



Libertad y Orden



---

REPÚBLICA DE COLOMBIA  
MINISTERIO DE TRANSPORTE  
AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

---

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE APP No [\*] de [\*]

Entre:

Concedente:

Agencia Nacional de Infraestructura

Concesionario:

[\*]

**APÉNDICE TÉCNICO 1**  
**ESTUDIOS Y DISEÑOS DE DETALLE Y EJECUCIÓN DE UNIDADES**  
**FUNCIONALES**

## Tabla de contenido

Tabla de contenido .....	2
Lista de Tablas: .....	3
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>2. ESTUDIOS Y DISEÑOS DE DETALLE</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Generalidades</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2 Entrega y Revisión de los Estudios y Diseños de Detalle</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3 Contenido de los Estudios y Diseños de Detalle</b> .....	<b>6</b>
2.3.1 Recopilación y procesamiento de información existente.....	6
2.3.2 Mediciones de campo .....	6
2.3.3 Estudio Hidrológico.....	7
2.3.4 Geología y Geomorfología .....	8
2.3.5 Exploración Geotécnica.....	8
2.3.6 Clima Marítimo y Oceanografía .....	9
2.3.7 Hidráulica e Hidromorfología fluvial .....	9
2.3.8 Normas y Criterios de Diseño.....	10
2.3.9 Localización de Fuentes y Características de Materiales de Construcción.....	10
2.3.10 Diseño de Detalle Hidráulico y Funcional de las Unidades Funcionales .....	11
2.3.11 Diseño Geotécnico de las Unidades Funcionales .....	11
2.3.11.1 Criterios generales de diseño y construcción.....	12
2.3.11.2 Definición de parámetros geomecánicos .....	12
2.3.11.3 Condiciones de carga y factores de seguridad .....	12
2.3.11.4 Análisis de estabilidad general .....	12
2.3.11.5 Análisis de deslizamiento y volcamiento.....	13
2.3.11.6 Análisis de capacidad portante .....	13
2.3.11.7 Análisis de asentamientos.....	13
2.3.12 Interferencia con Redes .....	14
<b>3. EJECUCIÓN DE UNIDADES FUNCIONALES</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1. General</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2. Especificaciones técnicas particulares de la Ejecución</b> .....	<b>15</b>
3.2.1. Campamentos e Instalaciones del Concesionario .....	15
3.2.2. Señalización y movilización del personal del Concesionario durante las Etapas de Preconstrucción y Construcción .....	15
3.2.3. Movilización y Desmovilización .....	16
3.2.4. Localización Topográfica y Batimétrica.....	16
3.2.5. Registro de niveles de agua .....	17
3.2.6. Planos de los levantamientos .....	17
3.2.7. Levantamientos hidrográficos .....	18
3.2.8. Excavaciones en Seco para Estructuras .....	19
3.2.9. Verificaciones sobre las Unidades Funcionales en Ejecución .....	21
3.2.10. Códigos y Estándares de calidad para construcción en Roca .....	23
3.2.11. Códigos y Estándares de calidad para construcción en Geotextil.....	28
3.2.12. Señalización Fluvial Durante la Construcción de Obras .....	34
3.2.13. Medición y Control de la Ejecución .....	35
<b>3.3. Señalización y Balizaje Permanente</b> .....	<b>36</b>
3.3.1. Descripción y alcance.....	36
<b>3.4. Plan de Obras</b> .....	<b>36</b>
3.4.1. Entrega y Revisión.....	36
3.4.2. Contenido mínimo .....	37

**Lista de Tablas:**

Tabla 1: Especificaciones de referencia para material de geobolsas..... 31

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente Apéndice Técnico 1 describe las obligaciones de las partes del Contrato de Concesión relacionadas con los Estudios y Diseños de Detalle y la ejecución de las Unidades Funcionales descritas en la Sección 3.2 del Contrato de Concesión y en el Apéndice Técnico 0.

La aplicación de este Apéndice deberá ser efectuada en concordancia con lo establecido en el Contrato, en particular, en sus capítulos X y IX. En todo caso, de presentarse alguna contradicción entre lo previsto en este Apéndice y los demás documentos contractuales, se atenderá a lo previsto en la Sección 1.2.(d) del Contrato.

El cumplimiento de las normas y parámetros que se establecen en este Apéndice corresponden a las especificaciones mínimas exigidas, las cuales no excusan al Concesionario de la obtención de los resultados establecidos en el Apéndice Técnico 4 – Indicadores y el cumplimiento de las Especificaciones Técnicas establecidas en los demás Apéndices Técnicos.

Será obligación del Concesionario conocer y aplicar la Ley Aplicable, así como las normas internacionales de acuerdo con las necesidades del Proyecto, además de aquellas solicitadas por la autoridad ambiental para la ejecución del Proyecto, sin importar si se mencionan o se omiten en este Apéndice Técnico.

A menos que de manera expresa se señale lo contrario en el presente Apéndice, serán aplicables las definiciones contenidas en el Contrato de Concesión. Adicionalmente, serán aplicables las definiciones señaladas en los otros Apéndices Técnicos.

## **2. ESTUDIOS Y DISEÑOS DE DETALLE**

### **2.1 Generalidades**

El Concesionario es el único responsable de la elaboración, contenido y ejecución de los Estudios y Diseños de Detalle, para lo cual estará en la obligación de adelantar todos los estudios, análisis y demás actividades necesarias para la ejecución de las Unidades Funcionales y el cumplimiento de los Indicadores establecidos en el Apéndice Técnico 4, a su propio costo, bajo su propio riesgo y responsabilidad.

Para la elaboración de los Estudios y Diseños de Detalle, el Concesionario deberá realizar los trabajos de campo, la consecución de información necesaria, el desarrollo de estudios técnicos, considerando como mínimo la cartografía, topografía, hidrografía y geodesia, estudios de geología, estudios de geomorfología, estudios hidrológicos, estudios de sedimentología, estudios hidráulicos, modelación numérica hidrodinámica e hidromorfológica 1D y 2D, clima marítimo y oleaje, condiciones estuarinas, estudios de suelos, análisis geotécnico, diseños funcionales hidromorfológicos, diseños hidráulicos, diseños geotécnicos, estudios de dragado, análisis de estabilidad, diseño estructural, proceso constructivo, fuentes de materiales, calidad de materiales, estudio de transporte, cronograma de obras, así como todos los estudios, análisis y actividades que sean necesarias para la ejecución de las Unidades Funcionales. Estos Estudios y Diseños de Detalle deberán comprender todas las actividades de diseño detallado en todas y cada una de las áreas técnicas de ingeniería para las Unidades Funcionales respectivas.

Los Estudios y Diseños de Detalle deben contemplar los análisis previos, las memorias de cálculo y análisis de resultados, información sobre el software utilizado, los planos de diseño para la construcción; así mismo, deben incluir las correspondientes cantidades de obra, materiales a utilizar, especificaciones técnicas, proceso constructivo, fuentes de materiales y cronograma de obras, que indique como mínimo fecha de inicio, fecha de finalización, ruta crítica, tipo de actividad y cantidades (volúmenes, anchos, longitud y profundidad), entre otros. Los planos y memorias técnicas deberán estar firmados por los profesionales responsables de su elaboración.

Los Estudios y Diseños de Detalle deben responder a las condiciones morfológicas e hidrosedimentológicas del Canal Navegable.

Los Estudios y Diseños de Detalle deben garantizar el cumplimiento de los Indicadores establecidos en el Apéndice Técnico 4.

El Concesionario deberá considerar aspectos ambientales, socioeconómicos, prediales, licencias, permisos, autorizaciones y cualquier trámite requerido para la ejecución de las Unidades Funcionales, de acuerdo con la Ley Aplicable y, en particular, las reglamentaciones vigentes y las normas emanadas de CORMAGDANELA, la DIMAR, la ANI, el Ministerio de Transporte, el Instituto Nacional de Vías y demás autoridades competentes, así como las normas internacionales para obras hidráulicas, en las últimas versiones publicadas, especialmente las relativas a la navegación y el transporte fluvial.

Los Estudios y Diseños de Detalle que elabore el Concesionario deberán demostrar técnicamente a la Interventoría y a la ANI que las materias primas, los procesos de fabricación, transporte, acopio, construcción y mantenimiento de las Unidades Funcionales, deberán asegurar la durabilidad mínima especificada en el Apéndice 0.

## **2.2 Entrega y Revisión de los Estudios y Diseños de Detalle**

La entrega y revisión de los Estudios y Diseños de Detalle se hará en dos instancias, tal como se describe a continuación.

- a) **Primera entrega y revisión de estudios técnicos**: Los estudios técnicos descritos en las secciones 2.3.1 a 2.3.7 del presente Apéndice deberán ser puestos a disposición del Interventor para someterse al Procedimiento de Revisión General de que trata la Sección 8.1 del Contrato de Concesión antes del vencimiento del Día doscientos cuarenta (240) contado desde la Fecha de Inicio.

El proceso de revisión de los estudios técnicos descritos en las secciones 2.3.1 a 2.3.7 de este Apéndice no interrumpirá ni modificará los plazos para la entrega de los Estudios y Diseños de Detalle, que en todo caso deberán estar soportados en los estudios técnicos sometidos al proceso de verificación documental y, por lo tanto, las solicitudes de ajuste y corrección o la objeción de los estudio técnicos que se presenten durante el proceso de verificación documental no será causal para modificar los plazos previstos para la entrega de los Estudios y Diseños de Detalle.

- b) **Entrega de Estudios y Diseños de Detalle**: El Concesionario deberá entregar a la ANI y al Interventor los Estudios y Diseños de Detalle antes del Día cuatrocientos treinta (430) contado desde la Fecha de Inicio, de acuerdo con lo establecido en la Sección 10.4 del Contrato de Concesión. Dicha entrega deberá incluir los estudios técnicos descritos en las secciones 2.3.1 a 2.3.7 no objetados según lo previsto en la Sección 8.1 del Contrato, los cuales no se someterán a una nueva revisión por parte de la Interventoría.

## **2.3 Contenido de los Estudios y Diseños de Detalle**

### **2.3.1 Recopilación y procesamiento de información existente**

El Concesionario deberá hacer la recopilación, organización y procesamiento de toda la información existente y necesaria para el desarrollo de los Estudios y Diseños de Detalle, entre las cuales se encuentran mediciones de campo, imágenes satelitales, fotografías aéreas, y cualquier otro estudio, registro e informe que sea relevante y pertinente para la ejecución del Proyecto.

### **2.3.2 Mediciones de campo**

El Concesionario debe realizar todas las mediciones para la elaboración de los Estudios y Diseños de Detalle, y cualquier otra medición necesaria y relevante para la ejecución

del Proyecto, entre estas se encuentran batimetrías actuales con monohaz y con multihaz, aforos de caudal y velocidad, mediciones de transporte de sedimentos, mediciones hidrográficas, granulometrías de material del lecho y en suspensión, levantamientos de orillas, mediciones de marea, sondeos geotécnicos, exploraciones geofísicas, mediciones de cuña salina y mediciones de velocidades en las aproximaciones de los puentes, y cualquier otra información requerida para la ejecución del Proyecto.

### **2.3.3 Estudio Hidrológico**

El componente de hidrología de los Estudios y Diseños de Detalle deberá contener, como mínimo los requerimientos presentes en esta sección. Esta información debe ser recolectada por el Concesionario en forma de series de tiempo históricas y de mediciones en campo. La información inicial corresponderá a la existente en las estaciones limnimétricas ubicadas a lo largo del Canal Navegable, en conjunto con las estaciones meteorológicas que se encuentren en el área del Proyecto. Esta información deberá ser recolectada por el Concesionario teniendo en cuenta la información que genera IDEAM, CORMAGDALENA, INVIAS, IGAC, universidades, así como otras que se encuentren disponibles.

