Mapa de localización del proyecto

II. Mapas de geología y geomorfología regional

III. Mapas locales de unidades o elementos geológicos y geomorfológicos

IV. Mapas de procesos geodinámicos

V. Mapas de las fuentes de materiales estudiadas

VI. Mapas geológicos de cada fuente, escala 1:1.000 - 1: 2,000

VII. Registro de apiques y trincheras de cada fuente de materiales

VIII. Columnas estratigráficas de cada fuente de materiales, escala 1: 100

IX. Registro de perforaciones de cada fuente de materiales

X. Cortes geológicos de cada fuente de materiales

XI. Figuras del proyecto de explotación de cada fuente de materiales

XII. Petrografía de secciones delgadas de cada fuente de materiales

XIII. Análisis químicos de calidad de agua

XIV. Niveles de agua subterránea en piezómetros

XV. Modelo Geológico – Geotécnico en planta – perfil, a escala adecuada aprobada por la interventoría.

XVI. Fotografías del sitio en estudio

4.4 VOLUMEN IV. ESTUDIO DE GEOTÉCNIA

El Volumen de los estudios de geotecnia, deberá considerar los capítulos que se desarrollan más adelante.

4.4.1 CAPITULO 1. Objetivo y Alcances

4.4.1.1 Objetivo

El propósito de los estudios detallados es la definición de las características geotécnicas del suelo, realizar los análisis geotécnicos de estabilidad del proyecto y de obras de protección. Con base en las condiciones geotécnicas del subsuelo en el entorno del cauce fluvial y las riberas donde se proyecta la construcción de obras hidráulicas, se debe evaluar la viabilidad de las obras de protección propuestas y los riesgos geotécnicos asociados (socavación, licuación, erosión, subsidencia, entre otros).

El **CONSULTOR** deberá realizar la caracterización del suelo, clasificación e identificación del tipo de suelo y sus propiedades, presentar el resultado de los estudios, que permitan la definición de las características del proyecto y determinar mediante una evaluación y análisis detallados, los aspectos de control de la erosión, metodologías constructivas, sitios establecidos para el suministro de materiales de construcción y de disposición de materiales sobrantes y recomendaciones durante el desarrollo del proyecto.

*4.4.1.2 **Alcances***

El **CONSULTOR** deberá estudiar y evaluar las condiciones geotécnicas generales del suelo o macizo rocoso que presente el sitio de implantación de las estructuras de protección de orillas, el lecho del río y zonas aledañas al mismo para efectos de realizar los análisis geotécnicos tendientes a garantizar el adecuado control contra la erosión.

Para el desarrollo de este Informe deberá evaluar la exploración geotécnica, los estudios y realizar investigaciones de suelos y perforaciones (en laderas y lechos del río), así como determinar la estratigrafía y la caracterización de los materiales que permitan el diseño de las obras de protección.

Se deberá precisar y condensar de manera clara su caracterización geotécnica y de suelos con estudio de detalle a escala máxima permitida.

Para efecto del diseño definitivo, el **CONSULTOR** deberá determinar las áreas de implantación de las obras de protección con todas sus características, así como las posibles fuentes de materiales, desarrollar los análisis de erosión fluvial, así como todo cuanto se relacione de este tema con el aspecto ambiental.

Se deberá desarrollar la descripción de las unidades lito estratigráficas y geomorfológicas del área de estudio, los análisis de estabilidad, seguridad, obtención de materiales de construcción, disposición de materiales sobrantes de excavación, así como todo lo relacionado con el impacto ambiental.

Complementar en detalle la investigación geotécnica en zonas inestables, sitios críticos, fuentes de materiales y sitios de disposición identificados en la zona del corredor del proyecto que preferiblemente cuenten con las autorizaciones ambientales correspondientes.

Recomendar los sitios apropiados de explotación de materiales de construcción, los cuales cumplan las normas de calidad, a menor costo y acorde con lo estipulado en el PAGA, y/o E.I.A. y/o D.A.A. y que preferiblemente cuenten con autorizaciones mineras y ambientales vigentes.

Así mismo, recomendar la necesidad de introducir mejoras al proyecto acorde con las condiciones geotécnicas más favorables para realizar los cortes, y en concordancia con los riesgos y amenazas

evaluadas.

Definir de manera conjunta con la geología la localización más adecuada para adelantar los trabajos de exploración de campo mediante la realización de perforaciones mecánicas o métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas, en el sitio de posible implantación del proyecto, en los sitios inestables, fuentes de materiales, sitios de disposición de sobrantes, sitios de ubicación de obras de protección, etc.

De manera conjunta entre los especialistas en geología y geotecnia, identificar los núcleos de roca producto de las perforaciones, clasificación de los macizos rocosos, definición de parámetros que permitan especificar la resistencia de la roca, y definición del perfil estratigráfico.

Proponer de manera general los procedimientos y etapas constructivas adecuadas para reducir la inducción de inestabilidad durante la construcción teniendo en cuenta los procesos geotécnicos y ambientales establecidos para tal fin.

Recomendar los sitios apropiados para disponer los materiales sobrantes y el manejo de estos de acuerdo con lo estipulado por la entidad ambiental competente.

Efectuar la más acertada estimación posible del costo por los movimientos de tierras, con base en una adecuada clasificación de los materiales para pago.

Debe indicarse la sismicidad de la zona, lo cual conlleva a tener en cuenta este aspecto en el diseño estructural del proyecto.

4.4.2 CAPITULO 2. Descripción de la Metodología

Se deberá describir la metodología empleada de forma clara para su revisión por parte de la Interventoría y cualquier persona que requiera dicha información.

Los sondeos mecánicos serán realizados con el fin de conocer el perfil estratigráfico detallado, realizar el ensayo de penetración estándar SPT y mediante la recuperación de muestras a diferentes profundidades, realizar a estas, los ensayos de laboratorio necesarios (SPT, compresión inconfinada, granulometría, límites de Atterberg, pesos unitarios, penetrómetro de bolsillo, contenidos de humedad y otras que sean necesarias).

Deberá realizarse un análisis de la alternativa más viable desde el punto de vista técnico, económico y de menor tiempo de ejecución.

El Estudio de suelos deberá contener un informe detallado que contenga como mínimo la siguiente información y lo indicado en la NSR-10 en los aspectos del proyecto donde aplique.

4.4.3 CAPITULO 3. Estudio de Antecedentes y Generalidades

Este capítulo comprenderá un análisis y condensación de toda la información disponible en relación con el proyecto y cubrirá entre otros los siguientes aspectos: Suelos, vegetación, clima y uso de la tierra, geotecnia, riesgo sísmico y volcánico y estudio de impacto ambiental.

El **CONSULTOR** clasificará toda esta información según su procedencia y entregará un resumen detallado de todos los antecedentes relacionados directa e indirectamente con el proyecto.

Todas las obras de ingeniería civil se hacen en contacto con la corteza terrestre y muchas de ellas se construyen con materiales extraídos directamente del suelo.

El terreno es así parte de la obra. Al implantar una nueva obra de ingeniería sobre el terreno o dentro de éste se produce un cambio en las condiciones originales, el cual genera una reacción del terreno que a su vez actúa sobre la obra. Si dicha reacción está dentro de los límites de la obra de ingeniería se comportará satisfactoriamente; de lo contrario, si la reacción excede los límites la obra podrá fallar.

Así pues, es esencial para un dimensionamiento adecuado de un proyecto que se conozca la extensión y el tipo de reacción del terreno. Dicho conocimiento se adquiere del estudio de las condiciones del terreno por el proceso de investigación del sitio.

En este capítulo el **CONSULTOR** presentará la localización del sistema y comentará brevemente las características geotécnicas y los alcances de los estudios.

4.4.4 CAPÍTULO 4. Estudios de Campo

El geotecnísta hará parte del grupo de expertos que realizarán una inspección de campo en la que se realizará el

levantamiento de la información de la observación de superficie y se localizarán los sitios de exploración directa con muestreo y sondeos a diferentes profundidades y de exploración indirecta.

Los estudios relacionados en este capítulo se presentarán de acuerdo con los alcances señalados; en el documento se indicarán los rasgos estructurales que presenten las rocas con reconocimiento geotécnico de superficie, exploración del subsuelo, ensayos “in situ" o en el laboratorio de tal manera que se tenga la caracterización geotécnica del corredor, de los sitios inestables en particular, se identifiquen las fuentes de materiales, los sitios de disposición de sobrantes y las condiciones geotécnicas particulares del sitio del proyecto. Incluye todo lo relacionado con la descripción del tipo de perforaciones realizadas, su localización, número y profundidad, de acuerdo con lo indicado en la NSR-10 o la normatividad vigente.

La definición de la ubicación de los sitios de exploración deberá hacerse de manera conjunta con el desarrollo del estudio geológico.

Los sondeos serán realizados con equipos, según ensayos de penetración estándar, recuperación de muestras a diferentes profundidades y que serán distribuidos convenientemente en el área del proyecto. Las muestras recuperadas serán sometidas a ensayos de laboratorio, según lo establecido por el especialista en geotecnia, tales como: (compresión inconfinada, granulometría, límites de Atterberg, pesos unitarios, penetrómetro de bolsillo, contenidos de humedad, entre otros.

El número de sondeos deberá ser tal que permita conocer las condiciones del subsuelo en el área de estudio, deberá realizarse ensayos en el sitio de implantación del proyecto, en el lecho y orilla opuesta del proyecto, así como en las orillas y lecho aguas arriba y abajo de la zona de implantación del proyecto.. Estos sondeos se realizarán en zonas que requieran obras de infraestructura en tierra y agua. Las perforaciones para caracterización del cauce deben realizarse mínimo a lo indicado en la NSR-10 o la normatividad consultada y recomendada para este tipo de estructuras (Normas NTC, ROM y/o PIANC).

Es necesario que el **CONSULTOR** realice los trabajos de campo (perforaciones), con los equipos requeridos que garanticen la profundidad mínima de cada uno de los sondeos. Estos equipos deben usar tecnología de punta con el fin de minimizar las incertidumbres y tiempos de exploración.

Se deberá presentar el certificado de calibración y mantenimiento de estos. De igual forma los ensayos de laboratorio donde se realizarán los análisis de muestras deberán ser certificados y tener equipos especializados.

Según las características del proyecto, el tipo y distribución de la exploración geotécnica directa e indirecta deberá considerar los siguientes requerimientos mínimos y lo indicado en la NSR-10, cuando aplique para el proyecto.

- Sondeos verticales (perforación rotatoria o lavado):
- Sondeos en cauce:1 cada 50–100 m.
- Sondeos en orillas: 2 cada 50–100.
- Líneas sísmica mínimo 3

En cada investigación se deberán realizar ensayos de penetración estándar (SPT) cada 1.0 m y donde la consistencia de los materiales lo permitan se recuperarán muestras inalteradas para la determinación de los parámetros de resistencia y deformabilidad del suelo.

En el informe del estudio de suelos deben anexarse todos los registros de perforación debidamente referenciados en cuanto a cotas y coordenadas.

Se identificará la parte alta, media y baja del lecho o cauce del río, estableciendo las características de cada una de ellas, incluyendo cauce y orillas de las secciones analizadas en la batimetría en la zona del proyecto.

Como mínimo sin limitarse se espera los siguiente:

- Estratigrafía del sitio.
- Análisis de estabilidad, erosión, licuación.

- Curvas de penetración (SPT/CPT).

Así como las recomendaciones mínimas del especialista en geotécnica para este capítulo

4.4.5 CAPITULO 5. Estudios de Fuentes de Materiales

4.4.5.1 Objetivo y Alcance

Este capítulo deberá desarrollarse en caso de que no se encuentren fuentes de materiales cercanas al sitio del proyecto que cuenten con los permisos mineros y ambientales vigentes y por lo tanto, se requiera la explotación de nuevas fuentes.

Se refiere a la localización, selección, cubicación y clasificación de fuentes de materiales para la construcción de las obras de protección, estructuras de contención, terraplenes, pedraplenes y otros usos y al acopio de información necesaria para obtener los permisos de explotación ante las autoridades competentes, teniendo en cuenta los criterios y requisitos establecidos en el numeral correspondiente del VOLUMEN VIII. GESTIÓN AMBIENTAL, SOCIAL Y SOSTENIBILIDAD

4.4.6 CAPITULO 6. Estudio de Geotecnia

4.4.6.1 Objetivo y Alcance

Determinar las características y calidades de los suelos del área de estudio para realizar el diseño de las obras necesarias para atención del sitio crítico o implantación del proyecto. Presentar el análisis geotécnico y el análisis de estabilidad del área de estudio, definiendo mapas de zonificación geotécnica, estableciendo parámetros geomecánicos, perfiles estratigráficos, niveles piezométricos y demás aptitudes geotécnicas del área de influencia.

Ejecutar mediante sondeos o perforaciones la exploración del suelo de fundación de las obras proyectadas. Como complemento a estas investigaciones se podrán emplear métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas.

Las exploraciones que se lleven a cabo deberán ser suficientes para definir en los estratos conformados por suelo: Espesor de los estratos, clasificación e identificación de los suelos,

propiedades de ingeniería pertinentes (resistencia el esfuerzo cortante, expansión o colapsabilidad).

Como mínimo sin limitarse se espera:

- Estratigrafía del sitio.
- Análisis de erosión, licuación, colapso, socavación.
- Curvas de penetración (SPT/CPT).

Y demás recomendaciones del especialista en geotécnica para este capítulo

*4.4.6.2 **Características del subsuelo***

Para determinar las características del subsuelo se deberá tener en cuenta la descripción geológica del sitio de estudio indicando los tipos de rocas predominantes y su disposición estructural. Adicionalmente deberán realizarse ensayos de laboratorio como son Granulometría y Límites de Atterberg, humedad natural, resistencia a lo largo del perfil del suelo entre otros.

*4.4.6.3 **Perfil Estratigráfico***

Las muestras de suelo deberán clasificarse utilizando el sistema de clasificación de suelos (USC) y las rocas se describirán incluyendo identificación, grado de fracturamiento y demás información útil desde el punto de vista de ingeniería, condensándola en perfiles estratigráficos.

*4.4.6.4 **Análisis de socavación***

El análisis de socavación se debe realizar para toda la estructura y deben resumirse los resultados de los estudios hidráulicos e hidrológicos y de dinámica fluvial, que también realiza en mismo análisis por fuerza erosiva del agua, contenidos en los volúmenes correspondientes, referidos al cálculo de la socavación general y local del área de estudio, presentando los resultados obtenidos, los cuales se tendrán en cuenta para definir el sistema de cimentación y su profundidad. Es importante que se tenga claridad del perfil de socavación en el área donde se plantean las obras.

4.4.6.5 Análisis geotécnico

En el análisis geotécnico, se requiere evaluar diferentes alternativas de estructuras de protección, recomendando la solución más viable, indicando las características geométricas de las obras; anexando la memoria de cálculos, incluyendo gráficas y toda aquella información que dé claridad al estudio. Los niveles de implantación para las diferentes estructuras se deberán presentar en cotas.

El estudio geotécnico incluye además el análisis de estabilidad de las estructuras de contención, así como el análisis sísmico sobre las estructuras. En el caso de cimentaciones profundas se deberá efectuar un análisis de resistencia frente a cargas laterales.

El Especialista en Geotecnia del **CONSULTOR** deberá trabajar este capítulo con los siguientes especialistas: Geólogo, Hidráulico y Estructural.

4.4.6.6 Condiciones especiales del subsuelo

En caso de que se detecten situaciones especiales del suelo de fundación, como la presencia de suelos orgánicos, expansivos, suelos susceptibles de licuefacción o cualquier otro estado que implique inestabilidad de las estructuras, se indicará su ubicación y se darán recomendaciones específicas sobre el tratamiento que debe recibir este suelo en particular.

Igualmente será necesario determinar las condiciones requeridas para garantizar las excavaciones temporales y permanentes necesarias para la implantación de la estructura proyectada, incluyendo las obras de contención que se requieran para tal fin.

4.4.6.7 Obras complementarias

Se recomendarán obras complementarias a las obras de protección de orillas que sean requeridas para el adecuado funcionamiento de la estructura, en las cuales deberá incluirse su diseño.

4.4.7 CAPÍTULO 7. Conclusiones y Recomendaciones

El **CONSULTOR** presentará en este capítulo, en forma clara y concisa, un Informe Final de los Estudios de

Geotecnia a nivel de Fase II, con los resultados de toda la investigación, así como las conclusiones y recomendaciones correspondientes a los aspectos tratados.

Se presentarán en forma sucinta, las características físicas del suelo, los parámetros de resistencia al corte, al igual que los resultados alcanzados en el estudio referentes a: magnitud de la profundidad de socavación e identificación de las zonas más susceptibles a la erosión lateral o con presencia de este tipo de procesos. Se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del sistema.

Se realizará un análisis de la alternativa más viable desde el punto de vista técnico, económico y de menor tiempo de ejecución y deberá quedar plasmado en el informe final de suelos.

4.4.8 Anexos

I. Mapa de localización del proyecto

II. Mapas de las fuentes de materiales estudiadas

III. Registro de apiques y trincheras

IV. Columnas estratigráficas, escala 1: 100

V. Registro de perforaciones

VI. Figuras del proyecto de explotación de cada fuente de materiales

VII. Petrografía de secciones delgadas de cada fuente de materiales

VIII. Análisis químicos de calidad de agua

IX. Niveles de agua subterránea en piezómetros

X. Modelo Geológico – Geotécnico en planta – perfil, a escala adecuada aprobada por la interventoría.

XI. Esquemas de localización de las perforaciones

XII. Resultados de ensayos de laboratorio e in situ

XIII. Memorias de cálculo: Análisis de estabilidad, análisis de socavación y erosión lateral

XIV. Fotografías del sitio en estudio

4.5 VOLUMEN V. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA, SOCAVACIÓN Y DINÁMICA FLUVIAL

El informe sobre el estudio de hidrología, hidráulica y dinámica fluvial se deberá considerar los capítulos que se desarrollan más adelante.

