

**CONTRATO DE CONCESIÓN No [•] DE 201[•]  
Apéndice D – Estudios de Detalle**

**CONTENIDO DE ESTUDIOS DE DETALLE<sup>1</sup>**

**VOLUMEN I ESTUDIO DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA Y GEOTÉCNIA**

- CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCE
- CAPITULO 2. GENERALIDADES
- CAPITULO 3. DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA
- CAPITULO 4. ESTUDIO DE ANTECEDENTES
- CAPITULO 5. ESTUDIOS DE CAMPO
- CAPITULO 6. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**VOLUMEN II ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES VEHICULARES, PEATONALES, OBRAS DE ARTE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN**

- CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
- CAPITULO 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO
- CAPITULO 3. TRABAJOS DE CAMPO
- CAPITULO 4. CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO
- CAPITULO 5. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN
- CAPITULO 6. ANÁLISIS GEOTÉCNICO
- CAPITULO 7. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO
- CAPITULO 8. OBRAS COMPLEMENTARIAS
- CAPITULO 9. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**ANEXOS**

---

<sup>1</sup> Este Apéndice presenta el contenido del Estudio de Detalle (“Fase III”) que deberá ser utilizado por el Concesionario para la preparación de sus propios diseños detallados a ser presentados a la Interventoría y a la ANI, considerando las directrices, parámetros y metas de desempeño técnico definidas en el Contrato y sus apéndices técnicos.

**VOLUMEN III ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACION DE TALUDES**

- CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
  - CAPITULO 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO
  - CAPITULO 3. DIAGNOSTICO GEOTÉCNICO
  - CAPITULO 4. PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS
  - CAPITULO 5. TOPOGRAFÍA
  - CAPITULO 6. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y/O ESTABILIZACIÓN
  - CAPITULO 7. PROPUESTAS DE SOLUCION
  - CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- ANEXOS

**VOLUMEN IV ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO**

- CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
  - CAPITULO 2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
  - CAPITULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE
  - CAPITULO 4. TRABAJOS DE CAMPO
  - CAPITULO 5. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
  - CAPITULO 6. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES
  - CAPITULO 7. DISEÑO DE MEZCLAS
  - CAPITULO 8. ESTUDIO DE TRANSITO
  - CAPITULO 9. DISEÑO DEL PAVIMENTO
  - CAPITULO 10. SECCIONES TRANSVERSALES
  - CAPITULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- ANEXOS

**VOLUMEN V ESTUDIO DE GESTIÓN PREDIAL, SOCIAL Y AMBIENTAL**

**VOLUMEN VI ESTUDIO DE SEÑALIZACION**

**CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES**

**VOLUMEN VII INFORME FINAL RESUMEN**

El Informe Final de los estudios comprende los alcances, metodología, resultados, cálculos, planos, conclusiones y recomendaciones de cada una de las áreas que lo conforman, cuyo contenido y alcances generales se describen a continuación.

El presente apéndice presenta de manera general los estudios que como mínimo se deben llevar a cabo en los proyectos de infraestructura vial que están a cargo de la Agencia Nacional de Infraestructura, la aplicabilidad de cada uno de los mismos depende de las condiciones particulares de cada proyecto y del alcance establecido en el **Contrato** de Concesión.

## ***VOLUMEN I - ESTUDIO DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA Y GEOTECNIA***

El Informe Final de los estudios de geología para ingeniería y geotecnia, deberá constar de los siguientes capítulos:

### **CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES**

#### **1.1 OBJETIVO**

El **Concesionario** deberá presentar el resultado de los estudios, que permitan la definición de las características del proyecto y determinar mediante una evaluación y análisis detallados, los aspectos de estabilidad y seguridad, clasificación de excavaciones, sitios establecidos para el suministro de materiales de construcción y de disposición de materiales sobrantes.