El Concesionario debe realizar este estudio para garantizar la ejecución de las Unidades Funcionales del Proyecto y el cumplimiento de las Especificaciones Técnicas y de los Indicadores establecidos en el Apéndice Técnico 4, e incluir, por lo menos, los siguientes análisis:

- (i) **Clima:** Se deben analizar los valores medios de temperatura, humedad, horas luz, presión y viento que definen el clima de la zona de estudio. Se debe relacionar la influencia de fenómenos macroclimáticos como el ENSO con los registros a escala regional.
- (ii) **Niveles:** El Concesionario deberá considerar los registros de las estaciones limnimétricas existentes y activas en el Canal Navegable (incluyendo las IDEAM), para los estudios y seguimiento de las condiciones del río para la navegabilidad, garantizando la calibración y especificaciones técnicas de las estaciones.

El análisis de niveles deberá incluir como mínimo las curvas de duración, curvas de frecuencias de niveles excedidos, análisis de frecuencia para máximos y mínimos, y análisis de series de tiempo para todas las estaciones.

- (iii) **Caudales:** El Concesionario deberá realizar análisis de caudales a partir registros del IDEAM y mediciones en campo para condiciones de caudal bajo, medio y alto para el cauce principal del Canal Navegable, y de sus afluentes y efluentes principales.

El Concesionario deberá realizar las curvas de frecuencias de caudales, relación de caudales niveles, relación de caudal, análisis de frecuencia para máximos y mínimos y cualesquiera otros análisis necesarios para el desarrollo del Proyecto.

Debe realizar un análisis del régimen hidrológico de caudales de forma tal que permita una comprensión de la variabilidad y tendencia del mismo. Este análisis debe comprender la demarcación de los caudales medios y máximos para los periodos de retorno seleccionados para las Unidades Funcionales, y mínimos para navegación. Por lo tanto, el estudio debe considerar las condiciones medias de los registros históricos, así como el análisis de frecuencia tanto para máximos como mínimos. Se debe caracterizar la tendencia del hidrograma multianual de forma tal que caracterizar los meses de estiaje o caudales bajos, rangos medios y caudales altos.

- (iv) Regulación Hídrica: El Concesionario debe realizar un análisis de las condiciones de regulación del recurso hídrico y su relación a la navegabilidad considerando la hidrología a nivel de cuenca y del río. Teniendo en cuenta variables a escala climatológica, hidrológica y fluvial. De igual forma debe considerar el efecto de embalses, hidroeléctricas, deforestación de la cuenca y cambio climático.

#### **2.3.4 Geología y Geomorfología**

La elaboración del estudio geológico y geomorfológico para la ejecución del Proyecto es responsabilidad del Concesionario. La existencia de información y estudios geológicos y geomorfológicos previos del sitio, en ninguna circunstancia eximirá al Concesionario de ejecutar un plan de exploración geológica y geomorfológica que sirva como insumo para la elaboración de los Estudios y Diseños de Detalle.

#### **2.3.5 Exploración Geotécnica**

La exploración geotécnica debe como mínimo garantizar, para cada uno de los estratos de suelo y/o roca que se encuentren hasta la profundidad de exploración requerida (dependiendo de las características y dimensiones de las Unidades Funcionales), el conocimiento de su composición granulométrica, clasificación geotécnica de los materiales, parámetros geomecánicos de caracterización y resistencia al corte, características especiales en caso de ser necesario (ej. expansividad, colapsabilidad, sensibilidad, etc.) y todo aspecto geotécnico que sea relevante para realizar los análisis geotécnicos de las estructuras proyectadas. Lo anterior, debe estar en concordancia con lo establecido en la Norma Sismo Resistente Colombiana. Los equipos a utilizar para estos análisis y estudios deben estar calibrados y certificados bajo la responsabilidad del Concesionario.

El número de sondeos debe ser tal, que permita establecer un perfil estratigráfico de diseño por cada Unidad Funcional. La distancia entre sondeos deberá sustentarse con base en las dimensiones y peso de la estructura y, en la variabilidad y complejidad del suelo del sitio desde el punto de vista geotécnico siguiendo la normatividad vigente colombiana.

En los casos que la Unidad Funcional se extienda dentro del río a una distancia mayor a 5m, no podrán realizarse suposiciones o extrapolaciones de la estratigrafía y/o propiedades geomecánicas de los materiales que conforman el subsuelo con base en exploraciones ejecutadas en las orillas del río. Para estos casos, se deberán ejecutar



sondeos sobre el cuerpo de agua (offshore) para constatar la estratigrafía y características de los suelos en el lecho.

En ningún caso, las condiciones y características del subsuelo pueden ser determinadas exclusivamente a través de ensayos geofísicos para una Unidad Funcional. Los ensayos geofísicos deberán ser siempre constatados a partir de resultados experimentales con muestras tomadas a partir de los sondeos.

Deberán realizarse los ensayos de laboratorio geotécnicos necesarios y pertinentes para la elaboración de los Estudios y Diseños de Detalle, sobre las muestras extraídas durante la exploración de campo, para hacer una clasificación y caracterización completa de los materiales encontrados en el subsuelo donde se ubicará cada una de las estructuras y caracterizar su comportamiento mecánico. En ninguna circunstancia encontrar un material de la misma naturaleza o similar en zonas vecinas del proyecto, no será justificación para no ejecutar ensayos de laboratorio y/o ensayos in-situ.

El Concesionario deberá determinar los parámetros, características y propiedades geomecánicas a determinar para cada tipo de suelo o material rocoso encontrado.

Se deberá revisar y analizar la documentación geotécnica existente. La existencia de información geotécnica previa del sitio, bajo ninguna circunstancia eximirá al Concesionario de ejecutar una exploración geotécnica que sirva como insumo para la elaboración de los Estudios y Diseños de Detalle y la construcción de las Unidades Funcionales.

### **2.3.6 Clima Marítimo y Oceanografía**

El alcance de los estudios asociados a la componente oceanográfica deberá considerar el conocimiento de las condiciones del clima marino, que abarcan el análisis del viento y de los frentes de onda que llegan a Bocas de Ceniza. El estudio de oceanografía y clima marítimo debe considerar los componentes pertinentes principales: entre ellos sin carácter excluyente, los análisis de régimen medio y extremo a largo plazo, así como el efecto de huracanes, fenómenos de baja presión (marea de tormenta) y los efectos del cambio climático, en la variación del nivel medio del mar.

### **2.3.7 Hidráulica e Hidromorfología fluvial**

Para los estudios de hidráulica, el Concesionario deberá realizar un estudio al detalle de la caracterización hidromorfológica del río previa intervención y evaluar la variación morfológica por efecto de las Unidades Funcionales. De igual manera, el Concesionario debe determinar análisis de niveles, velocidades, esfuerzos cortantes, profundidad, concentración de sedimentos, tasas de erosión, sedimentación, etc.

Para lo anterior es necesario el uso de modelos numéricos, a fin de proporcionar la información hidráulica básica requerida de cada tramo o sector de construcción, y establecer los parámetros hidráulicos definidos como criterios de diseño. Se deberán usar modelos computacionales hidromorfológicos una dimensión (1D) y dos dimensiones (2D) principalmente, así como también en tres dimensiones (3D) dependiendo del fenómeno físico a evaluar. Para la modelación y caracterización del río y evaluación de

las Unidades Funcionales, el Concesionario deberá elaborar modelos hidrológicos conceptuales de balance hídrico, modelos hidrodinámicos y modelos hidromorfológicos. El modelo numérico computacional debe representar todo el dominio entre el K-3 y el K683 (continuo o fraccionado). El modelo debe calibrarse con las condiciones hidrodinámicas, sedimentológicas y morfológicas del río.

El modelo numérico utilizado debe presentar especificaciones y reconocimiento suficiente, y previo uso exitoso en proyectos de mejoramiento de la navegabilidad de canales navegables. El modelo seleccionado por el Concesionario debe ser no objetado por parte del Interventor y la ANI.

El Concesionario debe hacer al inicio de los estudios una campaña de levantamiento topobatemétrico total de cauce, orillas e islas a lo largo de todo el abscisado del Proyecto, incluido los sectores de aproximación al cauce, para representar la interacción entre las obras y el lecho. También deberá realizar mediciones de caudal, velocidad y transporte de sedimentos para la calibración y validación de los modelos hidromorfológicos.

El Concesionario debe garantizar la representación hidrológica en niveles y caudales del río durante el periodo de calibración y validación del modelo, a fin de generar el correspondiente escenario para determinar el modelo hidromorfológico calibrado y validado para caracterización del río y evaluación de obras. La calibración y validación debe tener un concepto de no objeción por el Interventor.

### **2.3.8 Normas y Criterios de Diseño**

El Concesionario deberá realizar los Estudios y Diseños de Detalle teniendo en cuenta las normas emanadas de CORMAGDALENA, el Ministerio de Transporte, el Instituto Nacional de Vías, la DIMAR y demás entidades competentes, así como las normas nacionales e internacionales para obras incluidas en el Apéndice 3, en particular aquellas referenciadas en las secciones 4.13 y 4.14 del Apéndice 3, y también especialmente las relativas a la navegación y el transporte fluvial, y marítimo según el sector que corresponda especificadas en la Sección 2.1 del Apéndice 3. Los diseños deben estar basados en los estudios realizados y/u otros estudios específicos y de mejor resolución necesarios para el desarrollo de los diseños de detalle que considere el Concesionario.

Los materiales usados para la ejecución de las Unidades Funcionales deben cumplir con una durabilidad mínima no inferior a la especificada en la Sección 3.2.11.2 de este Apéndice Técnico.

### **2.3.9 Localización de Fuentes y Características de Materiales de Construcción**

Los Estudios y Diseños de Detalle deberán identificar la localización, selección, ubicación y clasificación de fuentes de materiales para la ejecución de las Unidades Funcionales.

La búsqueda y selección de las fuentes de material por parte del Concesionario debe hacerse en función del detalle específico de los materiales de construcción de cada una de las obras. En el Diseño referente a cada Unidad Funcional debe hacerse entrega de un capítulo de caracterización de materiales de construcción, donde se presentan en detalle

las especificaciones de cada uno de los materiales a emplear en la construcción, la justificación técnica de la selección de dichos materiales.

De las fuentes de material, además de criterios específicos indicados en el diseño de cada estructura, deberá justificarse su idoneidad mediante la verificación de los criterios que deberán indicarse y justificarse con arreglo a las normas y estándares incluidos en las secciones 3.2.10 y 3.2.11 de este Apéndice.

El Concesionario tiene obligación de seleccionar, negociar y responder por las canteras que utilice como fuente de suministro de material rocoso y de otro tipo, en su caso. En todo caso, las fuentes de las cuales se obtendrá la roca u otros materiales deberán tener una capacidad suficiente para asegurar la terminación de las Unidades Funcionales en el tiempo previsto en el Plan de Obras y en los Estudios y Diseños de Detalle.

En todo caso, es responsabilidad y riesgo exclusivo del Concesionario contar con los materiales que requiere para la ejecución y mantenimiento de las Unidades Funcionales de manera oportuna durante el plazo de ejecución del Contrato.

### **2.3.10 Diseño de Detalle Hidráulico y Funcional de las Unidades Funcionales**

El diseño de detalle hidráulico y funcional de las Unidades Funcionales debe respetar las especificaciones técnicas de diseño de Canal Navegable y permitir el cumplimiento de los Indicadores establecidos en el Apéndice Técnico 4 en cada Etapa del Proyecto. Lo anterior incluye los estudios realizados por el Concesionario, las exploraciones y otros estudios específicos necesarios para el desarrollo de los diseños de detalle.

