REPÚBLICA DE COLOMBIA
GOBERNACIÓN DEL TOLIMA

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y HÁBITAT
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA EL ESPINAL - COELLO EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

IBAGUE - TOLIMA
2022

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6

1.1. DEFINICIONES Y CONCEPTOS 6

1.2. OBJETIVO 6

1.3. ENTREGA DE PRODUCTOS 7

1.4. CRONOGRAMAS 7

2. ALCANCE TÉCNICO DE LA CONSULTORÍA 8

2.1. VOLUMEN I. ESTUDIO DE TRÁNSITO, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO 8

2.1.1. CAPITULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCE 8
2.1.2. CAPITULO 2. INFORMACIÓN SECUNDARIA 8
2.1.3. CAPITULO 3. ESTUDIOS DE CAMPO 9
2.1.4. CAPITULO 4. MODELOS ANÁLISIS Y PROYECCIONES DE TRÁNSITO 10
2.1.5. CAPITULO 5. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO 11
2.1.6. CAPITULO 6. OTROS ANÁLISIS 12
2.1.7. CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 13
2.1.8. ANEXOS 14

2.2. VOLUMEN II. TOPOGRAFÍA, DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL 15

2.2.1. CAPITULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCE 15
2.2.2. CAPITULO 2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GEORREFERENCIADA 16
2.2.3. CAPITULO 3. CRITERIOS DE DISEÑOS 20
2.2.4. CAPITULO 4. SEGURIDAD VIAL 21
2.2.5. CAPITULO 5. SEÑALIZACIÓN VIAL 22
2.2.6. CAPITULO 6. PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO 23
2.2.7. CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES 24
2.2.8. ANEXOS 25

2.3. VOLUMEN III. GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA Y GEOTÉCNICA 29

2.3.1 CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 29
2.3.2 CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA 30
2.3.3 CAPITULO 3. ESTUDIO DE ANTECEDENTES Y GENERALIDADES 30
2.3.4 CAPITULO 4. ESTUDIOS DE CAMPO 31
2.3.5 CAPITULO 5. ESTUDIOS DE FUENTES DE MATERIALES 31
2.3.6 CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 34
2.3.7 ANEXOS 34

2.4. VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES, OBRAS DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN 35

2.4.1 CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 35
2.4.2 CAPITULO 2. TRABAJOS DE CAMPO 35
2.4.3 CAPITULO 3. CARACTERISTICAS DEL SUBSUELOS 36
2.4.4 CAPITULO 4. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN 36
2.4.5 CAPITULO 5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO 36
2.4.6 CAPITULO 6. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO 37
2.4.7 CAPITULO 7. OBRAS COMPLEMENTARIAS 37
2.4.8 CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 37
2.4.9 ANEXOS 37

2.5. VOLUMEN V. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES 39

2.5.1. CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 39
2.5.2. CAPITULO 2. DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO INICIAL DEL CORREDOR Y SITIOS CRITICOS 39
2.5.3. CAPITULO 3. PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS 40
2.5.4 CAPITULO 4. TOPOGRAFÍA EN SITIOS CRÍTICOS 41
2.5.5 CAPITULO 5. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE 41
2.5.6 CAPITULO 6. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES 41
2.5.7 CAPITULO 7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y/O ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN SITIOS CRÍTICOS 41
2.5.8 CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 42
2.5.9 ANEXOS 42

2.6. VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS 43

2.6.1 CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 43
2.6.2 CAPITULO 2. DESCRIPCION DE LA METODOLOGÍA 45
2.6.3 CAPITULO 3. INFORMACION EXISTENTE 46
2.6.4 CAPITULO 4. TRABAJO DE CAMPO 46
2.6.5 CAPITULO 5. CARACTERISTICAS GEOTÉCNICAS 47
2.6.6 CAPITULO 6. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES 49
2.6.7 CAPITULO 7. DISEÑO DE MEZCLAS 51
2.6.8 CAPITULO 8. ESTUDIO DE TRÁNSITO 51
2.6.9 CAPITULO 9. DISEÑO DE PAVIMENTOS 52
2.6.10 CAPITULO 10. SECCIONES TRANSVERSALES 52
2.6.11 CAPITULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 53
2.6.12 ANEXOS 53

2.9. VOLUMEN VII. ESTUDIO DE HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA Y SOCAVACIÓN 54

2.9.1 CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 54
2.9.2 CAPITULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS 54
2.9.3 CAPITULO 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS 57
2.9.4 CAPITULO 4. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN 60
2.9.5 CAPITULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO 61
2.9.6 CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 62

2.10. VOLUMEN VIII. ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS 63

2.10.1 CAPITULO 1. OBJETIVOS, ALCANCE Y GENERALIDADES 63
2.10.2 CAPITULO 2. ESTUDIOS REQUERIDOS 67
2.10.3 CAPITULO 3. PROYECTO ESTRUCTURAL 67
2.10.4 CAPITULO 4. PLANOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN 68
2.10.5 CAPITULO 5. ESTUDIO DE PATOLOGIAS Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES 69
2.10.6 CAPITULO 6. CANTIDADES DE OBRA Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN 72
2.10.7 CAPITULO 7. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS 72
2.10.8 CAPITULO 8. PRESUPUESTO OBRAS 73
2.10.9 INFORME FINAL 73
2.10.10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 73

2.11. VOLUMEN IX. URBANISMO Y PAISAJISMO 74

2.11.1. CAPITULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCE 74
2.11.2. CAPITULO 2. INFORMACIÓN BÁSICA 75
2.11.3. CAPITULO 3. ANÁLISIS POR GENERAR 76
2.11.4. CAPITULO 4. OBJETIVOS Y ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO 77
2.11.5. CAPITULO 5. DISEÑO DE LAS SOLUCIONES POR IMPLEMENTAR 79
2.11.6. CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 81

2.12. VOLUMEN X. GESTIÓN PREDIAL 82

2.12.1 CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCE 82
2.12.2 CAPITULO 2. PLANO GENERAL DE AFECTACIÓN PREDIAL 82
2.12.3 CAPITULO 3. INVESTIGACIÓN CATASTRAL 83
2.12.4 CAPITULO 4. AFECTACIÓN CON MAYOR IMPACTO 83
2.12.5 CAPITULO 5. OBRAS ADICIONALES 83
2.12.6 CAPITULO 6. PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL 84
2.12.7 CAPITULO 7. REGISTRO FOTOGRÁFICO 84
2.12.8 CAPITULO 8. MATRIZ DE DIAGNOSTICO PREDIAL 84
2.12.9 CAPITULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 85

2.13. VOLUMEN XI. GESTION AMBIENTAL Y SOCIAL DEL PROYECTO 86

2.13.1 CAPITULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES 86
2.13.2 CAPITULO 2. PLAN DE ADAPTACIÓN DE LA GUIA AMBIENTAL - "PAGA" 87
2.13.3 CAPITULO 3. COMPONENTE SOCIAL 94
2.13.4 CAPITULO 4. NORMATIVIDAD AMBIENTAL Y SOCIAL 97

2.14. VOLUMEN XII. CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTO y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN 103

2.14.1 OBJETIVO Y ALCANCES 103
2.14.2. CAPITULO 2. CANTIDADES DE OBRA 103
2.14.3. CAPITULO 3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN 104
2.14.4. CAPITULO 4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS 105
2.14.5. CAPITULO 5. PRESUPUESTO 109
2.14.6. CAPITULO 6. PROGRAMACIÓN DE OBRA Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA E INVERSIÓN, PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS Y DE MATERIALE 115
2.14.7. CAPITULO 7. PRODUCTOS ENTREGABLES 120
2.14.8. CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 120

2.15. VOLUMEN XIII. EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DEL PROYECTO 121

2.15.1 CAPITULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES 121
2.15.2 CAPITULO 2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO 122
2.15.3 CAPITULO 3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN 123
2.15.4 CAPITULO 4. DIAGNOSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN 124
2.15.5 CAPITULO 5. DETERMINACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO 125
2.15.6 CAPITULO 6. INDICADORES ECONÓMICOS 127
2.15.7 CAPITULO 7. COSTOS Y BENEFICIOS NO CUANTIFICADOS 128
2.15.8 CAPITULO 8. ALANCE DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA 128
2.15.9 CAPITULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 128

2.16. VOLUMEN XIV. INFORME FINAL EJECUTIVO 130

2.16.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 130
2.16.2. IMPORTANCIA DEL PROYECTO 130
2.16.3. FICHA TÉCNICA 130
2.16.4 ENTREGA DE DOCUMENTOS A LA ENTIDAD 131

1. INTRODUCCIÓN

En este documento se describe de una manera clara, ordenada y objetiva la forma en que el consultor debe desarrollar los estudios y diseños de las obras necesarias para garantizar el mejoramiento de la vía Natagaima - La Palmita, en el departamento del Tolima, de tal forma que los productos entregados sean verdaderamente la solución ingenieril construible más adecuada para este importante proyecto. Estos "REQUERIMIENTOS TECNICOS" son una guía básica que el consultor deberá seguir sin perjuicio de poder aportar más al objetivo de obtener unos diseños óptimos y claros que le permitan a la ENTIDAD contratar su ejecución o su siguiente etapa sin ningún contratiempo técnico.

1.1. DEFINICIONES Y CONCEPTOS

Para efectos de este documento, se entiende el término **"*Mejoramiento de Carreteras",*** como el cambio de especificaciones y dimensiones de la vía o puentes existentes; para lo cual se hace necesaria la construcción de nuevas obras de infraestructura y mejorar la existente, permitiendo una adecuación de la vía a los niveles de servicio requeridos por el tránsito actual y proyectado. - **"Rehabilitación de Carreteras"** llevar a la vía a sus condiciones de servicio inicial sin afectar sus especificaciones o dimensiones - **"Pavimentación de Carretera"** recubrir con una capa de rodadura flexible, rígida o mixta la superficie de una carretera que se encuentre en afirmado o se limite a material granular. - **"Conexión Vial"** como la unión de dos centros poblados o puntos con una ubicación especifica mediante una carretera nueva o existente.

1.2. OBJETIVO

El objetivo del contrato resultante del presente concurso de méritos es realizar los ***"CONTRATAR LA CONSULTORIA TECNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA Y AMBIENTAL, PARA LA REALIZACION DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VIA EL ESPINAL – COELLO EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA"***, con una longitud total aproximada de 2,00 Kilómetros.

El estudio comprende la elaboración de los diseños a nivel de fase III y que entre otros aspectos incluye el diseño geométrico, la estructura de pavimento, terraplenes, obras hidráulicas y diseño de la solución de todos los sitios críticos que se encuentren en el tramo en estudio, bien sea por inestabilidades de taludes inferiores o superiores, caídas de banca, derrumbes, atención de puntos de alta accidentabilidad y demás problemas que se presente en la vía, con el fin de mejorar la condiciones de seguridad de los usuarios y estabilidad de las obras y la disminución de los tiempos de viaje de estos usuario y garantizar la transitabilidad.

1.3. ENTREGA DE PRODUCTOS

La ENTIDAD exigirá al consultor, la totalidad de los estudios y diseños al finalizar el plazo del contrato y/o como quede establecido en el Cronograma de actividades y programa de inversiones realizado por el Consultor y aprobado por la Interventoría.

El Consultor deberá programar de acuerdo a su experticia y experiencia un cronograma de actividades para realizar oportunamente los trabajos y acciones requeridas para cumplir con las entregas de los volúmenes y/o productos, en los plazos previstos y establecidos por la ENTIDAD, En ningún caso el consultor podrá aumentar el tiempo para la ejecución de los trabajos.

1.4. CRONOGRAMAS

El consultor deberá elaborar un cronograma de ejecución de estudios teniendo en cuenta las áreas que intervienen en el desarrollo de los estudios las cuales serán programadas en función de las entregas solicitadas por la ENTIDAD en el numeral 1.3

Una vez se firme el respectivo contrato, el Consultor tiene CINCO (5) días calendarios para entregar a la ENTIDAD el Cronograma de Ejecución, el cual se enviará inmediatamente a la Interventoría para su revisión y aprobación, sin esta no se podrá dar la correspondiente orden de iniciación.

2. ALCANCE TÉCNICO DE LA CONSULTORÍA

2.1. VOLUMEN I. ESTUDIO DE TRÁNSITO, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO.

2.1.1. CAPITULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1.1.1. OBJETIVOS GENERALES

- Obtener los datos de viajes inicialmente y transformarlos al tránsito, para poder definir el tipo de proyecto a estructurar y adoptar los parámetros de diseño geométrico y de la sección transversal de la vía.
- Efectuar los estimativos de capacidad y niveles de servicio y examinar su consistencia con la demanda máxima proyectada para el período establecido como horizonte del proyecto.

2.1.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Cuantificar los flujos de transporte considerando las dinámicas actuales y futuras que se den en la zona de influencia directa e indirecta del proyecto.
- Identificar el tránsito atraído, desviado y generado, tanto de carga como de pasajeros.
- Obtener el TPD actual y futuro.
- Conocer la velocidad de operación actual.
- Determinar el número acumulado de ejes equivalentes a 8.2 toneladas en el carril de diseño.
- Conocer el comportamiento de la accidentalidad e identificar los puntos o tramos críticos de la vía existente con fines de diseño.
- Conocer el estado de la señalización existente.
- Aportar información para la formulación de los planes de manejo de tránsito.
- Definir el tipo de proyecto de mejoramiento y facilitar la adopción de los parámetros de diseño geométrico.
- Brindar información de las situaciones con y sin mejoramiento.
- Efectuar los estimativos de capacidad y niveles de servicio y examinar su consistencia con la demanda máxima proyectada para el período establecido como horizonte del proyecto.

2.1.2. CAPITULO 2. INFORMACIÓN SECUNDARIA

Las fuentes de información secundaria se definirán con base en las particularidades del área de influencia. Sin embargo, en términos generales, el Consultor deberá remitirse a la información de volúmenes de tránsito existente en el INVIAS, ANI, Ministerio de Transporte y demás entidades correspondientes, así como a otros estudios semejantes que se hayan elaborado en el sector, que puedan servir como referente de análisis de volúmenes de tránsito, velocidad, accidentalidad, señalización, toneladas de carga movilizadas, proyecciones y demás registros que aporten al cumplimiento de los objetivos y alcances del presente estudio. Toda la información secundaria que se

obtenga será analizada, criticada, revisada y ajustada antes de ser utilizada por el Consultor. El informe presentado será correctamente referenciado y en los casos necesarios se obtendrán las autorizaciones correspondientes para poder utilizar la información. El documento correspondiente a la información secundaria deberá ser estudiado y avalado de común acuerdo con la Interventoría., teniendo en cuenta la calidad, confiabilidad y credibilidad de dicha información.