#### **1.2 ALCANCES**

Se presentaran a escala detallada los aspectos de estabilidad y seguridad, clasificación de explanaciones para suministro de materiales de construcción y disposición de materiales sobrantes, así como todo lo relacionado con el impacto ambiental, con lo cual se pretende satisfacer los siguientes requisitos:

- Elaborar en detalle la investigación geológica y geotécnica en las zonas inestables, ponteaderos, fuentes de material y botaderos identificados en la zona del Corredor Concesionado
- Proponer los taludes mas favorables para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad de las explanaciones para las diferentes zonas de comportamiento homogéneo, teniendo en cuenta las posibles fuentes de amenaza o riesgo.
- Establecer el comportamiento de los cauces naturales en relación con la socavación, transporte y sedimentación de materiales. Los diseños que contemplen intervención de cauces propenderán por mínimas intervenciones.
- Garantizar la estabilidad de la fundación de los terraplenes y otras estructuras, teniendo en cuenta las fuentes de amenaza.
- Proponer las medidas preventivas para mantener razonablemente la estabilidad de las explanaciones, con énfasis en la utilización de materiales de bajo costo para tales tratamientos.
- Proponer los procedimientos y etapas constructivas adecuadas para reducir la inducción de inestabilidad durante la construcción teniendo en cuenta los parámetros geológicos, geotécnicos y ambientales establecidos para tal fin.

- Recomendar los sitios apropiados de explotación de materiales de construcción, los cuales cumplan las normas de calidad, a menor costo y acorde con la viabilidad ambiental.
- Recomendar los sitios apropiados para disponer los materiales sobrantes y el manejo de los mismos de acuerdo con lo estipulado en el EIA.
- Efectuar la más acertada estimación posible del costo por los movimientos de tierras, con base en una adecuada clasificación de los materiales.
- Recomendar la necesidad de introducir mejoras al proyecto desde el punto de vista geométrico acorde con las condiciones geológicas más favorables para realizar los cortes, y en concordancia con los riesgos y amenazas evaluadas.
- Definir de manera conjunta con la geotecnia la localización más adecuada para adelantar los trabajos de exploración de campo mediante la realización de perforaciones mecánicas en los sitios inestables, Corredor Concesionado, fuentes de materiales, sitios de disposición de sobrantes, sitios de ponteaderos, etc.

## **CAPITULO 2. GENERALIDADES**

En este capítulo el **Concesionario** presentara la localización del proyecto y comentara brevemente los propósitos contractuales, etapas y alcances de los estudios.

## **CAPITULO 3. DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA**

El **Concesionario** describirá brevemente la metodología utilizada en los estudios, la cual deberá ser coherente con los estudios geotécnicos.

## **CAPITULO 4. ESTUDIO DE ANTECEDENTES**

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

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

## **CAPITULO 5. ESTUDIOS DE CAMPO**

Los estudios relacionados en este capítulo se presentarán de acuerdo a los alcances señalados, con reconocimiento geológico y geotécnico de superficie, exploración del subsuelo, ensayos “in situ” o en el laboratorio de tal manera que se tenga la caracterización geológica del Corredor Concesionado, de los sitios inestables en particular, se identifiquen las fuentes de materiales, los sitios de disposición de sobrantes y las condiciones geológicas particulares de los sitios de ponteadero.

## **CAPITULO 6. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El **Concesionario** presentará en este capítulo, en forma clara y concisa, los diseños geotécnicos así como las conclusiones y recomendaciones correspondientes a los aspectos tratados en los capítulos precedentes, consignados en los informes y documentos que se deben anexar.

## **VOLUMEN II - ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES VEHICULARES, PEATONALES, OBRAS DE ARTE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCION**

El Informe Final FASE III sobre los estudios de suelos para el diseño de fundaciones de puentes y otras estructuras de contención deberá tener los siguientes capítulos:

### **CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES**

#### **1.1 OBJETIVO**

Comprende la realización de exploración y caracterización detallada de los suelos en los sitios en que se ubicarán obras especiales, conforme los requerimientos para el desarrollo de los estudios a nivel de Fase III.

#### **1.2 ALCANCES**

Complementar mediante sondeos y apiques la exploración del suelo de fundación de las obras proyectadas, incluyendo los puentes ya estudiados.