### **2.3.11 Diseño Geotécnico de las Unidades Funcionales**

El diseño geotécnico de las Unidades Funcionales se debe basar en los estudios realizados por el Concesionario, incluyendo las exploraciones y otros estudios específicos necesarios para el desarrollo de los diseños de detalle. Los diseños geotécnicos detallados de las Unidades Funcionales deben cumplir con toda la normatividad vigente, y además deberán considerar lo siguiente:

- (i) Parámetros geomecánicos de los estratos concebidos en el perfil estratigráfico de diseño.
- (ii) Análisis y diseño geotécnico requeridos para calcular el dimensionamiento, materiales y todos los aspectos de diseño requeridos desde el punto de vista geotécnico de las Unidades Funcionales. De igual manera, deberán presentar los factores de seguridad mínimos requeridos para las condiciones y/o escenarios de análisis considerados. En todo caso, los factores de seguridad mínimo requeridos deberán estar en concordancia con los valores establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, o la norma aplicable.
- (iii) Recomendaciones constructivas de las estructuras desde el punto de vista geotécnico.

- (iv) Planos y figuras de las Unidades Funcionales. Se deberá incluir planos y figuras en planta, en perfil y secciones transversales de las estructuras proyectadas en concordancia con los resultados y conclusiones obtenidas en el diseño geotécnico. Los planos y figuras deben contener como mínimo: puntos de referencia, cuadros de coordenadas (en sistema Magna Sirgas Origen Nacional), unidades de medida, dimensionamientos, indicaciones y especificaciones de los materiales. Los planos deberán además presentar escalas, detalles constructivos, seguimiento de versiones, convenciones e indicación de planos de referencia.

Adicionalmente los diseños geotécnicos deberán cumplir como mínimo con los criterios que se presentan a continuación.

#### **2.3.11.1 Criterios generales de diseño y construcción**

El diseño geotécnico y su construcción debe garantizar que el comportamiento de las Unidades Funcionales en términos de esfuerzo-deformación y/o asentamientos sea satisfactorio, es decir, no debe presentar un deterioro apreciable en su servicio y funcionamiento bajo condiciones de cargas esperadas durante la construcción y vida útil de la estructura. Por lo tanto, se debe garantizar la seguridad para el estado límite de servicio conforme a lo establecido en el primer párrafo de la Sección 2.3.8.

Las Unidades Funcionales no deberán presentar falla geotécnica en caso de presentarse condiciones de cargas esperadas durante su construcción y su vida útil. Por lo tanto, se debe garantizar la seguridad para el estado límite de falla conforme a lo establecido en el primer párrafo de la Sección 2.3.11.

#### **2.3.11.2 Definición de parámetros geomecánicos**

Se deberán determinar, considerar y aplicar los parámetros geomecánicos de cada suelo del perfil estratigráfico de diseño para cada obra de construcción. El cálculo de los parámetros geomecánicos deberá considerar los resultados de los ensayos in-situ, provenientes de los ensayos de laboratorio ejecutados sobre muestras de los materiales tomadas durante la campaña de exploración.

#### **2.3.11.3 Condiciones de carga y factores de seguridad**

Durante el proceso de diseño, deberán establecerse y justificarse, para cada condición de carga, los factores de seguridad mínimos requeridos a emplear. Los factores de seguridad mínimos estarán conformes a lo establecido en la Sección 2.3.11. Los factores de seguridad serán distintos para condiciones de diseño y construcción como se indica en la Sección 2.

#### **2.3.11.4 Análisis de estabilidad general**

Deberán realizarse análisis de estabilidad general, en donde se determine los factores de seguridad de la superficie de falla más probable, con el fin de verificar la estabilidad de la obra de construcción, bajo las condiciones de carga y factores de seguridad descritos

en el presente capítulo. La metodología empleada deberá estar conforme con a lo establecido en la Sección 2.3.11.

#### **2.3.11.5 Análisis de deslizamiento y volcamiento**

Deberán verificarse los factores de seguridad contra deslizamiento y volcamiento en conformidad con lo establecido con lo establecido en la Sección 2.3.11, bajo las condiciones de carga y factores de seguridad descritos en las secciones. 2.3.11.8 y 2.3.11.9.

#### **2.3.11.6 Análisis de capacidad portante**

Deberán verificarse los factores de seguridad contra capacidad portante en conformidad con lo establecido con los lineamientos técnicos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, bajo las condiciones de carga y factores de seguridad descritos en las secciones 2.3.11.8 y 2.3.11.9.

#### **2.3.11.7 Análisis de asentamientos**

Se deberá calcular los asentamientos esperados en las Unidades Funcionales 1 a 16, durante su construcción, y durante su vida útil, en conformidad con los lineamientos técnicos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Se deberán calcular los asentamientos inmediatos en todos los casos y asentamientos por consolidación (o a largo plazo) en caso de que la obra de construcción esté soportada sobre suelos cohesivos o que el Concesionario lo considere pertinente. El asentamiento máximo previsto en el diseño deberá contar con las justificaciones técnicas suficientes elaboradas por el Concesionario y deberá respetar las tolerancias establecidas en las secciones 3.2.10 y 3.2.11 de este Apéndice.

La carga máxima de la obra de construcción deberá garantizar que los asentamientos sean iguales o inferiores a los asentamientos máximos permisibles para garantizar los estados límites de servicio de acuerdo con lo establecido en las secciones 3.2.10 y 3.2.11.

El Concesionario deberá proponer y justificar los métodos de análisis de asentamientos a emplear, dependiendo de las condiciones y características particulares de las Unidades Funcionales. En sus cálculos, deberá considerar las Unidades Funcionales adyacentes, que, por su cercanía, induzcan mayores asentamientos sobre la obra de construcción analizada.

#### **2.3.11.8 Consideraciones especiales de diseño geotécnico para estructuras de enrocado**

El diseño geotécnico de las estructuras deberá considerar la geometría de la estructura de encauzamiento y taludes:

- (i) Se deberán garantizar la estabilidad de las estructuras, cumpliendo como mínimo con los factores de seguridad mínimos establecidos para la estabilidad general, durabilidad, deslizamiento, volcamiento y capacidad portante, y con los asentamientos máximos permitidos, en consideración a las condiciones de

carga y conforme con los lineamientos técnicos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.

- (ii) Los materiales empleados deberán cumplir además con las especificaciones técnicas y requisitos mínimos establecidos en la Sección 3.2.10.1 Propiedades de las rocas, en relación con la gradación, características fisicoquímicas, y demás requerimientos.
- (iii) Se deberá garantizar por medio del diseño que la estructura no sufrirá por socavación durante su vida útil.

#### **2.3.11.9 Consideraciones especiales de diseño geotécnico en las estructuras con geocontenedores o geobolsas**

Los siguientes aspectos deberán ser considerados en el diseño geotécnico de los geocontenedores o geobolsas:

- (i) Se deberá calcular la resistencia última del geotextil, a partir del cálculo de la resistencia admisible, reducida por una serie de factores de seguridad parciales asociados a distintos mecanismos.
- (ii) El Concesionario deberá contemplar un factor de seguridad parcial asociado a la resistencia de las costuras, un factor de seguridad parcial asociado a los daños durante la instalación, un factor de seguridad parcial asociado a la reptación (o fluencia lenta) en el geotextil, un factor de seguridad parcial asociado a la exposición de rayos UV, y un factor de seguridad parcial asociado a la degradación biológica, todos ellos definidos con arreglo a lo establecido en la Sección 3.2.11.
- (iii) El diseño deberá ser efectuado de tal manera que considere que la estructura no sufrirá por socavación durante su vida útil.

En el proceso de llenado por bombeo de los geocontenedores o geobolsas se deberá garantizar que la presión interna calculada sea menor a la resistencia última del geotextil reducida por los factores de seguridad mencionados, cumpliendo con la normativa incluida en la Sección 4.14 del Apéndice 3. El procedimiento de cálculo deberá ser presentado a la Interventoría para su no objeción.

El Concesionario deberá estimar el asentamiento que presentará los geocontenedores o geobolsas, posterior al bombeo, ocasionado por la salida de agua y consolidación del material de llenado.

#### **2.3.12 Interferencia con Redes**

En los Estudios y Diseños de Detalle el Concesionario deberá tener en cuenta la interferencia con Redes, en concreto lo dispuesto en la Sección 3.3 del Apéndice Técnico 5.

### **3. EJECUCIÓN DE UNIDADES FUNCIONALES**

#### **3.1. General**

El Concesionario tiene a su cargo la ejecución de las todas las Unidades Funcionales de acuerdo con lo exigido en el Contrato y sus apéndices, en particular, en el Apéndice Técnico 0 en el que se describen las Unidades Funcionales. Asimismo, el Concesionario deberá dar cumplimiento a los Indicadores exigidos en el Apéndice Técnico 4.

#### **3.2. Especificaciones técnicas particulares de la Ejecución**

##### **3.2.1. Campamentos e Instalaciones del Concesionario**

El Concesionario deberá abrir y mantener en el frente de trabajo una o varias instalaciones físicas que permitan la adecuada ejecución de las Unidades Funcionales las cuales deben incluir oficinas, bodegas, talleres, depósitos de combustibles, sitios de acopio de materiales, embarcaderos y similares, de tal manera que se garantice la seguridad, buen estado, buen manejo y control de los bienes que se utilicen en la Ejecución de las Unidades Funcionales.

Los campamentos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Tener un área suficiente para ubicar oficinas, talleres, baños, parqueaderos, depósitos de combustibles, patios de acopio, zonas de embarque de materiales, equipo y de personal, y todo lo requerido para la debida ejecución del Contrato.
- Tener suficiente ventilación e iluminación y estar provisto de los elementos de seguridad industrial que garanticen el control oportuno de cualquier emergencia
- Estar provisto de vigilancia adecuada.
- Estar dotado de agua potable, energía y servicios sanitarios suficientes para la cantidad de personal administrativo y operativo destinado a la ejecución de las Unidades Funcionales.
- La instalación y mantenimiento del campamento con sus instalaciones provisionales de energía, agua potable, alcantarillado y teléfono, al igual que los servicios públicos, serán por cuenta del Concesionario.
- Cumplir con todas las normas ambientales para el manejo de aceites, combustibles, lubricantes, ruidos, gases, residuos sólidos y líquidos, y otros elementos contaminantes.
- Proveer drenajes adecuados y contar con protección contra erosión, arrastre, inundación y ataque de la corriente.

##### **3.2.2. Señalización y movilización del personal del Concesionario durante las Etapas de Preconstrucción y Construcción**

El Concesionario contemplará toda la señalización requerida de acuerdo con las normas de navegación del Ministerio de Transporte para el proceso de construcción de las obras.

### **3.2.2.1 Tránsito de embarcaciones**

El Concesionario preparará y aplicará un programa de señalización para la ejecución de las Unidades Funcionales y permitir el tránsito por el Canal Navegable, tal que, las interrupciones al flujo regular sean mínimas, el cual deberá ir incluido en el Plan de Obras, de acuerdo con lo indicado en el presente Apéndice.

El Concesionario colocará las guías y señales que sean necesarias, como balizas, boyas provisionales o señales para dirigir el tránsito fluvial, a fin de garantizar el paso seguro de las embarcaciones por las zonas intervenidas en horarios preestablecidos con las autoridades competentes y con las compañías navieras.

### **3.2.2.2 Tránsito de personal**

El Concesionario, a sus expensas deberá programar el transporte de su personal, hacia y desde la zona donde se encuentren operando las unidades de dragado y de ejecución de las Unidades Funcionales.