Los análisis de demanda de transporte tomarán como referente las estadísticas socioeconómicas, demográficas, de producción y consumo que registran entidades del orden nacional como el DANE, si la vía tiene importancia en el comercio internacional, serán consultados adicionalmente documentos de los gremios y de entidades como la DIAN que mantienen información detallada de dicho comercio.

2.1.3. CAPITULO 3. ESTUDIOS DE CAMPO

Con base a la información obtenida en la recolección de información, el consultor complementará los estudios trabajando en este caso con información primaria que requiere la aplicación de estudios de campo, entre los que se pueden citar: aforos vehiculares sobre el corredor en estudio y sobre las vías alternas, encuestas de origen destino, encuestas de preferencias declaradas, velocidades e inventarios.

Para este caso el Estudio de Transito tendrá como principal insumo las encuestas de origen destino que se deben ejecutar en las frontera, las cuales se complementarán con los aforos vehiculares que permitan su posterior expansión y asignación. Los aforos vehiculares se deben hacer como mínimo durante 7 días 24 horas en la zona de influencia del proyecto.

Toda la información de campo deberá ser estudiada y avalada de común acuerdo con la Interventoría del contrato. Para la información primaria a recolectar se podrá utilizar aplicaciones tecnológicas de última generación como contadores electrónicos, filmaciones de video o cualquier dispositivo electromecánico que permita el conteo de vehículos y que redunden en el mejoramiento de la calidad respecto de las metodologías tradicionales, para la implementación de cualquier dispositivo se deberá describir en la metodología y contará con la aprobación de la interventoría. La planeación y metodología de las encuestas de viajes y aforos de tránsito debe ser descrita, examinada y propuesta por el consultor y analizada y aprobada por la interventoría con todos sus elementos incluyendo la selección de los puntos de toma de información, formatos a utilizar, registros de información, equipos de conteo y capacitación de encuestadores y/o aforadores.

La información de campo para aforos se registrará en formatos en periodos de una hora, clasificándolos de acuerdos con el tipo de vehículos (livianos, buses y camiones), en el caso de camiones se discriminará por número de ejes (C-2 pequeño, C-2 grande, C-3, C-4, C-5 y mayor a C-5). Para este caso en donde el componente de motos, bicicletas y peatones es significativo, los mismos deberán cuantificarse en estos conteos, ver tabla siguiente.

Tabla 1. Tabla de equivalencia para diferentes vialidades

TIPO DE VEHÍCULO	AUTOMOVILES DIRECTOS EQUIVALENTES (ADE)
Bicicletas	0,50
Motocicletas	1,00
Automóviles, taxis, vehículos comerciales livianos	1,00
Buses	3,00
Vehículos comerciales medianos y pesados	3,00

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS

En este capítulo se debe describir la metodología empleada para la recolección de la información de campo y se deben presentar los principales análisis de resultados: volúmenes vehicularas por días de la semana, distribución por tipo de vehículo, distribución direccional y comportamiento horario del tránsito, entre otros, para los aforos vehiculares. Para el caso del análisis de las encuestas origen destino se debe incluir: tipo de vehículo, tipo y número de ejes del camión, tipo de carga de los camiones, ocupación del vehículo, motivo del viaje, y frecuencia; se exige el cálculo de una matriz origen-destino de la zona de influencia del proyecto desagregada por zonas que posteriormente permitan la asignación del tránsito y estimación del volumen de la vía.

2.1.4. CAPITULO 4. MODELOS ANÁLISIS Y PROYECCIONES DE TRÁNSITO

Para realizar el pronóstico del tránsito se debe partir de las características específicas de cada proyecto, es decir con la revisión del tipo y escala del proyecto, especificando su categoría como local, zonal o regional. De acuerdo a la longitud del proyecto se requerirá caracterizaciones por tramos homogéneos para un mayor detalle del Estudio. El cálculo de volúmenes vehiculares debe incluir la estimación del tránsito atraído y el tránsito generado, además, se deben estudiar dos momentos: el año base, que es el periodo correspondiente a los datos con los cuales se hace la calibración preliminar del modelo, y los horizontes de planificación, que corresponden a aquellos escenarios de futuro en los cuales se hace la simulación con el modelo de transporte.

El análisis requiere tener la matriz origen-destino de viajes de la red vial de la zona de influencia del proyecto, en donde se incluirá el nuevo corredor, posteriormente se asignan estos viajes que permitan estimar la demanda de tránsito del corredor en estudio. La cuantificación del volumen del tránsito será discriminado en sus clasificaciones y flujos más significativos e importantes, lo que permitirá obtener el valor del Tránsito Promedio Diario -TPD- por tipo de vehículo.

El objeto final de este numeral es poder estimar los parámetros básicos esenciales para el diseño de pavimentos tales como el “número de ejes equivalentes” y la distribución por tipo de vehículos pesados

y de carga por eje para obtener el espectro real de carga. Para poder proyectar el tránsito se debe definir las tasas de crecimiento a utilizar partiendo del comportamiento de las series históricas de conteos del INVIAS en comparación con otros indicadores económicos de crecimiento, ya sean el poblacional, del parque automotor y del producto interno bruto, nacional y regional.

La selección y adopción de modelos de proyección se determinará luego de evaluar taxativamente la situación particular planteada por el proyecto propuesto. No se recomienda ningún modelo en particular para efectuar las proyecciones, podrán emplearse varios tipos de modelos; desde los más sencillos hasta aquellos que conllevan una mayor elaboración matemática o estocástica, según convenga al proyecto. Dada la complejidad de predecir el futuro, se recomienda generar como mínimo dos escenarios de crecimiento, uno optimista y uno moderado. También es conveniente realizar análisis de sensibilidad de los resultados ante cambios en las principales variables que influyen en el pronóstico del tránsito relativo, tránsito atraído, tránsito generado y la tasa de crecimiento.

Además de la cuantificación del volumen del tránsito, discriminado en sus clasificaciones y flujos más significativos e importantes, el análisis de tránsito presentará como resultados mínimos lo siguiente:

- Variación diaria del volumen de tránsito
- Cálculo del tránsito promedio diario anual
- Periodo de diseño
- Proyección del volumen de tránsito futuro al año base o de puesta en servicio del pavimento
- Proyección del volumen total de tránsito en el periodo de diseño
- Volumen de vehículos pesados esperados en el primer año de servicio
- Estimativo de ejes de 8.2 toneladas

2.1.5. CAPITULO 5. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

Con base principalmente en los resultados y considerando los parámetros definidos en el manual de diseño geométrico del INVIAS así como en otras condiciones, se procederá a efectuar una estimación de la capacidad de la vía, hasta el año que se estime como final de la vida útil del proyecto, en períodos de 5 en 5 años para conocer la gradualidad en la capacidad de la infraestructura. También podrá utilizarse el Software disponible para estos análisis y simulaciones, definiendo conjuntamente con la Interventoría los parámetros básicos o "datos de entrada".

Es necesario interactuar en el estudio de los temas de "capacidad" y "nivel de servicio" con el apoyo del especialista en trazado geométrico, profesional que posiblemente propondrá con su experiencia criterios para establecer o definir el nivel de servicio deseado de acuerdo con la jerarquía del proyecto dentro de la red vial nacional y sus condiciones y características topográficas.

Así mismo, se analizará la calidad que ofrecerá la vía durante su operación y servicio, bajo las condiciones de tránsito estimadas o proyectadas, aplicando los criterios o los elementos fundamentales para evaluar el "nivel de servicio" en condiciones de "velocidad de flujo libre o continuo", como son la velocidad y la relación entre el "Volumen de Demanda" o Intensidad de Demanda y la "Capacidad" (V/C o I/C). La estimación de "capacidad" y "niveles de servicio" deberá realizarse no sólo para el tramo crítico de la vía, sino para una sección típica de la misma. Para la estimación de los mismos deberán utilizarse los manuales vigentes del INVIAS o extranjeros, particularmente el Highway Capacity Manual (HCM), debidamente calibrados a las condiciones propias del país, en cuanto a composición vehicular y topografía principalmente.

Se considerarán los diferentes factores que afecten o influyan en la capacidad y servicio de la estructura; características de los vehículos, tipo de operación, condiciones de la vía, efectos climáticos, y otros; o aquellos referentes a la circulación, sección transversal, pendiente, velocidad, visibilidad, entre otros. Se investigará específicamente los máximos volúmenes observados, la distribución direccional, la composición del tránsito y las fluctuaciones del tránsito en el tiempo.

El análisis deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan verificar las características geométricas óptimas del proyecto, en forma tal que atienda un volumen de tránsito correspondiente al nivel de servicio establecido. De otro parte, se tendrá en cuenta los factores medio-ambientales consignados en el Volumen del "Programa de la Adaptación de la Guía Ambiental" - PAGA.

2.1.6. CAPITULO 6. OTROS ANÁLISIS

El Consultor deberá presentar, en forma complementaria a los análisis de tránsito, un análisis de accidentalidad con base en la información disponible, a través de la oficina de tránsito, Alcaldías, administradores viales y/o demás entidades pertinentes.

- Análisis de accidentalidad

  Se considera de vital importancia analizar los factores que inciden en la ocurrencia de accidentes, en cada uno de los tramos o puntos críticos identificados a partir de las estadísticas existentes.

  Si bien es cierto que son muchos los factores que inciden en la ocurrencia de accidentes, tales como: Factores humanos, factores vehiculares, factores ambientales, factores de la vía, volumen de tránsito y velocidad; interesa centrar el análisis en los cuatro últimos para proponer algunas acciones, en el marco de la rehabilitación de la infraestructura existente, que ayuden a reducir los índices de accidentalidad.

  Con respecto a los factores asociados a la vía, se encuentra que el mal estado de la infraestructura es uno de los más determinantes, así que con las tareas de rehabilitación se

esperaría lograr una reducción de los accidentes debidos a este factor. Se debe cuantificar entonces la cantidad de accidentes ocurridos atribuibles al mal estado de la infraestructura y con base en ellos estimar la reducción en los índices de accidentalidad.

Así mismo, la falta de señalización es otra de las causas importantes que se deben analizar. El inventario de señalización realizado y la cuantificación de los accidentes atribuibles a esta causa permitirán evaluar en forma aproximada la reducción de accidentes debida a la intervención en materia de señalización.

En términos generales, el análisis de accidentalidad debe considerar como mínimo:

- ✓ Las causas y correlaciones de los accidentes.
- ✓ Los factores que incrementan o reducen el riesgo.
- ✓ Los factores que podrían modificarse mediante intervenciones

El análisis de accidentalidad se abordará en forma conjunta con el especialista en diseño geométrico, de tal forma que sea posible efectuar una valoración, análisis e identificación de sitios potencialmente riesgosos o que pueden aumentar la severidad del accidente, asociando esta evaluación con el análisis desde el punto de vista geométrico de la vía, con el fin de proponer y diseñar las soluciones.

- Análisis de intersecciones

En aquellos lugares en donde se presenten intersecciones importantes con vías de jerarquía similar, o se prevean conflictos de tránsito que puedan inducir riesgo de accidentalidad, tales situaciones deberán modelarse, con el objeto de identificar el tipo de intersección a utilizar, a nivel o desnivel.

En cada una de las intersecciones o pasos urbanos a evaluar con modelos de Micro-simulación, el Consultor deberá evaluar al menos dos o tres alternativas para elegir entre ellas la mejor solución y precisar de esa manera la estimación de costos en la construcción de infraestructura.

2.1.7. CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan verificar las características geométricas óptimas del proyecto, en tal forma que se prevea un volumen de servicio correspondiente al nivel de servicio elegido para el proyecto.

El conjunto de los estudios de tránsito, será un insumo fundamental para la actuación de otros especialistas indispensables en los estudios y diseños requeridos por un proyecto vial. Sus resultados y recomendaciones permitirán la verificación o el ajuste de las características geométricas óptimas dispuestas para el proyecto, como se exigen en el Volumen del “Estudio de Trazado y Diseño

Geométrico" de manera que garanticen teóricamente la administración de un volumen de tránsito que corresponda al nivel de servicio elegido para el proyecto.

De igual forma, los resultados del Estudio de Transito servirán como base fundamental para los cálculos y el diseño del pavimento a construir, que conforman el Volumen del "Estudio Geotécnico para el Diseño de Pavimento". También el análisis de las demandas de tránsito vehicular proyectadas, junto con los criterios y parámetros adoptados en el diseño geométrico vial, permitirán la mejor elaboración del capítulo del "Estudio de Seguridad Vial y Señalización", correlativo a la prevención de la accidentalidad, como elemento indispensable del diseño integral de una infraestructura vial.

Adicionalmente, las consideraciones y resultados del Estudio de Transito serán un referente primario para la elaboración del Volumen del "Programa de la Adaptación de la Guía Ambiental. Los efectos del tránsito en términos de contaminación ambiental y polución por ruido, entre otros, son materia de especial análisis del campo ambiental.

Finalmente, los resultados del Estudio de Transito, y particularmente los volúmenes de Tránsito Promedio Diario -TPD- serán esenciales para los estudios del Volumen Evaluación Económica del Proyecto que posiblemente mostrará de manera más precisa en términos económicos las bondades del proyecto.

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

2.1.8. ANEXOS

Toda la información secundaria que haya sido utilizada para el desarrollo del Estudio de Tránsito será organizada en medio digital y se catalogará de tal forma que se facilite su consulta, tanto por parte del Interventor, como por cualquier otra persona que en el presente o en el futuro se encuentre interesada en acceder a esa información.

Toda la información primaria obtenida mediante estudios de campo será almacenada en bases de datos, según los estándares que se hayan acordado con el Interventor.

2.2. VOLUMEN II. TOPOGRAFÍA, DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

2.2.1. CAPITULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.2.1.1. OBJETIVOS

- El Estudio de Trazado y Diseño Geométrico, consiste en la definición y ajuste del trazado existente de la vía teniendo en cuenta el corredor actual, las características de los accesos, condiciones de capacidad, velocidades de operación y cumpliendo especificaciones técnicas mínimas exigidas en cuanto a radios de curvatura, pendiente y otros elementos con el fin de ofrecer una vía adecuada para garantizar menores tiempos de viaje y menores costos de operación. Este deberá ser definido, integrando geología, geotecnia, ambiental y la definición de las obras principales necesarias para garantizar la estabilidad del proyecto.
- En concordancia y una vez definido el diseño geométrico se debe realizar el diseño de la señalización y establecer los parámetros y ajustes para el tema de seguridad vial de forma tal que se brinde a los usuarios de la vía y la estructura seguridad y bienestar.