4.5.1 CAPÍTULO 1. Objetivo y Alcances

*4.5.1.1 **Objetivo***

Caracterizar el río en el tramo de influencia directa de las obras de protección e indirecta del proyecto, además de los principales parámetros climatología a nivel temporal y espacial.

Determinar los caudales del río y los niveles para diferentes periodos de retorno hasta el sitio del proyecto.

Analizar a nivel horario la fluctuación de niveles del río en el área de influencia de las obras de protección, considerando la incidencia de la marea si incide para la zona del país en estudio, la cual es de tipo semidiurno.

Analizar el comportamiento hidráulico del río, simulando los caudales mínimos y máximos estimados que junto con el análisis de los niveles del río a nivel horario por efectos de la marea (si aplica pleamar y bajamar), conduzca a definir el tipo de obra que se deberá seleccionar.

Se deberá realizar un trabajo conjunto con el o los profesionales encargados del levantamiento topográfico y batimétrico de detalle, para la zona donde se ubicarán las estructuras de protección, para obtener la mayor información real de la zona del proyecto para el respectivo análisis hidráulico, socavación y de dinámica fluvial.

Determinar las zonas de sedimentación o degradación del cauce en el área aferente de influencia directa de las obras de protección a estudiar.

*4.5.1.2 **Alcances***

Realizar los estudios hidrológicos, climatológicos, hidráulicos, de mareas, socavación y de dinámica fluvial con

base a los registros de las estaciones hidrometeorológicas y/o meteorológicas fluviales y/o marinas existentes y operadas por las entidades públicas o privadas, información que deberá ser lo más representativas del área del proyecto. En lo posible obtener los registros históricos completos, no se debe limitar a los últimos años.

Estudiar a nivel horario la marea (si aplica) y su incidencia en el comportamiento hidráulico del río en el área de las obras de protección. Estos análisis deberán establecer la diferencia de niveles entre la máxima pleamar y la mínima bajamar, aunada a la profundidad del cauce del río y a la fluctuación de niveles por el tránsito de caudales máximos (invierno) y mínimos (verano). Los resultados de estos análisis serán determinantes para definir el tipo de obra de protección que el **CONSULTOR** deberá seleccionar. A partir de este análisis se deberá definir la cota de diseño de las estructuras de protección de ser requeridas.

Caracterizar la zona donde se ubicarán las estructuras por medio de un levantamiento topográfico y batimétrico que permita conocer el fondo y la forma del rio presente en el área de estudio

Se deberá adelantar los respectivos estudios de socavación y erosión natural, para definir el nivel de implantación de las estructuras de protección; así como la selección del tipo de estructura de protección.

Teniendo en cuenta que la estabilidad de las orillas el **CONSULTOR**, revisará la información existente y realizará las mediciones complementarias que sean necesarias, estado actual de las márgenes, velocidad y orientación de las corrientes, variación de los niveles de agua, problemas de sedimentación etc., con el fin de considerar las obras de protección de riberas y márgenes que sean necesarias para contrarrestar cualquier efecto negativo que pudiera afectar al proyecto.

En el caso que la alternativa seleccionada para la protección de orilla sea la misma estructura de protección existente, el **CONSULTOR** deberá adelantar un inventario, inspección, análisis y diagnóstico de las estructuras existentes (si existen), con el fin de tener una evaluación del estado y funcionamiento de este sistema, para así conceptuar y recomendar a la Entidad las intervenciones, y/o acciones preventivas, y/o acciones de mejoramiento de la misma, para garantizar su funcionalidad y estabilidad.

4.5.1.3 Definiciones

El **CONSULTOR** deberá incluir las definiciones de los términos particulares de hidrología, hidráulica, socavación, hidrogeología y dinámica fluvial, que utilice en los estudios.

4.5.2 CAPÍTULO 2. Estudios Hidrológicos

4.5.2.1 Recopilación y análisis de información existente

El **CONSULTOR** presentará un informe de la investigación con la información existente, recopilando todo lo referente a estudios previos que aporten un conocimiento del clima, suelos, vegetación, comportamiento de obras existentes, hidráulica, dinámica fluvial y obras próximas que se estén proyectando en este corredor; así como batimetrías y topografías existentes que puedan aportar al estudio.

Teniendo en cuenta el tipo de proyecto se debe incluir, tener en cuenta y referenciar lo consignado en el VOLUMEN VIII. GESTIÓN AMBIENTAL, SOCIAL Y SOSTENIBILIDAD

Para la recolección de información el **CONSULTOR** deberá consultar y sin limitarse a otras entidades tales como el IDEAM, MINTRANSPORTE, ALCALDIA MUNICIPAL, SECRETARIAS DE OBRAS Y/O INFRAESTRUCTURA, DIMAR, CIOH, CCCP, CAR´s, que puedan aportar información estadística o información al proyecto.

4.5.2.2 Metodología

Se recopilará y analizará estadísticamente la información existente y se describirá la forma como se programó el trabajo, teniendo en cuenta los objetivos, alcances, actividades y resultados a obtener.

El **CONSULTOR** deberá presentar la metodología para la modelación hidrológica, sustentando la selección del software utilizado, vigente a la fecha de los estudios.

4.5.2.3 Cartografía yo imágenes satelitales

Para el desarrollo del estudio, la información cartográfica y de imágenes satelitales es fundamental, por lo tanto, en el Volumen referido a esta área se presentará el resumen del procesamiento de dicha información plasmada

en mapas de adecuada escala y/o imágenes con la resolución adecuada dependiendo de la magnitud y complejidad del proyecto, vigente a la fecha de los estudios, la magnitud del proyecto, la escala máxima de trabajo será 1:25.000 o mayor para delimitar las cuencas, calcular las áreas, pendiente del cauce principal, diferencia de nivel o pendiente de la cuenca, forma de la hoya o cuenca y tipo de drenaje. Adicionalmente el **CONSULTOR** podrá utilizar aerofotografías, imágenes satelitales, Cartografía Aérea Digital.

*4.5.2.4 **Análisis de lluvias***

Con base en la información de precipitación obtenida ya sea en el IDEAM, DIMAR, CIOH, CCCP, CAR´S, o en otra entidad que tenga información relevante para el estudio, el **CONSULTOR** procederá a incluir en el estudio un análisis de la precipitación en la zona, para conocer el comportamiento espacial y temporal del fenómeno. De la misma manera deberá presentar los análisis y la caracterización de los principales parámetros climatológicos, entre otros, temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, número de días con lluvia, entre otros.

El **CONSULTOR** deberá calcular las Curvas IDF (Intensidad – Duración – Frecuencia) representativa del proyecto para diferentes períodos de retorno. Estos análisis son esenciales para la determinación de los caudales para las obras menores de drenaje a proyectarse en las estructuras de protección. La determinación de los períodos de retorno con los cuales se deben calcular el tipo de estructura está en función del tipo de estructura. Se anexarán copias digitales de la información básica recolectada con la cual se hizo el análisis de información.

*4.5.2.5 **Análisis de caudales***

Se presentarán las metodologías y análisis empleadas para la determinación de los caudales hasta el sitio de las obras, ya sea a través de modelos lluvia – escorrentía o estudios regionales de crecientes para cuencas hidrográficas que sean hidrológica y climatológicamente homogéneas, en el supuesto que no existan información directa de esta variable para el río. Se deberá realizar la toma directa de información de caudales durante las campañas de batimetría con ADCP, Radar Doppler, trazadores, sensores ultrasónicos o molinetes, realizando las calibraciones y/o correcciones de los equipos, los cuales garanticen la toma completa de la información de caudales en la sección completa del cauce.

*4.5.2.6 **Análisis de niveles***

El **CONSULTOR**, a partir del comportamiento de la marea en el área del país del proyecto (bajamar y pleamar), adelantará a nivel horario los análisis de niveles y su incidencia hasta el sitio del proyecto en el río, para lo cual deberá adquirir la información del mareógrafo más representativo del área a través de las entidades como DIMAR, IDEAM, etc. Estos análisis deberán establecer para el proyecto la diferencia de niveles entre la máxima pleamar y la mínima bajamar, aunada a la profundidad del cauce del río y a la fluctuación de niveles por el tránsito de caudales máximos (invierno o época de alta pluviosidad) y mínimos (verano o época de baja pluviosidad). Se deberá de igual forma realizar el análisis de niveles de los ríos con la información recolectada en campo, información de estaciones limnimétricas y/o limnigráficas del IDEAM o CARs para su respectivo análisis.

Los resultados de estos análisis serán determinantes para definir el tipo de obra que el **CONSULTOR** deberá seleccionar y la cota de diseño para las estructuras de protección, de tal manera que estas cumplan su función hidráulica..

*4.5.2.7 **Justificación de fórmulas empleadas***

Debido a la diversidad de fórmulas con que cuenta la hidrología para el cálculo de caudales y que son aplicables en gran parte dependiendo del razonamiento del ingeniero, el **CONSULTOR** deberá justificar la metodología utilizada estableciendo sus ventajas y criterios de selección.

*4.5.2.8 **Aplicación de las teorías y métodos de predicción***

Se presentarán las distribuciones de frecuencia más adecuadas para los análisis de los fenómenos de lluvia, escorrentía, caudal, temperatura, etc., indicando finalmente el método de predicción adoptado. Esta labor es de gran importancia, puesto que cuantifica un fenómeno que incide directamente en el dimensionamiento de las obras.

4.5.3 CAPÍTULO 3. Estudio de Hidráulica

El objeto de los estudios hidráulicos es el dimensionamiento y diseño de las obras de protección apropiadas utilizando los niveles y caudales obtenidos en el estudio hidrológico, de tal manera que se defina el tipo

de obra más conveniente, considerando que la estructura del mismo soporte los niveles de alta mar y bajamar sin que estos niveles puedan afectar la estabilidad del proyecto.

*4.5.3.1 **Análisis hidráulico***

Estarán dirigidos a estudiar hidráulicamente el río en el área directa de las obras de protección y sus complementos, para lo cual se deberán adelantar los análisis necesarios que permitan determinar las fluctuaciones de niveles del río motivadas principalmente por el efecto de la marea y/o por el tránsito de los caudales estimados en épocas de alta y baja pluviosidad, de acuerdo con los estudios de hidrología.

Así mismo de acuerdo con los resultados del estudio geomorfologícos y de dinámica fluvial del río para el tramo de influencia directa del proyecto, se procederá a diseñar las obras de protección a que haya lugar, de tal manera que se asegure la estabilidad de estas.

*4.5.3.2 **Geomorfología y dinámica fluvial***

Los estudios geomorfológicos explicarán la dinámica evolutiva de las corrientes de una zona en general, con el objetivo de ubicar y adoptar las obras de prevención, control y corrección más convenientes.

El **CONSULTOR** deberá realizar un análisis multitemporal de las condiciones geomorfológicasy de dinámica fluvial, para así diseñar las obras de protección necesarias. Para tal efecto se deberán utilizar aerofotografías, imágenes de satélite, estudios previos y demás información que le permita realizar el análisis del comportamiento y evolución de los cauces.

El Especialista Hidráulico del **CONSULTOR** deberá trabajar este capítulo con los siguientes especialistas: Geólogo y Geotecnia.

*4.5.3.3 **Hidráulica de obras mayores***

Para la correcta selección y diseño del tipo de obra de protección que se deba adoptar para el municipio, es de primordial importancia considerar además de las diversas fuerzas externas producidas por la acción del viento, mareas, empuje del agua, procesos erosivos, de socavación, las corrientes del río, factores ambientales y de entorno.

Entre otros aspectos, el **CONSULTOR** con sus especialistas evaluarán y justificarán su localización, cuantificarán los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno, realizarán; los levantamientos topográficos y batimétricos, los estudios de suelos para caracterizar la granulometría del lecho y orillas (en el sitio del proyecto, aguas abajo y aguas arriba) con la cual se determinará la rugosidad y se calculará la socavación (local y general) así como los posibles procesos erosivos por la fluctuación de niveles; analizarán y evaluarán, la dinámica del río.

Para los estudios de selección del tipo de obra de protección, se utilizará las referencias bibliográficas disponibles sobre el tema que el **CONSULTOR** considere apropiadas para el diseño de este tipo de obra, así como las condiciones de entorno y de fluctuación (vertical y horizontal) del cauce o marea.

4.5.3.4 Modelación hidráulica- modelación matemática

El especialista deberá soportar claramente los parámetros de alimentación del modelo y las fronteras para el inicio de la corrida del programa acorde con el tipo de régimen seleccionado, el cual igualmente debe estar plenamente justificado.

La modelación debe considerar las fronteras de desborde en las secciones transversales, así como la inclusión de controles que eviten distorsionar las condiciones del flujo en la sección del canal navegable y secciones de implantación del proyecto.

4.5.3.5 Calibración de la modelación hidráulica

Para garantizar los resultados de la caracterización hidráulica, la modelación efectuada debe calibrarse, de tal forma que los parámetros dinámicos más relevantes generados por el programa utilizado, principalmente las velocidades medias del flujo y los niveles de agua sean coherentes a los que se presentan en el prototipo en las mismas condiciones.

El especialista debe verificar estos parámetros con los resultados de la información de campo según aforos, líneas de corriente y huellas de agua de mareas altas y niveles máximo de aguas referenciadas topográficamente.

4.5.3.6 Resultados a presentar de la modelación hidráulica

Como resultados de estos análisis, en el informe final se deberá presentar una tabla que contenga la información más relevante en cada sección transversal siendo entre otras el calado, la cota mínima del lecho, cota de nivel de agua del día del levantamiento, de aguas mínimas y máximas según el modelo hidráulico, pendiente hidráulica, velocidad media y esfuerzos cortantes del flujo, número de Froude y parámetros geométricos tales como el área y la profundidad media, los cuales servirán de apoyo para la caracterización.

Por otra parte, se deberán presentar gráficas donde en sentido longitudinal de la corriente, se aprecien las condiciones hidráulicas más relevantes del tramo de los canales de acceso a los puertos y del canal navegable en estudio: velocidades del flujo (El conocimiento de la dirección y la velocidad de flujo son necesarios establecer las maniobras de las embarcaciones) y esfuerzos cortantes (en especial en las curvas de los canales estudiados); así mismo, se deberán incluir gráficas emitidas por el programa con la sección transversal de los canales de acceso a los puertos en estudio y canal navegable, así como un perfil longitudinal, donde se aprecien los niveles de agua, perfil del lecho y detalle de la estructuras proyectada.

Para una mejor visualización de los resultados, el **CONSULTOR** mostrará en un plano o plano la variación de los niveles y/o para las diferentes mareas, con el fin de verificar la instalación de las obras de la hidrovía. El informe final deberá contener en los anexos los archivos geográficos y de los modelos utilizados y generados.

Dentro de las modelaciones hidráulicas se debe garantizar que la ubicación del proyecto tenga un 100% de confiabilidad ante los niveles mínimos y máximos y la cota de cimentación del proyecto deberá estar por debajo del nivel máximo de socavación en la zona de estudio.

4.5.3.7 Estructuras hidráulicas

Los resultados de la modelación hidráulica permitirán al especialista definir el tipo de estructura hidráulica para la protección de orilla, considerando las condiciones de navegabilidad del río y dinámica fluvial. El especialista entregará la posición y dimensionamiento de la estructura hidráulica y de requerir mayores estudios de otros especialistas los solicitará. El Especialista Hidráulico del **CONSULTOR** deberá trabajar este capítulo con los siguientes especialistas: Geólogo, Geotecnia y Estructural.

4.5.4 CAPÍTULO 4. Estudios de Hidrometría

El estudio de Hidrometría consistirá en medir, registrar, analizar la dirección y velocidad de las corrientes, el oleaje y las mareas (si aplica), los niveles y caudales, indicando las técnicas e instrumentos con los que se realizaron las tareas de campo. Tomar muestras del material de fondo y en suspensión para calcular cargas de sedimentos para diferentes secciones y tramos del canal navegable y/o cuenca de socavación.

El **CONSULTOR** deberá complementar la información existente de dirección y velocidad de corrientes, oleaje y mareas a lo largo del canal navegable en la zona de estudio, como insumo para la construcción, calibración y validación de modelos matemáticos y establecer las características del material del lecho y en suspensión representativa del área del proyecto que se requieran para modelar el transporte de sedimentos.

4.5.4.1 Trabajos de Campo

El **CONSULTOR** debe utilizar tecnología de punta para los muestreos de sedimentos y medición de corrientes, oleajes y mareas. Debe presentar certificados de mantenimiento y calibración de los instrumentos y realizar los análisis de muestras en laboratorios igualmente certificados.

Adicionalmente se deberán realizar las siguientes tareas:

4.5.4.1.1 *Instalación de miras*

Deberá instalar miras para el desarrollo de las actividades de topografía y batimetría para verificar que tan cambiante es la pendiente o el caudal en la zona del proyecto, la(s) mira(s) deberá(n) estar amarrada(s) a msnm y se deberá realizar un aforo líquido para poder realizar modelaciones y/o correlaciones caudal / nivel.

4.5.4.1.2 *Muestras del lecho del canal*

Se deberán tomar al menos dos (2) muestras de los materiales que conforman el lecho del canal navegable y/o cuenca de socavación en una cantidad mínima aproximada de 3 kg por muestra, la cual deben empacarse en bolsas plásticas dobles, identificando con marcador en la bolsa interna, el número y la abscisa topográfica en la que fue tomada o posicionada con GPS; estas deben recolectarse en diversas secciones representativas a lo

largo del canal navegable y/o cuenca de socavación, a las cuales tratándose de que en general son materiales marinos y de fondo del lecho, se les deberá obtener en Laboratorio la respectiva curva granulométrica la cual será aplicada a la caracterización del lecho y al estudio de la capacidad de transporte de sedimentos del canal navegable.