### **CAPITULO 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO**

#### **2.1 LOCALIZACIÓN**

Consiste en indicar la ubicación geográfica y/o urbana del proyecto, de la cual se deberá adjuntar un esquema. Se indicará la carretera, ruta y sector al que pertenezca.

#### **2.2 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

La información preliminar que debe recopilarse hace referencia a: Topografía y Diseño Geométrico, Geología, Hidráulica, Hidrología, Estructuras, Planos, Estudio de Impacto Ambiental y todo lo que se considere se debe incluir como estudios anteriores, etc.

#### **2.3 DESCRIPCION DEL PROYECTO**

Apoyado en la visita de campo y con la información disponible, se hará una descripción general del proyecto desde el punto de vista geométrico, morfológico, incluyendo requerimientos estructurales de cada una de las estructuras proyectadas.

### **CAPITULO 3. TRABAJOS DE CAMPO**

Incluye todo lo relacionado con la descripción del tipo de perforaciones realizadas, su localización y abscisado, número y profundidad.

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

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

#### **CAPITULO 4. CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO**

Para determinar las características del subsuelo se deberá tener en cuenta la descripción geológica del sitio del proyecto indicando los tipos de rocas predominantes, disposición estructural y propiedades mecánicas, acompañados de los ensayos de laboratorio para clasificación, como son Granulometría, Límites de Atterberg, humedad natural y de resistencia a lo largo del perfil del suelo, densidad, etc.

Igualmente, de requerirse, se realizarán los ensayos necesarios para conocer la resistencia y deformación o compresibilidad del suelo de fundación, anexando los resultados.

##### **Perfil Estratigráfico**

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

#### **CAPITULO 5. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN**

En el caso que se requiera este tipo de análisis, deben resumirse los resultados de los de los estudios hidráulicos e hidrológicos contenidos en el volumen correspondiente, referidos al cálculo de la socavación general y local del cauce en el sitio del ponteadero, presentando los resultados obtenidos, los cuales se tendrán en cuenta para definir el sistema de cimentación.

#### **CAPITULO 6. ANÁLISIS GEOTECNICO**

En el análisis geotécnico, se requiere evaluar la alternativa mas conveniente, indicando el tipo y profundidad de la cimentación, previo análisis de la capacidad portante y deformación, al igual que las características geométricas de la cimentación; anexando la memoria de cálculos, incluyendo gráficas y toda aquella información que dé claridad al estudio.

#### **CAPITULO 7. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO**

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

#### **CAPITULO 8. OBRAS COMPLEMENTARIAS**

Se recomendarán obras complementarias que sean requeridas para el adecuado funcionamiento de la estructura, en las cuales deberá incluirse su diseño y planos requeridos.

## **CAPITULO 9. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Se presentarán en forma sucinta, las características físicas del suelo y los parámetros de resistencia al corte utilizados en el diseño al igual que los resultados alcanzados referentes a: tipo, profundidad y cota de cimentación, dimensiones y número de elementos, magnitud de la profundidad de socavación, valor de la capacidad portante y parámetros de deformación vertical y horizontal.

Se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

### **ANEXOS**

1. Esquema Localización de los Sondeos
2. Registros de perforaciones
3. Resultados de ensayos de laboratorio
4. Memorias de cálculo: Análisis de estabilidad, Diseños de obras complementarias
5. Planos topográficos, geológicos y de obras (en planta y perfil según el caso)
6. Fotografías del sitio en estudio.

## ***VOLUMEN III - ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACION DE TALUDES***

Los Estudios de estabilidad y estabilización de taludes tendrán como mínimo los siguientes alcances:

### **CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES**

#### **1.1 OBJETIVO**

Se deberá elaborar un programa de investigación y caracterización geológica y geotécnica de las áreas identificadas como potencialmente inestables a lo largo del Corredor Concesionado, que permita recomendar las obras de estabilización necesarias para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad y operación durante el período de diseño de la vía.

#### **1.2 ALCANCES**

Investigar detalladamente el comportamiento geomecánico de las formaciones rocosas y las propiedades físico-mecánicas de los suelos, con el fin de obtener los parámetros necesarios para la realización de los análisis de estabilidad.