### **3.2.3. Movilización y Desmovilización**

Es responsabilidad del Concesionario trasladar y retirar todos los insumos y equipos necesarios para desarrollar los trabajos incluyendo todos los transportes por cualquier medio.

### **3.2.4. Localización Topográfica y Batimétrica**

Esta actividad consiste en los trabajos de localización, replanteo y levantamientos topográficos y batimétricos para la correcta nivelación y control de las obras a ejecutar. El Concesionario deberá suministrar y mantener calibrados y en buen estado los equipos y herramientas necesarias para la adecuada ejecución de esta actividad.

El trazado y localización sobre el terreno de las Unidades Funcionales serán responsabilidad del Concesionario, y serán hechos por el mismo a través de una o varias comisiones topográficas y batimétricas con los correspondientes equipos de alta precisión. El trazado y localización debe concordar con el presentado en los Estudios y Diseños de Detalle.

El Concesionario deberá demarcar sobre el terreno los ejes de referencia mostrados en los planos de construcción, y materializarlos sobre el terreno con mojoneros y BM's u otra referencia que servirán de apoyo para la toma de medidas durante el avance de los trabajos.

La comisión de topografía y batimetría deberá estar permanentemente en el sitio de los trabajos para constatar las medidas y niveles durante la Etapa de Construcción. Estas medidas y niveles, así como la presencia de la comisión batimétrica, serán verificados por el Interventor.



La conservación de referencias básicas será por cuenta del Concesionario quien debe informar al Interventor para removerlas, sustituirlas o modificarlas. El Concesionario será responsable de las consecuencias de cualquier remoción o daño y de la exacta reinstalación de dichas referencias.

El replanteo y la nivelación de las líneas y puntos secundarios son responsabilidad del Concesionario, y deberán estar amarrados a BM's del IGAC.

Las observaciones y los cálculos adelantados por el Concesionario serán registradas en carteras adecuadas y/o formatos y en la memoria técnica del proyecto. El Concesionario deberá enviar copias al Interventor cuando lo solicite, junto con copias de los planos, secciones y cuadros explicativos.

Toda la información recopilada por el Concesionario durante el replanteo de las Unidades Funcionales (que deberá ser conforme a lo indicado en las secciones 2.5.1, 2.5.2, 2.5.4 y 2.5.5 del Apéndice 0) relacionada con la localización precisa de las referencias, el perfil final de la línea, su localización planimétrica, secciones y cuadros explicativos será grabada en un medio magnético y en un formato legible para software CAD y GIS y enviada junto con las carteras y/o formatos al Interventor, cuando lo solicite. Una copia de la totalidad de la documentación contentiva de esta información deberá ser entregada al final de la Etapa de Construcción.

### **3.2.5. Registro de niveles de agua**

El Concesionario instalará y mantendrá miras y/o equipos de registro de los niveles de agua, que permitan lecturas en metros y centímetros relacionados al nivel de referencia respectivo más cercano al frente de trabajo asignado en el Contrato. Cada equipo será colocado y calibrado con una antelación no inferior a treinta (30) Días con respecto al inicio de la ejecución de cada Unidad Funcional, de acuerdo con el cronograma de ejecución de las mismas.

El Concesionario tomará un mínimo de tres (3) registros diarios de los niveles de agua durante la Etapa de Construcción. Durante los levantamientos batimétricos, los niveles de agua serán registrados cerca del área de los trabajos en forma continua con intervalos de quince (15) minutos o menores.

### **3.2.6. Planos de los levantamientos**

Todos los planos de los levantamientos producidos por el Concesionario deberán ser reducidos al sistema de niveles previstos en los Estudios y Diseños de Detalle con indicación clara del Nivel de Referencia, de acuerdo con lo exigido en la Sección 2.5.1, 2.5.2 y 2.6 del Apéndice 0. Las dimensiones, profundidades y alturas deberán ser expresadas en metros y centímetros. El Concesionario entregará al Interventor una (1) copia física de cada plano con una copia del plano en formato digital. Todos los archivos digitales tendrán una copia de seguridad en la nube, a la cual tendrán acceso CORMAGDALENA y la ANI.

#### **3.2.6.1 Escala de los planos de los levantamientos**

Los datos generados de los trabajos de levantamientos deberán ser elaborados de acuerdo con prácticas topográficas e hidrográficas.

Los planos incorporarán todos los puntos de referencia, boyas, faros, miras limnigráficas, demarcaciones, estructuras, instalaciones portuarias y otros elementos de interés particular que se encuentren en el entorno de la Unidad Funcional.

### **3.2.7. Levantamientos hidrográficos**

#### **3.2.7.1 Métodos de trabajo**

El Concesionario deberá realizar los levantamientos hidrográficos, por medio de equipo de ecosonda, un sistema de posicionamiento satelital geodésico (DGPS) y el equipo necesario para que la precisión o exactitud aseguren el cumplimiento de las Especificaciones Técnicas. El Concesionario deberá ejecutar estos levantamientos solo en el caso de que el tiempo, las condiciones fluviales y el método de ejecución e interpretación, permitan la precisión especificada.

El Interventor podrá ordenar o pedir verificación de la calibración del equipo siempre y cuando lo considere necesario. El Concesionario suministrará toda la mano de obra, lancha y equipo para esa verificación.

#### **3.2.7.2 Calibración de las ecosondas**

El Concesionario deberá verificar y calibrar los equipos de ecosondas conforme a lo establecido en el manual de operación del equipo emitido por la casa fabricante o su representante o agente. Igualmente, el Concesionario deberá calibrar con equipo especializado la velocidad del sonido a través de la lámina de agua, para realizar los respectivos ajustes de los equipos de ecosonda.

El Concesionario anualmente deberá entregar al Interventor un certificado de buen funcionamiento de los equipos de ecosonda. Dichos certificados, deben ser emitidos por la casa fabricante o su representante o agente.

#### **3.2.7.3 Calibración del Sistema de Posicionamiento Global (GPS/DGPS)**

El Concesionario deberá calibrar mensualmente el GPS o DGPS con una precisión submétrica. Para conseguirlo, el Concesionario establecerá un punto fijo (o puntos fijos) con coordenadas conocidas, de tal modo que se pueda posicionar la lancha de levantamientos fácilmente con el transductor del equipo de sondeo siempre en la misma posición con relación al punto de calibración.

El Concesionario anualmente deberá entregar al Interventor un certificado de buen funcionamiento del GPS O DGPS. Dicho certificado, debe ser emitido por la casa fabricante, su representante legal o algún agente debidamente acreditado.

#### **3.2.7.4 Registros de campo**

Todos los registros de campo, cálculos, planos, registros originales, ruta de levantamientos y las impresiones de todas las actividades de los levantamientos, estarán disponibles por parte del Concesionario en el sitio de trabajo, para la referencia del Interventor, durante toda la duración del Contrato.

Los registros digitales crudos y procesados serán almacenados en una copia de seguridad en la nube, a la que tendrán acceso la ANI y CORMAGDALENA.

### **3.2.7.5 Líneas de levantamiento**

El Concesionario deberá ejecutar levantamientos batimétricos con motivo y lugar del emplazamiento de las Unidades Funcionales, utilizando ecosondas digitales en los sectores del lecho del río, donde se cimentarán las Unidades Funcionales en el inicio de la construcción. Las líneas de los levantamientos deberán tener una dirección perpendicular a la línea central de las estructuras y deberán ser espaciadas con una distancia entre sí que no supere los diez metros (10 m). Se reducirá la distancia entre las líneas de los levantamientos, si fuese necesario, para obtener una imagen suficientemente precisa del lecho del río.

El Concesionario deberá suplementar el sistema regular con líneas paralelas a la línea central de las estructuras de encauzamiento, con el propósito de verificar la exactitud del posicionamiento y para propósito de control. Para cada estructura de encauzamiento, el Concesionario deberá realizar un total de tres líneas: una a lo largo de la línea central de cada estructura y una a diez metros (10 m) a cada lado de la línea central.

El Concesionario deberá extender todas las líneas de los levantamientos hasta una distancia horizontal de por lo menos veinte metros (20 m) contando más allá de la posición del pie de las estructuras de encauzamiento propuestas.

Posterior a su construcción, el Concesionario debe ejecutar levantamientos batimétricos periódicos en la forma que se define en el Apéndice 2, de tal forma que se monitoree el lecho del río en los sectores de las Unidades Funcionales, con el propósito que se tenga conocimiento preventivo sobre los procesos de erosión y socavación que se puedan generar.

### **3.2.8. Excavaciones en Seco para Estructuras**

Esta actividad trata del suministro por parte del Concesionario de toda la mano de obra, planta, materiales y equipo, así como la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo las excavaciones desde tierra o en seco requeridas para las Unidades Funcionales.

Antes de iniciar las excavaciones, el Concesionario deberá realizar las operaciones de desmonte, limpieza y descapote del terreno, según la necesidad y lo indicado en los Estudios y Diseños.

El Concesionario deberá ajustar las excavaciones a las cotas, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos de los Estudios y Diseños.

El Concesionario deberá ejecutar las excavaciones de acuerdo con los métodos estipulados en el literal siguiente sobre “Excavaciones en seco para estructuras” o por cualquier otro procedimiento que permita obtener resultados finales satisfactorios siempre y cuando cumplan con la normativa incluida en el Apéndice 3.

Todos los daños resultantes de las operaciones del Concesionario durante cualquier excavación, incluyendo daños a las fundaciones, a las superficies excavadas o a las estructuras existentes en las zonas aledañas a dicha excavación, deberán ser reparados por cuenta del Concesionario y a satisfacción del Interventor.

Cuando una excavación o un tramo de la misma haya sido terminada hasta las líneas y cotas especificadas, el Concesionario deberá notificar oportunamente al Interventor sobre su terminación, quien procederá a inspeccionar dicha excavación.

Los materiales que se obtengan de los frentes de excavaciones o de cualquier parte de las Unidades Funcionales, deberán conducirse a un sitio de depósito avalado a satisfacción del Interventor.

#### **3.2.8.1 Límites de excavación**

La excavación comprende la remoción de cualquier material por debajo del nivel de terreno natural hasta las líneas y cotas especificadas en los planos. Incluye igualmente el corte de las raíces que se encuentren dentro de la sección de excavación o en vecindades de la misma, o en cualquier otra área en donde se requiera ejecutar dicha labor. Para tal efecto el Concesionario deberá disponer de los equipos adecuados, incluyendo motosierras.

El Concesionario no deberá excavar más allá de las líneas y cotas mostradas en los planos de los Estudios y Diseños de Detalle. Si es necesario, dicha excavación debe rellenarse a fin de completar la obra.

Las excavaciones en las vecindades de las estructuras existentes deberán realizarse con el mayor cuidado y deberán utilizarse medios manuales si fuere necesario, para asegurar la estabilidad y conservación de las mismas de acuerdo con este Apéndice. Igual tratamiento deberá darse en caso de encontrarse con redes de servicios públicos u otras estructuras.

#### **3.2.8.2 Excavación de las Unidades Funcionales**

El Concesionario deberá tomar todas las precauciones que sean necesarias y emplear los métodos de excavación adecuados para obtener superficies de excavación regulares y estables, que cumplan con las dimensiones requeridas. La excavación podrá hacerse con maquinaria o a mano, o una combinación entre ambas. El Concesionario podrá utilizar máquinas zanjadoras o retroexcavadoras para hacer zanjas en playones, campo abierto, siempre que tales equipos no causen daños a las instalaciones aéreas o subterráneas, a los árboles, estructuras, casas, etc. Todo daño que se llegare a presentar por negligencia en emplear dichas medidas deberá ser reparado por el Concesionario.