4.5.4.1.3 *Muestras del material en suspensión*

A juicio del especialista, se definirá la cantidad de aforos de sedimento en suspensión requeridos en secciones representativas, para la obtención en Laboratorio de la granulometría, peso específico y concentración del material suspendido en la matriz aguasedimento.

Los aforos sólidos deben acompañarse de aforos líquidos para construir relaciones de caudal sólido – vs- caudal líquido. Esta actividad podrá ser limitada ó suspendida si, en consenso, los especialistas de la **CONSULTORÍA** e Interventoría deciden que el material en suspensión no es significativo en el desarrollo de los procesos morfológicos e hidrodinámicos del canal navegable.

4.5.5 CAPÍTULO 5. Estudios de Socavación

Los estudios de socavación consistirán en determinar profundidades críticas de tipo erosivo inducidas por las corrientes, la socavación general y la local inducida por las diferentes estructuras que se proyecten en el río y sus márgenes. Se deberá analizar la socavación máxima esperada para las estructuras de protección diseñadas.

4.5.5.1 Análisis de información de campo

El **CONSULTOR** presentará los análisis característicos de laboratorio de los materiales (granulometrías, peso volumétrico seco si son materiales cohesivos, etc.) del sitio seleccionado para el proyecto. Se deberán presentar los perfiles topográficos y batimétricos longitudinales y secciones transversales, zonas de desborde, alturas de creciente, tipo de suelo de orillas y lecho, líneas y velocidades de flujo, coeficientes de rugosidad, muestras y análisis de los sólidos de fondo (curva granulométrica) y determinación de diámetros característicos, pendientes hidráulicas y caudales, con el objeto de aplicar las fórmulas más adecuadas que permitan obtener las profundidades críticas del fenómeno.

4.5.5.2 Aplicación de las teorías de socavación

El **CONSULTOR** presentará las fórmulas más adecuadas a la morfología de la zona que permitan conocer la profundidad de socavación, a todo lo ancho del lecho, en la zona definida de influencia del proyecto (aguas arriba y aguas abajo), en el lugar seleccionado para la construcción de la obra, y/o en un punto en particular donde exista un obstáculo y/o en las orillas del río. Así mismo, se deberá analizar la afectación que pueda generarse por efectos de socavación sobre estructuras existentes que se encuentren en el área de influencia del proyecto.

Para los valores críticos de socavación se presentarán y diseñarán obras de control y protección. Para su diseño el **CONSULTOR** podrá utilizar como documento guía el Manual de Drenaje para Carreteras vigente del Invias; así mismo, podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA como son el Bottomless Culvert Scour Study, Bridge Scour in Nonuniform Sediment Mixtures and in Cohesive Materials, Enhanced Abutment Scour Studies for Compound Channels, HDS 6 - River Engineering for Highway Encroachments, HDS 9 - Debris Control Structures, HEC 18 - Evaluating Scour at Bridges, HEC 23 - Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures Vol 1-2 ; el Highway Drainage Guidelines de la AASHTO, así como todas las guías Highway Design Manual de los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el **CONSULTOR** justifique y considere apropiadas.

4.5.6 CAPÍTULO 6. Estudio de Transporte de Sedimentos

El **CONSULTOR**, para el sector de influencia directa de la obra de protección, deberá estudiar si el tramo de rio en estudio donde se localizan las obras de protección, está supeditado a presentar procesos de sedimentación del lecho. Para esto se deberá realizar las batimetrías que se debe adelantar para este estudio.

Así mismo, estos análisis se deberán complementar con los análisis de transporte de sedimentos del río, teniendo en cuenta las diversas metodologías existentes para estimar el transporte de arrastre del lecho (bed load transport), etc. Para el desarrollo de estos análisis se empleará información secundaria y primaría recolectada por el **CONSULTOR** en campo.

4.5.6.1 Caracterización de los materiales del lecho

El **CONSULTOR** deberá realizar una caracterización de los materiales del lecho, con base en los resultados de las curvas granulométricas de los materiales del lecho, de las muestras representativas tomadas a lo largo del tramo y estableciendo la variación gráfica de los diámetros característicos d15, d35, d50, d65, d85 y d90, comúnmente utilizados en el estudio de transporte de sedimentos.

4.5.6.2 Resultados del estudio de sedimentación del cauce en el área de influencia directa del proyecto.

Como resultado del estudio de sedimentación del cauce y del transporte de sedimentos, el **CONSULTOR** deberá presentar gráficamente a lo largo del canal navegable, entre otros, la capacidad de transporte de sedimentos en diferentes secciones transversales utilizadas para dicho análisis, definiendo tanto las zonas potencialmente en proceso de gradación o sedimentación como las de degradación o erosión y en general identificar puntos críticos para sugerir acciones que mitiguen este proceso, presentando las recomendaciones a que haya lugar.

4.5.7 CAPÍTULO 7. Resultados y Memorias de Cálculo

El **CONSULTOR** deberá presentar un resumen conciso de todos los resultados encontrados a través del estudio, incluyendo aquellos que requieran de su utilización en otras especialidades o que generen conclusiones inmediatas; por ejemplo, milímetros promedio de precipitación multi - anual de la zona (gráficas y valores), caudal y niveles de diseño de "X" corriente - corrientes principales, temperatura promedio multi - anual, zonas críticas para el drenaje, periodo de lluvias para proyectar la ejecución de las obras, dinámica fluvial, análisis de niveles y mareas, dinámica sedimentaria, etc.

El **CONSULTOR** deberá presentar los respectivos planos batimétricos, de trayectorias de corrientes, de localización de las obras hidráulicas de protección, de drenaje de las instalaciones complementarias y sus accesos, etc., debidamente geo referenciados y a una escala adecuada definido por los criterios del diseñador y con aprobación por parte de la interventoría.

El **CONSULTOR** estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, incluidos los programas de

computador utilizados, la metodología, los resultados, el lenguaje y la memoria requerida: en síntesis, debe entregar un "Manual del Usuario". Así mismo, entregará los planos, imágenes de satélite, aerofotografías y anexos que se utilicen para la comprobación de los resultados obtenidos.

Se hará entrega de toda referencia bibliográfica a que se haga mención en el estudio. Esta debe ser clara y precisa y, en los casos que se requiera, se adjuntarán los capítulos o análisis teórico-técnicos de una o alguna de las referencias en particular que permitan dar un concepto sobre un punto específico. Si el **CONSULTOR** considera que deben incluirse o excluirse entregables, deberá solicitar y sustentar la modificación correspondiente.

El **CONSULTOR** entregará planos de planta, perfiles y secciones transversales; debidamente georeferenciados indicando puntos de control topográfico. Los planos de plantas deben ser

presentado en escala 1:2000 y los perfiles y secciones se debe garantizar el entendimiento del plano, de acuerdo con la necesidad en la escala. Se indicará los niveles de agua según el día del levantamiento.

Se entregarán las carteras de campo y certificados de mantenimiento y calibración de los equipos utilizados.

Para la batimetría del área de estudio se entregará un informe de la metodología aplicada y los resultados obtenidos.

El **CONSULTOR** entregará el esquema de la localización de los sitios de muestreo, los resultados de ensayos de laboratorio e in situ y las fotografías del sitio en estudio.

4.5.8 CAPÍTULO 8. Análisis y gestión del riesgo

El **CONSULTOR** acogerá los lineamientos metodológicos y directrices establecidas en la normatividad vigente, como son la Ley 1523 de abril 24 de 2012, "…*por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones*", como su decreto reglamentario, Decreto N°2157 del 20 de diciembre de 2017 "…*por medio del cual se dictan directrices generales para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la Ley 1523 de 2012*", buscando en todo momento la articulación con las

entidades de orden local, regional y nacional para la gestión del riesgo. Así mismo, debe incorporar en los análisis requeridos la información secundaria existente a nivel territorial y local, como son los POT´s, POMCAS, Planes departamentales y municipales de Gestión del Riesgo y demás instrumentos de planificación con que cuenta el área de influencia del proyecto, de tal manera que pueda tener un real conocimiento del territorio y superponer el alineamiento en estudio sobre las diferentes temáticas e identificar los conflictos por afectación de áreas sensibles, de vulnerabilidad y de amenaza, lo cual permitirá realizar los ajustes y acciones de gestión del riesgo y resiliencia.

De acuerdo con lo ya indicado, los estudios de análisis y gestión de riesgos comprenden: identificar, caracterizar, analizar, evaluar y categorizar los riesgos previsibles que afectan la ejecución del proyecto sobre la alternativa seleccionada, los alcances de dichas actividades para esta fase deben recoger los aspectos desarrollados y enfatizar en el análisis del riesgo, cuyo desarrollo se describe a continuación:

ANÁLISIS DEL RIESGO: Determinación de consecuencias y probabilidades del riesgo, posibilitando su reconocimiento y comprensión y el detalle de las amenazas, los elementos expuestos acorde a la alternativa seleccionada para el proyecto y el nivel de riesgo para la infraestructura. El análisis del riesgo es un examen detallado para conocer sus características, cualidades o su estado, indagando sobre magnitud y gravedad en el área de influencia de probable afectación.

a) Debe incluir la definición de los métodos para estimar el nivel de consecuencias: efectos sociales, económicos y ambientales, deben incluirse los escenarios de mayores consecuencias y/o eventos extremos.

b) Definición del método para el análisis de la posibilidad y estimación de la probabilidad: La posibilidad se entiende como el panorama general de alternativas que pueden suceder frente a un proceso o evento determinado.

c) Factores que afectan las probabilidades y las consecuencias, incluidos los esquemas de control establecidos por la entidad en el marco de los sistemas de gestión.

d) Valoración de los controles existentes, en cuanto a la existencia, capacidad y funcionamiento o la comparación con criterios de seguridad establecidos por la entidad.

e) Análisis de consecuencias a través de: una descripción sencilla o un modelo cuantitativo detallado o un análisis de vulnerabilidad; según se defina para cada actividad de naturaleza, magnitud y complejidad. Deberá considerar la ocurrencia de eventos extremos.

Los alcances contemplados en esta fase deben acoger las siguientes actividades, las cuales serán la base de los productos que el **CONSULTOR** elaborará.

- Identificar, evaluar y analizar los riesgos y amenazas que puedan desencadenar eventos que afecten en la etapa de ejecución del proyecto, el corredor de estudio y/o zona del proyecto, y documentar sus características más representativas.

El **CONSULTOR** debe identificar, priorizar, formular, programar y hacer seguimiento a las acciones necesarias para conocer y reducir las condiciones de riesgo (actual y futuro), particularmente en esta fase consiste en el conocimiento del riesgo, escenarios de riesgo y análisis de amenazas en función del daño esperado, a nivel técnico debe dar los lineamientos para estructurar el Plan de Gestión del Riesgo, desarrollando los procesos de la gestión del riesgo establecidos por la Ley 1523 de 2012 bajo los siguientes lineamientos, en articulación con lo pertinente a lo referido en los sistemas de gestión que maneja el INVÍAS: Conocimiento del Riesgo, Reducción del Riesgo y Manejo del Riesgo.

El Plan de Gestión del Riesgo, la matriz de Riesgo, los análisis de amenazas en función del daño, los lineamientos de las medidas de reducción del riesgo y plan de respuesta de emergencias, son los productos o entregables de este componente a nivel de Fase II, se adelantarán coordinando con la totalidad de las áreas temáticas del proyecto que incluyen: tránsito y transporte, geología, geotecnia, hidrología, hidráulica, estructuras, urbanismo y paisajismo, ambiental y social, gestión predial, sostenibilidad y de la evaluación económica del proyecto junto con su presupuesto. Igualmente, el desarrollo de los estudios y diseños se regirán por Manuales, Normas y Especificaciones vigentes al momento del desarrollo del contrato.

- Realizar un análisis para estimar la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo, identificando el impacto que tendría en la infraestructura del proyecto.

El **CONSULTOR** basándose en los estudios técnicos, el análisis de necesidades, información primaria y

secundaria, validará los efectos de los riesgos identificados y categorizados que permitan proponer el Plan de Respuesta, en el cual se establezcan alternativas y acciones puntuales para potencializar las oportunidades identificadas y proponer su tratamiento para mitigar y reducir las amenazas que afecten los objetivos del proyecto.

- Elaborar y cuantificar una estrategia de administración del riesgo previsible, incluyendo criterios y medidas de mitigación, usando como referencia la opinión de expertos, estudios de riesgos de proyectos similares o del área en la cual se localiza el proyecto.

Las acciones de mitigación que impliquen obras de infraestructura deben ser incorporadas como parte integral de los diseños a nivel de esta fase, a escalas que permitan estructurar las acciones de mitigación y reducción a nivel de diseño, esto de acuerdo con los insumos de las demás especialidades por lo que se recomienda su presentación a escala 1:2000 a 1:1000, puntos críticos 1:500 a 1:100, de tal manera que se logren unos diseños óptimos y claros, que le permita al **INVÍAS** continuar su ejecución o paso a la siguiente fase minimizando los contratiempos técnicos y en general, llevando la incertidumbre a niveles bajos.

Es importante señalar que los planes de respuesta a los riesgos deben identificar responsabilidades específicas que deben ser asumidas o gestionadas tanto por la Entidad, como por el contratista.

El Consultor deberá elaborar y cuantificar estrategias de gestión de riesgos, recurriendo a fuentes secundarias o primarias dependiendo del grado de información recolectado por las demás especialidades en esta fase, así mismo, deberá definir claramente para cada uno de los riesgos identificados, su tipificación, la temporalidad y frecuencia de ocurrencia de estos.

El **CONSULTOR** deberá proponer un sistema de control y monitoreo que permita realizar en las siguientes fases una supervisión constante a los riesgos, identificar nuevos riesgos e incluirlos en la matriz de probabilidades e impacto para posteriormente realizar el análisis cualitativo y cuantitativo, el análisis de temporalidad, ejecutar planes de respuesta a los riesgos y evaluar su efectividad durante las etapas de construcción y de operación.

- Elaborar la matriz de riesgos previsibles del proyecto, con su respectivo análisis y administración de riesgos, teniendo en cuenta que los riesgos previsibles identificados sean diferentes a los cubiertos por las garantías obligatorias.

Los análisis propuestos y los productos requeridos deben realizarse a partir del concepto de corredor geotécnico, de manera que se pueda localizar el origen de las amenazas y a través de ello un adecuado planteamiento de las acciones de reducción, así mismo de Planes de Gestión del riesgo acorde al conocimiento del riesgo en el territorio, la generación de planes de emergencia y contingencia acordes al mismo conocimiento, a las acciones de reducción ejecutadas y al resultado de los monitoreos implementados.

De igual forma el Consultor deberá cuantificar las probabilidades e impacto propuestas en el análisis consignado en la matriz de riesgos, priorizando los diferentes eventos o condiciones de riesgo según la importancia de atención, clasificándolos en riesgos operacionales, tecnológicos, regulatorios, sociales o políticos, financieros y económicos, y de la naturaleza, siguiendo la clasificación establecida por el CONPES 3714 o el que lo sustituya, e identificando responsables y acciones de mitigación.

*4.5.8.1 **Metodología***

El **CONSULTOR** deberá definir la Metodología para el desarrollo del Estudio, documento que se deberá entregar a la **INTERVENTORÍA** para su aprobación; y en el cual, se detallará la información secundaria y primaria con que se realizará el estudio, y los trabajos de campo.

Su estructuración a nivel técnico debe realizarse a partir del planteamiento del problema considerando la ubicación estratégica del proyecto y la importancia para el transporte de personas, mercancía, turismo y el aporte al desarrollo de la región, sumado a la obligación del **INVÍAS** de brindar infraestructura resiliente que satisfaga la normatividad vigente, para lo cual, debe contemplar el uso de herramientas como modelación de escenarios o planeación por escenarios.

Es importante tener en cuenta que las metodologías para estudios y diseños de proyectos marítimos y fluviales imponen la necesidad de efectuar retroalimentaciones permanentes entre los distintos campos y especialidades de la ingeniería y de otras disciplinas, que intervienen en el diseño integral de un proyecto. Solo esta intercomunicación oportuna durante el período de análisis permite la juiciosa validación y consistencia de los parámetros que se adoptan en el diseño y del conjunto de variables que se derivan.

El **CONSULTOR** debe contemplar la aplicación de metodologías basadas en el ciclo PHVA y las desarrolladas por

las entidades especializadas y entes gubernamentales, para lo cual debe consultar las referencias disponibles con que cuentan dichas instituciones.

De igual forma, los estudios de riesgo se pueden realizar tomando como base las orientaciones de la "Metodología para evaluar los riesgos" en: Caja de herramientas para orientar la incorporación del análisis de riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en los proyectos de inversión pública (DNP, MinAmbiente, MinHacienda, UNGRD y GIZ 2019). Independientemente de la metodología que se utilice para los estudios de riesgos, éstos deben contener como mínimo los resultados de evaluación de las amenazas, la vulnerabilidad de cada elemento expuesto frente a cada amenaza, el nivel de riesgo respectivo y las medidas recomendadas frente a estos resultados.

4.5.8.2 Recopilación y/o toma de información

Como parte del proceso de recopilación y toma de información secundaría el **CONSULTOR** debe contemplar la revisión de los documentos técnicos que le permitan identificar y prever riesgos operativos o de otro tipo por la complejidad de las obras, en tal sentido, debe revisar la información existente sobre las características y complejidades de los procesos constructivos o construcción de infraestructura especialmente compleja, como túneles, viaductos, muros, etc.

De igual forma, el **CONSULTOR** debe utilizar y aplicar información temática generada por las entidades especializadas como UNGRD, IGAC, IDEAM, Servicio Geológico Colombiano, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, etc., a nivel local los POT, PBOT, EOT, POMCAS, Planes Municipales y Departamentales de Gestión del Riesgo y estudios de planificación específicos que sean instrumento de planeación o desarrollo a nivel local y regional.