2.2.1.2. ALCANCES

- El consultor deberá definir un diseño geométrico acorde con las normas y criterios establecidos en El Manual de Diseño Geométrico del INVIAS vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños. En el caso que el manual no contemple un criterio, se podrá hacer referencia a la ASSTHO teniendo en cuenta las condiciones particulares para el caso Colombiano.
- El trazado se deberá ajustar lo máximo posible al corredor existente, integrar e interactuar con los estudios geológicos, geotécnicos y ambientales del corredor, con el propósito de garantizar condiciones de estabilidad, de esta manera se hará necesario efectuar modificaciones al trazado de manera iterativa hasta conseguir que cumpla con todas las condiciones.
- Materializar la totalidad del eje en planta y verificar en campo el cumplimiento de los criterios y consistencia geométrica del diseño, respecto a los contornos topográficos de la ladera, tal como lo especifica el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS.
- Se deberá realizar un análisis de amenaza a procesos de remoción en masa e identificación de sitios críticos del alineamiento proyectado con el fin de que sea un condicionante del trazado y para que todas las decisiones y obras apunten a la solución de estas problemáticas.
- La información suministrada con relación al alcance y las actividades a realizar, deben interpretarse como una guía general al Consultor, para la ejecución de los estudios.

- Si el estudio lo contempla y si se considera pertinente se deberá realizar el trazado en un software de modelación, el cual permita realizar de manera sencilla los cambios necesarios, y a su vez los actualice en el resto del diseño, además debe permitir una vista simultanea de los diseños en planta, en perfil y la sección transversal.
- Para tal efecto, a partir del trazado geométrico de la vía, el consultor realizará el estudio de señalización y seguridad vial para todo el proyecto, para lo cual debe apoyarse en información primaria del estudio de tránsito, como los datos de estadísticas de accidentalidad de la policía de tránsito y/o fondo de seguridad vial, con el fin de determinar los puntos críticos y plantear las soluciones a que haya lugar
- Como se trata de un proyecto de mejoramiento, el consultor deberá diseñar un plan de manejo de tránsito, buscando que sea mínimo el impacto sobre la movilidad durante el tiempo que dure la construcción del proyecto.

2.2.2. CAPITULO 2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GEORREFERENCIADA

La información cartográfica y topográfica son los insumos a partir de los cuales se desarrollan los trabajos propios de este volumen, por lo cual es de vital importancia que se cumplan los criterios establecidos en las especificaciones técnicas de los productos geográficos base y se garantice un estricto control de calidad en los trabajos realizados tanto en campo (levantamiento) como en oficina (análisis y procesamiento).

Con las tecnologías disponibles de adquisición de información topográfica digital de alta precisión se realizan diseños geométricos ajustados rigurosamente sin la necesidad de hacer levantamientos topográficos exhaustivos de todo el corredor. Sin embargo en el momento no es posible prescindir completamente de la topografía de campo convencional ya que es necesario realizar el amarre horizontal y vertical del proyecto así como los levantamientos detallados de acuerdo con los requerimientos de cada especialidad o área técnica para zonas de interés como puentes, viaducto, ponteaderos, portales, inestabilidades, zonas boscosas, puntos de zonas de inundación importantes entre otros.

El consultor podrá escoger la tecnología para el levantamiento y procesamiento de la información entre Sensor Remoto Aerotransportado, aerofotografías (digitales o digitalizadas) para restitución fotogramétrica digital, imágenes de satélite o levantamientos topográficos convencionales, así como el procedimiento a seguir, siempre y cuando el nivel de detalle de los productos geográficos generados alcancen una escala 1:100, para lo cual, se aceptará una tolerancia en precisión de máximo 0,20 m.

Las imágenes podrán ser de cualquier tipo existentes en archivo lo más recientes posibles que tengan la posibilidad de obtener el Modelo de Elevación Digital (DTM). Se podrá combinar dos tipos de imágenes con el fin de obtener los productos deseados a las escalas requeridas.

2.2.2.1. ACTIVIDADES DE TOPOGRAFÍA

Las actividades a realizar de topografía se describen a continuación:

2.2.2.1.1. Georreferenciación

- Para efectos de establecer la red geodésica de georreferenciación para el proyecto, cada 1 km a lo largo del mismo, se materializarán un par de mojones intervisibles, fabricados en concreto, de forma trapezoidal o de pata de elefante en caso de ser fundidos in situ, con las siguientes dimensiones: base de 30 cm x 30 cm y una altura mínima de 60 cm; se recomienda que la parte superior del mojón sobresalga de la superficie del terreno una distancia mínima de 10 cm.
- Cada mojón deberá tener una placa de bronce o aluminio en su parte superior, marcada con el nombre del consultor, numero de contrato, numero consecutivo del mojón, GOBERNACION DEL TOLIMA y fecha de ejecución.
- La ubicación de los mojones deberá ser establecida teniendo en cuenta que no sean afectados con las obras a realizar y que garanticen una máscara de despeje de mínimo 30º.
- La red de mojones ubicada en el proyecto deberá ser posicionada con GPS doble frecuencia de última generación creando una red geodésica de alta precisión con el método estático diferencial con doble determinación usando un mínimo de 4 equipos. Los vértices deberán ser determinados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.
- El consultor deberá entregar las especificaciones de cada uno de los equipos GPS utilizados para el posicionamiento, así como los parámetros de las antenas utilizadas. Los equipos deberán ser doble frecuencia sin excepción y preferiblemente tener sistema RTK y GLONASS.
- Para realizar los cálculos el consultor deberá utilizar las efemérides precisas del IGNS para las semanas en que se realizó el posicionamiento. Los archivos de las efemérides precisas deberán ser entregados, al igual que los archivos del posicionamiento en formato RINEX.
- El consultor deberá entregar los puntos de apoyo utilizados de la Red Magna-Sirgas (estaciones permanentes), los formatos de descripción de cada vértice, los esquemas de determinación, los resúmenes de ocupación, el resumen de cálculos y el cuadro de coordenadas calculadas.

2.2.2.1.2. Amarre Horizontal

A partir de la red de georreferenciación, se establecerá la poligonal del eje definitivo del proyecto, la cual deberá cerrarse en cada pareja de GPS, con una precisión mínima de 1:10.000.

Es recomendable, para efectos del replanteo, que los vértices (PI) de la poligonal del eje de proyecto se referencien con mojones en concreto, (se recomienda el método tradicional de cuatro mojones por vértice) ubicados en lugares donde no sean afectados por la realización de las obras y en donde puedan perdurar la mayor cantidad de tiempo. Estas referencias también podrán localizarse en zonas duras como muros, cabezotes, puentes, entre otros, que garanticen condiciones de estabilidad.

Algunos de los mojones de estas referencias, pueden cumplir una doble función: para referenciación horizontal y para el amarre vertical (BM's), por lo cual se recomienda numerarlos consecutivamente de acuerdo a la poligonal e identificarlos según su función, la localización de las referencias y sus mojones deben estar plenamente identificadas mediante coordenadas ligadas al proyecto y dibujadas en los respectivos planos de planta -perfil. Los mojones de referenciación se fabricaran con dimensiones de 10 cm x 10 cm y profundidad de 30 cm con su respectiva placa de numeración.

2.2.2.1.3. Amarre Vertical

La poligonal realizada anteriormente deberá ser nivelada y contra nivelada utilizando como bases los BM's para hacer los cierres parciales.

Para hacer el amarre vertical se determinarán los NP's del IGAC disponibles a lo largo del proyecto y a partir de estos se establecerá la metodología para corregir el error vertical de las nivelaciones.

De no existir NP's o ser escasos se podrá trasladar cotas a los puntos de la red de georreferenciación mediante el modelo geoidal GEOCOL 2004 e ir ajustando la nivelación de tal manera que su error de cierre no sea mayor de un centímetro por kilómetro.

2.2.2.1.4. Trabajos Topográficos

Los levantamientos topográficos se realizaran de acuerdo con los procedimientos y especificaciones establecidas en el Manual de Diseño Geométrico y la metodología que el consultor considere más conveniente para el desarrollo y rendimiento de sus trabajos, sin embargo esta debe garantizar que la información tomada en campo proporcione datos claros y precisos que permitan un dibujo de planos que representen las condiciones reales del terreno.

Sin perjuicio de lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, y como guía, se sugiere la siguiente metodología para la realización de los trabajos de campo.

- Utilización de equipos de alta precisión y última generación

- Para efectos de llevar un orden adecuado en los trabajos la nube de puntos debe realizarse sobre secciones transversales, de tal manera que se levanten todos los detalles y quiebres del terreno en un ancho acorde con las exigencias del proyecto, aprobado por la Interventoría.
- Los levantamientos topográficos deben hacerse con un alto grado de precisión y de detalle; entre otras particularidades debe tenerse en cuenta la definición de líneas de paramentos, antejardines, silueta de andenes, separadores, sardineles, accesos a garajes, bermas, bordes de vía, quebradas, ríos, cercas, torres de energía, accesorios sobre líneas matrices de redes de distribución, postes, hidrantes, cajas, válvulas, bancas, cunetas, alcantarillas, señales de tránsito, semáforos, armarios y demás detalles que se encuentren dentro de la zona de influencia y tengan relevancia para el desarrollo del proyecto y que considere el Consultor, la Interventoría o la Entidad.
- Todos los detalles se tomarán con estación total y serán guardados en memoria interna, donde los puntos que permiten la definición de la planta serán nivelados trigonométricamente.
- Es conveniente que en la cartera de campo se especificará en forma muy detallada y clara el gráfico aproximado del área de trabajo, anotando en ella las características, rumbos aproximados de paramentos, curvas, separadores, nombres de predios, nomenclaturas etc.
- Las carteras de campo contendrán dibujadas la mayor información del terreno, para poder orientar en forma adecuada los trabajos de oficina. No se aceptarán simplemente listados de datos de computador como carteras de campo.
- Se tomará topografía detallada en zonas en donde se considere se diseñaran muros de Contención, puentes, viaductos, ponteaderos, portales, sitios potencialmente inestables, etc. de acuerdo con las instrucciones de los especialistas y de la Interventoría.
- Se incluyen en esta actividad los levantamientos topográficos requeridos, para las áreas en donde se localicen las fuentes de materiales, campamentos, sitios determinados para la disposición de sobrantes, etc.
- Una vez aprobado el eje de diseño por parte de la Interventoría se materializara en el terreno siguiendo los estándares y procedimientos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico.
- Se realizarán las labores necesarias para la determinación del amarre horizontal y vertical del proyecto, tal como fue descrito en los capítulos anteriores.
- Se nivelarán todas las estacas del eje localizado, para efectos de determinar el perfil longitudinal del terreno.

2.2.2.1.5. Fuentes de Información Geográfica

Teniendo como documento de referencia, lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico, el consultor podrá escoger la tecnología de levantamiento de información dentro de las siguientes siempre y cuando los resultados se presenten como máximo a escala de 1:1000 y pueda obtener curvas de nivel cada metro.

- Sensor Remoto Aerotransportado
- Aerofotografías y Restitución fotogramétrica Digital
- Imágenes de Satélite

Con base en lo anterior, es fundamental tener en cuenta que para obtener resultados a dicha escala a partir de información raster, se debe garantizar que el contenido y estructura de los datos provenientes de dicha tecnología cumpla ciertos parámetros, es decir, para imágenes fuente, una resolución espacial (tamaño de la mínima unidad de información incluida en la imagen, denominada como píxel) máxima de 1 metro, o de tratarse de aerofotografías digitales, un rango de GSD (Ground Sampling Distance - Tamaño del pixel en el terreno) de 15 centímetros.

2.2.3. CAPITULO 3. CRITERIOS DE DISEÑOS

Los criterios de diseño son los establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, y con el buen criterio del consultor, se deberá realizar la conceptualización del proyecto, definiendo los criterios y objetivos a buscar, las características deseadas, los condicionantes propios del proyecto, las amenazas, la interacción con las otras especialidades, el trazado de las alternativas entre otros, con el fin de que se establezca con anterioridad hacia dónde debe ir el proyecto y la carretera que se espera obtener.

A partir de la conceptualización del proyecto se deberán plantear las premisas que deben cumplir el peralte y las secciones transversales de la vía.

Se deberán establecer las características geométricas que tendrá el eje como son:

- Velocidad de diseño
- Velocidad de operación
- Radios mínimos
- Ancho de Calzada
- Anchos de Bermas
- Anchos de cuneta
- Pendiente Máxima y Mínima

2.2.4. CAPITULO 4. SEGURIDAD VIAL

El Consultor deberá efectuar el estudio de seguridad vial de la estructura planteada y los accesos a la misma aplicando entre otros el concepto de *Auditorías de Seguridad Vial* para identificar riesgos, amenazas y vulnerabilidad de la operación de la vía existente y proyectada. Estas condiciones pueden potencialmente afectar a los usuarios en todas sus categorías: conductores, pasajeros, peatones, y ciclistas, entre otros.

Como resultado de los análisis de seguridad, se identificarán los *puntos y situaciones críticas* y se definirá el tratamiento adecuado en términos, esquemas y protocolos precisos para disminuir los riesgos de accidentalidad vial, ya sea vehicular o peatonal, una vez el proyecto entre en operación y durante el curso de su vida útil.

El estudio de seguridad vial se hace a partir del análisis del diseño geométrico en planta y perfil, como resultado del mismo se deben establecer acciones preventivas a implementar, las cuales se deben ver reflejadas por ejemplo en la misma señalización definitiva.

De otra parte: en el caso de vías bidireccionales, es decir, de un carril por sentido, se debe tener especial cuidado en la operación de la misma, en terrenos de alta montaña, es posible que se presenten frecuentemente sitios de visibilidad reducida para maniobras de adelantamiento, bien sea por la presencia de curvas horizontales o verticales, en estos casos y si es procedente se debe recurrir al diseño de un tercer carril para maniobras de adelantamiento.

En carreteras de montaña, el consultor deberá proponer el uso de las barreras metálicas como elemento de contención y de señalización; para el primer caso se propondrán con un diseño que tenga un anclaje que soporte la envestida del vehículo y lo re direccionen a la vía, para el segundo caso estarán dotadas de los respectivos capta faros bidireccionales que las hagan visibles en condiciones de baja visibilidad.