Con un mínimo de ocho (8) Días antes de iniciar la excavación en cualquier construcción en los términos definidos en el Plan de Obras, el Concesionario deberá informar al Interventor los métodos de excavación que se propone emplear, el personal y equipos

asignados, rendimientos, el programa detallado de ejecución de los trabajos, la investigación de las interferencias, la localización y el manejo de las redes afectadas por la obra, manejo de aguas, retiro de escombros y manejo del entorno ambiental.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el descapote, será removida y acopiada por el Concesionario para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables. En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, siempre y cuando sus características lo permitan, y se transportarán directamente a las zonas previstas.

La excavación para la conformación de los taludes será realizada por el Concesionario adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la conformación final.

En caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la culminación de las Unidades Funcionales, el Concesionario eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará las reparaciones complementarias.

Al momento de iniciar los trabajos de excavación, el Concesionario deberá decidir la necesidad de utilizar entibados, dejar tabiques verticales o cualquier otra medida que evite el riesgo de sepultamiento o daño a construcciones o redes vecinas por causa de derrumbamiento.

Antes de comenzar los trabajos el Concesionario deberá verificar el buen estado de los equipos y las herramientas de mano.

El Concesionario será responsable por la estabilidad de todos los taludes temporales y deberá soportar y proteger todas las superficies expuestas por las excavaciones hasta la iniciación de los trabajos de relleno requeridos por la obra.

El Concesionario deberá dar cumplimiento a todas las normas y procedimientos, así como todo lo referente a la seguridad industrial de su propio personal y de terceros.

El Interventor exigirá el cumplimiento de las normas sobre preservación, control y manejo del medio ambiente y de seguridad industrial.

### **3.2.9. Verificaciones sobre las Unidades Funcionales en Ejecución**

Estas especificaciones se refieren a las de Unidades Funcionales, y deben estar de acuerdo con lo detallado en los Estudios y Diseños de Detalle y al Plan de Obras presentado por el Concesionario.

El Concesionario deberá definir en los Estudios y Diseños de Detalle el material de construcción, que deberá corresponder a alguno de los señalados en este Apéndice. En todo caso, dicho material debe cumplir con los códigos y estándares de calidad previstos en las normas a las que se refiere el Apéndice 3, con el propósito de asegurar duración,

estabilidad e integridad tanto del material, como de la obra de acuerdo con las Especificaciones Técnicas.

### **3.2.9.1 Longitudes mínimas de obra**

Las Unidades Funcionales 1 a 16 deberán cumplir con las longitudes mínimas establecidas en las secciones 2.5.1 y 2.5.2 del Apéndice Técnico 0.

Una vez ejecutada cada Unidad Funcional, la Interventoría verificará el cumplimiento de la longitud de obra con base en la memoria de cálculo y los planos de obra construida.

A partir de la terminación de la ejecución de cada Unidad Funcional, el Concesionario deberá iniciar las labores necesarias para su mantenimiento y conservación en las condiciones previstas en los Apéndices Técnicos.

### **3.2.9.2 Plan de aseguramiento de la calidad**

El Concesionario debe entregar a la Interventoría un Plan de aseguramiento de la calidad específico para los procesos de recepción de materias primas, fabricación, transporte, acopio y construcción de las estructuras de encauzamiento. Dicho plan será verificado y monitoreado por el Interventor y su propósito debe ser el de cumplir con las especificaciones y normas nacionales e internacionales para los diferentes esfuerzos externos e internos a los que verán sometidas las Unidades Funcionales.

Dentro del Plan de Aseguramiento de la Calidad se deben tener en cuenta como mínimo los procesos de planificación de la calidad, aseguramiento de la calidad, control de calidad y mejoramiento de la calidad.

### **3.2.9.3 Materiales de Construcción por colocar desde tierra**

Los materiales de construcción por colocar desde tierra comprenden los siguientes tipos de obra:

- Estructuras que se colocarán en los taludes de las orillas del río, en los sitios indicados en los planos, para conformar los revestimientos de defensa contra la erosión del talud o para conformar alineamientos futuros de la orilla. Este primer tipo de obra en adelante será llamado “revestimiento”;
- Materiales de construcción para anclajes de soporte, para la sustentación de los diques direccionales y diques perpendiculares en los barrancos de las orillas. Este segundo tipo de obra en adelante será llamado “anclajes”.

### **3.2.9.4 Material por colocar desde el agua**

Los materiales de construcción por colocar desde agua comprenden los siguientes tipos de obra:

- Material de construcción para alineamiento: Son estructuras de encauzamiento que se construyen en el fondo del río para mejorar alineamientos, o para dirigir el

flujo en cruces y áreas donde la orilla es demasiado baja para permitir la construcción de un revestimiento. El flujo puede ser a lo largo o transversal a la estructura. Además, la parte superior debe resistir las cargas hidráulicas que se desarrollan a través de la estructura.

- Diques perpendiculares de cierre y direccionales: Son estructuras de encauzamiento que se utilizan para orientar las líneas de corriente, controlar el flujo de aguas bajas en canales menores, y servir como pantallas hacia tierra en complemento de la acción de los revestimientos de orilla. Como esencialmente todo el flujo es transversal a estas estructuras, están diseñadas para soportar las cargas hidráulicas que se generan a través de la estructura.

### **3.2.10. Códigos y Estándares de calidad para construcción en Roca**

Los materiales rocosos deberán ser colocados de acuerdo con las líneas, niveles y dimensiones mostradas en los planos correspondientes a los Estudios y Diseños de Detalle y deberán ajustarse a las tolerancias especificadas.

La tolerancia vertical para los materiales rocosos (negativa o positiva, es decir, por debajo o por encima del nivel especificado) deberá ser como máximo veinte centímetros (0.20 m). La tolerancia horizontal para la localización de la Estructura de Encauzamiento será de máximo medio metro (0.5 m).

Las tolerancias para dos perfiles medios consecutivos (con separación de 20 m) no deberán ser negativas.

El Concesionario deberá reparar cualquier asentamiento dentro de la estructura de encauzamiento o cualquier erosión que ocurra durante la Etapa de Construcción. La reparación del asentamiento se realizará con materiales y métodos apropiados, no objetados por la Interventoría.

Se utilizarán los estándares mencionados en la Sección 4.13 del Apéndice Técnico 3.

El Concesionario debe cumplir con los ensayos y normas nacionales e internacionales que sobre este tipo de material le permitan asegurar una duración, estabilidad e integridad tanto del material, como de la obra de acuerdo con las especificaciones del Contrato. El listado de normas contenido en este apéndice no se debe entender como taxativo ni exhaustivo. El Concesionario podrá proponer normas distintas para la verificación de la calidad, control y cualquier otro aspecto relevante de los materiales de construcción, siempre que se muestre que las mismas son de aceptación internacional, y deberán en todos los casos ser no objetadas por la Interventoría.

En todo caso, las fuentes de las cuales se obtendrá la roca deberán tener una capacidad suficiente para asegurar la terminación de la Ejecución de las Unidades Funcionales en el tiempo previsto en el cronograma de Ejecución y en los Estudios y Diseños de Detalle.

Con una antelación no inferior a quince (15) Días con respecto a la fecha indicada en el Plan de Obras para la iniciación de la Unidad Funcional respectiva, el Concesionario entregará un plano que contenga, para la fuente del suministro de roca, incluyendo

designación de la cantera, datos de ensayos de la roca, permisos, medios de explotación y equipo de explotación requerido, fuentes y medios de transporte.

Todos los ensayos de las características de la roca y/o los certificados deberán ser suministrados o entregados por el Concesionario al Interventor antes de que se realice cualquier explotación de roca.

En todo caso, es responsabilidad y riesgo exclusivo del Concesionario contar con los materiales que requiere la ejecución de las Unidades Funcionales de manera oportuna durante toda la Etapa de Construcción y cuando éstos se requieran.

El Concesionario será responsable de obtener todos los permisos de la autoridad competente para operar y transportar roca de la cantera propuesta y cumplirá estrictamente cualquier restricción impuesta por la autoridad.

### 3.2.10.1 Propiedades de las rocas

El Concesionario, al recolectar u ordenar roca de una fuente aprobada, deberá tener en cuenta las fracturas durante la manipulación de la roca que con frecuencia ocurren durante el transporte entre la fuente de suministro y su destino.

Se debe utilizar la norma ASTM C295/C295M-18 como guía para el examen petrográfico de la roca de cantera. La roca, obtenida por voladura, deberá ser dura, perdurable, de forma angular, resistente a la intemperie y a la acción del agua, libre de planos de clivaje, y no deberá verse afectada negativamente por repetidos ciclos de mojado y secado o por manipulación múltiple. El material que no se considera adecuado incluye, entre otros, esquisto y rocas laminadas, fracturadas, porosas o físicamente débiles.

No más del 25% de la roca, distribuida según la gradación de tamaño, tendrá una longitud mayor que el doble de ancho o grosor. Ni el ancho ni el grosor de una sola piedra será menos de un tercio de su longitud. No se aceptarán piedras redondeadas o cantos rodados.

La roca deberá estar libre de partes blandas, erosionadas o descompuestas, sobrecargas, escombros y material orgánico; y deberá cumplir con los requisitos de gradación especificada. Durante el transporte y almacenamiento, el Concesionario tomará las medidas necesarias para evitar la mezcla y contaminación o degradación de diferentes clases de material rocoso.

La roca, según se coloque en las Obras, deberá cumplir con los requisitos que se enumeran en la Tabla a continuación:

<b>Propiedad de la roca / Referencia de prueba o prueba</b>	<b>Estándar</b>	<b>Requisitos</b>
Gravedad específica a granel (superficie saturada base)	ASTM D6473	Mínima 2,35
Absorción	ASTM D6473	Menor que 4%
Durabilidad de la roca (utilizando sulfato de sodio o sulfato de magnesio)	ASTM D5240	La pérdida de peso en 5 ciclos será inferior a 12% cuando se utiliza sulfato de magnesio o equivalente cuando se utiliza sulfato de sodio.



Abrasión y Resistencia al aplastamiento	ASTM C 535	El valor de trituración agregado será menor que 40% El diez por ciento del valor de las multas será mínimo 125KN.
---	------------	---

En el caso de utilizar roca para alguna de las UF2 a UF16, el material rocoso tendrá el siguiente límite de distribución de tamaño: D100 700 mm, D50 450 mm y D15 300 mm, además el Concesionario deberá producir y presentar las curvas de gradación con los límites inferior y superior de la gradación recomendada de la roca y la gradación para construcción situada entre los dos límites.

Para todos los efectos, el Concesionario deberá realizar los estudios, exploraciones y análisis, para proponer las especificaciones de la roca que será empleada en la construcción de las Unidades Funcionales, siempre que cumpla con lo indicado en esta sección.

### **3.2.10.2 Ensayos al material rocoso en la fuente**

El Concesionario ejecutará los ensayos del material rocoso y de los demás materiales que serán usados para las Unidades Funcionales. La mano de obra, el equipo, los materiales y consumibles necesarios para realizar los ensayos requeridos, serán suministrados por el Concesionario. El Concesionario ejecutará tales ensayos para asegurar el cumplimiento de las especificaciones. El Concesionario realizará adecuada y satisfactoriamente los ensayos conforme a los estándares especificados. El Concesionario registrará y emitirá los resultados de los ensayos en formatos de ensayos estándares.

El Concesionario deberá ensayar y probar el material rocoso, para cada una de las características señaladas por lo menos una vez cada 5,000 m<sup>3</sup>, seleccionados al azar. En caso de que el resultado de uno o más ensayos indique que la roca no cumple con las especificaciones, el Concesionario deberá efectuar ensayos adicionales. Si los resultados confirman que la roca no cumple con las especificaciones, el Concesionario deberá interrumpir inmediatamente el suministro de tal material rocoso, hasta que la producción y la operación de la cantera resulten en material rocoso que cumpla con las especificaciones.