Se debe adelantar la estimación económica de los riesgos previsibles entre otros los relacionados con los aspectos económicos, operacionales, sociales, políticos, de la naturaleza, financieros, regulatorios o ambientales u otro que se pueda identificar; para lo cual, el Consultor como parte del proceso de recopilación y toma de información secundaría podrá utilizar las siguientes referencias bibliográficas en materia de riesgos ampliamente utilizadas en

el medio como son:

- Manual para la Identificación y Cobertura del Riesgo en los Procesos de Contratación de Colombia Compra Eficiente, el cual, ofrece lineamientos y principios metodológicos de manejo y en la gestión de Riesgos en el Proceso de Contratación y en el cual tiene en cuenta el Documento Conpes 3714 de 2011.

- La Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas del Departamento Administrativo de la Función Pública de octubre de 2018.

- IDEAM, GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE INUNDACIÓN. Bogotá, D.C., 2017.

- Instituto Nacional de Vías. (2018). Plan de Gestión del Riesgo de Desastres Decreto 2157 de 2017. Bogotá, Colombia.

- Política de Administración del Riesgo, Instituto Nacional de Vías, Revisión y Propuesta de actualización marzo 2018.

- Servicio Geológico colombiano – Instituto Nacional de Vías (2018). Guía metodológica para la evaluación del riesgo físico por movimientos en masa en la infraestructura vial - Convenio Interadministrativo 003/2018. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

- Instituto de Hidrología, Meteorología Estudios Ambientales - IDEAM, Guía metodológica para la gestión del riesgo. Bogotá, 2019.

- Plan Nacional de Seguridad Vial Colombia 2011 – 2021.

- Metodología para evaluar los Riesgos. Incorporando la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en proyectos de inversión pública. Caja de herramientas. Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.

- Plan Indicativo para el Fortalecimiento Institucional de la Gestión de Riesgos de Desastres en el Sector Infraestructura Vial, Hoja de Ruta, Fortalecimiento Institucional. CAF Banco de Desarrollo de América Latina, Mintransporte. 2013.

- Las demás que el Consultor justifique y considere apropiadas, previa aprobación de la interventoría.

Para el efecto, el **CONSULTOR** podrá valerse de una metodología de análisis cualitativos y cuantitativos de riesgos que le permitan priorizar, evaluar y valorar la probabilidad de ocurrencia del evento y su impacto respecto de los efectos de los riesgos identificados que permitan el logro de los objetivos del proyecto. Por lo anterior, se hace necesario valorar a precios de mercado las intervenciones establecidas de manera consecuente con el análisis de riesgos, en otras palabras, esto significa revisar la consistencia del diseño y su respectivo presupuesto con las actividades que se planteen derivadas de la administración de riesgo, tanto en las medidas adoptadas para prevenirlos o mitigarlos como por los planes de contingencia o tratamiento formulados, según las circunstancias lo ameriten.

*4.5.8.3 **Establecer el contexto***

El Consultor deberá identificar y profundizar en el contexto bajo el cual interactúa el proyecto, que incluya entre otros, los aspectos que se mencionan a continuación, y los posibles riesgos y efectos adversos que estos pueden generar:

- El objeto y alcance del proyecto.

- Disponibilidad de recursos.

- Tipo de Contratación.

- Las condiciones geográficas y de acceso del lugar en el cual se debe cumplir el objeto del proyecto.

- El entorno socio ambiental.

- Condiciones geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas del sector.

- Las condiciones políticas.
- Los factores ambientales.
- Enfoque de sostenibilidad.
- Estudio de mercado del sector objeto del proyecto.
- Experiencia propia y de otras Entidades en proyectos similares.
- Normatividad aplicable.
- Incorporación de nuevas tecnologías (Referencia Plan De Desarrollo Art. 173 Innovación E Implementación De Nuevas Tecnologías En Proyectos De Infraestructura Del Transporte).
- Metodología de construcción de escenarios de riesgo. Leone, 1996.

*4.5.8.4 **Identificación y clasificación de los riesgos***

Una vez establecido el contexto, el **CONSULTOR** debe identificar e incluir en la matriz de evaluación, los riesgos contractuales, socio naturales, operacionales, como los asociados al cambio climático y su incidencia sobre el área de influencia del proyecto. Para lo anterior, el **CONSULTOR** deberá contar con el equipo especializado en riesgos, con el conocimiento adecuado sobre gestión y administración del riesgo.

Son fuente de información para la identificación de los riesgos previsibles de la ejecución del contrato los documentos precontractuales de proyectos similares, el conocimiento de obras o actividades similares, la información histórica de procesos similares, la información externa asociada a la ubicación geográfica de la obra, situación ambiental, social y de desarrollo, las normas, las comunicaciones, proveedores de materiales y servicios, planes estratégicos, planes de acción, reportes de desempeño, presupuestos, riesgos identificados por otras Entidades, lluvia de ideas, paneles de expertos cuando la complejidad del proyecto lo exige, análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas), encuestas y cuestionarios.

Una vez identificados los riesgos, el **CONSULTOR** debe clasificarlos según: la clase, fuente, etapa del proyecto,

y tipo de riesgo, para posteriormente y de acuerdo con el criterio de experto o del equipo especializado en riesgos, priorizar y definir los que requieren mayor análisis y evaluación.

La infraestructura vial constituye la unidad de análisis. Ello quiere decir que se analizará a nivel de cada elemento vial (lineal o puntual) el efecto que las posibles amenazas tengan sobre él y sus servicios, para lo cual se tendrá en cuenta el nivel de vulnerabilidad y resiliencia que presente cada uno de ellos. En todos los casos, las estrategias que se formulen, así como los lineamientos técnicos para la gestión del riesgo deben gestionar adecuadamente la resiliencia.

Por último, el **CONSULTOR** deberá describir cada uno de los riesgos y determinar las posibles consecuencias de su ocurrencia, probabilidad, impacto, y valoración preliminar.

4.5.8.5 Evaluación y calificación de los riesgos

El Consultor deberá evaluar cada uno de los riesgos identificados y priorizados, estableciendo su probabilidad de ocurrencia y el impacto de estos frente al logro de los objetivos del proyecto. Esta evaluación tiene como fin asignar a cada riesgo una calificación en términos de probabilidad y de impacto, la cual permitirá establecer la valoración de los riesgos identificados y proponer las acciones que se deban efectuar para administrar el riesgo.

Para estimar el impacto y la probabilidad de ocurrencia de un evento que afecte de manera negativa el proyecto, se sugiere considerar fuentes de información como: registros anteriores de la ocurrencia del evento identificado, experiencia en proyectos similares, prácticas y experiencia en el sector en el manejo del riesgo identificado, publicaciones o noticias sobre la ocurrencia del riesgo identificado, opiniones y juicios de especialistas y expertos, estudios técnicos, entre otros.

El **CONSULTOR** deberá evaluar los riesgos combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto del evento para:

1. Asignar una categoría a cada riesgo de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia. El **CONSULTOR** puede utilizar las fuentes de información sugeridas anteriormente, métodos cuantitativos con diferentes metodologías que arrojen otros resultados y complementen los resultados de la matriz de evaluación de riesgos.

2. Determinar el impacto del riesgo, desde el punto de vista de la calificación cualitativa del efecto del riesgo y la calificación monetaria del riesgo, la cual corresponde a la estimación de los sobrecostos ocasionados por la ocurrencia del riesgo como un porcentaje del valor total del proyecto, escogiendo o consignando en la matriz la mayor resultante para así determinar el impacto del riesgo.

En cuanto al análisis de riesgo, debe realizarse bajo el enfoque de sostenibilidad, este análisis busca identificar y clasificar los diferentes tipos de amenaza y riesgo a que se encuentran expuestos el trazado vial y sus respectivas estructuras de paso, para esto el **CONSULTOR** debe:

1. Identificar el tipo de evento generador de daño reconociendo y diferenciando los detonantes causantes y/o amplificadores de la dinámica o presión amenazante y así identificar el tipo de evento generador de daño y su clasificación.

2. Determinar las características físicas del evento generador de daño. Establecer las condiciones físicas bajo las cuales ocurre el evento generador de daño configura la hipótesis de partida en los análisis de Riesgo, la cual, en lo posible, debe acercarse al modelo real.

3. Una vez identificados y clasificados, las medidas para la reducción del riesgo y/o vulnerabilidad deberán ser diseñadas con el enfoque de resiliencia ya que este es uno de los criterios determinado para el análisis de sostenibilidad. Se le llamará infraestructura resiliente a aquella que tenga la capacidad de ser flexible para asumir los retro impactos o las amenazas naturales.

La construcción de un escenario de riesgo resulta ser indispensable, en la medida que este, puede llegar a argumentar o explicar los alcances de un fenómeno amenazante y las consecuencias nocivas para una comunidad, ilustrando, calificando y cuantificando en lo posible. Una vez establecido un escenario con las anteriores características, puede ser usado de manera objetiva en la gestión de riesgos o en el manejo de este.

Los escenarios de riesgo en lo posible deben representar la realidad abordada, es decir que las hipótesis de trabajo tengan en cuenta aspectos como: las condiciones de presencia de uno u otro evento amenazante; los diferentes tipos de solicitaciones que el fenómeno puede causar; las características de los elementos expuestos al fenómeno;

los daños y perjuicios potenciales que pueden sufrir estos elementos expuestos; las perturbaciones que pueden afectar a las diferentes actividades sociales y económicas; una evaluación de la pérdidas potenciales de vidas humanas, de tipo económico o de otra índole.

Una vez estructurado el escenario, este puede ser actualizado cada vez que se registren nuevos datos o se mejore la hipótesis inicialmente planteada al inicio del desarrollo de este numeral en función de la problemática. Lo anterior se constituye en una ventaja o valor agregado para las investigaciones siguientes y las actividades de prevención y atención de emergencias que se adelanten, debido al ahorro en tiempo y dinero que representa la adquisición sistemática del conocimiento específico.

4.5.8.6 Tratamiento de los riesgos

El **CONSULTOR** debe proponer el tratamiento de riesgos con acciones o actividades específicas para responder a los eventos, para lo cual debe preparar un Plan de Tratamiento para ser implementado, plan que debe estar debidamente documentado, incluyendo acciones, cronogramas, recursos (personal, información) y presupuesto, responsabilidades, necesidades de informes y reportes y de monitoreo, recursos que requiere y el cumplimiento oportuno de las tareas previstas en este plan, e incluir en la matriz la información básica del tratamiento propuesto.

Igualmente, debe realizar la definición del tipo de intervención para la reducción del riesgo de desastres, tanto de medidas no estructurales como estructurales. Planteamiento de las directrices para el diseño y las especificaciones técnicas de las medidas a implementar para modificar las amenazas identificadas, analizadas y evaluadas en el proceso de conocimiento del riesgo, al igual que el mejoramiento del sistema de movilidad para mejorar su resiliencia.

Se pretende con ello reducir el riesgo actual mediante acciones de mitigación del riesgo e intervenciones correctivas. Así mismo reducir el riesgo futuro mediante acciones de prevención del riesgo e intervención prospectivos y, finalmente mediante la protección financiera.

4.5.8.7 Construcción de la matriz de riesgos

El producto de este análisis será la construcción y presentación de la matriz de riesgos del proyecto a nivel de esta fase de estudio. La cual, tendrá como mínimo los componentes descritos en las Tabla 1.

Es importante aclarar que en todo proyecto de ingeniería de consulta existen riesgos que se deben prever o anticipar por las entidades públicas como parte de los aspectos a considerar en el proceso de contratación. En tal sentido, el artículo 4 de la Ley 1150 de 2007 establece que la Entidad Estatal debe "*incluir la estimación, tipificación y asignación de los riesgos previsibles involucrados en la contratación*" en los pliegos de condiciones o su equivalente.

Colombia Compra Eficiente desarrolló y puso a disposición de los Consultores el Manual para la identificación y cobertura del riesgo en los Procesos de Contratación. Hace parte de este Manual la "Matriz para la Identificación de Riesgos en Contratos de Consultoría", en donde deben ser identificados, clasificándolos en riesgos operacionales, tecnológicos, regulatorios, sociales o políticos, financieros y económicos, y de la naturaleza, siguiendo la clasificación establecida por el CONPES 3714, e identificando responsables y acciones de mitigación. Esta matriz permite, tanto al INVÍAS como al Consultor, valorar y prever situaciones de riesgo, y minimizar sus efectos sobre el desarrollo del proyecto de Consultoría.

No se debe confundir la matriz presentada en la Tabla 1, con la Matriz de Riesgos específica del proyecto que los Consultores de estudios y diseños deberán presentar como se indica, de acuerdo con la metodología definida para desarrollar el volumen de Análisis y Gestión del Riesgo, así como, con el requerimiento técnico especifico y los contenidos allí establecidos.

El Consultor debe acoger la recomendación de Colombia Compra Eficiente a las Entidades Estatales de elaborar la matriz indicada en la Tabla 1, que incluya todos los Riesgos identificados del Proceso de Contratación, estableciendo su clasificación, la probabilidad de ocurrencia estimada, su impacto, la parte que debe asumir el Riesgo, los tratamientos que se puedan realizar y las características del monitoreo más adecuado para administrarlo, como se muestra a continuación:

Tabla 1. Matriz de Riesgo de CCE

N°	Clase	Fuente	Etapa	Tipo	Descripción (Qué puede pasar y, cómo puede ocurrir)	Consecuencia de la ocurrencia del evento	Probabilidad	Impacto	Valoración del riesgo	Categoría	¿A quién se le asigna?	Tratamiento/Controles a ser implementados	Impacto después del tratamiento				¿Afecta la ejecución del contrato?	Persona responsable por implementar el tratamiento	Fecha estimada en que se inicia el tratamiento	Fecha estimada en que se completa el tratamiento	Monitoreo y revisión	
													Probabilidad	Impacto	Valoración del riesgo	Categoría					¿Cómo se realiza el monitoreo?	Periodicidad ¿Cuándo?
1																						
2																						
3																						

4.5.9 CAPÍTULO 9. Conclusiones y Recomendaciones

El **CONSULTOR** debe presentar en forma clara las conclusiones a que llegó el estudio, indicando las precisiones de éste, de igual manera las sugerencias o aportes que genera el estudio para ser tenidas en cuenta, antes, durante y después de la construcción, y durante la etapa de operación.

4.6 VOLUMEN VI. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE ESTABILIZACION Y PROTECCION Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE DEFINITIVA

El Volumen de estudio de alternativas y determinación del sitio definitivo de las estructuras de protección, deberá constar de los siguientes capítulos:

4.6.1 CAPÍTULO 1. Objetivo y Alcances

4.6.1.1 Objetivo

El **CONSULTOR** analizará las diferentes tipologías de obras de protección de orillas de acuerdo con su función (protección, control, disipación), ubicación (río o mar) y tipo de energía que enfrentan, considerando la funcionalidad y la relación costo beneficio, de manera que el proyecto tenga en cuenta los análisis de dinámica fluvial, análisis hidráulico, definición de variación de niveles y demás estudios de los diferentes componentes, que entre las múltiples especialidades, se defina la mejor ubicación para el proyecto.

Realizar la verificación del diseño de la cimentación, teniendo en cuenta todos los parámetros y recomendaciones en todas y cada una de las especialidades del estudio, con el fin de garantizar su estabilidad y funcionamiento

4.6.1.2 Alcance

El **CONSULTOR** realizará un análisis de las diferentes opciones de obras de protección. Las obras que defina como apropiadas para el proyecto deberán ser analizadas y evaluadas en una matriz multicriterio, donde su resultado sea producto de una relación beneficio – costo definiendo el tipo de estructura de protección,

4.6.2 CAPÍTULO 2. Recopilación de Información Bibliográfica de Tipos de estructuras de protección

En el presente capitulo, el **CONSULTOR** realizará una investigación bibliográfica y de experiencias reales y exitosas, en la cual se ilustren los diferentes tipos de obras de protección que se pueden construir en la zona en estudio de acuerdo con las necesidades que se establezcan. Tales como: Muros de contención en concreto, mampostería en piedra, enrocado con o sin geotextil, gaviones, geomallas reforzadas con vegetación

(bioingeniería), bolsacretos. espigones o deflectores (longitudinales o transversales), espolones, canalizaciones y/o encauzamientos, diques, estructuras flexibles con reutilización de llantas, entre otras)

4.6.3 CAPÍTULO 3. Alternativas para el Estudio y Diseño para la Construcción de obras de protección

4.6.3.1 Matriz Multicriterio

El **CONSULTOR** presentará a la Interventoría para aprobación la matriz con los criterios a evaluar y su metodología de desarrollo.

Los criterios mínimos para evaluar son los siguientes:

- Energía hidráulica (caudal o oleaje) al que se verá sometida la estructura.
- Importancia de la vía o infraestructura adyacente.
- Limitaciones geotécnicas del terreno.
- Condiciones de acceso para construcción y mantenimiento.
- Costos de ejecución vs. ciclo de vida útil.
- Interés ambiental o zonas de amortiguación ecológica.
- Dinámica fluvial
- Facilidad de acceso para el transporte de materiales
- Vías de acceso
- Tiempo de duración de la estructura
- Valor de inversión

- Tecnología por utilizar
- Valor de mantenimiento y operación
- Entre otros.

*4.6.3.2 **Diseño conceptual y esquemático de las Alternativas***

El **CONSULTOR** debe desarrollar a nivel conceptual y de pre-dimensionamiento, como mínimo tres alternativas de modulación de estructuras de protección como mínimo los siguientes componentes para llevar a su evaluación en la matriz:

- Pre-dimensionamiento definiendo tipo de estructura de protección
- Material
- Procedimiento constructivo
- Presupuesto grueso a invertir
- Costos de operación y mantenimiento

Asimismo, con base en cartografía adecuada (semiregional, escala 1:5.000 a 1:10.000), o cualquier sensor remoto pertinente, imágenes satelitales, así como información secundaria y eventualmente primaria debidamente acordada con la interventoría, el **CONSULTOR** deberá evaluar la determinación del sitio definitivo de implantación de la estructura de protección teniendo en cuenta la dinámica fluvial e información recolectada en el componente de topografía, batimetría, geología, geotécnica e hidráulica.