Para carreteras de alta montaña, el consultor, en busca de brindar seguridad en la operación de la vía, deberá proponer las llamadas rampas de salvación, las cuales se ubican en tramos de descenso pronunciado a efecto de convertirse en refugios para los conductores que tengan problemas con los frenos de sus vehículos

En aras de la seguridad en la operación de la vía el consultor deberá hacer un pormenorizado estudio del sector para determinar las condiciones climáticas imperantes a lo largo del año, a fin dotar de elementos reflectivos, como las tachas, las líneas centrales, borde de pavimento, entre otros, buscando en todo momento que la visibilidad de la vía sea perfecta para el conductor, aún en condiciones atmosféricas adversas.

2.2.5. CAPITULO 5. SEÑALIZACIÓN VIAL

A partir del estudio de seguridad vial, se debe realizar el estudio y diseño de la señalización tanto vertical como horizontal de la estructura planteada, los accesos a la misma la vía y la proximidad hacia ella, de acuerdo con el Manual de Señalización Vial vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños, tomando en cuenta además, el diseño geométrico de la vía, tanto horizontal como vertical, transversal y de Balizamiento.

Para este caso de vías existentes, el diseño debe incluir como primera actividad el inventario de la señalización presente, puesto que en algunos casos se podrá solicitar, su reubicación o retiro por deterioro; en el caso de solicitar su reubicación debe calificarse el estado de la señal existente pues es posible que necesite algún tipo de mantenimiento.

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 existente, de manera que las señales no generen riesgo y posean óptima visibilidad en concordancia con la velocidad y necesidad del proyecto.

En el caso de Carreteras de montaña en donde frecuentemente se presentan problemas con el adelantamiento, por falta de visibilidad, los cuales no se han podido solucionar con carriles adicionales de adelantamiento, el consultor deberá asesorarse de un especialista de transito que racionalice el uso de la línea amarilla continua solo a aquellos casos estipulados en el Manual de Señalización vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños.

El consultor está en la obligación de asesorarse de un especialista en materia de Seguridad Vial y Señalización, como lo pide el Manual de Señalización vigente, que cuente con la experiencia de por lo menos dos años haber señalizado algunas de una vías de carácter nacional, o regional, para garantizar de esta forma que sea un profesional con un criterio ya formado en la interpretación de lo establecido en el Manual de señalización vial a fin de evitar el uso inadecuado de la señalización vial ya que en este caso, el exceso de señalización la torna en un elemento inocuo, e inútil para la seguridad en la vía.

El estudio de señalización definitiva se debe entregar en planos con extensión .dwg en escala 1:1000 sobre los planos de señalización definitiva en planta y perfil. Estos planos de señalización deben incluir información de localización de accesos y salidas, ubicación de sitios de interés como colegios, escuelas, puestos de salud y demás sitios que son sujetos de señalización, así mismo se deben ubicar los puentes vehiculares y peatonales, las cabezotes de las alcantarillas y todo objeto que sea susceptible de señalización para que el conductor pueda tener un tránsito seguro.

En cada plano se deben incluir tablas con las cantidades de materiales a implementar en la vía, estructura y accesos, todas las señales del proyecto se deben codificar.

2.2.6. CAPITULO 6. PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO.

Para la ejecución del proyecto, el consultor deberá diseñar un Plan de Manejo de Tránsito que busque mitigar el impacto durante el periodo de la construcción, este plan debe ser aprobado por la Interventoría y presentado a la Autoridad de tránsito correspondiente para su aprobación. Para la elaboración de dicho plan, se debe tener en cuenta la circulación del tránsito actual, tanto vehicular como peatonal, verificando que permita simultáneamente los trabajos en la vía y la operación normal de la misma.

Como resultado del diseño de la señalización de obra se deberán entregar adicionalmente del documento, los planos de señalización típicos para el manejo de tránsito y la cuantificación los recursos que permitan mitigar el impacto de la construcción en las condiciones de movilidad y desplazamiento, informando previamente mediante la socialización y con el detalle apropiado a la comunidad afectada.

El consultor presentará en su informe final:

- Un modelo del protocolo necesario para la capacitación de las personas encargadas de implementar el Plan de manejo de tránsito, de tal manera que este personal desempeñe su papel con toda la idoneidad del caso con el fin de evitar accidentes en la obra.
- El estimativo de los costos que involucren el Plan de Manejo de Tránsito, de tal manera que la entidad contratante pueda asignar los recursos necesarios para este importante ítem de la seguridad vial. Se deben contemplar los costos de personal, los costos de los elementos de señalización en etapa de construcción, tales como las señales verticales, la demarcación las colombinas, la cinta plástica los conos, las flechas luminosas, los uniformes para el personal de control, así como los vehículos necesarios para el desplazamiento de las señales, los equipos de comunicación y todos los elementos que hagan falta para un adecuado manejo de tránsito.
- Las recomendaciones sobre el empleo de varios tipos de dispositivos utilizados para el control del tránsito durante la construcción y las guías de uso. Para la realización de este Plan de Manejo de Tránsito se deberán seguir las pautas indicadas en el Capítulo de Señalización de Obras del Manual de Señalización Vial vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños.
- Un plan de seguridad vial completo que muestre claramente las acciones y medidas necesarias a tomar durante el proceso de construcción.

- Por otra parte, si bien se pueden presentar planes de manejo de tránsito típicos para situaciones que se repiten a lo largo de las vías, es necesario para ciertas actividades específicas (puentes, intersecciones, empalmes entre calzadas nuevas y existentes, entre otras) presentar un Plan de Manejo de Tránsito específico que muestre las condiciones particulares del sitio en el cual se va a construir la obra.

2.2.7. CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.

Los documentos oficiales que establecen las especificaciones del contenido de este volumen son los manuales técnicos publicados por el INVIAS tales como: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Manual de Señalización Vial, Manual de Drenaje para Carreteras, etc.

El Consultor deberá establecer las limitaciones encontradas durante el proceso de diseño, que desvirtúen el objetivo trazado inicialmente, en lo pertinente a garantizar los criterios de diseño, la comodidad y seguridad de los usuarios de la vía. Adicionalmente, indicara los criterios de selección de todas las alternativas de diseño propuestas y desarrolladas dentro del estudio.

Deberá establecer los principales resultados obtenidos para el proyecto, así como un resumen descriptivo de las obras principales.

El Consultor debe formular las recomendaciones a tener en consideración durante la etapa de construcción y puesta en marcha del proyecto.

Por lo general la operación vial, en distintos momentos y sitios, puede generar accidentes. El objeto fundamental del Estudio de Seguridad Vial y Señalización es la prevención de la accidentalidad, que desde luego no depende exclusivamente de este aspecto. No obstante, la calidad y pertinencia técnica de la señalización en un proyecto vial, puede contribuir a la mitigación de los riesgos de accidentalidad y todas sus consecuencias para conductores, vehículos, peatones y para la sociedad en general.

La aplicación de la Ingeniería de Tránsito a la definición precisa de todos los elementos de señalización que pueden hacer más segura la operación de una vía, debe poder realizarse con algún criterio de "redundancia" a efecto de guardar y cumplir con todos lo indicado en el Manual de Señalización Vial adoptado por las autoridades colombianas y vigentes a la fecha de elaboración de los estudios.

El objetivo final de estudio de seguridad vial es lograr que el proyecto que se estudia pueda registrar en el futuro un incremento en los indicadores de seguridad para el tránsito. Las estadísticas demuestran una íntima relación de la frecuencia y gravedad de los accidentes con los volúmenes de tránsito, las velocidades y las condiciones de la vía. Por esta razón el propósito último de un buen diseño vial en cuanto a sus especificaciones geométricas y de señalización es disminuir el factor de riesgo que pueda representar las deficiencias de la propia vía y de su operación.

2.2.8. ANEXOS

2.2.8.1. PLANOS

Sin perjuicio de lo establecido en el capítulo 9 del Manual de Diseño Geométrico, se recomienda elaborar los planos requeridos para el proyecto que considere el consultor, considerando como mínimo los siguientes:

2.2.8.1.1. Ubicación geográfica del proyecto

Se presentará un plano en donde se muestre la ubicación del proyecto respecto a la región y el contexto nacional, en su respectivo medio magnético y en Planchas de 1,0 X 0,7 m.

2.2.8.1.2. Reducido del proyecto

Se presentará a escala 1:25.000 o la que el consultor considere en común acuerdo con la Interventoría, en los formatos planta - perfil y debe contener:

Reducido de la Planta

- Distribución de planchas de localización del proyecto con su respectiva numeración.
- Abscisado cada 200 m.
- Referencia detallada de las abscisas de iniciación y terminación del proyecto.
- Ubicación tipología preliminar de obras.
- Localización con sus respectivos nombres de importancia.
- Ubicación y nombre de accidentes geográficos, municipios y corregimientos que tengan comunicación con el proyecto.
- Orientación del proyecto (norte- sur)
- Esquema de la sección transversal típica

Reducido del Perfil

- Perfil longitudinal del terreno
- Localización de obras complementarias.
- Pendientes del proyecto
- Abscisado cada 200 m.
- Resumen de cantidades de obra

2.2.8.1.3. Planos Topográficos

Planos de Poligonal

- Ubicación de Deltas-BM's
- Cuadro de Coordenadas y cotas corregidas de cada vértice

Puntos Levantados

- Representación de cada uno de los puntos levantados del proyecto

2.2.8.1.4. Planos de Diseño

Se presentarán planos en los formatos planta - perfil o independiente planta y perfil de acuerdo a las condiciones topográficas del proyecto.

Planos Generales

Planta

- Escala 1:1.000
- Eje del proyecto rotulado con abscisas cada 20m, líneas de marca cada 10m y abscisa de los puntos singulares.
- Borde de Ancho de calzada
- Borde de Ancho de zona
- Sección transversal típica

Se presentarán las secciones mixtas, en corte o lleno, según sea el sector y deberá contener:

- ✓ Ancho de calzada.
- ✓ Bermas.
- ✓ Pendientes transversales.
- ✓ Dimensiones de la cuneta.
- ✓ Taludes de Corte y Lleno.

- Cuadro de Especificaciones
  - ✓ Tipo de tránsito (TL, TM, TP)
  - ✓ TPD
  - ✓ Índice de clasificación
  - ✓ Velocidad de diseño
  - ✓ Calzada
  - ✓ Bermas
  - ✓ Corona

- ✓ Separador
- ✓ Pendiente máxima y Mínima
- ✓ Radios mínimos
- ✓ Curvas verticales (longitud mínima)
- ✓ Distancia de velocidad de parada
- ✓ Distancia de velocidad de paso
- ✓ Ancho de estructura
- ✓ Alto de estructura

- ➢ Ubicación de BM's y Cuadro de Coordenadas con cada uno de los vértices que aparecen en el plano
  - ✓ Escalas gráficas
  - ✓ Elementos de curvaturas del proyecto, incluye coordenadas de los PI
  - ✓ Diagrama de peraltes.
  - ✓ Localización de alcantarillas y muros proyectados.
  - ✓ Cunetas revestidas con indicaciones de su entrega y descole.
  - ✓ Localización de filtros y entregas
  - ✓ Zonas de inestabilidad geotécnica
  - ✓ Nombres de los ríos y quebradas, indicando sentido de las aguas
  - ✓ Nombres de propietarios

Perfil longitudinal

Escalas H 1:1.000 V 1:100 o H 1:10.000 V 1:1000 o H 1:25.000 V 1:2.500

- ➢ Perfil de terreno existente por el eje y la media banca superior e inferior
- ➢ Proyecto de rasante con indicación de pendientes
- ➢ Elementos de curvas verticales (Abscisas, cotas de PIV, Longitud, K)
- ➢ Transición de peralte.
- ➢ Localización de sondeos y sus correspondientes perfiles estratigráficos.
- ➢ Localización de alcantarillas y muros proyectados.
  - ✓ Nombres de ríos y quebradas
  - ✓ Muros de contención
  - ✓ Movimiento de tierra cada 100 m.

Secciones Transversales

Las Secciones Transversales del estudio, se deben presentar en archivo gráfico y deben contener:

- Escalas horizontal y vertical 1:100 o 1:1000 o la que en común acuerdo con la interventoría, permita la interpretación e identificación de la información y de cada uno de los elementos de forma clara y precisa.
- Se presentarán cada 10 metros en tramos rectos y cada 5 m en curvas.
- Indicar en cada sección la abscisa, las cotas de rasante y del terreno natural, así como el área y volumen de corte y/o de terraplén de la sección y acumulado.

2.2.8.1.5. Planos de Señalización

Los planos de señalización del estudio, se deben presentar en archivo gráfico y deben contener Escalas horizontal y vertical 1:1000 para corredores y 1:500 para intersecciones

2.2.8.1.6. Carteras del proyecto y replanteo

Se deberá presentar los listados contenidos en el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del INVIAS; los cuales, entre otros, son:

- Carteras de Topografía
  - ✓ Carteras de Levantamientos de Campo
  - ✓ Calculo de Coordenadas
  - ✓ Carteras de Poligonal
  - ✓ Carteras de Nivelación
  - ✓ Certificados de Calibración de Equipos
- Carteras de Diseño
  - ✓ Cartera de Alineamiento Horizontal.
  - ✓ Cartera de Alineamiento Vertical
  - ✓ Cartera de Rasantes y peraltes (Eje: Abscisa y Cota - Borde Izquierdo: Peralte, Distancia y Cota - Borde Derecho: Peralte, Distancia y Cota).
  - ✓ Replanteo de la totalidad de la sección transversal.
  - ✓ Cartera de Movimiento de Tierras.
  - ✓ Análisis de Movimiento de Tierras.
  - ✓ Listado de Análisis de visibilidad

2.3. VOLUMEN III. GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA Y GEOTÉCNICA

2.3.1 CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

2.3.1.1 OBJETIVO

El Consultor 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 para pago, sitios establecidos para el suministro de materiales de construcción y de disposición de materiales sobrantes.

El propósito de los estudios detallados, es la definición de las características geológicas de ingeniería del proyecto, obtener suficiente conocimiento y comprensión de las condiciones geológicas del terreno para asegurar que la carretera pueda ser diseñada, construida y subsecuentemente operada con la máxima economía y en completa seguridad.

2.3.1.2 ALCANCE

Los estudios deben determinar mediante una evaluación y análisis detallados, a escala 1: 2000 , los aspectos de estabilidad y seguridad de las áreas donde se desarrollará el proyecto, la clasificación de excavaciones para pago, los sitios establecidos para el suministro de materiales de construcción y los sitios para disposición de materiales sobrantes. Además, comprenderá la investigación geológica de ingeniería en los ponteaderos, puentes y/o viaductos.