### **CAPITULO 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO**

#### **2.1 LOCALIZACION**

El **Concesionario** deberá definir la localización de la zona en estudio y anexar un esquema de su ubicación, indicando la carretera y sector al que pertenece, así como recopilar la



información relacionada con los antecedentes que considere apropiados para adquirir un conocimiento global de problemas de estabilidad en el sector en estudio.

## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Apoyados en la visita de campo y la información disponible, se hará una descripción general del sitio inestable y de su zona de influencia.

### **CAPITULO 3. DIAGNOSTICO GEOTÉCNICO**

Como resultado del reconocimiento de la zona, se podrán establecer las posibles causas de los fenómenos de inestabilidad y se identificará el problema de tal forma que se pueda establecer su mecanismo de falla, los factores detonantes y contribuyentes a la inestabilidad y a partir de éstos, definir un programa de actividades que conduzcan a proponer alternativas para formular las medidas preventivas y correctivas adoptadas como solución.

### **CAPITULO 4. PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS**

Para sitios críticos se adelantará un plan de exploración del subsuelo y ensayos, con el fin de determinar las características físicas y parámetros de resistencia requeridos para llevar a cabo el análisis de estabilización de los taludes.

El **Concesionario** deberá realizar por lo menos cuatro perforaciones mecánicas en cada sitio inestable, las cuales deberán llevarse a profundidades tales que permitan precisar la posición de la superficie de falla, o espesores de las capas de suelos involucradas en los movimientos, los materiales presentes y posición de niveles de roca o suelos competentes y la localización de los niveles freáticos. se complementara la exploración mediante sondeos geofísicos, empleando sísmica de refracción y sondeos geoelectricos, con el objeto de tener una geología detallada en estos sitios.

Se requiere explorar el Corredor Concesionado mediante sondeos mecánicos cada 500 metros.

La profundidad a la cual deberán llevarse las perforaciones de investigación, será definida de común acuerdo con la Interventoría, previo concepto técnico del geólogo y del geotecnista del **Concesionario**. El **Concesionario** deberá elaborar registros detallados de las labores de perforación, llenando el cuaderno de perforaciones en el cual se dejará registro de los horarios de trabajo, el equipo utilizado, tipo de brocas, diámetro de tubería de perforación, tubería de revestimiento, materiales encontrados, rendimientos obtenidos, personal empleado, y registro de cualquier situación particular que se presente durante la operación. Este documento deberá ser verificado en su contenido y aprobado por la Interventoría.

### **CAPITULO 5. TOPOGRAFÍA**

Para los sitios críticos se realizará el levantamiento topográfico, que abarque la zona afectada y se presentarán planos con curvas de nivel entre uno y cinco metros según sea el caso. Dichos planos se harán a escala 1:200 ó 1:500, definiendo en ellos puntos de control topográfico de seguimiento del fenómeno, debidamente referenciados con mojones de concreto. Igualmente, se deberá indicar todo tipo de corrientes de agua existentes en la zona y la posición de la corona, sus flancos, pata y los escarpes principales y secundarios.

## **CAPITULO 6. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y/O ESTABILIZACIÓN**

Esta etapa tiene como fundamento realizar el estudio geotécnico, que defina el comportamiento mecánico de la masa en movimiento, que conduzca a la determinación del grado de estabilidad, mediante la evaluación del factor de seguridad, en el caso de que el mecanismo de falla permita dicho análisis.

Con base en lo anterior, se deberán recomendar las obras de estabilización definiéndose sus características morfológicas y geométricas, de tal manera que permitan su construcción. Del mismo modo deberán tenerse en consideración los aspectos ambientales inherentes a las condiciones de los sitios a estabilizar

## **CAPITULO 7. PROPUESTAS DE SOLUCION**

El **Concesionario** deberá presentar las diferentes propuestas de solución para los sitios de inestabilidad identificados, y plantear desde el punto de vista técnico y económico, la alternativa más viable.

## **CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Además de concluir acerca de los criterios establecidos y los resultados obtenidos, se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se estime conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objeto del estudio.