*4.6.3.3 **Desarrollo de matriz con las alternativas***

El **CONSULTOR** después de aprobada la matriz multicriterio de evaluación analizará las alternativas aprobadas por la interventoría y el **INVIAS**.

*4.6.3.4 **Disposición del predio y selección de alternativa de diseño.***

Para la selección de la alternativa de diseño, su ubicación, alineamiento, obras de drenaje, obras de protección y demás que requiera el proyecto, se deberán seleccionar de manera que satisfagan las características geológicas, geotécnicas, hidráulicas, ambientales y sociales del área de estudio.

4.6.4 CAPÍTULO 4. Conclusiones y Recomendaciones

El **CONSULTOR** presentará el resultado de los análisis realizados de las alternativas, en la cual concluya en consenso con la Interventoría y el **INVIAS**, la alternativa más favorable para llevar a ingeniería de detalle el presente estudio y diseño para la construcción de las estructuras de protección. El **CONSULTOR** podrá desarrollar una especificación particular de la solución de la estructura de protección como se indica en el artículo 100.5.4 de las especificaciones técnicas de construcción del Invias

4.7 VOLUMEN VII. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS

El Informe Final del Estudio y Diseño de las obras de protección deberá considerar los capítulos que se desarrollan más adelante.

4.7.1 CAPITULO 1. Objetivos, Alcance y Generalidades.

*4.7.1.1 **Objetivos***

Diseñar estructuralmente todas las obras resultantes del estudio, teniendo en cuenta los parámetros y recomendaciones en todas y cada una de las especialidades del proyecto, con el fin de garantizar sus condiciones de cimentación, de estabilidad y funcionamiento; para el análisis estructural el **CONSULTOR** deberá considerar lo siguiente:

- Establecer las magnitudes de los parámetros externos ambientales, geotécnicos e hidráulicos, entre otros, que actuarán sobre las estructuras como lo son las velocidades de viento, de la corriente,

cálculo de fuerzas de amarre, avaluó de cargas muertas, cargas vivas, cargas sísmicas, tipo de suelo, etc.

- Definir las magnitudes de las cargas vivas, cargas muertas, cargas de viento y cargas de la corriente y/o oleaje (si aplica) que actuarán sobre las estructuras que conforman la estructura de protección y tenerlas en cuenta en las combinaciones de cargas.

- Calcular las cargas de sismo que pueden actuar sobre las estructuras de protección, de acuerdo con lo estipulado en la NSR-10.

- Definir las cotas de diseño de las estructuras de protección de orilla y las profundidades de cimentación, teniendo en cuenta la socavación máxima esperada, garantizando la estabilidad de las obras.

- Tener en cuenta los estudios meteorológicos, ambientales, topográficos, batimétricos y de suelos, entre otros.

- Tener en cuenta los estudios de hidrología, hidráulica, socavación y dinámica fluvial, para los diseños estructurales

*4.7.1.2 **Alcances***

El **CONSULTOR** realizar, verificar y complementar los diseños estructurales definitivos de las obras de protección, los cuales deberán quedar plasmados en planos en escalas apropiadas, incluyendo todos los detalles necesarios para la construcción.

El análisis estructural deberá contemplar los inputs para el cálculo de las fuerzas de viento, corriente, variación de niveles y/o mareas (si aplica), cargas muertas, cargas vivas, sismo, etc. que actuarán sobre cada una de las estructuras.

*4.7.1.3 **Generalidades***

Los diseños estructurales de las obras, sus cimentaciones y obras de protección se realizarán con base en la

topografía, la batimetría de los sitios de implantación de las estructuras y en las recomendaciones de los estudios hidráulicos, de drenaje, geología y geotecnia, incluyendo los estudios de vulnerabilidad sísmica actualizados.

En el análisis y diseño de todas las estructuras, deberá cumplirse como mínimo con la normatividad colombiana o sus actualizaciones que apliquen en el momento de realizar el diseño, pero sin limitarse a estos, con los requerimientos pertinentes establecidos en los siguientes documentos en lo que aplique o el que requiera el **CONSULTOR**:

- Normas de Diseño Sismo - Resistente, NSR-10
- American Concrete Institute (ACI) “Specifications for Structural Concrete for Buildings” (ACI 301-05) “Building Code Requirements for Structural Concrete” (ACI 318-08)
- American Institute of Steel Construction (AISC), “Specification for Structural Steel Buildings” (AISC 360-05)
- AWS Asociación Americana de Soldadura
- American Society of Civil Engineers (ASCE), “Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures” (ANSI/ASCE 7-05)
- PIANC, “Guidelines for the Design of Fenders Systems: 2002,” Report of Working Group 33
- PIANC, “Harbour Aproach Channels, Design Guidelines: Report 121-2014
- UFC 4-152-01, DESIGN: PIERS & WHARVES UNIFIED FACILITIES CRITERIA (UFC) U.S. Army Corps of Engineers, Naval Facilities Engineering Command (NAVFAC), and Air Force Civil Engineer Support Agency.
- Recomendaciones de Obras Marítimas ROM 2.0-11, España, Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre.

- Code of practice for Maritime structures, BS 6349-2:1988, Part 2: Design of Quay walls, jetties and dolphins
- Maritime structures, BS 6349-4:1994, Part 4: Code of practice for design of fendering and mooring systems.
- Carl A. Thoresen, PORT DESIGN, Guidelines and Recommendatios.
- Gregory P. Tsinker, FLOATING PORTS DESIGN AND CONSTRUCTION PRACTICE
- ICONTEC
- ASTM
- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras vigentes del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS o las que modifiquen.

4.7.2 CAPITULO 2. Estudios Requeridos

Los estudios y diseños para los diseños de estructuras de protección deberán ejecutarse de manera integral para alcanzar el objetivo planteado; por lo que se debe tomar en cuenta que las memorias e información obtenida de las actividades realizadas son documentos de referencia que servirán para atender inquietudes presentadas durante la ejecución del proyecto, sin necesidad de adelantar investigaciones adicionales. Siendo los planos los insumos básicos directos para la ejecución del proyecto, se requieren que estos contengan en forma clara, detallada y precisa, todos los aspectos concluyentes de los estudios adelantados, esto con el fin de garantizar la rápida accesibilidad e interpretación de la información. Es requisito esencial que esta información sea presentada en planos integralmente.

Los documentos del proyecto deberán presentarse en medios impresos y en medio digital en formato PDF, igualmente es requisito básico que los planos sean entregados en medio magnético en formato CAD editable, esto para verificaciones más exactas o de mayor precisión durante la etapa de ejecución de la obra, y demás requerimientos establecidos.

*4.7.2.1 **Diseños***

El **CONSULTOR** deberá presentar 3 alternativas conceptuales para las obras objeto del contrato, con sus correspondientes ventajas y desventajas desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, para seleccionar la alternativa que resulte más favorable en conjunto con el Interventor. Como se indicó en el VOLUMEN VI. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE ESTABILIZACION Y PROTECCION Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE D.

Una vez seleccionada la alternativa en conjunto con la Interventoría y el **INVIAS**, se realizará el diseño de la estructura de las obras de protección y complementarias y por ende de todos y cada uno de los elementos estructurales con su respectiva geometría.

Este lo constituyen las memorias de cálculo, los planos de todas las plantas, los despieces, cortes y detalles de los elementos estructurales y las especificaciones técnicas, en lo cual se determinará con todo detalle las partes de la estructura necesarias para su interpretación y correcta ejecución de la obra.

El **CONSULTOR** establecerá el procedimiento para que, en la etapa de construcción, a la obra respectiva, se le efectúe una prueba de carga para recibo final de las obras, el cual deberá ser presentado en planos y especificaciones; esto aplicará también en caso de que las obras existentes sean reforzadas, mejoradas, acondicionadas o rehabilitadas. Las pruebas de carga podrán ser estáticas y/o dinámicas de acuerdo con las recomendaciones del especialista estructural en donde:

- Prueba de carga Estática: Se recomendará aplicar una carga y medirá deformaciones, asentamientos y fisuración.

- Prueba de carga Dinámica: Se recomendará simular impacto de convoyes, grúas móviles, vibraciones o efectos de oleaje y/o remolque (en puertos marítimos).

4.7.3 CAPITULO 3. Proyecto Estructural

En el proyecto estructural se realiza el diseño definitivo de las estructuras de protección como de las obras complementarias y por ende de todos y cada uno de los elementos estructurales con su respectiva geometría.

El **CONSULTOR** deberá ajustar el diseño de la estructura de protección de las márgenes para opinión y conformidad del Interventor, para lo cual tendrá en cuenta los parámetros y recomendaciones de cada uno de los estudios, con el fin de garantizar sus condiciones de estabilidad y funcionamiento.

El **CONSULTOR** propondrá el diseño más conveniente para cada ubicación, los mismos que estarán en concordancia con las características y condiciones de cada lugar. El **CONSULTOR** deberá programar adecuadamente la ejecución de las obras, de tal manera que durante la ejecución de las obras no exista interferencia y/o afectaciones de la navegabilidad por el cauce.

El **CONSULTOR** deberá tener en cuenta que por efecto de los periodos de niveles y/o marea durante el día se producen variaciones en el nivel de agua e influencia en la corriente, razón por la cual deberá realizar los diseños estructurales para que las obras de protección puedan operar bajo estas condiciones, permitiendo que estas obras se adapte a cualquier nivel de agua, para lo cual deberá definir el rango de operación entre los niveles de agua mínimos y máximos y con las variaciones de corriente que se presenten, garantizando que las estructuras no tendrán afectaciones por los procesos erosivos y de socavación.

Así, dentro de los productos correspondientes al diseño estructural que deben ser entregados por el **CONSULTOR** están:

- Listado maestro de planos de cada volumen, debidamente codificados, y numerados
- Los planos de diseño estructural con todas las plantas, despieces, cortes y detalles de los elementos estructurales, según se indica más adelante.
- Las especificaciones técnicas, información que determinará con todo detalle las partes de la estructura necesarias para su interpretación y ejecución material en la obra.
- Las memorias de cálculo: Las cuales deben tener el contenido indicado en este capítulo como mínimo.
- Los modelos matemáticos y de computador implementados son solo herramientas para alcanzar el objetivo planteado, sin embargo, en el caso de procesos constructivos especiales, el **CONSULTOR**

deberá, por requerimiento de la interventoría, suministrar los modelos estructurales utilizados para tal fin.

*4.7.3.1 **Sistema estructural***

En el sistema estructural se realiza el ajuste al diseño de la estructura de la obra de protección y complementarias y por ende de todos y cada uno de los elementos estructurales con su respectiva geometría.

Este lo constituyen las memorias de cálculo, los planos de todas las plantas, los despieces, cortes y detalles de los elementos estructurales y las especificaciones técnicas, en lo cual se determinará con todo detalle las partes de la estructura necesarias para su interpretación y ejecución material de la obra.

El **CONSULTOR** establecerá el procedimiento para que, en la etapa de construcción, a la obra respectiva, se le efectúe una prueba de carga para recibo final de las obras, el cual deberá ser presentado en planos y especificaciones.

4.7.3.1.1 *Infraestructura*

Vista en planta y alzado (frontal y lateral), cortes por el eje de la estructura, con las dimensiones, distribución de refuerzos y detalles indispensables para su correcta interpretación y construcción.

El **CONSULTOR** deberá establecer en los casos en que la cimentación requiera de pilotes a nivel de infraestructura, para que en la etapa de construcción se adelanten ensayos de por lo menos uno de ellos en cada apoyo de la obra respectiva, y comprobar que la capacidad del elemento esté acorde con lo estimado en las memorias de cálculo.

4.7.3.1.2 *Superestructura*

El **CONSULTOR** aplicará las normas del Código Colombiano de Diseño Sísmico vigentes; las etapas que deben llevarse a cabo dentro de la norma anteriormente mencionada son:

Análisis de la estructura: Se lleva a cabo aplicando los movimientos sísmicos de diseño prescritos, a un modelo matemático apropiado a la estructura. El resultado es la determinación de los desplazamientos máximos y las

fuerzas internas que se derivan de ellos. Dentro de la etapa de ajuste al diseño, el **CONSULTOR** ha de presentar a la Interventoría el programa de cálculo que empleará, para su respectivo aval.

Diseño de los elementos estructurales: Se llevará a cabo de acuerdo con los requisitos propios del sistema de resistencia sísmica y del material estructural utilizado. Los elementos estructurales se diseñarán de acuerdo con los requisitos del código respectivo.

Cimentación: Las cargas obtenidas del análisis y la combinación de carga a nivel de fundación, se emplearán para el diseño de los elementos de cimentación siguiendo los requisitos propios del material estructural.

En las Memorias de Cálculo se debe indicar en forma clara el registro descriptivo de los cálculos requeridos para el diseño de la estructura, lo cual soporta y fundamenta las dimensiones y refuerzos determinados.

Las especificaciones y Normas Técnicas que se incluyen en el Sistema Estructural, es un documento que establece las condiciones y requisitos de carácter técnico que debe cumplir la estructura tanto en materiales, formaletas, aligeramientos y todo lo relacionado con la fabricación, transporte, colocación, acabado, curado y retiro de formaletas, así como la norma para la toma de muestras, registro, análisis y estadística de los ensayos de concreto. También, contempla las normas referentes al tipo, colocación, figurado y los ensayos requeridos para el acero de refuerzo.

El especialista deberá adoptar un aplicativo computacional tipo SAP2000 o software equivalente para tal fin, con el fin de realizar las simulaciones del comportamiento estructural de la obra, cumpliendo los criterios establecidos por las normas del Código Colombiano de Diseño Sísmico vigentes. Cualquier suposición o fórmula utilizada deberá ser descrita dentro de las memorias de cálculo.

4.7.3.1.3 *Análisis de la estructura.*

El cual se lleva a cabo aplicando las cargas actuantes durante la vida de servicio y las cargas eventuales como los movimientos sísmicos de diseño prescritos, a un modelo matemático apropiado a la estructura. El resultado es la determinación de los desplazamientos máximos y las fuerzas internas que se derivan de ellos.

Dentro de la etapa de ajuste al diseño, el Consultor ha de presentar a la Interventoría el programa de cálculo que

empleará, para su respectivo aval. Un programa es apenas una herramienta, y el usuario es responsable por los resultados generados. En consecuencia, todos los datos obtenidos mediante un software se deberían verificar en la medida de lo posible.

Los programas se deberían verificar contra los resultados de:

- Soluciones cerradas universalmente aceptadas,
- Otros programas previamente verificados, o
- Ensayos físicos.

4.7.3.1.4 *Consideraciones Mínimas de ajuste al Diseño*

Se deben considerar requisitos mínimos sobre luces libres, protección ambiental, estética, estudios geológicos, economía, transitabilidad, durabilidad, facilidad de construcción, facilidad de inspección, mantenimiento y la implementación de nuevas tecnologías. Criterios que deberán estar acordes con la Matriz multicriterio para la alternativa seleccionada para el diseño definitivo.

Se debe tener cuidado en considerar los requisitos mínimos para la seguridad de la navegabilidad.

Se deben incluir requisitos mínimos para las instalaciones de drenaje y medidas de autoprotección contra el agua, y las sales transportadas por el agua.

4.7.3.1.5 *Disposición del predio.*

La ubicación y alineación de las estructuras de drenaje, obras de protección de orilla, y demás que requiera el proyecto, se deberán seleccionar de manera que satisfagan las características geológicas, geotécnicas, hidráulicas, ambientales y sociales del área de estudio.

4.7.3.1.6 *Facilidad de construcción.*

El **CONSULTOR** ha supuesto una secuencia constructiva particular a fin de inducir ciertas tensiones bajo carga permanente, dicha secuencia debe estar definida en la documentación técnica.

Si hay restricciones al método constructivo, o si es probable que consideraciones ambientales u otras causas impongan restricciones al método constructivo, la documentación técnica deberá llamar la atención a dichas restricciones.

La documentación técnica debe indicar al menos un método constructivo factible. Si el diseño requiere algún incremento de resistencia o soportes temporales, esta necesidad debe estar indicada en la documentación técnica. Se deben evitar detalles que requieran soldadura en áreas restringidas o colocación de hormigón a través de zonas con congestión de armaduras.

Se deben considerar entre otras, las condiciones climáticas, hidráulicas, que pudieran afectar la construcción de las obras del proyecto.

4.7.3.1.7 *Economía*

Los tipos obras de protección, longitudes de tramo y materiales se deben seleccionar considerando debidamente el costo proyectado. Se debe considerar el costo de gastos futuros durante la vida de servicio proyectada. También se deben considerar factores regionales tales como las restricciones relacionadas con la disponibilidad de materiales, fabricación, ubicación y transporte e izaje.

Si los estudios económicos no permiten determinar una elección clara del tipo de estructura, su localización o sus materiales, el INVIAS puede requerir al **CONSULTOR** la preparación y cotización de documentación técnica alternativa. Los planos de diseño alternativos deben tener el mismo valor de seguridad, funcionalidad y estética.

4.7.3.1.8 *Edición de memorias de cálculo*

En las Memorias de Cálculo se debe indicar en forma clara el registro descriptivo de los cálculos requeridos por el diseño de la estructura, lo cual soporta y fundamenta las dimensiones y/o refuerzos determinados y/o tipo de cimentación recomendada. Comprende, además, lo siguiente:

- Descripción del proyecto
- Personal técnico que intervino en el diseño
- Códigos y reglamentos tomados como base para la elaboración del proyecto.
- Especificaciones de materiales a utilizar en la estructura.
- Criterio para el análisis de cargas.
- Análisis sísmico. (Participación de la masa, cortante basal, periodos fundamentales)
- Memoria de cálculo del refuerzo, indicando índice de resistencia
- Despieces de los elementos estructurales y sus componentes
- Índice del contenido de cálculos

4.7.4 CAPITULO 4. Planos de Diseño y Construcción

4.7.4.1 Alcance de planos

El **CONSULTOR** presentará planos de diseño a nivel de ingeniería de detalle de las estructuras planteadas, estos deberán sin excepción, ser revisados y aprobados por la Interventoría. Las escalas de los planos deben ser las adecuadas y visibles para poder realizar su interpretación.