Como una guía para operadores e inspectores, el Concesionario deberá pesar individualmente una cantidad de piedras de tamaños diferentes que cubran todo el rango de rocas requeridas y se marque claramente el peso de cada piedra. El Concesionario deberá mantener un juego de muestras en cada cantera y en el sitio del proyecto.

### **3.2.10.3 Acopio en la cantera**

Se deberá colocar la roca en acopio en una forma tal que el daño por el manejo con el equipo aprobado sea mínimo. Se harán acopios separados para cada gradación producida. Cada acopio será identificado con marcas indicando la gradación de la roca. El procedimiento para distinguir entre acopios a ser inspeccionados y aprobados será establecido por el representante del Interventor en consulta con el Concesionario.

#### **3.2.10.4 Registro de producción**

El Concesionario mantendrá el registro de la cantidad de roca producida de cada gradación y entregará al representante del Interventor una copia de sus registros con intervalos semanales. Los registros incluirán la cantidad de roca desaprobada.

#### **3.2.10.5 Transporte de material rocoso**

El Concesionario deberá transportar al sitio del proyecto solamente los materiales que cumplan con los requisitos exigidos en este apéndice. El Concesionario deberá asegurarse que el cargue en camiones y barcasas se realice cuidadosamente, para minimizar el daño a la roca y para asegurar que ésta quede bien colocada en el respectivo vehículo. Los métodos apropiados serán empleados por el Concesionario para asegurarse que no haya rompimiento de roca durante el proceso de transporte.

El Concesionario cumplirá en todo caso con toda la normatividad nacional, departamental, municipal o distrital en vigencia o impuestas por las autoridades, relacionadas con el transporte de roca de la cantera al sitio del proyecto, tanto en camiones como en barcasas. Particularmente, el Concesionario será completamente responsable del cumplimiento de las regulaciones y efectuar todo pago concerniente, licencias, peajes, impuestos y seguros de los vehículos, seguridad en carreteras, pesada de cargue y peso por eje.

El transporte fluvial de las rocas podrá hacerse en convoyes compuestos por un remolcador y varios botes o barcasas, pero estará sometido a todas las normas sobre navegabilidad y seguridad que al respecto estén vigentes en la fecha de iniciación del Contrato, por parte del Ministerio de Transporte.

En todo momento, el Concesionario realizará el transporte de roca de forma tal que prevea la seguridad total para el público en y cerca de las vías utilizadas para el transporte de dicho material. El Concesionario reportará por escrito al Interventor todos los accidentes de cualquier índole, dentro de las veinticuatro (24) horas siguientes a la ocurrencia del accidente.

El Concesionario será completamente responsable por cualquier reclamo de terceras partes y tomará todas las medidas posibles para asegurar la continuidad del transporte de roca en caso de accidente. Previo al inicio de las actividades de transporte, el Concesionario presentará al Interventor el tipo de vehículos/embarcaciones que serán utilizados para el transporte con toda la documentación y revisiones al día para su control y seguimiento. Los vehículos de transporte de material rocoso deberán ser identificados de acuerdo con las normas aplicables.

#### **3.2.10.6 Acopio en el sitio del Proyecto**

Como parte de los Estudios y Diseños de Detalle, el Concesionario entregará un plan detallado para el acopio del material rocoso en el sitio del Proyecto.

El Concesionario tomará todas las medidas necesarias para asegurar que el material del acopio no sea contaminado o mezclado con otros materiales.

Se aceptará el almacenamiento temporal a orillas del río, en sitio cercano al frente de obra, siempre y cuando la pata del arrume quede situada a una distancia no inferior a veinte metros (20 m) del borde del barranco de la orilla y la altura del apilamiento no sobrepase los cuatro metros (4 m) de altura o hasta donde lo permitan los descargues sucesivos y lineales de las volquetas.

Todas las rocas que resulten contaminadas con tierra, barro o basuras, deberán ser liberadas por el Concesionario de este tipo de materiales, antes de su colocación en la obra de construcción. De igual manera, las rocas que hayan quedado enterradas en el sitio de depósito temporal, por baja consistencia del terreno o por el paso de las volquetas, deberán quedar completamente limpias de barro, tierra o basuras antes de poder ser usadas y colocadas en la estructura fluvial. También el Concesionario deberá asegurar que la roca seleccionada para la Ejecución de las Unidades Funcionales estará libre de roturas y venas, las cuales podrían resultar en el rompimiento durante el cargue, descargue y colocación.

El Interventor podrá ordenar la sustitución por parte del Concesionario de la roca que llegue al sitio del proyecto y no cumpla con las especificaciones. El material rocoso desaprobado deberá ser removido del sitio del Proyecto.

Cualquier material desechado en el sitio o de algún modo no aprobado por el Interventor o en cualquier lugar vertido como resultado de las operaciones del Concesionario, deberá ser removido inmediatamente por el Concesionario.

### **3.2.10.7 Enrocados en trincheras y anclajes**

Antes de iniciar la construcción de cualquier enrocado para revestimiento, el Concesionario deberá asegurar que el terreno base de éste se encuentre desmontado y limpio. Donde se requiera para efectos de protección de la orilla, la superficie donde se colocará la estructura de encauzamiento debe ser excavada y perfilada para proveer una cimentación adecuada para la colocación del enrocado.

Para trabajos por arriba del nivel de agua, el exceso del material fino en la superficie de roca ya colocada, incluyendo rocas dentro de la capa a ser colocada, deberá ser removido por el Concesionario de estas áreas donde habrá contacto de superficie entre la roca a ser colocada y las ya colocadas para asegurar una ubicación sólida y la unión entre las rocas.

La tolerancia admitida en la cota final de coronación de la estructura de encauzamiento será de veinte centímetros (0.20 m) en relación con la cota indicada en los planos elaborados por el Concesionario en sus Estudios y Diseños de Detalle, siempre y cuando el área final equivalga a la especificada.

### **3.2.10.8 Enrocados dentro del cauce**

Las estructuras de encauzamiento situadas dentro del cauce no requieren preparación especial del terreno, salvo en el caso de que la estructura quede sobre playones cubiertos de vegetación; en esta circunstancia, antes de colocar el enrocado el Concesionario deberá remover totalmente la vegetación del corredor de la estructura tres metros (3 m) a cada lado del extremo inferior de la base.

El enrocado deberá quedar conformado y colocado dentro del área especificada en los Estudios y Diseños de Detalle.

**(i) Para la construcción de anclajes:**

El Concesionario deberá tener en cuenta que para la construcción de anclajes se utilizará planchones, volquetas doble troque, cargador, bulldozer y retroexcavadoras.

El Concesionario deberá apreciar que, para efectos de medición y control de volúmenes, el anclaje se deberá posicionar con equipo topográfico.

**(ii) Para la construcción de enrocados sumergidos:**

El cuerpo de la estructura estará el 50% del año sumergido por lo que, el Concesionario deberá contar con el equipo requerido y los sistemas computarizados de posicionamiento y colocación de la roca, así como los necesarios para la inspección batimétrica de secciones finalmente construidas.

El Concesionario debe considerar que el método constructivo debe estar en todo momento monitoreado mediante levantamientos batimétricos por medio de ecosondas Multihaz asociado a un nivel de referencia pre-posicionado en tierra.

**(iii) Asentamientos y erosiones:**

El Concesionario deberá reparar cualquier asentamiento dentro de la estructura de encauzamiento o cualquier erosión que ocurra durante la Etapa de Construcción. La reparación del asentamiento se realizará con materiales y métodos apropiados que cumplan la normativa vigente. Se entenderá por reparado una vez la Interventoría haya dado su no objeción posterior a la evaluación del estado de la Unidad Funcional, a partir de la verificación de las tolerancias y demás Especificaciones Técnicas establecidas en los Apéndices.

### **3.2.11. Códigos y Estándares de calidad para construcción en Geotextil**

Esta actividad se refiere a las Unidades Funcionales ejecutadas mediante la utilización de geo-contenedores o geobolsas de material geotextil de alta resistencia, rellenos con material terreo del sitio, de acuerdo con lo detallado por el Concesionario en sus Estudios y Diseños de Detalle. Estos geo-contenedores o geobolsas funcionarán como unidades flexibles que en conjunto conformarán un sistema de confinamiento o protección, el cual se colocará en los sitios señalados en los Estudios y Diseños de Detalle.

Los geo-contenedores se utilizarán principalmente en la conformación total o parcial de todas las Unidades Funcionales que sean consideradas en los Estudios y Diseños de Detalle, de acuerdo con las Especificaciones Técnicas.

El Concesionario deberá colocar el material de geotextil para la construcción de los geocantenedores y su respectivo relleno en acopios temporales, de forma tal que garantice la integridad del material.

El Concesionario mantendrá el registro de las cantidades de geotextil recibidas y entregará al Interventor una copia de sus registros con intervalos semanales.

Los trabajos ejecutados por el Concesionario deben ceñirse a buenas prácticas de construcción y ejecutarse de tal modo que se minimicen las interrupciones del tránsito de embarcaciones fluviales, atribuibles a ellos.

El Concesionario deberá colocar las geo-estructuras en las posiciones, líneas y niveles indicados en los planos de acuerdo con el método y secuencia de construcción.

La tolerancia admitida en la cota final de coronación de la estructura de encauzamiento será de veinte centímetros (0.20 m) en relación con la cota indicada en los planos, siempre y cuando el área final equivalga a la especificada.

Las Unidades Funcionales deberán quedar conformadas y colocadas dentro del área especificada en los Estudios y Diseños de Detalle. Igualmente, deberán ser colocados, de acuerdo con las líneas, niveles y dimensiones mostradas en los planos correspondientes a los Estudios y Diseños de Detalle deberán ajustarse a las tolerancias especificadas.

La tolerancia vertical (negativa o positiva, es decir, por debajo o por encima del nivel especificado) deberá ser como máximo veinte centímetros (0.20 m). La tolerancia horizontal para la localización de la estructura de encauzamiento será de máximo un metro (1.0 m). Las tolerancias para dos perfiles medios consecutivos (con separación de 20 m) no deberán ser negativas.

El Concesionario deberá reparar cualquier asentamiento dentro de la estructura de encauzamiento o cualquier erosión que ocurra durante su construcción. La reparación del asentamiento se realizará con materiales y métodos propuestos por el Concesionario de acuerdo con las Especificaciones Técnicas y no objetado por el Interventor.

El Concesionario debe cumplir con los ensayos y normas nacionales e internacionales que sobre este tipo de material le permitan asegurar una duración, estabilidad e integridad tanto del material, como de la obra de acuerdo con las especificaciones del Contrato, como se indica en la Sección 4.14 del Apéndice 3. El listado de normas contenido en ese apéndice no se debe entender como taxativo ni exhaustivo.

El Concesionario, dentro del Plan de Aseguramiento de la Calidad, debe entregar al Interventor un Plan de Calidad específico para los procesos de recepción de materias primas, inspección visual de estas, fabricación de los geotextiles, revisión del cumplimiento por parte de la casa fabricante de las normas y ensayos establecidos en el presente apéndice, procedimiento de enrollado, transporte, recepción, acopio y construcción de la estructura de encauzamiento. Dicho plan será verificado y monitoreado por el Interventor y su propósito debe ser el de cumplir con las especificaciones y normas nacionales e internacionales para los diferentes esfuerzos externos e internos a los que verán sometidas las obras.