## **ANEXOS**

1. Planos generales de localización
2. Esquema localización de los sondeos
3. Registro de perforaciones, y registro fotográfico de cajas de muestras.
4. Resultados de ensayos de laboratorio
5. Memorias de cálculo: Memorias de estabilidad, Diseños de obras
6. Planos topográficos, geológicos y de obras (en planta y perfil, según el caso).
7. Fotografías

## ***VOLUMEN IV - ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO***

Los estudios de Fase III para el diseño del pavimento, tendrán los siguientes alcances:

### **CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES**

#### **1.1 OBJETIVO**

El Volumen IV sobre el contenido de los estudios para la pavimentación, debe reflejar las guías y ayudas de trabajo que se presenta a continuación para las evaluaciones y análisis requeridos en el diseño de rehabilitaciones, y/o reforzamientos y/o estructuras nuevas de pavimento.

#### **1.2 ALCANCES**

Identificar mediante exploración de campo los materiales que conforman la subrasante en toda la longitud del Corredor Concesionado, y/o la estructura del pavimento existente.

Caracterizar mediante ensayos de laboratorio los suelos representativos de subrasante y homogenizar mediante los resultados de CBR de diseño y/o los datos de tránsito proyectado, sectores homogéneos para el diseño de la estructura del pavimento y/o rehabilitación y/o reforzamiento.

## **CAPITULO 2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Este capítulo deberá contener la descripción de la zona en la cual se desarrollará el proyecto, indicando: los pisos térmicos que atravesará, los diferentes tipos de suelos existentes, las zonas geológicas y demás características de la vía, tales como topografía del terreno, anchos de la calzada y bermas, etc.

Debe incluir un esquema de localización de la vía en estudio, indicando poblaciones importantes sobre la vía, distancias en kilómetros, red de carreteras que influyen en la vía en estudio, límites departamentales, etc.

## **CAPITULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE**

Este capítulo deberá contener una recopilación y análisis de toda la información que represente alguna utilidad para el proyecto. También deberán consultarse los archivos de otras entidades que tengan que ver con la carretera en estudio gubernamentales o privadas.

La información que se consulte hace referencia principalmente a los siguientes aspectos: Geología, Topografía, Suelos y fuentes de materiales, Drenaje y Sub- drenaje, Tránsito, Ambientales, Diseño de mezclas y Diseño de pavimentos.

## **CAPITULO 4. TRABAJOS DE CAMPO**

Deberá contener una descripción de la organización de los trabajos de campo, así como sus características principales, tales como: tipo de exploración (manual o mecánica), su localización (indicando el abscisado.) y su profundidad (que deberá ser como mínimo entre 1.50 m., y 2.00 m., por debajo del nivel de sub- rasante proyectada) para el caso de estructuras nuevas de pavimento.

Las investigaciones de campo incluyen la planeación, localización, ejecución de perforaciones y/o apiques y toma de muestras para ensayo.

Los objetivos del muestreo incluyen: determinación de los espesores de los diversos estratos y/o estructura del pavimento existente, obtención del material para los ensayos requeridos de laboratorio y eventualmente, propiedades mecánicas de materiales, la ejecución de ensayos “in-situ”

El número y tamaño de las muestras deberá ser suficiente para determinar la clasificación de suelos, elaborar las curvas de compactación y realizar los ensayos de resistencia y demás pruebas que sean necesarias de acuerdo con las características del proyecto. Antes de completarse la investigación de campo, se debe haber desarrollado e integrado un plan preliminar de ensayos de laboratorio, con el fin de tener certeza de que el número y tamaño de las muestras tomadas son representativas de los materiales existentes a lo largo del Corredor Concesionado.

La separación entre perforaciones y apiques, será controlada por el tipo y perfil de los suelos que se vayan encontrando, tomando además como referencia la información obtenida durante la ejecución de los trabajos de campo de los estudios anteriores. Por lo tanto, se deberá precisar su posición estableciendo un patrón de espaciamiento normalizado, buscando además que su ubicación coincida en lo posible con los sitios donde se garantice que la subrasante se encuentre a profundidades que puedan ser alcanzadas durante la ejecución de la exploración. Cuando se detectan variaciones significativas entre perforaciones consecutivas, se deberán realizar adicionales en puntos intermedios entre estas.