En el caso de estructuras de concreto reforzado, postensado o pretensado, se presentarán planos de construcción, esto es conteniendo todos los despieces, dimensiones, detalles y cantidades necesarias para la ejecución del proyecto.

4.7.4.2 Estructuración de los planos

Como mínimo se deberán estructurar los planos de diseño de la siguiente forma, sin perjuicio de que la Interventoría del proyecto exija o decida incorporar complementaciones a lo indicado:

Los planos son el principal insumo para adelantar las labores de construcción, debe haber consistencia y uniformidad entre los diferentes dibujos y planos, por lo cual los planos deben incluir el siguiente contenido:

- Plano de especificaciones generales de diseño incluyendo cargas, normativas utilizadas, relación de estudios anteriores tenidos en cuenta; y cuadro general de cantidades de obra y especificaciones de materiales a emplear, entre otros.

- Planta de la localización del proyecto georeferenciado. Indicando ejes, y localización en planta perfil de los elementos tramos de estructura y puntos de ejecución de sondeos geotécnicos, diferenciando estructuras nuevas y/o existentes y delimitando el proyecto.

- Plano de Planta y perfil de la solución adoptada, con dimensiones generales, de tal suerte que se pueda apreciar el contenido global de la obra. Deberán mostrarse las cotas, materiales por emplear, características geométricas de diseño, nivel de caudal máximo esperado.

- Detalles de los elementos estructurales incorporados en la solución.

- Detalles constructivos especiales.

- Especificación de materiales.

- Cuadro de acero de refuerzos (despieces y resumen) y/o concretos (volumen por tipo de concreto y resumen).

El **CONSULTOR** elaborará los planos de cada una de las obras que contempla el proyecto, incluyendo los planos complementarios (detalles de construcción, cuadro resumen, esquemas de localización del proyecto, etc.), que se requieren para la construcción de las obras, presentados de acuerdo con la metodología vigente del sistema de información del **INVIAS**, y en medio magnético.

Estos planos contendrán la información geotécnica e hidráulica referenciada suficiente para ilustrar claramente las recomendaciones de estas especialidades, quedando plasmado la firma del especialista en geotecnia e hidráulico.

4.7.5 CAPÍTULO 5. Conclusiones y Recomendaciones

El **CONSULTOR** deberá compilar las conclusiones del estudio específico de cada una de las estructuras proyectadas, y las recomendaciones particulares del diseño estructural.

4.8 VOLUMEN VIII. GESTIÓN AMBIENTAL, SOCIAL Y SOSTENIBILIDAD

El informe sobre Gestión ambiental, social y sostenibilidad deberá considerar los requerimiento anexos al presente documento, los cuales se indican a continuación:

- **10.6 Requerimientos tecnicos ambiental y social Fase III - Lote 6**
- **10.7 Requerimientos tecnicos sostenibilidad Fase III Lote 6**

4.9 VOLUMEN IX. GESTIÓN PREDIAL Y CATASTRAL

El informe sobre los Estudios de Gestión predial deberá considerar los requerimiento anexos al presente documento, los cuales se indican a continuación:

- **10.8 Requerimientos tecnicos prediales Lote 6**

4.10 VOLUMEN X. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO

El informe final para la elaboración de los Estudios de cantidades de obra, análisis de precios unitarios y presupuesto para la estructuración del pliego de condiciones, se deberá considerar los capítulos que se desarrollan más adelante.

4.10.1 CAPÍTULO 1. Objetivo y Alcances

4.10.1.1 Objetivo

Proporcionar la información de ingeniería necesaria para configurar los Pliegos de Condiciones de la Licitación de Construcción, estableciendo las Condiciones Técnicas para el desarrollo de los trabajos, así como el Programa de construcción, Cronograma de trabajo y de inversión y el Presupuesto estimado para la ejecución de las obras.

4.10.1.2 Alcances

Para lograr el objetivo propuesto, el **CONSULTOR** dentro de este estudio específico debe desarrollar los siguientes temas basado en los estudios, planos y diseños adelantados por las diferentes áreas técnicas del proyecto:

- Identificar las características técnicas del Proyecto a partir de las diferentes áreas técnicas: volúmenes de obra, materiales a emplear, longitudes de transporte de materiales de construcción y de materiales sobrantes, trámites de aprobación de los diseños etc.
- Calcular las cantidades de Obra
- Establecer las Especificaciones de Construcción generales y particulares aplicables a la obra.
- Desarrollar el Análisis de Precios Unitarios
- Calcular el A.I.U.

- Desarrollar el Presupuesto oficial para la obra
- Elaborar el Programa de Construcción

4.10.2 CAPÍTULO 2. Cantidades de Obra

Las cantidades de obra para cada ítem se calcularán con base en los diseños y planos realizados de las diferentes especialidades, presentando una matriz con las cantidades de obra, separando cada obra u obra especial si los hay. Esta valoración debe hacerse teniendo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción vigentes del INVIAS, las Particulares definidas por el estudio y las normas vigentes de obras especiales contenidas en manuales o especificación que manifiesta el **CONSULTOR**, producto de su estudio y diseño.

Estos valores se presentan en el formato "LISTA DE CANTIDADES DE OBRA, PRECIOS UNITARIOS Y VALOR TOTAL DEL PRESUPUESTO, en el cual debe incluirse el número y la descripción del ÍTEM de PAGO, el número de la especificación que corresponda y sea coincidente con el que figura en las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS o las Particulares definidas por el estudio, las cuales serán agrupadas por capítulos y ordenadas por ítems.

Finalmente, el **CONSULTOR** presentará una Memoria de Cálculo con detalle del sistema y procesos aplicados.

4.10.3 CAPÍTULO 3. Análisis de Precios Unitarios

Para elaborar los Análisis de Precios Unitarios el **CONSULTOR** debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las condiciones de ejecución de acuerdo con los ítems de pago de las Especificaciones Generales y Particulares de Construcción del INVIAS vigentes.
- Las condiciones de la región en cuanto al acceso, recursos, insumos, combustibles, disponibilidad de mano de obra, materiales de construcción, equipos y demás aspectos que puedan influir en el costo final de los precios unitarios y que afectan los rendimientos como

los factores de humedad, altura sobre el nivel del mar, etc.

- La unidad de medida para pago deberá estar de acuerdo con la especificación correspondiente y en cada análisis se debe incluir una Nota que diga según apartado “medida de pago” de cada especificación.

- Las tarifas horarias de los equipos deberán ser analizadas teniendo en cuenta los costos de propiedad y de operación, incluyendo los costos por manejo (operador y ayudante).

- Los precios de los materiales deben corresponder a valores actualizados. Es necesario relacionar las cantidades requeridas para ejecutar cada ítem, según su unidad de medida incluyendo desperdicios y los materiales o elementos auxiliares y/o adicionales transitorios (formaletas, cimbras, vigas de lanzamiento, etc.)

- Los precios de los materiales para concretos (cemento, hierro, agregados, etc.), deben corresponder a valores en el sitio de colocación incluyendo los costos de transporte.

- Solamente habrá pago por separado para transporte de materiales provenientes de excavación de cortes, préstamos y remoción de derrumbes.

- Para la determinación de los Precios Unitarios de m3 de los materiales para la estructura como sub-base, base, mezcla asfáltica, concreto agregados pétreos, entre otros, se considerarán cuantificándolos en su posición definitiva y se reconocerá el transporte desde la Fuente de Material o Planta de Producción hasta el sitio de la colocación por m3 -Km., siendo este m3 compacto.

- En la mano de obra se deben considerar los jornales de las cuadrillas de obreros y de personal especializado teniendo en cuenta el jornal básico o el vigente en la región, afectado del porcentaje de prestaciones sociales de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

- Los rendimientos establecidos para equipos y personal deberán ser el resultado de un estudio

cuidadoso de las condiciones del proyecto.

- Tanto la calidad, como la dosificación de los materiales deberán corresponder a las exigencias de las Especificaciones establecidas (Generales y Particulares) vigentes.

- Se debe incluir un anexo que contenga: Relación de materiales por emplear en el proyecto con el cálculo de los consumos. Se debe incluir las cotizaciones que se emplearon en la elaboración de los análisis, las cotizaciones deberán ser mínimo 3, para el análisis.

- Análisis de las tarifas horarias y estudio de rendimientos y ciclos del equipo que se empleará.

- Análisis de cuadrillas, rendimientos y cálculo del factor prestacional.

- No se debe permitir el uso de precios referenciales o usar el promedio de precio de otros proyectos.

*4.10.3.1 **Cálculo de los Análisis de Precios Unitarios (A.P.U)***

4.10.3.1.1 *Definición*

Los análisis de precios unitarios permiten determinar el costo de producir una unidad de los ítems del presupuesto.

Para calcular el precio de una actividad, lo primero que se debe revisar es su especificación, para determinar qué actividades se incluyen en el ítem y como es la medida y pago de la actividad analizada.

Una vez se tiene claro lo anterior se procede a determinar los materiales, mano de obra, equipos y transporte requerido para ejecutar la actividad.

Con esta información se procede a determinar los rendimientos y consumos, según sea el caso, requeridos para ejecutar una unidad del ítem analizado.

En ocasiones es necesario realizar composiciones, sub-análisis, análisis horarios, análisis de cuadrillas o análisis auxiliares para determinar el costo de los elementos que se emplearan en el análisis unitario.

A continuación, se indicará en detalle cómo debe realizarse el cálculo de cada uno de los componentes del APU.

4.10.3.1.2 *Metodología para el Cálculo de A.P.U. Cálculo del costo de los Materiales*

4.10.3.2 ***Precios:***

Los precios de los materiales deberán estar respaldados por cotizaciones de los proveedores del insumo. En el precio debe incluirse el IVA y el valor del flete para llevarlo al sitio de la obra, y si aplica el valor del almacenamiento espacial que se requiera.

Las cotizaciones se incluirán como un anexo al informe de los A.P.U. Si los materiales son producidos en la obra se deberá incluir el análisis que soporte el cálculo del precio del insumo.

4.10.3.3 ***Cantidad:***

Se debe calcular la cantidad del material que se va a consumir, para producir una unidad del ítem que se está analizando, e incluir los posibles desperdicios que se puedan presentar, este cálculo se debe incluir en una memoria que acompañara los A.P.U.

En el caso de los materiales granulares se debe incluir también el factor de compactación del material, normalmente este factor varía entre 1.15 y 1.30.

En el caso de las mezclas de concreto y materiales petreos, si no se incluye la cotización del suministro del material, deberá hacerse el respectivo análisis auxiliar, en este caso las cantidades serán las dosificaciones y cantidades utilizadas.

4.10.3.4 ***Valor de los materiales:***

El valor de los materiales es el costo del material, multiplicado por la cantidad que se requiere para producir una unidad del ítem que se analiza.

Cálculo del costo de la mano de obra

La mano de obra que se considera en el A.P.U., es la que se emplea directamente en la ejecución de la actividad,

los ingenieros y el personal administrativo de la obra se incluyen en el análisis de A.I.U.

*4.10.3.5 **Costo de la mano de obra:***

En primer lugar, se debe determinar la escala salarial que se pagará en la obra, normalmente se define clasificando el personal en maestros, oficiales y ayudantes y asignado el salario a cada uno de ellos.

Adicionalmente se debe hacer una composición del costo del jornal de la mano de obra, considerando las horas ordinarias y nocturnas, de acuerdo con la jornada que se tenga prevista para ejecutar la obra, definida en el programa de trabajo. Las horas extras y el costo de los festivos se deben incluir en el cálculo del factor prestacional.

*4.10.3.6 **Análisis de cuadrillas – Rendimientos:***

Se deben conformar cuadrillas, para cada trabajo, combinando la cantidad de maestros, oficiales- obreros que se requieran para la actividad, calculando el jornal (costo diario) de la cuadrilla.

Una vez se tienen conformadas las cuadrillas, se deben asignar a las actividades y determinar el rendimiento de estas.

El rendimiento, es la cantidad de unidades del ítem que se analiza, que la cuadrilla produce en una jornada de trabajo. La estimación del rendimiento depende de las condiciones del trabajo que realiza la cuadrilla y debe coincidir con las suposiciones utilizadas para elaborar el programa de construcción.

*4.10.3.7 **Valor de la mano de obra:***

El valor de la mano de obra corresponde al costo de la mano de obra dividido entre el rendimiento de la cuadrilla para producir una unidad del ítem analizado.

Cálculo del costo del equipo

La elección del tipo y tamaño de los equipos debe corresponder con la tarea que se va a realizar y estar acorde con el plan de obra que se incluye en el programa de trabajo.

*4.10.3.8 **Tarifa horaria del equipo:***

En el caso del equipo, si se tienen las cotizaciones de alquiler este es el precio que se debe usar, incluyendo el IVA si aplica.

Las cotizaciones del alquiler de los equipos deben anexarse al informe de los A.P.U.

Si no se tienen las cotizaciones se debe realizar el análisis de costo horario de equipos.

En el caso anterior se debe incluir como anexo al informe de los A.P.U, el soporte del valor del equipo que se utilizó.

*4.10.3.9 **Rendimiento del equipo:***

El rendimiento es la cantidad de unidades del ítem analizado que el equipo produce en una hora. Para la estimación del rendimiento del equipo, se debe partir del manual del fabricante del equipo, sin embargo, es necesario considerar las reducciones por la disponibilidad del equipo y las condiciones particulares de trabajo que tendrá. Además, es necesario calcular los ciclos de producción, que normalmente incluyen varios equipos diferentes que se complementan en la ejecución de un grupo de ítems en particular y condicionan sus rendimientos simultáneamente. Estos ciclos de producción no solo sirven para estimar el precio unitario, sino también para elaborar el programa de obra y estimar el tamaño de la flota que se requiere para el proyecto. Como anexo a los A.P.U.s se debe dejar una memoria del cálculo del rendimiento del equipo y de todos los ciclos de producción.

*4.10.3.10 **Valor del equipo:***

El valor del equipo es el costo horario de este, dividido entre el rendimiento que se calculó para el ítem analizado.

Valor del transporte o acarreo

*4.10.3.11 **Costo del acarreo por unidad de longitud:***

El costo del acarreo es un caso particular del equipo, en el que se estima el costo del transporte por metro cúbico por kilómetro, o por tonelada/kilómetro.

4.10.3.12 ***Valor del acarreo:***

El valor del acarreo es el que resulta de multiplicar el costo por unidad de longitud por la distancia promedio que hay que acarrearla para producir una unidad del ítem analizado.

4.10.3.13 ***Cálculo del A.P.U.***

Para todos los componentes del A.P.U., materiales, mano de obra, equipo y acarreos se hace el respectivo análisis y luego se suman para determinar el valor del costo directo de la actividad. El formato para este cálculo será el suministrado por el INVIAS.

4.10.4 CAPÍTULO 4. Presupuesto

Con los precios unitarios de cada ítem y las respectivas cantidades de obra, se determinará el Presupuesto Básico de la obra en pesos colombianos, a la fecha de presentación del estudio.

Debe agruparse de acuerdo con los Capítulos de las Especificaciones. Los códigos de los ítems, sus unidades y descripción deben corresponder también con las especificaciones.

El presupuesto oficial total, será la suma del Presupuesto Básico o costo directo más el valor correspondiente al A.I.U. calculado para el proyecto.

4.10.5 CAPÍTULO 5. Especificaciones de Construcción

4.10.5.1 Especificaciones generales

Se tendrá en cuenta todo lo estipulado en las “Especificaciones Generales de Construcción”, vigentes

del INVIAS, siguiendo su estructura de capítulos y subcapítulos.

4.10.5.2 Especificaciones particulares

4.10.5.2.1 *Generalidades*

Cuando las características del proyecto lo requieran podrán existir Especificaciones Particulares de Construcción, correspondientes a trabajos no cubiertos por las Especificaciones Generales, las cuales complementan,

sustituyen o modifican las Especificaciones Generales.

El **CONSULTOR** elaborará dichas Especificaciones Particulares y/o consultará otras especificaciones que ponga en aprobación del interventor, teniendo en cuenta las condiciones propias del proyecto y de la zona donde se van a ejecutar los trabajos y cuando estos no tienen en su desarrollo total cubrimiento por las Especificaciones y Normas Generales y/o cuando las características especiales de construcción requieran su modificación. Estas deben estar documentadas y con la especificación y análisis detallado justificando la modificación.

Estas Especificaciones Particulares prevalecen sobre las Generales. En la columna correspondiente debe figurar el número de la especialización precedida de una P que modifica parcial o totalmente la Especificación General.

4.10.5.2.2 *Estructura*

La estructuración de las Especificaciones Particulares debe contener:

- **Descripción:** Relacionando el conjunto de operaciones por realizar y sus límites.
- **Clasificación:** Algunos trabajos pueden ser clasificados, ya sea por sectores, por características del trabajo o por características de los materiales, o condiciones especiales de la zona donde se desarrollan
- **Materiales:** Se indicarán los diferentes materiales y las características, calidades y ensayos que deben cumplir.
- **Equipo:** Relación del equipo mínimo y adecuado para ejecutar la actividad especial o particular.
- **Procedimiento de construcción:** Descripción de un procedimiento apropiado en concordancia con una secuencia. Algunas veces no se incorpora esta información por considerar que el constructor conoce las prácticas correspondientes de construcción.
- **Control y tolerancia:** Valores admisibles para aceptación de una labor en cuanto a espesores, cotas, pendientes, etc.

- **Medida:** Determinación de la unidad de medida y la forma de su cuantificación y aproximación
- **Pago:** Diferentes aspectos cuyo costo se debe tener en cuenta en la elaboración del precio unitario de acuerdo con la labor realizada
- **Ítem de pago:** Descripción del tipo de obra a ejecutar según la unidad de medida especificada. Cuando la Especificación Particular modifique la Especificación General, el texto de la especificación particular debe corresponder al numeral complementado o modificado.