Los estudios deben satisfacer los siguientes requisitos:

- Proponer los taludes más favorables para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad de las explanaciones, fundación de los terraplenes, otras estructuras, estabilidad para las diferentes zonas de comportamiento homogéneo, teniendo en cuenta las posibles fuentes de amenaza o riesgo, de haber presencia de roca se requiere que el profesional en la rama de geología efectué un análisis de estabilidad de taludes cinemático utilizando proyecciones estratigráficas o cualquier otro método, con el fin de posteriormente, se efectué el análisis de estabilidad desde el punto de vista geotécnico.
- Complementar en detalle la investigación geológica y geotécnica en zonas inestables, ponteaderos puentes y/o viaductos, fuentes de materiales y sitios de disposición identificados en la zona del corredor del proyecto.
- 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 PAGA, y/o E.I.A. y/o D.A.A.

- Efectuar la más acertada estimación posible del costo por los movimientos de tierras, con base en una adecuada clasificación de los materiales para pago.
- 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 del proyecto, fuentes de materiales, sitios de disposición de sobrantes, etc.
- Identificar de los núcleos de roca producto de las perforaciones, clasificación de los macizos rocosos, definición de parámetros que permitan especificar la resistencia de la roca, y definición del perfil estratigráfico, conjuntamente con el profesional especialista en Geotecnia.
- Procedimientos y etapas constructivas para reducir la inducción de inestabilidad durante la construcción teniendo en cuenta los parámetros geológicos, geotécnicos y ambientales.

2.3.2 CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

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

2.3.3 CAPITULO 3. ESTUDIO DE ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

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

Todas las obras de ingeniería civil se hacen en contacto con la corteza terrestre y muchas de ellas se construyen con materiales extraídos directamente del suelo. El terreno es así parte de la obra. Al implantar una nueva obra de ingeniería sobre el terreno o dentro de éste se produce un cambio en las condiciones originales, el cual genera una reacción del terreno que a su vez actúa sobre la obra. Si dicha reacción está dentro de los límites de la obra de ingeniería se comportará satisfactoriamente; de lo contrario, si la reacción excede los límites la obra podrá fallar.

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

2.3.4 CAPITULO 4. ESTUDIOS DE CAMPO

El geólogo hace parte del grupo de expertos que hacen una rápida inspección de campo del terreno del proyecto con los mapas y fotografías aéreas interpretadas

Los estudios relacionados en este capítulo se presentarán de acuerdo a los alcances señalados, cabe precisar que el trabajo de campo el documento que resulta es el mapa geológico, en el cual se documentan los tipos de roca que se encuentran en la superficie terrestre, las relaciones de contacto entre ellos y se ubican los rasgos estructurales que presentan las rocas con reconocimiento geológico y geotécnico de superficie, exploración del subsuelo, ensayos "in situ" o en el laboratorio de tal manera que se tenga la caracterización geológica del corredor, de los sitios inestables en particular, se identifiquen las fuentes de materiales, los sitios de disposición de sobrantes y las condiciones geológicas particulares del sitio del proyecto.

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

2.3.4.1 INFORME DE RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO

El informe de reconocimiento geológico que elaborará el consultor debe comprender, como mínimo, los siguientes elementos o apartes:

- Introducción: propósito y alcance del informe, información existente, método de trabajo.
- Geología general del corredor: unidades geológicas, historia geológica, estratigrafía, estructuras.
- Geología para ingeniería: unidades homogéneas, puntos críticos, ponteaderos, túneles, cortes importantes en roca, rellenos, fuentes de materiales, amenazas geológicas.
- Recomendaciones: para construcción, presupuesto
- Referencias.

2.3.5 CAPITULO 5. ESTUDIOS DE FUENTES DE MATERIALES

2.3.5.1 OBJETIVO Y ALCANCE

Este capítulo se refiere a la localización, selección, cubicación y clasificación de fuentes de materiales para la construcción de los accesos, estructura de 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 numeral correspondiente del Volumen - Programa de Adaptación de la Guía Ambiental - PAGA y/o Estudio de Impacto Ambiental - EIA. y/o Diagnostico ambiental de alternativa - DAA según el tipo de proyecto.

2.3.5.2 INFORMACIÓN BÁSICA

La exploración de las fuentes de materiales se realizará por medio de excavaciones, apiques, trincheras, y perforaciones corazonadas para determinar espesores disponibles de materiales y obtener muestras representativas. Se prepararán columnas estratigráficas de las diversas unidades. Se harán cortes geológicos verticales. Se harán las descripciones detalladas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca de las perforaciones. Para cada fuente potencial de materiales de construcción se hará estudio geológico sobre mapas a escala 1: 2.000.

Cada fuente de materiales debe tener los siguientes datos básicos:

- Georreferenciación
- Nombre del predio
- Dueño del mismo
- Área del predio
- Localización en un mapa a escala 1: 25.000
- Municipio, y concesión minera si se tiene
- Si está o no en explotación
- Maquinaria y equipos
- Productos y precios.

Se debe definir el acceso a la fuente, el estado y características del mismo y la distancia por carretera al proyecto.

2.3.5.3 ESTUDIO GEOLÓGICO DE LAS FUENTES DE MATERIALES

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

2.3.5.4 CÁLCULO DE RECURSOS Y RESERVAS

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

de los recursos identificados que pueden ser explotables económica y legalmente. Las reservas se clasifican de acuerdo con el grado de certeza geológica sobre su existencia, en reservas posibles, reservas probables y reservas probadas. Las reservas posibles o inferidas, son aquellas cuyas estimaciones cuantitativas se basan principalmente en conocimientos amplios sobre el carácter geológico del cuerpo de material, para lo cual hay pocas nuestras o mediciones, si es que las hay. Las estimaciones se basan en una continuidad o repetición hipotética de algunas evidencias geológicas como comparaciones con depósitos o yacimientos de tipo similar. Las reservas probables o indicadas, son aquellas cuyos tonelajes se calculan en parte por medio de mediciones, y en parte con base en proyecciones a distancias razonables según los indicios geológicos. En este caso, los sitios disponibles para inspección, medición y toma de muestras están demasiado espaciados o son inadecuados para poder delimitar plenamente los cuerpos de materiales pétreos. Las reservas probadas o medidas son aquellas cuyo tonelaje se ha calculado utilizando las dimensiones que se aprecian en afloramientos, trincheras, labores mineras y perforaciones. Los lugares de inspección, muestreo y medición se espacian con tal proximidad que el carácter geológico del cuerpo se define con exactitud.

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

2.3.5.5 CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

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

2.3.5.6 PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LAS FUENTES DE MATERIALES

Un Ingeniero capacitado para la labor debe desarrollar el proyecto de explotación de la fuente de materiales, definiendo el acceso, el sistema de explotación, el descapote, los niveles de explotación, la trituración y clasificación, los equipos e instalaciones, los productos, y costos.

2.3.5.7 INFORME DE FUENTES DE MATERIALES

El informe de Fuentes de Materiales debe resumir toda la información generada por el estudio de cada una de las fuentes potenciales para la construcción de la carretera.

2.3.6 CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

2.3.7 ANEXOS

- Mapa de localización del proyecto
- Mapas de las fuentes de materiales estudiadas
- Mapas geológicos de cada fuente, escala 1: 2,000
- Registro de apiques y trincheras de cada fuente de materiales
- Columnas estratigráficas de cada fuente de materiales, escala 1: 100
- Registro de perforaciones de cada fuente de materiales
- Cortes geológicos de cada fuente de materiales
- Figuras del proyecto de explotación de cada fuente de materiales
- Petrografía de secciones delgadas de cada fuente de materiales

2.4. VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES, OBRAS DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

2.4.1 CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

2.4.1.1. OBJETIVO

Comprende la realización de la exploración y caracterización detallada de los suelos en el sitio en que se ubicará la obra, conforme los requerimientos para el desarrollo de los estudios, enfocados en el diseño de fundaciones.

2.4.1.2. ALCANCES

- Ejecutar mediante sondeos o perforaciones, la exploración del suelo de fundación de las obras proyectadas. Como complemento a estas investigaciones se podrán emplear métodos indirectos como sondeos geo-eléctricos o líneas sísmicas, con previa autorización y valoración por parte de la interventoría.
- Las exploraciones que se lleven a cabo deberán ser suficientes para definir en los estratos conformados por suelo: Espesor de los estratos, clasificación e identificación de los suelos, propiedades de ingeniería pertinentes (resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad). La profundidad de las perforaciones, las pruebas de laboratorio por realizar deberán cumplir con las exigencias establecidas en los capítulos 3 y 4 respectivamente.

2.4.2 CAPITULO 2. TRABAJOS DE CAMPO

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

La definición de la ubicación de los sitios de exploración para las estructuras de drenaje y el tramo de vía, deberá hacerse de manera conjunta con el desarrollo del estudio geológico. Por cada unidad de subestructura deberá realizarse una perforación, definiendo subestructura como parte de la estructura que recibe las cargas y las trasmite a las fundaciones.

La profundidad de las perforaciones deberá ser tal que permita recomendar de manera apropiada las condiciones de cimentación. Deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Manual de diseño de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras o documento equivalente.

En cada investigación se deberán realizar ensayos de penetración estándar (SPT) cada 1.50 m y donde la consistencia de los materiales lo permitan se recuperarán muestras inalteradas para la determinación de los parámetros de resistencia y deformabilidad del suelo.

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

2.4.3 CAPITULO 3. CARACTERISTICAS DEL SUBSUELOS

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

Igualmente, se realizarán los ensayos necesarios para conocer la resistencia y deformación o compresibilidad del suelo de fundación, anexando los resultados y los resultados de resistencia de la roca (compresión simple) cuando se vaya apoyar la cimentación en ella.

2.4.3.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

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

2.4.4 CAPITULO 4. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

En el caso que se requiera este tipo de análisis, deben resumirse los resultados de los estudios hidráulicos, hidrológicos y de socavación contenidos en el volumen correspondiente, referidos al cálculo de la socavación general y local en el sitio del proyecto, presentando los resultados obtenidos, los cuales se tendrán en cuenta para definir el sistema de cimentación y su profundidad. Es importante que se tenga claridad del perfil de socavación a lo largo del eje de la estructura para la cimentación de cada uno de los apoyos.

Dependiendo de la zona se pueden presentar fenómenos de erosión en los apoyos de la estructura en el nivel superior del perfil del terreno dada la morfología abrupta de la zona, la sección superior de la cimentación puede quedar al descubierto, lo cual implica ser evaluado dentro de los análisis de estabilidad.

2.4.5 CAPITULO 5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

En el análisis geotécnico, se requiere evaluar diferentes alternativas, recomendando la solución más viable, 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 cálculo, incluyendo gráficas y toda aquella información que proporcione claridad al estudio. Los niveles de cimentación para las diferentes estructuras se deberán presentar en cotas.

El estudio geotécnico incluye además el análisis de estabilidad de las estructuras de contención, análisis sísmico sobre las estructuras, el modelo geológico-geotécnico en planta-perfil, en el que se incluirán las perforaciones y la implantación estructural de obra. Se debe indicar la ubicación, la geometría, el número de apoyos, así como las condiciones estructurales relevantes para los análisis geotécnicos. Adicionalmente se requiere un análisis de cargas de levantamiento de tracción o cualquier otro análisis que requiera la condición estructural del puente. En el caso de cimentaciones profundas se deberá efectuar un análisis de resistencia frente a cargas laterales.

2.4.6 CAPITULO 6. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO

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

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

2.4.7 CAPITULO 7. OBRAS COMPLEMENTARIAS

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

2.4.8 CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presentarán en forma clara y precisa, las características físicas del suelo y los parámetros de resistencia al corte y deformación utilizados en el diseño al igual que los resultados alcanzados en el estudio 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.

2.4.9 ANEXOS.

- Esquema de Localización de las perforaciones
- Registros de perforaciones
- Resultados de ensayos de laboratorio e in situ.
- Memorias de cálculo: Análisis de estabilidad, Diseños de obras complementarias

- Planos topográficos, geológicos y de obras (en planta y perfil) Escala 1:500
- Fotografías del sitio en estudio.

2.5. VOLUMEN V. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

2.5.1. CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

2.5.1.1 OBJETIVO

Los estudios geológicos y geotécnicos tendrán como fin determinar las condiciones de estabilidad de las laderas existentes, definir las condiciones como inclinación de taludes, obras de contención, obras hidráulicas y de protección de taludes, bermas, que garanticen la estabilidad de los cortes que se requieran para la implantación del mejoramiento del proyecto.

Igualmente, deberán determinarse las condiciones de cimentación y taludes para los terraplenes que se requieran y los análisis de estabilidad y capacidad de soporte para las zonas de disposición de sobrantes.

En el caso de sitios críticos los estudios deberán determinar la dinámica del movimiento, sus causas y las obras requeridas para su estabilización que permitan la operación vehicular de manera adecuada y segura.

2.5.1.2 ALCANCES

Investigar detalladamente el comportamiento geomecánico de las formaciones rocosas y las propiedades físico-mecánicas de los suelos a lo largo del corredor y en más detalle en los sitios críticos y en zonas de disposición de sobrantes con el fin de obtener los parámetros necesarios para la realización de los análisis de estabilidad. En los tramos de terraplén se requiere definir la condición del subsuelo para el diseño de su cimentación.

2.5.2. CAPITULO 2. DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO INICIAL DEL CORREDOR Y SITIOS CRITICOS

Con base en el estudio geológico y teniendo en cuenta aspectos como pendientes del terreno, hidrología, cobertura vegetal, uso del suelo. Se determinarán zonas homogéneas que permitan definir modelos geológicos -geotécnicos en planta-perfil, se deberá efectuar un inventario de sitios críticos existentes, así como los potenciales sitios inestables, el cual se debe incluir dentro del informe geotécnico. Adicionalmente, se debe anexar las características geométricas, y un registro fotográfico del sitio crítico, y las condiciones generales de las zonas de disposición de sobrantes.

Para el caso de sitios críticos y 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 quese 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 conduzca a proponer alternativas para formular las medidas preventivas y correctivas adoptadas como solución.

2.5.3. CAPITULO 3. PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS

Una vez definido el trazado definitivo del proyecto, en planta y perfil, se realizará un programa de investigación geotécnica, basada en la altura de los cortes que se requieran. Estas investigaciones serán directas con sondeos y recuperación de muestras cuya profundidad deberá ser tal que se llegue al nivel de la subrasante proyectada. Como complemento a lo anterior se podrán emplear métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas.