### **3.2.11.1 Transporte de geotextiles**

El Concesionario deberá transportar al sitio del Proyecto solamente los materiales que cumplan con los requisitos exigidos en este Apéndice. El Concesionario deberá asegurarse que el cargue en barcazas se realice cuidadosamente, para minimizar el daño a los geotextiles y para asegurar que estos queden bien colocados en el respectivo vehículo. Los métodos apropiados serán empleados por el Concesionario para asegurarse que no haya rompimiento de las fibras durante el proceso de transporte.

El Concesionario cumplirá en todo caso con la Ley Aplicable, relacionadas con el transporte de materiales. Particularmente, el Concesionario será completamente responsable del cumplimiento de las regulaciones y efectuar todo pago concerniente, licencias, peajes, impuestos y seguros de los vehículos, seguridad en carreteras, pesada de cargue y peso por eje.

El transporte fluvial del material dragado podrá hacerse en convoyes compuestos por un remolcador y varios botes o barcazas, pero estará sometido a todas las normas sobre navegabilidad y seguridad que al respecto estén vigentes en la fecha de iniciación del contrato, por parte del Ministerio de Transporte o cualquier otra autoridad competente.

En todo momento, el Concesionario realizará el transporte de forma tal que prevea la seguridad para el transporte de dicho material. El Concesionario reportará por escrito al Interventor todos los accidentes de cualquier índole, dentro de las veinticuatro (24) horas siguientes a la ocurrencia del accidente.

El Concesionario será completamente responsable por cualquier reclamo de terceras partes y tomará todas las medidas posibles para asegurar la continuidad del transporte en caso de accidente.

El Concesionario podrá disponer de un área de acopio en el sitio del Proyecto, que puede ser en puerto fluvial existente o patios construidos por el mismo Concesionario.

El Concesionario tomará todas las medidas necesarias para asegurar que el material del acopio no sea contaminado o mezclado con otros materiales.

Se aceptará el almacenamiento temporal a orillas del río, en sitio cercano al frente de obra, siempre y cuando la pata del arrume quede situada a una distancia no inferior a veinte metros (20 m) del borde del barranco de la orilla y la altura del apilamiento no sobrepase los cuatro metros (4 m) de altura o hasta donde lo permitan los descargues sucesivos y lineales.

El Interventor podrá ordenar la sustitución por parte del Concesionario de las geoestructuras que lleguen al sitio del proyecto y no cumplan con las especificaciones. El material desaprobado deberá ser removido del sitio del Proyecto.

Cualquier material desechado en el sitio o de algún modo no aprobado por el Interventor o en cualquier lugar vertido como resultado de las operaciones del Concesionario, deberá ser removido inmediatamente por el Concesionario.

### 3.2.11.2 Especificaciones de materiales

Los siguientes aspectos deberán ser considerados en el diseño geotécnico de los geoc contendores o geobolsas:

La geo bolsa debe tener propiedades de filtro y retener el relleno durante su vida útil, y ser suficientemente robustas para soportar la manipulación durante la construcción. 800 g/m<sup>2</sup> como mínimo peso del material usado para la geo bolsa, con un tamaño de apertura característico de 0,07 mm y una permeabilidad de  $3 \cdot 10^{-2}$  m/s. Las formas y dimensiones de la bolsa deben ser tales que proporcionen una buena cobertura suave cuando arrojado en múltiples capas. Las geobolsas deben ser suficientemente resistentes a la abrasión y al punzonamiento y si se dejan caer materiales pesados sobre ellas tales como roca. Las especificaciones mínimas de referencia para el material de la geo bolsa se proporcionan en la siguiente tabla.

*Tabla 1: Especificaciones de referencia para material de geobolsas.*

Propiedades	
No tejido, perforado con aguja, material especialmente estabilizado (polipropileno (PP)).	
Masa por unidad de área	$\geq 800 \text{ g/m}^2$ para la geo bolsas
Tamaño de apertura, O <sub>90</sub>	$\geq 0.06$ y $\leq 0.08$ mm
CBR resistencia a la puntura	$\geq 4000$ N
Resistencia a la tensión	$\geq 30$ kN/m para la geo bolsas
Espesor	$\geq 4.5$ mm
Permeabilidad índice de velocidad para pérdida de cabeza de 50mm – VH <sub>50</sub>	$\geq 2 \cdot 10^{-3}$ m/s
Abrasión	Después de prueba: resistencia la tensión $\geq 75\%$ de la resistencia a la tensión especificada
Resistencia a rayos UV	$\geq 70\%$ de la resistencia a la tensión antes de la exposición a UV

El geotextil debe ser estabilizado para alcanzar una vida útil operacional no inferior a 50 años. Esto significa abordar principalmente la abrasión, la degradación UV principalmente durante el llenado y transporte, y la termo-oxidación e hidrólisis según el tipo de geotextil. La resistencia a la oxidación de las fibras (es decir, el principal parámetro de vida útil del polipropileno) es comúnmente determinado con pruebas de autoclave.

Se deberá calcular la resistencia última del geotextil, a partir del cálculo de la resistencia admisible, reducida por una serie factores de seguridad parciales asociados a distintos mecanismos. El Concesionario deberá contemplar un factor de seguridad parcial asociado a la resistencia de las costuras, un factor de seguridad parcial asociado a los daños durante la instalación, un factor de seguridad parcial asociado a la reptación (o fluencia lenta) en el geotextil, un factor de seguridad parcial asociado a la exposición de rayos UV, y un factor de seguridad parcial asociado a la degradación biológica. En todo caso, los factores de seguridad parciales deberán ser aprobados por el Interventor.

El Concesionario deberá considerar los criterios que se describen a continuación:

- La resistencia de la costura depende del tipo de costura, hilo empleado y la densidad de la puntada realizada. La eficiencia de las costuras puede variar entre el 30% y el 80% de la resistencia del geotextil. Dicha eficiencia equivale a factores

de seguridad de entre 1.5 y 2.0. Con base en esto, el factor de seguridad parcial asociado a la resistencia de las costuras considerado en el diseño deberá ser mínimo de 2.0 o aquel que el Concesionario justifique y el Interventor apruebe.

- Se deberá contemplar un factor de seguridad para considerar los daños ocasionados durante la instalación.
- Se deberá contemplar un factor de reducción por reptaciones producidas por carga continua sobre el geotextil. Con este factor se considera la reducción en resistencia y acumulación de deformaciones que experimentan los polímeros al soportar cargas continuas en el largo plazo.
- Se deberá contemplar un factor de reducción debido a la exposición a los rayos UV que ocasionan un deterioro acelerado de las estructuras con geo-sintéticos, reduciendo el tiempo de su vida útil. El factor de reducción correspondiente dependerá de la configuración de la estructura tubular y nivel de exposición a los rayos UV.
- Se deberá implementar un factor de reducción por degradación biológica en caso de considerarlo necesario. Dicho factor está asociado al posible crecimiento de vegetación, hongos o bacterias en la superficie de la estructura geosintético tubular, u a otros mecanismos biológicos que resulten en la degradación de la resistencia del geosintético.
- En todo caso, los valores de los factores de seguridad parciales contemplados por el Concesionario deberán ser revisados y no objetados por el Interventor.
- En todo caso, los materiales deberán cumplir además con las especificaciones técnicas y requisitos mínimos establecidos por la Ley Aplicable.

Los geo-contenedores deberán llenarse con arena media. Los sacos se rellenarán con arena de mayor conductividad hidráulica que el subsuelo, hasta un porcentaje que deberá ser evaluado y determinado por el Concesionario. Se deberá garantizar que el porcentaje de llenado sea el adecuado para garantizar la estabilidad del geo-contenedor y que además permita la acomodación a superficies irregulares.

El Concesionario deberá estimar el asentamiento que presentaran los geo-contenedores, ocasionados por la salida de agua y consolidación del material de llenado.

En caso de que el Interventor lo considere pertinente, podrá solicitar al Concesionario consideraciones adicionales para el diseño de los geo-contenedores o geobolsas, para garantizar su funcionalidad, los estados límites de servicio y de falla de la estructura durante su vida útil.

En todo lo pertinente, se tendrán en cuenta además las normas referentes a construcciones en geotextiles, incluyendo las indicadas en la Sección 4.14 del Apéndice Técnico 3. Estas normas y ensayos mencionados no se deben entender como taxativo ni exhaustivo, el Concesionario debe cumplir con los ensayos y normas nacionales e internacionales que sobre este tipo de material le permitan asegurar una duración, estabilidad e integridad tanto del material, como de la obra de acuerdo con las Especificaciones Técnicas.

El Concesionario debe presentar dentro de los Estudios y Diseños de Detalle, los cálculos, estudios, investigaciones para demostrar la aptitud del material y propuestas de ingeniería para contrarrestar los eventos externos e internos a los cuales se verán sometidas las estructuras de encauzamiento durante la duración del proyecto, tales como deslizamiento, arrastre debido al empuje hidrodinámico, deformación del apoyo de la estructura, rotura



del apoyo de la estructura, licuefacción, volcamiento, capacidad de soporte del suelo, estabilidad global, sobre posición, asentamientos, ruptura del geotextil, erosión interna., deformación interna, abrasión, impactos, resistencia al rasgado, permeabilidad del agua, vandalismo, exposición a la radiación, UV, rasgado, tensión, relleno de intersticios, tracción del geo-sistema, resistencia de las costuras, degradación biológica, rotura durante el llenado, colocación de las geo-estructuras, entre otros.

### **3.2.11.3 Material de llenado de geocontenedores/geobolsas**

El Concesionario podrá utilizar el material disponible en la zona o el material proveniente del dragado de mantenimiento del río, siempre que el mismo se encuentre libre de impurezas y materia orgánica.

El Concesionario debe presentar dentro de los Estudios y Diseños de Detalle una caracterización del material disponible en la zona de tal manera que asegure la aptitud y disponibilidad en los volúmenes requeridos para construir las estructuras de encauzamiento.

El Concesionario deberá definir los criterios y mecanismos de control del llenado con material granular de los geo-contenedores, con arreglo a las Normas referenciadas en este Apéndice.

El material de llenado de los geo-contenedores debe estar compuesto idealmente por arenas medias a gruesas. Las características del material de relleno podrán cambiar dependiendo del tipo de geo-contenedor que se recomiende en cada caso.

El material de relleno deberá clasificar como arenas finas, medias o gruesas, preferiblemente bien gradadas. No deberán tener un contenido de finos mayor al 35% y el tamaño máximo partícula no debe superar el de gravas finas (8.0 mm). Si el material contiene partículas mayores a este tamaño deberá tamizarse, toda vez que éstas pueden provocar rupturas o daños en el geotextil. En caso de que decidan llenarse los contenedores por medio de bombeo, el tamaño máximo de partícula deberá ser 4.75 mm (tamiz No. 4), toda vez que partículas mayores pueden provocar taponamiento.

El Consultor garantizará que el suelo a emplear en el llenado de los geo-contenedores estará libre de cualquier elemento contaminante, raíces y residuos, que estará libre de materia orgánica, que el material no se tomará de sitios donde el suelo haya estado expuesto a residuos o sustancias químicas, y que el contenido de finos del material tenga una plasticidad de media a baja.

### **3.2.11.4 Equipo mínimo**

El Concesionario deberá disponer de los equipos necesarios para colocar las formaletas estructurales en geotextil y para cargar, transportar y colocar el material de llenado.

### **3.2.11.5 Ejecución de los trabajos**

El Concesionario presentará al Interventor la programación de los trabajos de las actividades de preparación del terreno, suministro, llenado, colocación y cierre de cada formaleta estructural en geotextil.

### **3.2.11.6 Controles mínimos**

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles mínimos:

- Verificación del estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Concesionario.
- Verificación que las excavaciones que sean necesarias tengan las dimensiones y pendientes señaladas en los Estudios y Diseños.
- Comprobación de que los materiales a utilizar por el Concesionario cumplan con los requisitos exigidos por la presente especificación.