4.10.6 CAPÍTULO 6. Programa General de Construcción, Cronograma de Ejecución de Obra, Programa de Utilización de Equipos, de Materiales y de Inversión.

El **CONSULTOR** elaborará un Programa de Trabajo e Inversión de acuerdo con una secuencia lógica y armónica en el desarrollo de cada una de las actividades de la obra agrupada en grandes partidas de pago, planteando la ejecución de las obras en un plazo técnica y económicamente adecuado.

Asimismo, recomendará el número de frentes de trabajo y el ritmo requerido de construcción. El programa de trabajo e inversión se presentará en el formato diseñado por el **INVIAS**.

El **CONSULTOR** deberá formular además un Cronograma de Ejecución Detallado de obra, integrando volúmenes de ejecución y tiempos asociados, esto de acuerdo con los Rendimientos planteados en los análisis de Precios Unitarios y cuyo análisis considerará las restricciones que pueda existir para el normal desenvolvimiento de las obras, tales como lluvias o condiciones climáticas adversas, dificultad de acceso a ciertas áreas, entre otros.

El cronograma se elaborará, identificando las actividades o partidas que se hallen en la ruta crítica del proyecto. Se presentará también un diagrama de barras para cada una de las tareas y etapas del proyecto. El **CONSULTOR** deberá dejar claramente establecido, que el Cronograma es aplicable particularmente para las características del proyecto y condiciones de la región. Asimismo, presentará un Cronograma de Utilización de Equipos y Materiales.

Se elaborará un cronograma o calendario de desembolsos, teniendo en cuenta el adelanto o anticipo que se otorga

al inicio de las obras y las fechas probables para que la Entidad efectúe los pagos.

En la programación se tendrá en cuenta las actividades preliminares y organizativas del contrato en obra como instalación de campamentos, transporte de equipos, montaje y puesta en marcha Plantas de Triturados y Mezclas de Concreto.

*4.10.6.1 **Requisitos para la programación***

Para la realización de las labores de programación y control de proyectos, se debe presentar para aprobación del Interventor, la metodología a seguir en la ejecución de las actividades propias del proyecto, con la cual se definan los requerimientos de recursos.

Para realizar la programación se deben tener en cuenta como mínimo los aspectos relacionados a continuación.

4.10.6.1.1 *Definición de las Actividades:*

Se determinarán las actividades del proyecto. Las actividades deben ser concretas, deben tener un propósito único, una duración específica y sus estimativos de tiempo y costo deberán poder calcularse con facilidad.

4.10.6.1.2 *Estructura de Distribución del Trabajo:*

Para la organización de las actividades, se debe emplear la metodología de la estructura de distribución del trabajo (EDT) siguiendo para ello los siguientes pasos:

- Paso 1: Dividir el proyecto en sus objetivos principales, de manera tal que el proyecto quede claramente definido por ellos.
- Paso 2: Fragmentar cada objetivo en las actividades que es necesario llevar a cabo para alcanzarlo.
- Paso 3: En el caso de actividades que carezcan de una o más características, se deberán dividir o agrupar hasta que tengan características definidas.

- Paso 4: Elaborar una lista de todas las actividades, indicando la descripción de cada actividad y sus características.

4.10.6.1.3 *Secuencia de Ejecución de las Actividades*

Una vez realizada la lista de actividades, se procederá a determinar las relaciones de precedencia o la secuencia de ejecución entre ellas. En este proceso se deben definir las actividades predecesoras, las actividades simultáneas y las actividades sucesoras, para lograr el objetivo propuesto.

La secuencia de actividades se debe presentar en un formato que contenga como mínimo el código, descripción o nombre de la actividad, unidad en la que se mide la actividad, cantidad a ejecutar, actividad que precede y actividad que sucede.

4.10.6.1.4 *Determinación de los Tiempos de Ejecución de las Actividades*

Una vez determinadas las actividades y la secuencia de ejecución, se calcular las duraciones de cada una de éstas, teniendo en cuenta los recursos propuestos, las cantidades y los rendimientos. En este proceso es importante tener presente las demoras que pueda tener cada una de las actividades a realizar.

En términos generales, la duración de cada actividad se debe estimar con base en los recursos requeridos para el proyecto. Se considerará la dependencia entre actividades y los eventos que condicionan la duración de éstas.

Se deben contemplar los tiempos mínimos definidos para la realización del proceso por parte de las Entidades o personas relacionadas con dicha actividad en caso de tener duraciones fijas. Se presentarán para aprobación del INVIAS, los tiempos definidos en las duraciones fijas, así como su justificación.

La programación del proyecto deberá presentar holgura total igual a cero, y la duración total estará acorde con el plazo contractual.

4.10.6.1.5 *Presentación de Actividades y Distribución de Recursos*

Se debe presentar un cuadro con cada una de las actividades que componen el proyecto con su número de

ítem respectivo, unidad de medida, cantidad a ejecutar, duración, holgura libre, actividades precedentes y actividades sucesoras, costo inicial y recursos para desarrollarla.

Las actividades que presenten holguras libres se deberán ajustar dentro de su margen de fluctuación, de modo que la demanda periódica de los recursos sea la más conveniente para el **INVIAS**.

Se elaborará una programación y nivelación de recursos, de tal forma que su utilización sea la óptima a lo largo del proyecto, evitando en todo momento tener iniciaciones adelantadas o terminaciones tardías.

4.10.6.1.6 *Determinación de Capítulos o Ítems de Grandes Pagos*

Se deben definir los ítems de grandes pagos o capítulos que forman parte del proyecto. Cada capítulo debe tener el recurso financiero asignado para su ejecución en el tiempo definido para el proyecto, así como la duración del mismo y la relación de actividades que lo componen. Se deberá presentar un cuadro que contenga como mínimo los capítulos, su duración y su costo inicial.

4.10.6.1.7 *Determinación de la Ruta Crítica del Proyecto*

Se deberá definir la ruta crítica del proyecto (secuencia de actividades con holgura libre cero) del proyecto que permita establecer el tiempo de ejecución real del mismo. Se deben tener en cuenta los factores limitantes propios del proyecto o externos al mismo, que afecten su ejecución. Se considerarán los recursos asignados a las diferentes actividades, así como las duraciones fijas y dependientes de recursos.

4.10.6.1.8 *Diagrama de Barras o Diagrama de Gantt*

Se debe presentar para aprobación del INVIAS el diagrama de barras o Gantt que permita visualizar con claridad, la secuencia de ejecución de las actividades del proyecto. La ruta crítica estará identificada por flechas y las actividades críticas se presentarán en diferente color a las actividades no-críticas. Se deberán identificar de igual forma los eventos o puntos de control de la programación.

4.10.6.1.9 *Flujo de Inversión*

En el flujo de inversión del proyecto se debe presentar la distribución de los recursos financieros en el tiempo para cada uno de los capítulos o ítems de grandes partidas, definidos previamente.

4.10.6.1.10 *Presentación de la Programación*

Los documentos para entregar por el INVIAS son los definidos a continuación:

- Metodología detallada de las labores a realizar.
- Formato de actividades
- Formato de capítulos
- Cuadro de recursos para el proyecto.
- Cuadro de recursos por actividad.
- Cuadro de inversión por capítulo.
- Diagrama de barras o Gantt con la ruta crítica definida.
- Flujo de inversión.

4.10.6.1.11 *Línea Base para el Control del Proyecto*

El programa del desarrollo de los trabajos aprobados por la interventoría y por el **INVIAS** es la Línea -Base sobre la cual se efectuará el seguimiento y control del avance del proyecto, durante su ejecución. La Línea Base no se podrá alterar o modificar, salvo ocasiones especiales cuando existan las justificaciones del caso, modificaciones y/o adiciones.

4.10.7 CAPÍTULO 7. Productos Entregables

El **CONSULTOR** deberá entregar como productos resultantes de los estudios y diseños para este volumen el presupuesto oficial para la licitación con todos sus soportes (Presupuesto detallado, APU y AIU, rendimientos mano de obra y equipos y cotizaciones) en los formatos dispuestos por el **INVIAS** en su sistema de calidad.

El **CONSULTOR** deberá entregar como producto la programación de obra inicial, línea de base, en medio físico y

en medio magnético utilizando uno de los softwares del mercado como Project, Primavera o equivalente adjuntando el cuadro de recursos y asignación de estos, diagrama de Gantt con ruta crítica y el análisis de tiempos de acuerdo con los rendimientos calculados para los recursos.

El **CONSULTOR** deberá de igual manera presentar un presupuesto detallado para la contratación de la Interventoría de la obra a contratar.

4.10.8 CAPÍTULO 8. Conclusiones y Recomendaciones

El **CONSULTOR** deberá presentar las conclusiones y recomendaciones que considere pertinentes con referencia al área de estudio y que deben tenerse en cuenta durante la etapa de construcción del proyecto.

4.11 VOLUMEN XI. ESTUDIO DE EVALUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA DEL PROYECTO

El Informe Final de los Estudios Socioeconómicos y Evaluación Económica realizados para la construcción de las obras de protección deberá considerar los capítulos que se desarrollan más adelante.

4.11.1 CAPÍTULO 1. Objetivos y Alcances

El Análisis Socioeconómico, además de precisar la localización del proyecto, deberá caracterizar la región en sus aspectos demográficos, sociales, económicos, dotación de infraestructura, usos del suelo, producción y en especial las condiciones de vida de sus pobladores según corresponda a uno u otro municipio y a uno u otro departamento, y con la información correspondiente a los Estudios Técnicos: de la infraestructura fluvial y/o marítima requerida para la comunicación y el transporte, Análisis de Precios Unitarios y Cálculo de Presupuesto, entre otros, realizará la Evaluación Económica pertinente.

Con respecto a la Evaluación Económica, el objetivo será realizar el análisis y comparación en términos de valor económico actualizado, de los costos y beneficios de dos o más alternativas de mejoramiento funcional y estructural que propugnen por dar solución al problema o dificultad identificado y reconocido a través de los estudios técnicos elaborados.

Como resultado del proceso de evaluación, el **CONSULTOR** expresará juicio sobre la bondad o conveniencia de asignar recursos para el sector, según las diferentes alternativas diseñadas con tal propósito, como requisito indispensable para obtener beneficios económicos identificados y diferenciados en cada una de ellas. Tal expresión de juicio deberá estar soportado en los indicadores generalmente aceptados y correspondientes a la metodología definida para el cumplimiento del objetivo del estudio.

El estudio profundizará en la caracterización de la región, de aquellos municipios que entren en la zona de influencia del proyecto y de los departamentos a los cuales pertenecen. La caracterización deberá incluir los vínculos existentes entre las políticas, planes y proyectos nacionales y departamentales actualizados con el objeto y alcance principal del proyecto.

El propósito de esta caracterización es resaltar las condiciones de la población que habita en la región donde esta o estará ubicado el proyecto, dando oportunidad a la generación de indicadores que puedan ser utilizados, por ejemplo, en la definición de las tasas de crecimiento del TPD, o en el establecimiento de beneficios exógenos por cumplimiento de mejoramientos en el bienestar de la población aledaña.

Como condición insoslayable para el cumplimiento del Objetivo, el **CONSULTOR** deberá identificar todos los costos y beneficios posibles atribuibles al proyecto con la precisión que lo permita el nivel del estudio realizado. Para ello, deberá armonizar información pertinente con cada una de las áreas complementarias del estudio, a fin de facilitar el reconocimiento de las diferencias que se proyectan respecto a la situación Sin y Con proyecto, para cada alternativa considerada.

Por razones esenciales que definen alcances específicos, el **CONSULTOR** documentará los diferentes niveles de intervención que surjan de los análisis y diseños técnicos, relacionados con las obras de protección.

4.11.2 CAPÍTULO 2. Antecedentes del Proyecto

La definición del problema deberá marcar una estrecha relación con las actividades de ingeniería que participan en la generalidad del estudio; es decir, que tales exposiciones deberán estar asociadas a los aspectos puntuales y particulares de las áreas de la ingeniería y de las dificultades mismas que éstas atenderán mediante el ofrecimiento de soluciones y recomendaciones específicas, sin acometer en igualdades entre problemas y

soluciones. El "Problema" se deberá expresar mediante tres variables, a saber:

- Manifestaciones: Cómo se revela el problema.
- Causas: Orígenes y fuerzas que lo crean.
- Consecuencias: Si no se resuelve que pasa.

Aspecto importante que debe tratarse son los efectos observables en estudios previos que generan una relación entre el problema o deficiencia y los objetivos generales y específicos del **INVIAS** que manifiesta interés por brindar una posible solución. Al llevar a cabo este análisis, es importante considerar los efectos actuales, aquellos que existen en el momento presente y que pueden ser observados, como los que pudiesen acaecer en el futuro inmediato. Mediante el ordenamiento de las causas y efectos seleccionados de acuerdo con su relación con el posible problema, se podrán reconocer efectos directos o consecuencias inmediatas y efectos indirectos o de futuro de mediano plazo.

Un último aspecto que puede y debe tratarse aquí, es la identificación del nivel de usuarios de la infraestructura que se pretende realizar y su relación histórica con la misma, así como las implicaciones con respecto de aquellos que se generen por la implementación del proyecto; pudiendo desde luego ampliarse el análisis en otro aparte, en común y estrecha relación con el especialista o con el informe del estudio apropiado y que conforma la condición de unificación entre los estudios previos y los actuales.

4.11.3 CAPÍTULO 3. Metodología de Evaluación Socio - Económica

Aquí el **CONSULTOR** presentará la metodología de evaluación y los pormenores para su realización. De estos últimos deberá incluirse una recapitulación de la información utilizada, presentada de forma específica y relacionada con las diferentes áreas de estudio. Es decir, que el estudio deberá requerir de las otras áreas de la ingeniería, la información pertinente y necesaria para el completo desarrollo de la metodología, dejando constancia de los valores de cada variable utilizada de forma que los resultados del estudio puedan ser reconstruidos o verificados a partir de esta información.

*4.11.3.1 **Análisis costo beneficio***

En la generalidad de los casos, los estudios que tienen por objeto la Construcción de las obras de protección o mejoramiento de las mismas y garantizar los canales fluviales de comunicación, así como el Mejoramiento de los mismos mediante acciones de ingeniería en cuanto a cambios de especificaciones o dimensiones de la vía fluvial, y Rehabilitación de canales de navegación, recuperación re orillas o riberas, que tienen por objeto específico la reconstrucción o recuperación de las condiciones iniciales, dada la posibilidad de identificar en ellos costos y beneficios, deberá adelantarse la Evaluación Económica mediante la aplicación de la Metodología Análisis Costo Beneficio (ACB), utilizando para ello el Modelo de Evaluación Técnico – Económica denominado HDM en su versión 4 (HDM-4). Herramienta de evaluación que permite la generación de informes como los relacionados con los Costos de Operación Fluvial, Costos de Mantenimiento, la Comparación Económica de Alternativas, Análisis de Costo Beneficio, Flujo de Costos Anuales de la Administración y del Usuario, Beneficios Netos Anuales entre otros, para cada alternativa.

Para todos los efectos de realizar los Estudios de Evaluación, el **CONSULTOR** reunirá la información pertinente a las condiciones existente de las obras de protección y del proyecto propuesto.

Desde luego la información solicitada estará relacionada con características y condiciones de las obras de protección y sus condicionantes para la operación.

En cuanto a los Costos del proyecto, estos deberán reunir los Costos de la Obra, la Interventoría, costos por compra de predios e indemnizaciones si las hubiere, Costos correspondientes a la gestión ambiental y a las obras de mitigación, así como lo relacionado con impuesto, utilidad y demás. Considerando el alcance de los estudios estos valores corresponderán a un estudio específico debidamente relacionado con características y particularidades del proyecto.

4.11.4 CAPÍTULO 4. Diagnóstico Socioeconómico de la Región

El diagnostico que enmarque y soporte el documento, corresponderá a aquel que compendie el conjunto de disciplinas participantes en el análisis de la situación actual del proyecto, y proyección futurista de los elementos de la infraestructura requerida para soportar y equilibrar la demanda actual y futura de infraestructura

para el desarrollo industrial, comercial y socio cultural de la regional y aledaño a la zona del proyecto.

Con miras a obtener un documento auto-sostenible, el **CONSULTOR** deberá incluir dentro del informe, los antecedentes relacionados con el problema por solucionar, identificando el área geográfica y caracterizando la región a través de sus aspectos demográficos y socioeconómicos, además de un resumen de resultados y conclusiones a que se llegue en el estudio de las áreas complementarias del estudio de ingeniería y necesarias para una completa evaluación económica.

Entre estos antecedentes, el **CONSULTOR** deberá considerar los referidos a la población beneficiada con el proyecto, sus niveles de ingreso, calidad de vida, actividades productivas, usos de la tierra, etc.

Otro aspecto por tratar se refiere a los aspectos legales e institucionales dentro de los cuales se encuentra inserto el proyecto.

Con los antecedentes generales y los estudios de tráfico apropiados, se identificará la situación actual o sin proyecto. Se identificará, de manera clara el problema que se pretende solucionar o la necesidad insatisfecha, indicando y cuantificando todas las alternativas de solución, incluyendo dentro de ellas la no realización de acción alguna, enunciando las implicaciones que ello pueda generar.

4.11.5 CAPÍTULO 5. Determinación de Costos y Beneficios del Proyecto

El proyecto como fuente de costos y beneficios que ocurren en distintos periodos deberán ser asociado con la ejecución del proyecto en particular y corresponden a:

- La inversión misma de la obra
- Al costo causado por el ejercicio de la interventoría
- Los costos de las obras de protección ambiental o mitigación de los efectos
- Indemnizaciones
- Adquisición de zonas si los hubiere

- Costos de futuros cercanos por acciones de mantenimientos rutinarios y periódicos, así como también formarán parte de los costos todos aquellos beneficios actuales que se obtienen antes de implementar el proyecto y que posteriormente, con la materialización del proyecto se dejaran de percibir.