En los tramos de terraplén será necesario realizar sondeos para determinar las condiciones del subsuelo. Su número y profundidad serán definidos por el consultor con la aprobación de la interventoría

Para el caso de sitios críticos, se deberá elaborar un programa de investigación y caracterización geológica y geotécnica de las áreas identificadas como potencialmente inestables, que permita recomendar las obras de estabilización necesarias para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad y operación durante el período de diseño de la vía. Las investigaciones consistirán en sondeos cuyo número y profundidad deberán ser definidos por el consultor y aprobados por la interventoría. Se podrá complementar la exploración mediante líneas sísmicas y/o sondeos geoeléctricos, con el objeto de tener una descripción estratigráfica completa.

Todos los sondeos que se realicen deberán quedar referenciados con coordenadas. En cada investigación se deberán realizar ensayos de penetración estándar (SPT) cada 1,50 m y donde la consistencia de los materiales lo permitan se recuperarán muestras inalteradas para la determinación de los parámetros de resistencia y deformabilidad del suelo.

Es necesario que el consultor realice los trabajos de campo (perforaciones), con los equipos requeridos que garanticen la profundidad mínima de cada uno de los sondeos.

Sobre las muestras de suelo, se realizarán ensayos de laboratorio tales como son Granulometría y Límites de Atterberg, humedad natural y de resistencia y deformación a lo largo del perfil del suelo entre otros. Con las muestras inalteradas se deberán realizar ensayos de corte directo

En roca, deberá determinarse el RQD y la resistencia a la compresión.

El consultor 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, niveles de agua 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.

Cuando se identifique suelos con contenidos de agua alto o presencia de nivel freático, se deben instalar piezómetros de tubo abierto, los cuales se deben inspeccionar cada semana durante la fase de estudios y diseños.

2.5.4 CAPITULO 4. TOPOGRAFÍA EN SITIOS CRÍTICOS

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 o 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

2.5.5 CAPITULO 5. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE

Para cada corte que se requiera se definirá la inclinación de los taludes, el ancho de las bermas y la altura de las mismas con las cuales se tienen factores de seguridad contra el deslizamiento apropiados que garanticen su estabilidad. Igualmente se deben definir las obras adicionales requeridas tales como zanjas de coronación, cunetas filtros, drenes horizontales, que garanticen un adecuado manejo de las aguas superficiales y sub-superficiales y las obras de contención requeridas como muros, anclajes, pernos con los cuales se tendrá la estabilidad deseada.

La definición de estas obras deberá estar basada en análisis técnicos y de estabilidad que fundamenten la necesidad de su utilización.

2.5.6 CAPITULO 6. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES

Con base en los resultados de las investigaciones se definirán las condiciones de cimentación de los terraplenes y zonas de disposición de sobrantes la inclinación de los taludes, bermas y las obras adicionales requeridas tales como cunetas filtros, que garanticen un adecuado manejo de las aguas superficiales y sub-superficiales con las cuales se tendrá la estabilidad deseada.

2.5.7 CAPITULO 7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y/O ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN SITIOS CRÍTICOS

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

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

2.5.8 CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

2.5.9 ANEXOS.

- Planos generales de localización
- Esquema localización de los sondeos
- Registro de perforaciones, y registro fotográfico de cajas de muestras.
- Resultados de ensayos de laboratorio
- Memorias de cálculo, Memorias de estabilidad, Diseños de obras
- Planos topográficos, geológicos y de obras (en planta y perfil, según el caso).
- Fotografías
- Planos con los diseños de las obras recomendadas y cantidades de obra.

2.6. VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS

2.6.1 CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

2.6.1.1 OBJETIVO

Definir la estructura de pavimento del proyecto con base en: i) las características geomecánicas de la subrasante o de la estructura vial existente, ii) la caracterización de las fuentes de materiales, iii) número de repeticiones esperadas de ejes equivalentes.

Si el objeto del estudio tiene alcance a nivel de rehabilitación se debe definir la estructura de pavimento con base en:

- Las características geomecánicas de la subrasante y/o de la estructura vial existente, a partir de la exploración, muestreo y ensayos de laboratorio.
- Estado de la calzada existente de acuerdo con la cantidad y magnitud de daños presentada, a efectos de establecer el tipo de intervención y estructuras a implementar, ya sea con reparaciones puntuales y capa de refuerzo o con la utilización de fresado, reciclado y capas de refuerzo o reconstrucción de la estructura del pavimento.
- Número de repeticiones esperadas, expresadas en ejes equivalentes de 8,2 toneladas
- Modelos estructurales elaborados a partir de la información geotécnica obtenida de las exploraciones.
- Esta opción es factible sólo sí el pavimento presenta comportamiento esencialmente elástico. Todo esto sujeto a verificación con modelaciones geotécnicas deducidas de la exploración con apiques y ensayos de laboratorio, para así verificar la consistencia de los resultados de los modelos estructurales obtenidos por retrocálculo y constatar el comportamiento elástico del pavimento, para obtener los módulos de las capas existentes y definir el tipo de intervención a implementar con las capas de refuerzo requeridas, cuando a ello haya lugar.
- Números estructurales efectivos por retrocálculo, mediante la medición de deflexiones y la información geotécnica. Esta opción, también será factible, bajo la premisa de que el pavimento existente tenga un comportamiento esencialmente elástico.
- La caracterización de las fuentes de materiales y su disponibilidad para el suministro del proyecto.
- La solución que sea adoptada para la rehabilitación del tramo, deberá estar soportada en el diagnóstico que se realice, de acuerdo con los trabajos de campo y análisis de ingeniería y garantizar que, se cumpla con la normatividad vigente, de tal modo que se obtengan los

estándares de calidad solicitados en las especificaciones generales de construcción y los manuales o guías técnicas del INVÍAS que se encuentren vigentes, cumpliendo con los parámetros funcionales de confort y seguridad especificados, así como lo pertinente a su condición estructural, durante el período de diseño.

2.6.1.2 ALCANCES

- Identificar y caracterizar mediante técnicas de exploración y muestreo los materiales que conforman la subrasante en toda la longitud del estudio.
- Determinar y caracterizar mediante ensayos de laboratorio las propiedades físicas y mecánicas más importantes de los suelos representativos de la subrasante y determinación de CBR para el diseño de la estructura del pavimento.
- Caracterizar geotécnicamente los materiales de obra, que componen la estructura de pavimento, en especial materiales de rodadura y de capas granulares, estabilizadas, según el caso.
- Definir los espesores y materiales más apropiados que pueden ser colocados de acuerdo a las condiciones del proyecto y que constituirán la estructura de pavimento; así como las zonas de extracción y sitios para disposición de materiales sobrantes de los materiales durante la construcción.
- Diseñar una estructura que sea cómoda, funcional, segura, económica, acorde a la vía existente o proyectada y que cumpla técnicamente con la normativa vigente.
- Presentar recomendaciones técnicas, en especial en el proceso constructivo que contribuyan durante el proceso de obra para mitigar inadecuadas interpretaciones del diseño o inadecuadas prácticas de ingeniería que disminuyen la vida útil del pavimento.
- Esas recomendaciones deben abarcar como mínimo temas como:
- Pavimento Flexible:
  - ✓ Controles en el proceso de fabricación de la mezcla
  - ✓ Ensayos de laboratorio de control a la mezcla producida
  - ✓ Ensayos de control a los materiales granulares
  - ✓ Equipos recomendados
  - ✓ Controles cuando influya el medio ambiente drásticamente como lluvias.
- Pavimento Rígido:
  - ✓ Controles en el proceso de fabricación de la mezcla de concreto
  - ✓ Ensayos de laboratorio de control a la mezcla producida

- ✓ Ensayos de control a los materiales granulares
- ✓ Equipos recomendados para la colocación
- ✓ Controles cuando influya el medio ambiente drásticamente como lluvias
- ✓ Controles en la colocación de las dovelas y barras de anclaje.
- ✓ Calculo del umbral de corte de losas.
- ✓ Recomendaciones en la disposición de las losas según modulación de las mismas.
- ✓ Recomendaciones para la construcción y refuerzo de losas con geometría irregular, cuando sea necesario en intersecciones y condiciones especiales del diseño geométrico, así como en los bordes o remates de obras de drenaje, cuando sea preciso.
- ✓ Recomendaciones sobre aspectos intrínsecos al curado de la mezcla del concreto de acuerdo con las condiciones climáticas de la zona
- ✓ Características de la formaleta.

➢ Pavimento Articulado:

- ✓ Ensayos comprobatorios de resistencias de los adoquines.
- ✓ Recomendar la disposición de los adoquines según diseño.
- ✓ Especificar los materiales de soporte como arenas de base y sello.
- ✓ Especificar el proceso constructivo de colocación y sellado de adoquines.
- ✓ Especificar los elementos de confinamiento de acuerdo a pendientes longitudinales.

Basado en el estudio de hidrología sección de drenajes analizar, aceptar y/o complementar las obras de drenaje enfocado a la estructura de pavimento para garantizar la vida útil de este.

2.6.2 CAPITULO 2. DESCRIPCION DE LA METODOLOGÍA

El Consultor debe generar al comienzo de los trabajos una metodología de diseño particular basada en este documento la cual entregará al interventor del contrato para su revisión y aprobación, en los plazos establecidos en el Cronograma De Actividades Y Programa De Inversiones esta debe contener algunos precisiones de carácter técnico en el diseño tales como: métodos de diseño a emplear, parámetros de diseño, información de entrada, entregables, etc., la cual debe ser aprobada por la Interventoría, este documento aprobado será la carta de navegación en el proceso, para disminuir las discusiones técnicas durante el diseño y permitirá mantener la integralidad de la información de insumos y salidas parciales entre especialistas.

2.6.3 CAPITULO 3. INFORMACION 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 gubernamentales o privadas que tengan que ver con el corredor vial en estudio.

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

Para el diseño de pavimentos se debe contar con información de módulos dinámicos de materiales, leyes de fatiga de mezclas asfálticas y algunos ensayos de caracterización de granulares que serán empleados en el proyecto, información primaria para el diseño y ajustada a la realidad del proyecto.

2.6.4 CAPITULO 4. TRABAJO DE CAMPO

Deberá contener una descripción de la organización de los trabajos de campo la cual se describirá en la metodología a utilizar por parte del consultor y esta se entregará al interventor del proyecto para su aprobación, así como sus características principales, tales como: tipo de exploración (manual o mecánica), su localización (indicando el abscisado y ubicación en plano) y su profundidad, para apiques deberá ser de las siguientes características: una sección transversal de 0,6 x 0,6 metros y una profundidad entre 1:50 metros, y 2.00 metros, dependiendo del espesor de la estructura existente o el tipo de suelo presente, si se requiere realizar trabajos por debajo de 1.50 metros se debe realizar teniendo en cuenta las recomendaciones de trabajo en altura. Para el caso de perforaciones deberá ser de las siguientes características: una sección transversal máxima de 0,3 x 0,3 metros y una profundidad mayor de 2:0 metros y hasta 10 metros, siempre y cuando el suelo sea apto para la ejecución.

En caso de calzadas deprimidas se deberá garantizar una profundidad de auscultación de mínimo 1.50 metros por debajo de la rasante proyectada en el diseño geométrico.

Las investigaciones de campo incluyen la planeación, localización, ejecución de perforaciones y/o apiques y toma de muestras para ensayos. Los objetivos del muestreo incluyen: determinación de los espesores de los diversos estratos, obtención del material para los ensayos requeridos de laboratorio y eventualmente, la ejecución de ensayos “in situ”. El número y tamaño de las muestras deberá ser suficiente para determinar la clasificación de suelos, 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 suelos existentes a lo largo del corredor en estudio.

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 Consultor deberá elaborar el programa de ensayos de laboratorio, el cual deberá ser aprobado por la Interventoría. En ese programa de ensayos debe estar contemplado como mínimo ensayos de humedad Natural, límites líquidos y plásticos, límites de contracción, granulometrías con lavado sobre tamiz No. 200, Expansión libre, CBR inalterado y PDC.

Con base en la geología del proyecto se programarán y realizarán las pruebas de laboratorio requeridas para determinar la resistencia del suelo en términos de CBR. El número de pruebas será definido por el consultor y aprobado por la interventoría. Las pruebas de CBR deberán realizarse en condiciones de humedad natural y de saturación (después de 4 días de inmersión), con medición de expansión.

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 si existen. Por lo tanto, se deberá precisar su posición estableciendo un patrón de espaciamiento normalizado en 250 m., 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 éstas.

2.6.5 CAPITULO 5. CARACTERISTICAS GEOTÉCNICAS

Se fundamenta en la realización de ensayos para la caracterización e identificación de los suelos de subrasante y de los materiales constitutivos de la estructura del pavimento. Para los pavimentos asfálticos, se tendrán en cuenta los lineamientos de la Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras" del MT-INVÍAS, en su parte 2, Capitulo 10 - Guías para la Caracterización de los Materiales del Pavimento y de la Subrasante mediante Pruebas Destructivas.

2.6.5.1 RESULTADO 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 del proyecto. Los ensayos se deberán realizar de acuerdo con las normas vigentes del Instituto Nacional de Vías y, para las pruebas no contempladas por ellas, se aplicarán los estándares de ICONTEC y ASTM, en este orden.

Dentro de los resultados de laboratorio debe haber una suficiente caracterización de la subrasante, de los materiales granulares nuevos, de los materiales de rodadura, diseños de mezclas, fórmulas de trabajo, etc., de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

Los ensayos a realizar en los materiales granulares son los contemplados en los artículos del capítulo 3 de las actuales especificaciones del Instituto Nacional de Vías, o su equivalente de las Especificaciones Técnicas del INVIAS vigente al momento de la ejecución de los estudios, según sea el tipo de material por utilizar.

Para las mezclas asfálticas y sus agregados se deberán realizar los ensayos contemplados en los artículos del Capítulo 4 de las actuales especificaciones del Instituto Nacional de Vías o su equivalente de las Especificaciones Técnicas del INVIAS vigentes en el momento de ejecutar los estudios, según sea el tipo de mezcla o tratamiento a utilizar. Adicionalmente, se debe realizar el ensayo de sección delgada a los materiales granulares que componen la mezcla asfáltica.