### **3.2.12. Señalización Fluvial Durante la Construcción de Obras**

El Concesionario deberá suministrar señales luminosas, boyas flotantes, cinta de precaución, luces reflectoras de acción sencilla y acción doble, balizas de advertencia para la navegación para el trabajo nocturno durante el período de ejecución de las obras, para facilitar la navegación e indicar la presencia de elementos flotantes estacionarios dentro del cauce.

Las balizas y boyas, reconocibles por su forma y color corresponden a las señales horizontales que debe instalar el Concesionario para garantizar la seguridad de la navegación en la zona de trabajo. El Concesionario debe instalar luces reflectoras para garantizar la seguridad durante los trabajos en horario nocturno y cumplir con las normas del Ministerio de Transporte.

Las señales deberán ser colocadas por el Concesionario en los sitios y en la cantidad que se especifica en las normas del Ministerio de Transporte, en especial las especificadas en el Apéndice Técnico 3, lo cual será objeto de verificación de cumplimiento por parte del Interventor y la Inspección Fluvial competente.

El Concesionario deberá mantener las señales luminosas todas las noches, entre las horas del atardecer (5:00 pm) y el amanecer (6:00 am), sobre todas las referencias topográficas cerca del canal navegable, cuando sean requeridas por el Interventor. El Concesionario deberá disponer de señales luminosas sobre todas las boyas de tamaño y localización que pudieren poner en peligro la navegación, o que la obstruyan. El Concesionario será el único responsable de todos los daños, perjuicios y demás efectos resultantes del incumplimiento de esta norma.

Adicionalmente, en caso de trabajo nocturno, el Concesionario deberá mantener, del atardecer (5:00 pm) al amanecer (6:00 am), las luces y reflectores adecuados en los equipos, plantas y zonas de trabajo, tanto en el canal navegable como en lugar de todos los trabajos, para observación e inspección detallada de los mismos.

El Concesionario debe suministrar toda mano de obra, equipo y materiales necesarios, tanto para la colocación como para el mantenimiento de todas las señales de tal forma que se garantice su correcto funcionamiento.

El Concesionario debe suministrar e instalar por lo menos una (1) valla informativa del Proyecto en T1-1 y T1-2, así como en T2-18, la valla debe instalarse antes de concluir el mes seis (6) desde la Fecha de Inicio y deberá ser mantenida por toda la duración del Contrato. El sitio de ubicación será aprobado previamente por el Interventor y por la ANI. El Concesionario deberá suministrar los elementos necesarios de reforzamiento y cimentación de ésta, para garantizar la estabilidad de la misma ante las condiciones presentes del lugar.

La totalidad del personal que labore en el Proyecto deberá portar la indumentaria de obra adecuada, tales como, petos, chalecos reflectivos, chaquetas, overoles, pantalones, cascos, botas de seguridad y demás requerimientos del Manual de Higiene y Seguridad Industrial.

Los cascos deberán llevar en el costado lateral izquierdo el logo de ANI y CORMAGDALENA y en el costado lateral derecho el logo del Concesionario.

La indumentaria de obra como petos, chalecos, chaquetas y overoles deberán llevar en la parte de adelante costado superior izquierdo el logo de ANI y CORMAGDALENA, al lado derecho el logo del Concesionario, y demás características que disponga ANI y CORMAGDALENA.

El Concesionario deberá velar por la permanencia de la señalización y disponer durante todo el tiempo de personal que se encargue de verificar que los trabajos se encuentren correctamente señalizados, en especial en horarios nocturnos y días festivos. Toda responsabilidad que se derive de accidentes ocurridos por el incumplimiento en lo referente a la señalización correrá por cuenta del Concesionario.

### **3.2.13. Medición y Control de la Ejecución**

Una vez terminada cada Unidad Funcional por parte del Concesionario se hará medición y control de dichas Unidades Funcionales para confirmar su integridad y funcionamiento. Estas mediciones se realizarán por el Concesionario en presencia de la Interventoría, quien verificará que cada una de las Unidades Funcionales cumplan en su conformación y geometría con los lineamientos, dimensiones y señalización establecidos en los Apéndices Técnicos y en los Estudios y Diseños de Detalle.

Para las Unidades Funcionales que se encuentren sumergidas, el Concesionario, con la supervisión de la Interventoría verificará las condiciones de ejecución y sus secciones transversales mediante un ecosonda digital registradora. El espaciamiento entre secciones transversales no será superior a una distancia de diez metros (10 m). En todo caso, es responsabilidad del Concesionario contar y tener disponible y en perfecto funcionamiento con el equipamiento necesario para verificar las condiciones de las Unidades Funcionales en Ejecución.

Si el Interventor encuentra diferencias entre las Unidades Funcionales diseñadas y las que son objeto de verificación, el Concesionario tiene la obligación de restablecer la integridad de estas, de acuerdo con este Apéndice.

En caso de incumplimiento de cualquiera de las especificaciones del contenido de los Estudios y Diseños de Detalle o contenidas en el presente Apéndice, se verificarán las

condiciones de las Unidades Funcionales diariamente hasta tanto se restablezca la integridad de las mismas.

Si se llegaren a presentar discrepancias entre el Interventor y el Concesionario se aplicará lo previsto en el Contrato para la resolución de dichas discrepancias.

### **3.3. Señalización y Balizaje Permanente**

#### **3.3.1. Descripción y alcance**

Esta especificación se refiere al suministro, almacenamiento, fabricación (corte, soldadura, acabado, etc.) pintura e instalación de señales preventivas permanentes de las Unidades Funcionales. El acero para emplear que se especifica para las señales finales será de tipo estructural ASTM-A-36 y se fabricará e instalará de acuerdo con lo indicado en los Estudios y Diseños de Detalle, las Especificaciones Generales de Construcción del Ministerio de Transporte y lo especificado en esta sección.

Las señales serán construidas, siguiendo las normas de los manuales vigentes de señalización y balizaje del Ministerio de Transporte.

Las señales consistirán en un tubo en acero de doce (12,0) pulgadas de diámetro, Schedule 40 y diez (10,0 m) de longitud, en el extremo superior se instalará un banderín metálico de forma triangular con altura de un metro (1,0 m) y longitud de dos metros (2,0 m). El acabado del banderín será en pintura reflectora por ambos lados. Las soldaduras requeridas se realizarán de acuerdo con las normas AWS y AISC con electrodos tipo E-70-XX. La tubería que conforma las señales preventivas permanentes tendrá soldadas también unas "tapas" del mismo diámetro y media pulgada de espesor para evitar la entrada de agua. Previa la instalación de la tubería, ésta se deberá limpiar y pintar con pintura anticorrosiva y de acabado final, con el fin de garantizar reflectividad.

### **3.4. Plan de Obras**

#### **3.4.1. Entrega y Revisión**

- (a) Dentro de los cuatrocientos treinta (430) Días siguientes al Acta de Inicio de Ejecución, el Concesionario deberá haber presentado un Plan de Obras detallado de acuerdo con lo establecido en este Apéndice. Este Plan de Obras deberá presentarse en formato electrónico, utilizando una herramienta computacional tipo Microsoft Project o similar a través del SICC.
- (b) El Plan de Obras deberá desarrollar la ejecución de todas las Unidades Funcionales que se describen de manera expresa en el Apéndice 0 del Contrato, y de acuerdo con las especificaciones de Diseño de detalle, así como para garantizar la durabilidad y resistencia que se espera de tales Unidades Funcionales.

- (c) El Plan de Obras para cada una de las Unidades Funcionales en la Etapa de Construcción deberá cumplir con lo especificado en los Apéndices 0 y 1 del Contrato y cualquier otra norma o estipulación prevista en el Contrato y sus Apéndices.
- (d) La elaboración del Plan de Obras será de responsabilidad del Concesionario y este asume tanto la responsabilidad por el resultado del Plan de Ejecución, así como los riesgos derivados de la ejecución del contrato con base en estos y no servirá de excusa al Concesionario para el no cumplimiento de los resultados requeridos en las Especificaciones Técnicas o cualquier otra de sus obligaciones bajo el Contrato.
- (e) Dicho Plan de Obras será revisado por el Interventor y la ANI en los términos establecidos en el Contrato.
- (f) Es obligación del Concesionario la ejecución de las Unidades Funcionales dentro de los plazos previstos en el Cronograma de Ejecución contenido en el Plan de Obras,

#### **3.4.2. Contenido mínimo**

- (a) El Plan de Obras deberá contener el cronograma de ejecución de las Unidades Funcionales indicando el recurso humano y equipamiento que se utilizarán en las mismas. El Concesionario deberá ejecutar todas las Unidades Funcionales de forma totalmente acorde con los Estudios y Diseños de Detalle y en todo caso cumpliendo con las obligaciones de resultado que se prevén en el Contrato de Concesión y en los Apéndices Técnicos.
  - (i) Los trabajos deben ceñirse a las buenas prácticas de construcción, las condiciones hidrológicas e hidráulicas de la corriente, y ejecutarse de tal modo que se minimicen las interrupciones del tránsito de embarcaciones fluviales.
  - (ii) Como parte de los Estudios y Diseños de Detalle, el Concesionario deberá presentar un Plan de Obras, en el que se incluyan los aspectos cruciales del Proyecto para lograr los objetivos planteados en los tiempos estimados. La relación de todos los ítems de obra de cada Unidad Funcional, con sus paquetes de trabajo y respectivas actividades desglosadas.
  - (iii) Las actividades deben estar secuenciadas y con las correspondientes precedencias, fecha de inicio, fecha de fin, ruta crítica, tipo de actividad y cantidades (volúmenes, anchos, longitud, profundidad), definidas para cada Unidad Funcional.
  - (iv) Este documento deberá incluir la relación de todos los ítems de obra de cada intervención con sus precedencias, tiempos de ejecución, recursos de personal y requerimientos de equipos, desagregada para cada Unidad Funcional y consolidada para toda la Etapa de Construcción.

- (v) Los plazos máximos para la finalización de las Unidades Funcionales serán los que se indican a continuación:
- Para la UF 1: máximo 990 Días desde el Acta de Inicio de la Etapa de Construcción.
  - Para la UF 2: máximo 1140 Días desde el Acta de Inicio de la Etapa de Construcción.
  - Para las UF 3, 4, 5, 6, 16: máximo 480 Días desde el Acta de Inicio de la Etapa de Construcción.
  - Para las UF 17 y 18: máximo 360 Días desde el Acta de Inicio de la Etapa de Construcción.
  - Para las UF 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15: máximo 1590 Días desde el Acta de Inicio de la Etapa de Construcción.
- (b) En todo caso, el Plan de Obras no podrá contradecir lo establecido en el Contrato y/o sus Especificaciones Técnicas.
- (c) El Plan de Obras deberá contener como mínimo:
- (i) El desglose de los frentes de trabajo por Unidad Funcional.
  - (ii) Plan de adquisición y acopio de los materiales necesarios para la construcción de las obras, para garantizar el flujo necesario durante la construcción.
  - (iii) El volumen de obra a ejecutarse por semana en cada Unidad Funcional.
  - (iv) Fechas por Unidad Funcional e Intervención.
  - (v) La descripción de la maquinaria o equipos a ser utilizados, referenciando sus características, descripción, cantidades y ubicación de cada frente de trabajo, con su respectiva programación. Así también, se deberá indicar la disponibilidad de los equipos en obra.
  - (vi) El programa de señalización de las obras durante la ejecución para no interrumpir el tránsito de embarcaciones por el Canal Navegable.
  - (vii) La descripción de las instalaciones que se utilizarán para la ejecución de las Unidades Funcionales, indicando su ubicación, número, y duración de la ocupación -en el caso de no ser permanentes -.