El muestreo deberá ser sistemático y su plan deberá ser puesto a consideración y aprobación de la Interventoría. Se deben utilizar los procedimientos normalizados para la identificación y clasificación de las muestras previamente a su envío al laboratorio.

Una vez se obtengan las muestras, el **Concesionario** deberá elaborar el programa de ensayos de laboratorio, el cual deberá ser aprobado por la Interventoría

## **CAPITULO 5. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS**

### **5.1 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

La investigación de laboratorio abarca todos los ensayos y clasificación necesarios para identificar adecuadamente las condiciones del suelo a lo largo del Corredor Concesionado. Los ensayos se deberán realizar de acuerdo con las normas vigentes del INVIAS, y para las pruebas no contempladas por ellas, se aplicarán los estándares de ICONTEC y ASTM, en este orden.

### **5.2 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS**

Obtenida la clasificación, se deberá elaborar un perfil detallado de los suelos de subrasante a lo largo del proyecto, a partir del cual se definirán unidades homogéneas de diseño. Una unidad homogénea de diseño es un tramo de vía en la cual las características geológicas y de drenaje natural, las condiciones climáticas y topográficas presentan una razonable uniformidad y la exploración geotécnica permite establecer la predominancia de suelos que controlarán el diseño del pavimento. De igual manera, la unidad requiere uniformidad en tránsito de diseño.

Si en un determinado tramo se presenta gran heterogeneidad en los suelos de subrasante, que no permitan la determinación de uno de ellos como predominante, el diseño se basará en el más desfavorable que se encuentre.

Las muestras de suelos se clasificarán utilizando el criterio de AASHTO y la USC.

La información anterior, así como la descripción detallada de cada suelo se condensarán en perfiles estratigráficos por apique o sondeo, debidamente referenciados.

## **CAPITULO 6. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES**

Este capítulo se refiere a la localización, selección, ubicación y clasificación de fuentes de materiales para la construcción y/o rehabilitación y/o refuerzo de la estructura del pavimento, concretos estructurales, terraplenes, pedraplenes y otros usos y al acopio de

información necesaria para obtener los permisos de explotación ante las autoridades competentes, teniendo en cuenta los criterios y requisitos establecidos en el Estudio de Impacto Ambiental y/o licencia ambiental.

Se deberán realizar las excavaciones necesarias por medio de sondeos, apiques, trincheras u otros procedimientos para determinar los volúmenes disponibles de materiales y obtener las muestras representativas, las cuales se deberán someter a ensayos que permitan definir la bondad de los materiales para los diversos usos, teniendo en cuenta las especificaciones generales y particulares de construcción de materiales aplicables al proyecto.

Este capítulo deberá contener los resultados tanto de los trabajos de campo, como de los ensayos de laboratorio realizados sobre muestras representativas de las fuentes estudiadas, así como la determinación de volúmenes aprovechables y métodos de explotación.

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

Se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio aplicables contemplados en las especificaciones generales de construcción del INVIAS según el uso que se pretenda dar a los materiales de las diferentes fuentes. Si la calidad, cantidad, disponibilidad o costo de los materiales de las fuentes disponibles no permite la construcción de subbases y bases convencionales, se deberán estudiar alternativas de estabilización de los materiales disponibles, empleando aditivos químicos o cualquier otro que sea aplicable y presentando los cálculos y resultados de los diseños respectivos.

Para el caso de las mezclas asfálticas y de hormigón, se deberán presentar los cálculos y los resultados de los diseños de laboratorio, con los análisis y conclusiones correspondientes. En todos los casos, se deberá incluir tanto la información pertinente a los componentes constitutivos de las mezclas, como a su combinación.

Las distintas variedades de materiales, deberán ser sometidas a análisis petrológicos mediante secciones delgadas, con el fin detectar la presencia de compuestos que pudieran afectar contra la durabilidad y buen comportamiento de los materiales como parte de la estructura del pavimento.