2.6.5.2 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Obtenida la clasificación de los suelos, 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 y en parámetros estructurales como módulo resiliente de la subrasante. 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 condensará en perfiles estratigráficos por apique o sondeo, debidamente referenciados y con una descripción clara de los suelos encontrados, mencionando temas como presencias de sobre tamaños, materia orgánica, color, resistencias in situ, entre otros. Se debe mencionar la presencia o no del nivel freático. De manera paralela y complementaria a lo anterior, se debe generar una tabla resumen de ensayos y clasificación de suelos que permita condensar la caracterización geotécnica obtenida.

Se debe incluir una localización de la exploración geotécnica georreferenciada con coordenadas en lo posible y siempre acotando el abscisado del proyecto, de acuerdo con los postes de referencia existentes (PR); Sólo cuando esto último no sea posible, el Consultor establecerá referencias precisas, según la localización del tramo vial (poblaciones, puentes, intersecciones, sitios de interés, etc.,)

Debe haber un registro fotográfico por perforación en el cual se pueda observar fecha, muestras, localización, numero de apique o perforación.

2.6.6 CAPITULO 6. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES

Este capítulo se refiere a la localización, selección, cubicación y clasificación de fuentes de materiales para la construcción de la estructura del pavimento, concretos estructurales, terraplenes, pedraplenes y otros usos que se requieran para el proyecto, se deberá contar con la información necesaria para obtener los permisos de explotación ante las autoridades competentes, teniendo en cuenta los criterios y requisitos establecidos en el numeral correspondiente el Programa de Adaptación de la Guía 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 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 contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVIAS vigentes a la fecha de elaboración de los contratos, 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 sub-bases 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, fórmulas de trabajo, 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 su combinación.

Las fuentes de materiales existentes cerca de la zona del proyecto deberán ser identificadas y contar con las respectivas licencias, de igual manera se deberán realizar los ensayos de laboratorios correspondientes.

2.6.6.1 TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo comprenden las actividades de Exploración, localización y accesos. En este aparte se hará la descripción y caracterización de las fuentes de materiales, describiendo los sitios donde se realicen apiques y perforaciones, realizando la respectiva localización en un plano.

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.

2.6.6.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Se presentarán los resultados de todos los ensayos de laboratorio llevados a cabo, indicando los usos, métodos de explotación, normas y las observaciones que se deriven de cada uno de ellos para cada fuente.

Los ensayos a realizarle a las fuentes de materiales como mínimo deben ser: Desgaste en la máquina de los ángeles, solidez, materia orgánica, azul de metileno, equivalente de arena, gradación, límites de Atterberg, características químicas, petrografía y mineralogía, de no tener instalada aun la trituradora. Si la trituradora se encuentra instalada y funcionando se deberán realizar todos los ensayos exigidos en las Especificaciones Técnicas del INVIAS vigentes al momento de los estudios.

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

2.6.6.3 ANÁLISIS PLAN DE UTILIZACIÓN

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 carreteable 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, o el que se defina en el diseño.

Debe indicar el volumen estimado del material a utilizar por cada fuente de material e indicar en caso de ser necesaria la utilización de explosivos o cualquier técnica especial para la explotación de la fuente.

2.6.7 CAPITULO 7. DISEÑO DE MEZCLAS

Se entregará informe de resultados de laboratorio del diseño de las diferentes mezclas que se prevea van a emplearse en la construcción 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 subrasante 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.

Se deben tener resultados de ensayos de módulos dinámicos de materiales granulares y de mezclas asfálticas, además de la ley de fatiga de mezclas asfálticas en caso que el diseño sea para pavimento flexible. Para pavimento rígido también se deberán tener módulos dinámicos de los materiales granulares a emplear en la obra.

En casos de estabilizaciones de materiales y de reciclados se debe generar la fórmula de trabajo a partir de los materiales existentes, la cual debe garantizar homogeneidad en los materiales y cumplimiento de ensayos, especificaciones técnicas del INVIAS vigentes al momento de los estudios y diseños, además de la aprobación por parte de la Interventoría.

2.6.8 CAPITULO 8. ESTUDIO DE TRÁNSITO

Tomando la información del volumen de estudio de tránsito (TPD), se analizara y extractara parámetros para el diseño del pavimento, como el número acumulado de ejes equivalentes a 8.2 toneladas en el carril de diseño, para el periodo de diseño y las alternativas consideradas, en lo que se refiere a pavimentos flexibles, y el número de repeticiones esperados por tipo de vehículo para pavimentos rígidos. Los resultados del estudio de transito serán los datos de entrada para el diseño de pavimentos.

Para el estudio de alternativas y diseño 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 el INVIAS y el ministerio del transporte. El período de diseño del pavimento, será el que establezca el manual respectivo, de acuerdo con las características de la vía.

2.6.9 CAPITULO 9. DISEÑO DE PAVIMENTOS

Contendrá un estudio y análisis completo de mínimo dos (2) alternativas propuestas de acuerdo con las metodologías empleadas en los manuales de diseño de pavimentos adoptados por el INVIAS, así mismo pueden complementarse esas alternativas con otras metodologías recomendadas por el especialista de la consultoría con el visto bueno de la Interventoría, de allí se debe extraer la alternativa recomendada que obedecerá a la mejor alternativa técnica, económica, y funcional para el proyecto. Para tal fin, se tendrá en cuenta la información geotécnica y el análisis de tránsito del respectivo capitulo. Se podrán presentar además, alternativas con tipos de pavimentos no contemplados en los manuales nombrados, siempre y cuando no se pueda acceder a ninguna de las opciones anteriores o haya un riguroso soporte técnico que demuestre su superioridad o equivalencia estructural, comportamiento respecto de las anteriores o por situación especial de cada proyecto.

Los tipos de estructuras que se recomienden, deberán estar adaptados a los materiales disponibles siempre y cuando estos cumplan con las especificaciones y ensayos del INV vigentes y a las características climáticas de la región del proyecto.

En el informe deberán indicarse, además, los métodos de construcción, procesos constructivos, tolerancias en los materiales, recomendaciones técnicas, 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.

En el caso de proyectos de pavimento rígido en el informe se debe incluir planos de modulación de losas y juntas, que faciliten las actividades de obra.

2.6.10 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.

En caso que se presenten ampliaciones de la calzada para la vía proyectada se debe indicar claramente la manera en que se realizarán las transiciones entre estructuras y cuál será la ubicación de la vía actual en relación a las ampliaciones a lo largo del proyecto.

2.6.11 CAPITULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

2.6.12 ANEXOS

- Mapa de localización del proyecto.
- Registro de perforaciones y/o apiques exploración en el terreno y ubicación en plano.
- Resultados de ensayos de laboratorio.
- Perfil estratigráfico en toda la longitud del proyecto.
- Tabla consolidada o resumen de resultados de ensayos de laboratorio, deducida de las pruebas ejecutadas tanto en el campo como en el mismo laboratorio
- Plano de secciones típicas - secciones transversales.
- Memorias de cálculo del diseño del pavimento
- Planos y/o esquemas de localización de las fuentes de materiales
- Tabla consolidada o resumen de resultados de ensayos de laboratorio, para cada fuente de material seleccionada, indicando la cantidad de material disponible y su utilización.
- Memorias de cálculo del diseño de mezclas, con sus respectivas fórmulas de trabajo, incluyendo aquellas que se recomienden para estabilizaciones
- Fotografías.
- Planos tipológicos estructurales con formato para sectorización

2.9. VOLUMEN VII. ESTUDIO DE HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA Y SOCAVACIÓN

2.9.1 CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

2.9.1.1 OBJETIVOS

El Consultor efectuará los estudios hidrológicos e hidráulicos, incluyendo los de socavación, con el objeto de dimensionar las obras de drenaje mayores y menores (alcantarillas, cunetas, etc.), así como las obras de subdrenaje (filtros, trincheras drenantes, drenes horizontales, etc.) necesarias para el proyecto.

Consignará en forma concisa y precisa la determinación cualitativa y cuantitativa de la cantidad de agua superficial y sub-superficial del área de influencia directa e indirecta del proyecto. Adicionalmente deberá incluir en el documento las condiciones especiales del subsuelo y aguas subterráneas.

El consultor deberá incluir los períodos de lluvias, registros históricos que se presentan en la zona del proyecto por donde discurrirá el corredor vial.

2.9.1.2 ALCANCES

Realizar los estudios hidrológicos de acuerdo con los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto. En lo posible obtener los registros históricos completos, no se debe limitar a los últimos años.

Revisar la capacidad hidráulica de las obras de drenaje tanto mayores como menores, utilizando los caudales definidos en la revisión del estudio hidrológico.

Determinar la localización de las obras de drenaje y subdrenaje, como resultado del análisis de las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidráulicas, de diseño geométrico, cobertura vegetal, uso del suelo y por condiciones antrópicas. Localizar las obras de drenaje mayores (el abscisado y los niveles de las obras deberán estar referenciados y las rasantes del diseño geométrico), y adelantar los respectivos estudios de socavación.

Revisar y complementar los diseños de las obras de drenaje en concordancia con el diseño geométrico definitivo. Adicionalmente el Consultor deberá realizar el Diseño del Drenaje de la Corona que garantice excelente visibilidad y evite entre otros el hidroplaneo y la erosión, con las cuales se brinde seguridad y comodidad a los conductores.

2.9.2 CAPITULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

2.9.2.1 RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE

El consultor presentará un informe de la investigación con la información existente, recopilando todo lo referente a estudios previos que aporten un conocimiento del clima, suelos, vegetación,

comportamiento de obras existentes y obras próximas que se estén proyectando en este corredor. Se debe incluir lo consignado en el Programa de Adaptación de la Guía Ambiental y/o Diagnostico Ambiental de Alternativas, según sea el caso para el proyecto o los estudios de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR´s) y en el POT de la zona de influencia de las obras, etc.

Para la recolección de información de transporte, cuando aplique, deben consultar además del INVIAS, otras entidades como MINTRANSPORTE, SECRETARIAS DE OBRAS Y/O INFRAESTRUCTURA, CAR´s, que puedan aportar información estadística al proyecto.

2.9.2.2 METODOLOGÍA

Se analizará la información previa y se describirá la forma como se programó el trabajo de cada uno de los capítulos, teniendo en cuenta los objetivos, alcances, datos, actividades y resultados a obtener.

El consultor deberá presentar la metodología para la modelación hidrológica, sustentando la selección del software utilizado, de acuerdo con lo descrito en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS vigente o el equivalente que se encuentre vigente a la fecha de los estudios.

De igual forma si el Consultor considera necesario elaborar un modelo físico deberá sustentar la necesidad del mismo, incluyendo la longitud aguas arriba y abajo del sitio de estudio.

2.9.2.3 CARTOGRAFÍA

Para el desarrollo del estudio, la información cartográfica es fundamental, por lo tanto, en el Volumen referido a esta área se presentará el resumen del procesamiento de dicha información plasmada en mapas de adecuada escala dependiendo de la magnitud y complejidad del proyecto, de acuerdo con lo dispuesto en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS vigente a la fecha de los estudios. La magnitud del proyecto, la escala máxima de trabajo será 1:25.000 o mayor para delimitar las cuencas, calcular las áreas, pendiente del cauce principal, diferencia de nivel o pendiente de la cuenca, forma de la hoya o cuenca y tipo de drenaje. Adicionalmente el Consultor podrá utilizar aerofotografías, imágenes satelitales, Cartografía Aérea Digital.

2.9.2.4 ANÁLISIS DE LLUVIA

Con base en la información de precipitación obtenida ya sea en el IDEAM, CIOH, CCCP, ECOPETROL, FEDERACIÓN DE CAFETEROS, CAR´S, EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS (ESP´s), EMPRESAS DE ENERGÍA o en otra entidad, el Consultor procederá a incluir en el estudio un análisis de los registros de cantidad e intensidad de precipitación en la zona que permitan dar valores de tipo local y regional, para conocer el comportamiento espacial y temporal del fenómeno. De la misma manera deberá presentar los análisis y la caracterización de los principales parámetros climatológicos, entre otros, temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, número de días con lluvia.

En aquellos casos donde no exista información, el Consultor podrá realizar transposición de datos. El Consultor podrá transferir valores máximos instantáneos anuales de diferentes periodos de retorno de esta estación hasta el sitio de proyecto, mediante relaciones de áreas de drenaje. Esta metodología tendrá validez toda vez que las áreas de drenaje no sean muy diferentes y que esta diferencia no sea mayor o menor al 50 % del valor original del área de drenaje. La misma metodología se podrá aplicar para cuencas hidrográficas que sean hidrológica y climatológicamente homogéneas.

Posteriormente el Consultor deberá realizar el análisis de frecuencias hidrológicas donde deberá estimar la frecuencia o probabilidad de ocurrencia de eventos, obteniendo los valores máximos de precipitación y caudal. Para tal efecto se debe realizar el análisis estadístico de datos hidrológicos y utilizar las distribuciones de probabilidad que más se ajusten a la información obtenida. Podrá utilizar la tipo Gumbel y Log-Pearson Tipo III en el caso de valores extremos que son las más utilizadas en el ámbito hidrológico.

Una vez analizada esta información el Consultor deberá calcular las Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia, y determinar la intensidad de la lluvia para cada sub-cuenca con base en el tiempo de concentración para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años. La determinación de los períodos de retorno con los cuales se deben calcular el tipo de estructura está en función del tipo de estructura y de lo establecido en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVIAS o su equivalente que se encuentre vigente al momento de los estudios. Se anexarán fotocopias de la información básica.

2.9.2.5 ANÁLISIS DE CAUDALES

Se presentarán las relaciones lluvia- caudal en el supuesto que existan registros para determinar coeficientes de escorrentía. En aquellos casos donde no exista información sobre el mismo sitio de cruce, el Consultor podrá realizar transposición de datos de caudal si existiese una estación limnimétrica o limnigráfica ubicada sobre el mismo cauce. Se podrán transferir caudales máximos instantáneos anuales de diferentes periodos de retorno de esta estación hasta el sitio de proyecto, mediante relaciones de áreas de drenaje. Esta metodología tendrá validez toda vez que las áreas de drenaje no sean muy diferentes y que esta diferencia no sea mayor o menor al 50 % del valor original del área de drenaje. La misma metodología se podrá aplicar para cuencas hidrográficas que sean hidrológica y climatológicamente homogéneas.

En ausencia de registros reales en las corrientes aferentes al corredor vial, los caudales de diseño para los diferentes periodos de recurrencia se obtendrán generándolos de los análisis de las lluvias aplicando metodologías debidamente soportadas y que utilicen al máximo parámetros físico-climáticos de la región.