Tales costos en especial los de inversión deberán estructurarse a partir de una identificación de los montos que permitirán cubrir todo lo relacionado con:

- Equipo,
- Mano de Obra,
- Transporte y Materiales. Estos últimos deberán dividirse a su vez en Acero, Concretos, materiales petreos, Asfaltos, Material de sub base y base libres de los costos de transporte, y Otros. Una proporción de la Mano de Obra Calificada y no Calificada es importante considerarla.

*4.11.5.1 **Identificación de costos y beneficios.***

El ejercicio de identificar los costos y beneficios atribuibles al proyecto, medirlos y valorarlos con el fin de emitir un juicio sobre la conveniencia de realizar el proyecto, constituye de por sí la Evaluación del Proyecto. La determinación de los beneficios económicos radica, en primera instancia en la definición de la demanda de transporte como modo de asociar la actividad económica que genera un proyecto de esta índole, determinando el Valor Neto de los Costos de Operación fluvial bajo condiciones Sin y Con proyecto, constituyéndose de esta manera en beneficios básicos de primer orden.

De igual manera los costos netos generados por los Tiempos de Viaje de las personas en cada alternativa deben calcularse a partir del volumen de embarcaciones de carga y pasajeros como de su correspondiente nivel de ocupación; identificando los motivos de viaje que permitan efectuar su justa valoración. Los costos netos por Tiempo de Viaje de las personas se constituyen como beneficio de segundo nivel para el proyecto, pudiendo ser o no considerado dentro del agregado de beneficios para la comparación con el total actualizado de costos.

Adicionalmente deberán calcularse los costos estimados evitables por concepto de mantenimiento vial y/o fluvial

con la implementación del proyecto.

En resumen, los beneficios se definirán en función del efecto que ejercen en los objetivos fundamentales del proyecto; los costos se precisarán en función del costo de oportunidad, es decir, en términos de beneficios a los que se renuncia, de no utilizar los recursos en las mejores opciones disponibles. En consideración a ello, la evaluación que el **CONSULTOR** debe realizar es la comparación de los beneficios frente a los costos que implica para la sociedad en su conjunto, de tal manera que pueda hacerse un pronunciamiento sobre la contribución que el proyecto hace al ingreso o crecimiento económico, y su distribución a través de su vida económica.

*4.11.5.2 **Precios económicos.***

A partir de los Precios de Mercado utilizados en la conformación del presupuesto, el **CONSULTOR** calculará el Precio Económico del proyecto y del resto de componentes que intervienen en la estructuración del presupuesto, permitiendo así la definición de los beneficios e insumos del proyecto, tasados a precios económicos.

Para ello deberá utilizarse las RPCs (Razones Precio Cuenta) que generalmente son calculados a nivel nacional; los correspondientes a los insumos, el de la divisa, el de la mano de obra calificada y no calificada y los costos de operación fluvial.

Al realizar el cálculo de los precios económicos para valorar los beneficios, los insumos y los eventuales efectos indirectos del proyecto, el **CONSULTOR** cumplirá con el objeto de conocer el verdadero valor económico de los costos y sus beneficios netos medibles, de modo que la evaluación económica incorpora todos los efectos deseables y su incidencia sobre el bienestar de la sociedad en su conjunto.

El informe que de esta evaluación hará el **CONSULTOR**, deberá ser presentado en tal forma que sea posible reconstruir los resultados obtenidos, requisito indispensable para su recibo, revisión y aprobación.

*4.11.5.3 **Período de inversión y de operación***

Será preciso para todos los efectos del proceso de evaluación económica, definir un período de inversión que guarde una relación directa con la longitud del proyecto y con los rendimientos anuales que puedan ser previstos durante su construcción.

Considerando el período de operación o vida útil del proyecto como el tiempo durante el cual éste producirá beneficios, se estima pertinente que el mismo no deberá superar los 30 años, aun cuando existan acciones de mantenimiento periódico, y que al final de este existirá un valor residual equivalente al 30,0%.

4.11.6 CAPÍTULO 6. Indicadores Económicos

En lo que concierne a un proyecto de las obras de protección, así como el Mejoramiento de las mismas, que complementará la seguridad de la movilidad de un volumen de usuarios importantes, y donde los costos y beneficios son posible de reconocimiento y cuantificación, los indicadores económicos que determinen la viabilidad económica serán aquellos que resulten apropiados y convenientes para la representatividad de los impactos que generen las inversiones requeridas.

Por consideración a las características del proyecto, una vez se hayan construido los Flujos Económicos que permitan la comparación de alternativas, será posible que el **CONSULTOR** calcule los indicadores relacionados con el Valor Presente Neto (VPN) actualizado, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Razón Beneficio Costo (R B/C) del proyecto.

La identificación de los Flujos Económicos netos corresponderá al flujo de la “situación base” o “situación sin proyecto” menos la “situación con proyecto” proyectada en cada uno de ellos. Existirán tantos Flujos Económicos netos como existan alternativas de solución propuestas.

La acumulación de los beneficios netos de cada año, descontados al año cero mediante el uso de una tasa Inter.-temporal del 12%, permitirán hallar el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), una Relación de Beneficios y Costos económicos (B/C) de cada alternativa y la determinación del momento Óptimo de la realización del proyecto. De esta forma quedará señalada la conveniencia o inconveniencia de implementar la totalidad de las acciones de intervención propuestas, o la necesidad de implementar tal o cual

acción y de postergar otras; acentuando y reconociendo los impactos positivos y negativos de unas y otras.

*4.11.6.1 **Análisis de sensibilidad***

Como parte del desarrollo de la metodología (ACB), es posible que los valores así calculados no correspondan a los valores reales; por ello, deben establecerse los efectos en el Valor Presente Neto (VPN) como producto de variaciones en los costos o beneficios esperados, y para ello, el **CONSULTOR** modificará la magnitud de las variables más importantes, solas o en combinación, en un determinado porcentaje, identificando en qué proporción es sensible a tales cambios el VPN. Adicionalmente, deberá determinarse hasta dónde será necesario que se modifiquen los ítems más sensibles y/o representativos de costos y beneficios, para que el VPN sea igual a cero.

Otro de los análisis de sensibilidad deberá ser el de excluir, de los beneficios, los que puedan reportarse por ahorros en los tiempos de viaje de los pasajeros. Si el proyecto requiere de este beneficio para su sostenibilidad, entonces se determinará el costo mínimo necesario de la hora del viajero para que el proyecto sea rentable.

El cálculo de los indicadores de rentabilidad y el análisis de sensibilidad deberá efectuarse en términos de valor económico.

4.11.7 CAPÍTULO 7. Costos y Beneficios No Cuantificados

El proyecto de las obras de protección, así como el Mejoramiento de estas implica la síntesis de costos y beneficios que ocurrirán en distintos periodos. Sin embargo, las dificultades para identificarlos y relacionarlos directamente con el proyecto se manifiestan al momento de medirlos y valorarlos. Por ello es preciso que el **CONSULTOR** documente todos aquellos costos y beneficios, pero que en razón a sus peculiaridades no puedan ser cuantificados. Esto último es muy importante en cuanto que sean estas originalidades las que, dependiendo de la magnitud de estas, determinaran la metodología de evaluación del proyecto de inversión pública.

A partir de ello todo costo y/o beneficio inherente al proyecto deberá describirse e incorporarse en la evaluación. Sin embargo, es posible la identificación de costos y beneficios de difícil cuantificación, los cuales deberán

explicarse mediante el suministro de la información que demuestre su existencia y magnitud, a fin de tenerlos en cuenta al momento de la toma de la decisión sobre la continuación o no de los estudios del proyecto.

4.11.8 CAPÍTULO 8. Alcance de la Evaluación Económica

El alcance de la evaluación económica guardará una relación directa con la precisión de los estudios de ingeniería y análisis económicos. Considerando que los estudios de factibilidad de las obras de protección corresponden a un nivel de inversión en el cual se materializan las obras y se establecen presupuestos con alto grado de confiabilidad, la evaluación deberá realizarse igualmente con la precisión que lo permitan los estudios de ingeniería en cuanto a la determinación de costos y beneficios, propios de un nivel de factibilidad. Sin embargo, el uso de supuestos que se incorporen deberá estar fortalecido con información económica y estadística apropiada.

En consecuencia, la evaluación económica corresponderá al nivel de la información que se obtenga y al nivel mismo en que se encuentre los estudios.

4.11.9 CAPÍTULO 9. Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo se presentará el resumen de los aspectos considerados como elementos participes en el ejercicio de evaluación económica e interrelacionando los asuntos socioeconómicos observados y las características propias del proyecto. Para tal efecto el **CONSULTOR** deberá destacar los contenidos relevantes que como producto del tratamiento de cada capítulo se hayan podido obtener.

A partir de los resultados expresados mediante los indicadores económicos, el **CONSULTOR** hará una interpretación de estos y expresará los posibles aportes del proyecto al bienestar de la población y los alcances que puedan tener sobre ellos. De igual manera y considerando los tres indicadores básicos utilizados: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio Costo (B/C) y su correspondiente análisis de sensibilidad, el **CONSULTOR** hará una interpretación de estos y proyectará los aspectos que deben ser atendidos durante la ejecución de la Evaluación Económica del Proyecto en la Fase Operativa o de seguimiento del proyecto, sí se quisiera adelantar. Por último, se deberá expresar el nivel de cumplimiento de los Objetivos y Alcances dentro de los cuales se enmarco el ejercicio de Evaluación Económica del proyecto de inversión pública.

4.12 VOLUMEN XII. INFORME FINAL EJECUTIVO

En este volumen se presentará un informe ejecutivo que le permita al lector, localizar geográficamente el área en estudio, conocer los datos más relevantes del proyecto en la parte técnica, ambiental, predial, legal, recomendaciones y conclusiones.

Así mismo el **CONSULTOR** deberá preparar una presentación en donde se muestre un resumen de los aspectos más relevantes del estudio,

El Informe Final que deberá presentar el **CONSULTOR**, constará de los siguientes capítulos:

- VOLUMEN I: ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES, RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES Y REVISIÓN DE DIAGNÓSTICO EXISTENTE E IDENTIFICACIÓN DE VÍAS DE ACCESO (CARRETERO Y/O FLUVIAL)
- VOLUMEN II. ESTUDIO CARTOGRÁFICO, TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO.
- VOLUMEN III. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGIA.
- VOLUMEN IV. ESTUDIO DE GEOTÉCNIA
- VOLUMEN V. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA, SOCAVACIÓN Y DINÁMICA FLUVIAL
- VOLUMEN VI. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE ESTABILIZACION Y PROTECCION Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE D DEFINITIVA
- VOLUMEN VII. ESTUDIO Y DISEÑOESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS
- VOLUMEN VIII. GESTIÓN AMBIENTAL, SOCIAL Y SOSTENIBILIDADSOSTENIBILIDAD

- VOLUMEN IX. GESTIÓN PREDIAL Y CATASTRAL.
- VOLUMEN X. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO.
- VOLUMEN XI. ESTUDIO DE EVALUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA DEL PROYECTO

El Informe Final contendrá de manera resumida el alcance de cada uno de los estudios enunciados, las metodologías utilizadas, los resultados obtenidos de cada volumen desarrollado y las conclusiones y recomendaciones formuladas, así como los planos, gráficos y cuadros que faciliten la comprensión del informe.

4.12.1 ENTREGA DE DOCUMENTOS

El **CONSULTOR** entregará dentro del plazo previsto para la ejecución de los estudios, los volúmenes descritos en el numeral anterior incluidas tablas, anexos, planos, y demás información. Los volúmenes se entregarán impresos a doble cara en original y cuatro (4) copias en medio magnético en formato PDF. Los planos originales se entregarán debidamente firmados en papel de seguridad y cuatro (4) copias en medio magnético en formato PDF y formato DWG editable.

Las copias en medio magnético en formato PDF, de los volúmenes (tomos) y planos deben ser escaneadas y fiel copia de su original.

Se debe entregar junto con los volúmenes y planos finales un listado maestro de los planos y volúmenes (tomos) allegados.

Para cada volumen técnico que contenga información georreferenciada se deberá entregar la respectiva base de datos espacial diseñada por el especialista en SIG y cumpliendo con lo establecido por la oficina encargada del SIG en el **INVIAS**, lo cual deberá ser consultado por el **CONSULTOR** en dicha oficina.

Para cada tomo técnico final que se entregue este debe tener un máximo de 200 hojas.

Rotulo: El rotulo debe contener la información necesaria que evidencie el contenido del volumen entregado, como lo es:

- Logo del Instituto Nacional de Vías.
- Número del contrato y año de este.
- Objeto del contrato.
- Número del volumen con su respectivo nombre.
- Número del tomo cuando este exceda más de un tomo para el respectivo volumen.
- Tramo de las obras de protección e indicar inicio y final.
- Nombre del **CONSULTOR** ejecutor de los estudios y diseños.
- Nombre del Interventor que acompaño en la ejecución de los estudios y diseños.
- Fecha de entrega de los estudios y diseños.

Diseño para rótulos: La fuente del texto del rótulo es Arial 12. No se utilizará color en los planos ploteados en papel de seguridad a fin de obtener una buena calidad en reproducciones de éstos.

Los planos deberán contener ubicación de las obras de protección, tramo, sector, inicio y final. Los mapas deberán entregarse también en formato PDF/A. No se deberá entregar archivos comprimidos.

En caso de que el proyecto supere una cantidad de 12 planos, se elaborará un nuevo tomo denominado Mapas, que deberá contener páginas preliminares como los otros tomos del proyecto doblándose a mitades.

Los originales de los planos se entregarán enrollados y protegidos por tubo. No se deberá hacer ningún pliegue, dichos planos deben venir firmados por el director de **CONSULTORÍA**, director de Interventoría, Especialista de la **CONSULTORÍA** que lo elaboró y Especialista de la Interventoría que lo reviso y aprobó.

4.13 PRESENTACIÓN ELECTRÓNICA

1. La Memoria y/o disco duro de Almacenamiento debe estar debidamente rotulado con el número del contrato, nombre del proyecto, dirección, fecha, **CONSULTOR**, logos corporativos, etc.

2. La Memoria y/o disco duro de Almacenamiento que contenga todos los planos, figuras y esquemas del proyecto. Estos deberán ser elaborados en DWG, última versión en el medio.

3. Documento digital de Metadatos según Norma NTC 4611, mínimos o detallados, dependiendo del proyecto.

4. El registro fotográfico del proyecto deberá insertarse al Sistema de Información Geográfico por medio de links o hipervínculos que deberán funcionar adecuadamente, incluso desde el la Memoria y/o disco duro de Almacenamiento.

5 NORMAS, MANUALES Y BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

Normas Técnicas Colombianas (NTC)

Norma Colombiana de Construcción Sismo-Resistente NSR-10 o la que se encuentre vigente al momento de los estudios y diseños.

Manual de Carreteras del INVIAS.

Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras vigentes del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS o las que modifiquen.

Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura modos marítimo y fluvial del INVIAS.

Norma colombiana de diseño de puentes.

Guía Metodológica para Estudios de Amenaza por Movimiento en Masa del SGC.

Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM)

PIANC – The World Association for Waterborne Transport Infrastructure

PIANC, “Guidelines for the Design of Fenders Systems: 2002,” Report of Working Group 33

PIANC, “Harbour Aproach Channels, Design Guidelines: Report 121-2014

Federal Highway Administration (FHWA) Bottomless Culvert Scour Study, Bridge Scour in Nonuniform Sediment Mixtures and in Cohesive Materials, Enhanced Abutment Scour Studies for Compound Channels

HDS 6 - River Engineering for Highway Encroachments

HDS 9 - Debris Control

HEC 18 - Evaluating Scour at Bridges

HEC-18 – Hydraulic Engineering Circular No. 18

HEC 23 - Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures

Highway Drainage Guidelines de la AASHTO,

Highway Design Manual Department of Transportation (DOT)

Chow, V. T. (1988). “Hidráulica de Canales Abiertos”

Melville, B. W. & Coleman, S. E. (2000). “Bridge Scour”

USACE – Coastal Engineering Manual (CEM)

AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (para muelles con acceso vehicular).

ASCE 61-14: Seismic Design of Piers and Wharves.

American Concrete Institute (ACI) “Specifications for Structural Concrete for Buildings” (ACI 301-05) “Building Code Requirements for Structural Concrete” (ACI 318-08)

American Institute of Steel Construction (AISC), “Specification for Structural Steel Buildings” (AISC 360-05)

AWS Asociación Americana de Soldadura

American Society of Civil Engineers (ASCE), “Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures” (ANSI/ASCE 7-05)

UFC 4-152-01, DESIGN: PIERS & WHARVES UNIFIED FACILITIES CRITERIA (UFC) U.S. Army Corps of Engineers, Naval Facilities Engineering Command (NAVFAC), and Air Force Civil Engineer Support Agency.

Recomendaciones de Obras Marítimas ROM 2.0-11, España, Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre.

Code of practice for Maritime structures, BS 6349-2:1988, Part 2: Design of Quay walls, jetties and dolphins

Maritime structures, BS 6349-4:1994, Part 4: Code of practice for design of fendering and mooring systems.

Carl A. Thoresen, PORT DESIGN, Guidelines and Recommendatios.

Gregory P. Tsinker, FLOATING PORTS DESIGN AND CONSTRUCTION PRACTICE

American Society for Testing and Materials (ASTM)

Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan (Japón).

Shore Protection Manual (U.S. Army Corps of Engineers).

Seismic Design Guidelines for Port Structures (PIANC / AIPCN)

Recommendations of the Committee for Waterfront Structures, Harbours and Waterways (Alemania).

Coastal Engineering Manual (Estados Unidos).

British Standards (Inglaterra).

Guía de diseño, construcción, operación y conservación de obras marítimas y costeras, de la Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras Públicas de Chile.