## **6.1 TRABAJOS DE CAMPO**

Los trabajos de campo comprenden la Exploración, localización y acceso.

En este aparte se hará la descripción y caracterización de las fuentes de materiales, describiendo los sitios donde se realicen apiques y perforaciones.

Igualmente, deberá presentarse un esquema de localización indicando los accesos y el estado de los mismos, distancias a la obra, así como puntos de investigación del sub-suelo, en concordancia con los requerimientos del Plan de Manejo Ambiental.

## **6.2 ENSAYOS DE LABORATORIO**

Se presentarán los resultados de todos los ensayos de laboratorio llevados a cabo, indicando los usos y métodos de explotación para cada fuente.

Así mismo, se presentará en forma clara el volumen aprovechable, lo mismo que el material de descapote de las fuentes seleccionadas.

### **6.3 ANÁLISIS PLAN DE UTILIZACION**

Se debe elaborar un plan de utilización de fuentes y acarreos de materiales para cada fuente estudiada.

El plan de utilización de fuentes y materiales, debe indicar las abscisas de origen y terminación del proyecto, el nombre de las ciudades o poblaciones correspondientes a estas abscisas. Debe incluir una descripción clara del sitio de ubicación de la fuente anotando la abscisa y la carretera o carretable en la cual se encuentra ubicada.

Es importante anotar si hay acceso a la fuente. En caso contrario, se debe indicar la longitud de construcción y las cantidades de obra necesarias para la construcción del acceso.

Se debe indicar el uso previsto para los materiales en la construcción de: terraplenes, sub-base granular, base granular, base asfáltica, de gradación abierta, concreto, asfáltico, doble riego con emulsión asfáltica.

Debe indicar el volumen estimado del material a utilizar por cada fuente de material.

Se deberá indicar en caso de ser necesaria la utilización de explosivos o cualquier técnica especial para la explotación de la fuente.

## **CAPITULO 7. DISEÑO DE MEZCLAS**

Se informarán los resultados de laboratorio del diseño de las diferentes mezclas que se prevea van a emplearse en la construcción y/o rehabilitación y/o reforzamiento del pavimento, indicando en cuadros y/o gráficos los análisis correspondientes y las conclusiones deducidas.

En particular, se tendrán en cuenta estabilizaciones para suelos de sub-rasante o para cualquier capa de pavimento, así como mezclas asfálticas y de concreto. Se deberán indicar, además, recomendaciones especiales y en caso de ser necesario formular las especificaciones particulares en cuanto a fabricación y/o construcción.

## **CAPITULO 8. ESTUDIO DE TRANSITO**

Deberá incluir los parámetros del análisis de tránsito adoptado para el diseño de la estructura nueva de pavimento y/o rehabilitación y/o reforzamiento, de tal forma que permita calcular el número acumulado de ejes equivalentes a 8.2 toneladas en el carril de diseño, para el periodo de diseño y las alternativas consideradas.

Para el estudio de alternativas de pavimentos asfálticos, el análisis se realizará de acuerdo con los procedimientos descritos en el Manual para el Diseño de Pavimentos Asfálticos en Vías con bajos volúmenes de tránsito o en el Manual para el Diseño de Pavimentos Asfálticos en Vías con Medios y Altos Volúmenes de Tránsito, según corresponda. Estos manuales han sido adoptados oficialmente por la Agencia, el INVIAS y el Ministerio de Transporte. El período de diseño del pavimento, será el que establezca el manual respectivo, de acuerdo con las características de la vía.

Se podrán presentar otras alternativas de pavimento, presentando las respectivas justificaciones técnicas y económicas y las respectivas especificaciones y guías de construcción y las normas de materiales y ensayos de laboratorio.

## **CAPITULO 9. DISEÑO DEL PAVIMENTO**

Contendrá un estudio y análisis completo de la alternativa(s) propuestas(s) de acuerdo con los manuales de diseño de pavimentos del INVIAS y las directrices aplicables de la Agencia. Para tal fin, se tendrá en cuenta la información geotécnica y el análisis de tránsito. Se podrán presentar, además, alternativas con tipos de pavimentos no contemplados en los manuales y directrices, acompañadas de un riguroso soporte técnico que demuestre su superioridad o equivalencia estructural y de comportamiento, respecto de las anteriores.

Los tipos de estructuras que se recomienden, deberán estar adaptados a los materiales disponibles y a las características climáticas de la región del proyecto.

En el informe deberán indicarse, además, los métodos de construcción, así como las especificaciones particulares que deberá cumplir cada capa del pavimento.

Como complemento, pero nunca en reemplazo de los anteriores diseños, se pueden presentar alternativas que impliquen el uso de materiales no previstos en los métodos recomendados. Dichas alternativas pueden comprender el uso de geotextiles, geomallas, escorias, cenizas, otros estabilizantes diferentes al cemento Pórtland y la emulsión asfáltica, pavimentos de hormigón reforzado con juntas, etc. En todos los casos, la alternativa deberá suplir y deberá estar soportada por sistemas y procedimientos aprobados por una entidad de normalización competente en la materia.

## **CAPITULO 10. SECCIONES TRANSVERSALES**

Deberán incluirse los planos de las secciones típicas, de las diferentes secciones transversales del pavimento, a saber: corte en cajón, corte a media ladera y terraplén, indicándose las características más importantes, así como situaciones particulares. Los dibujos pueden hacerse a escala o indicando claramente las dimensiones, de todos los elementos de cada sección transversal.

## **CAPITULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Deberán indicarse las que resulten de todo el estudio teniendo en cuenta aquellas situaciones particulares, propias del proyecto.

### **ANEXOS**

- Mapa de localización del proyecto.
- Registro de perforaciones de exploración en el terreno.
- Resultados de ensayos de laboratorio.
- Perfil estratigráfico en toda la longitud del proyecto.
- Memorias de cálculo
- Fotografías.

### ***VOLUMEN V – GESTION PREDIAL, SOCIAL Y AMBIENTAL***

Los estudios detallados en las áreas predial, social y ambiental serán realizados de acuerdo con los requerimientos del contrato de concesión y sus Apéndices social, predial y

ambiental, considerando las directrices de la Vicepresidencia de Planeación, Riesgos y Entorno de la Agencia, y las normas aplicables

## ***VOLUMEN VI – ESTUDIO DE SEÑALIZACION***

### **CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES**

#### **1.1 OBJETIVO**

El **Concesionario** deberá efectuar el estudio y diseño de la señalización tanto vertical como horizontal de la vía, de acuerdo al Manual de Señalización vigente, tomando en cuenta los resultados de los análisis de visibilidad encontrados.

Se diseñarán los tipos de soporte estructural necesarios así como su cimentación.

#### **1.2. ALCANCES**

Una vez definida la geometría horizontal, vertical y transversal de la vía, el **Concesionario** mediante el empleo de Software especializado hará simulación de las condiciones viales, que permitan mediante el uso del vehículo de diseño más desfavorable para esta ocasión, hacer análisis de visibilidad en la dirección del abscisado y en sentido contrario a éste, que permita determinar mediante el uso del modelo, las dificultades que tendría el usuario durante la operación de la vía.

Conociendo las distancias disponibles de visibilidad, el **Concesionario** podrá determinar la ubicación de las diferentes señales de tránsito (informativas, preventivas y reglamentarias), dispositivos de control y seguridad y líneas de demarcación de borde y de adelantamiento en el eje, de acuerdo con lo establecido en el “Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia”, actualmente vigente y con las Especificaciones Generales de Construcción. El resultado se materializará en los planos del proyecto.

Se diseñarán los tipos de soporte estructural necesarios así como su cimentación.

Se presentará la ubicación de cada tipo de señal con su diseño respectivo, indicando sus dimensiones y contenido; así mismo se presentarán los cuadros resúmenes de las dimensiones de las mismas.

El diseño de la señalización deberá ser compatible con el diseño geométrico de la vía, de manera que las señales no generen riesgo y tengan buena visibilidad en concordancia con la velocidad del proyecto.

## ***VOLUMEN VII - INFORME FINAL RESUMEN***

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