Los caudales de diseño se deberán estimar por al menos tres métodos, pudiendo ser los descritos a continuación o en su defecto los que el Consultor estime y justifique, éstos podrán ser el Método Racional, Método del Hidrograma de Escorrentía Superficial, el Modelo Lluvia-Escorrentía propuesto por el U.S. Soil Conservation Service (U.S.S.C.S.), el Hidrograma Unitario (p.e: el Hidrograma Unitario Sintético de Snyder, el Hidrograma Unitario Triangular, el Hidrograma Unitario del U.S.S.C.S y adoptado por el U.S. Bureau Of Reclamation), el Método de Holtan y Overton, o el Método de Regionalización de Crecidas en Colombia desarrollado por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

El consultor además de utilizar como documento guía el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS, podrá utilizar otras referencias bibliográficas como el HEC 2- Highway Hydrology de la FHWA, Model Drainage Manual de la AASHTO, Design Manual for Storm Drainage de la ASCE, entre otras.

2.9.2.6 JUSTIFICACIÓN DE FORMULAS EMPLEADAS

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

2.9.2.7 APLICACIÓN DE LAS TEORIAS Y MÉTODOS DE PREDICCIÓN

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

2.9.3 CAPITULO 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS

El objeto de los estudios hidráulicos es el dimensionamiento y diseño de las estructuras de capacidad apropiada utilizando los niveles y caudales obtenidos en el estudio hidrológico, para evacuar eficientemente las aguas que puedan afectar la estabilidad de la vía. Tal como lo establece el Manual de Drenaje para Carreteras vigente del INVIAS, las estructuras pueden ser de desvío, control, protección, remoción o de cruce bajo una vía

2.9.3.1 ANÁLISIS HIDRÁULICO Y DE SOCAVACIÓN

En la selección del área hidráulica se deben tener en cuenta, el nivel de aguas máximas, el paso de materiales de arrastre y la socavación. Igualmente se deberán determinar los niveles de aguas, velocidades, el efecto de las inundaciones sobre la infraestructura y propiedades adyacentes y los efectos de los cambios en la geomorfología natural de las corrientes, como resultado de las estructuras propuestas.

Se debe proveer estructuras de alivio y de protección cuando se interfiera el flujo durante las inundaciones o cuando se reduzca la capacidad hidráulica.

2.9.3.2 GEOMORFOLOGÍA - DINÁMICA FLUVIAL

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

El Consultor deberá determinar las condiciones topográficas, morfológicas e hidrológicas de cada una de las cuencas y sub-cuencas aferentes al corredor vial, determinando entre otros el área de drenaje, pendiente de la cuenca y del cauce principal, coeficiente de escorrentía, tiempo de concentración, vegetación, tipo y uso del suelo, etc.

En aquellos casos donde el corredor vial discurra próximo a una corriente importante que pueda llegar a afectar la estabilidad de la vía, el Consultor deberá realizar un análisis multitemporal de las condiciones morfológicas y diseñar las obras de prevención y protección necesarias para evitar su daño. Para tal efecto se deberán utilizar aerofotografías, imágenes de satélite, estudios previos y demás información que le permita realizar el análisis del comportamiento de los cauces.

2.9.3.3 OBRAS MENORES

El Consultor determinará el tipo de funcionamiento hidráulico en los aspectos de control de entrada y salida. La eficiencia, altura, pendiente, longitud y posición con respecto al proyecto vial.

El Consultor deberá diseñar todas las cunetas, zanjas de coronación, alcantarillas, canales, bateas, vados, badenes, estructuras de entrada y salida, y plasmar en planos los diseños específicos con sus cotas y coordenadas, así mismo deberá diseñar todas las estructuras de control hidráulico requeridas a la entrada y salida con las cuales se garantice la estabilidad de las laderas (estructuras de caída escalonadas, rápidas lisas, escalonadas combinadas, etc.).

Para su diseño el Consultor podrá utilizar como documento guía el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS vigente, así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas ampliamente utilizadas en el medio como son las de la FHWA, el HEC 22 - Urban Drainage Design Manual, HEC 15 - Design of Roadside Channels with Flexible Linings, HDS 3 - Design Charts for Oppen Chanel Flow, Hds 4 - Design of Road Channels, HDS 4 - Introduction to Highway Hydraulics, HEC 11 - Design of Riprap Revetment, HEC 14 - Hydraulic Design of Energy Disipators for Culverts and Channels, el Highway Drainage Guidelines de la AASHTO, la Instrucción 5.2 - IC. Drenaje Superficial del MOPU de España, así como todas las guías Highway Design Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el Consultor justifique y considere apropiadas.

Todas las referencias mencionadas arriba pueden descargarse gratuitamente de internet, salvo la de la AASHTO.

Para la utilización del método racional el consultor podrá aplicar la metodología para un área máxima de drenaje igual a 2.5 Km2, según como se explica en el manual de drenaje para carreteras.

2.9.3.4 SUBDRENAJE

El estudio contemplará un análisis del subdrenaje primordialmente en todos los sitios donde haya evidencia de agua subterránea. El Consultor en este capítulo deberá garantizar la evacuación del agua existente en el suelo o la infiltrada para dar estabilidad a la estructura del pavimento y a los taludes de la vía. Se presentarán recomendaciones y diseños específicos para sobre los taludes aferentes a la estructura. Así como en las zonas de disposición de sobrantes de excavación, zonas proyectadas para campamentos, fuentes de materiales, zonas de acopio, etc.

El Especialista Hidráulico del Consultor deberá trabajar este capítulo con los siguientes especialistas: Hidrogeólogo, Geólogo, Geotecnista y especialista en pavimentos.

Para su diseño se deberá utilizar como documento guía el Manual de Drenaje para Carreteras vigente del INVIAS, así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA y la AASHTO.

2.9.3.5 HIDRÁULICA DE OBRAS MAYORES

Los análisis hidráulicos de las obras mayores se realizarán de acuerdo a lo establecido en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o su equivalente vigente a la fecha de los estudios, capítulos correspondientes a Drenaje Superficial y Puentes, los cuales deberán ser adecuados a las necesidades del proyecto considerando su magnitud y complejidad.

Entre otros el Consultor con sus especialistas evaluarán y justificarán su localización, cuantificarán los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno, realizarán; los levantamientos topográficos y batimétricos, los estudios de suelos para caracterizar la granulometría del lecho con la cual se determinará la rugosidad de la corriente y se calculará la socavación; analizarán y evaluaran, la dinámica del río y la presentarán a escala 1:10.000 o menor, el impacto aguas arriba y abajo generado por el puente, las distribuciones del flujo y velocidad cuantificando la socavación potencial y definiendo el nivel de cimentación de la infraestructura; modelarán las crecientes mediante la utilización de software tipo HEC-RAS o similar para determinar los niveles mínimos y máximos de inundación, calcularán el gálibo.

Para el diseño se podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA como son el HDS 1 - Hidraulics of Bridge Waterways, HEC 22 - Urban Drainage Design Manual, HEC 21 - Design of Bridge Deck Drainage; el Highway Drainage Guidelines de la AASHTO, así como todas las guías Highway Design Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados

Unidos, o las que el Consultor justifique y considere apropiadas. Todas las referencias mencionadas arriba pueden descargarse gratuitamente de internet, salvo la de la AASHTO.

2.9.4 CAPITULO 4. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN

Los estudios de socavación consistirán en determinar profundidades críticas de tipo erosivo inducidas por las corrientes y por las diferentes estructuras.

Entre otros el Consultor deberá calcular y evaluar los siguientes tipos de socavación para estructuras:

- Socavación general del cauce producida durante el flujo de una avenida por aumento de la capacidad de transporte del río.
- Socavación transversal bajo el puente por aumento de la velocidad originada por la disminución de la sección transversal.
- Socavación en las zonas externas de las curvas causadas por los flujos secundarios que arrastran material del fondo hacia el interior de la curva.
- Socavación local al pie de pilas y estribos por generación de vértices a causa del desvío de las líneas de corriente.
- Socavación por degradación de los cauces aguas abajo de embalses y otras estructuras que retienen los sedimentos (si aplica)

El Consultor sin embargo deberá implementar adicionalmente lo descrito en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o su equivalente vigente al momento de los estudios.

2.9.4.1 ANÁLISIS DE INFORMACION DE CAMPO

El Consultor presentará el análisis detallado del sitio, cruce y ponteadero, puente y/o Viaducto seleccionado, conociendo las secciones transversales del cauce o río aguas arriba y abajo. De la misma manera, se deberán presentar los perfiles topográficos longitudinales y batimétricos, zonas de desborde, alturas de creciente, tipo de suelo de orillas y lecho, líneas y velocidades de flujo, coeficientes de rugosidad, muestras y análisis de los sólidos de fondo (curva granulométrica) y determinación de diámetros característicos, pendientes hidráulicas y caudales, con el objeto de aplicar las fórmulas más adecuadas que permitan obtener las profundidades criticas del fenómeno.

En cauces donde no sea posible la obtención de topografía de fondo, se harán levantamientos batimétricos con ese fin, lo mismo que muestras de los sólidos de fondo.

La selección de los equipos para la ejecución de batimetrías dependerá de la información requerida por el consultor, quien deberá sustentar la necesidad de dichos trabajos y presentar el procedimiento

y/o metodología aplicable. En lo posible para ejecutar este tipo de trabajos deberá trabajar con ecosondas.

2.9.4.2 APLICACIÓN DE LAS TEORIAS DE SOCAVACIÓN

El consultor presentará las fórmulas más adecuadas a la morfología de la zona que permitan conocer la profundidad de socavación, a todo lo ancho del lecho, en la zona definida de influencia , en el lugar seleccionado para la construcción de la obra, y/o en un punto en particular donde exista un obstáculo y/o en sus orillas.

Para los valores críticos de socavación se presentarán y diseñarán obras de control y protección.

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

2.9.5 CAPITULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO

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

Adicionalmente el Consultor deberá presentar los respectivos planos de áreas de aporte aferente, debidamente localizados y a una escala adecuada definido por los criterios del diseñador y con aprobación por parte de la interventoría.

El Consultor estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, incluidos los programas de computador utilizados, la metodología, los resultados, el lenguaje y la memoria requerida: en síntesis debe entregar un “Manual del Usuario”. Así mismo, entregará los planos, imágenes de satélite, aerofotografías y anexos que se utilicen para la comprobación de los resultados obtenidos.

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

2.9.6 CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

Por medio del estudio se identificaran los sitios de ponteaderos y cruces mayores y menores, se realizaran las evaluaciones de información para caracterizar y definir los comportamientos de los cauces en la zona del proyecto.

Se presentara un listado de las obras mayores y menores necesarias para el correcto drenaje del corredor, basado en el número suficiente de estudios que consideren las variaciones en lluvias, caudales, topografía.

2.10. VOLUMEN VIII. ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS

2.10.1 CAPITULO 1. OBJETIVOS, ALCANCE Y GENERALIDADES

2.10.1.1 OBJETIVO

A partir del conocimiento de todos los parámetros establecidos en los estudios complementarios aplicables requeridos como topografía, batimetría, diseño geométrico, geología, geotecnia, fundaciones, estabilidad de taludes, hidráulica, ambiental, arquitectura y demás áreas aplicables, pero sin limitarse a estas exclusivamente, de tal forma que la información obtenida redunde en el planteamiento de soluciones satisfactorias plasmadas inicialmente en un análisis de alternativas a nivel de anteproyecto para de allí concluir en la selección y ejecución del proyecto estructural definitivo real y ejecutable.

2.10.1.2 ALCANCE

Realizar los diseños estructurales definitivos de las obras que así lo requieran como: muros de contención, box-culverts, puentes, viaductos, intersecciones a desnivel, pasos deprimidos, falso túnel, pantallas ancladas, muros de tierra armado y demás obras de estabilización y de alcantarillas u otras obras que requiera el proyecto, en el caso de estructuras especiales como falso túnel o pasos deprimido se debe considerar la iluminación, ventilación y demás elementos que correspondan para la correcta construcción de la infraestructura.

2.10.1.3 GENERALIDADES

Con base en la definición del eje del proyecto, la sección transversal del sitio de la estructura, y partiendo del conocimiento de los estudios básicos, de topografía, hidrología, hidráulica, y socavación, geología, el estudio de suelos para el diseño de fundaciones y del diseño geométrico así como los estudios ambientales además del reconocimiento directo del sitio, por parte del equipo diseñador; se deberán realizar todos los diseños estructurales correspondientes al proyecto, deberán contener los estudios de evaluación sísmica actualizados.

Para el diseño de obras de drenaje menores, se implementará el Manual de Drenaje para carreterasdel INVIAS vigente al momento de los estudios, en concordancia con el Especialista de Hidrología, Hidráulica y Socavación. Se consideran obras de drenaje menor las que requieran alcantarilla y/o cunetas. Podrán utilizarse los modelos normalizados vigentes de la cartilla correspondiente del INVIAS siempre y cuando los parámetros de diseño del proyecto correspondan con los indicados en la cartilla.

Para la definición de los objetivos, alcances y metodologías se deberán seguir los lineamientos de los documentos en Mejoramiento de los Términos de Referencia relacionados a continuación: Estudio de Trazado y Diseño Geométrico; Estudio de Geología para Ingeniería y Geotecnia; Estudio de Suelospara Diseño de Fundaciones; Estudio Geotecnia y Diseño del Pavimento; Estudio Hidrología,

Hidráulica y Socavación; Programa de Adaptación de la Guía Ambiental, Estudio de Impacto Ambiental, Diagnostico ambiental de Alternativas; Estudio de Cantidades de Obra y Presupuesto; Informe Final Ejecutivo.

2.10.1.4 NORMAS APLICABLES

En el análisis y diseño de todas las estructuras, deberá cumplir como mínimo, pero sin limitarse a estos, con los requerimientos pertinentes establecidos en los siguientes documentos:

2.10.1.4.1 Normas Principales

- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, adoptado mediante Resolución No. 8068, del 19 de diciembre de 1996 y actualizadas con Resoluciones No. 1375 y 1376 del 26 de Mayo de 2014, emanadas del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS o las que modifiquen.
- La norma colombiana de diseño de Puentes (CCP - 14), adoptada mediante Resolución No. 0000108, del 26 de enero de 2015, emanada del Ministerio de Transporte. El Código Colombiano propuesto y divulgado por la Comisión Asesora permanente del Código o AIS, a la fecha de ejecución de los trabajos.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR-10, contenida en la Ley 400 de 1997, (Modificada ley 1229 de 2008) y el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010.

Se deben seguir las especificaciones, requerimientos y recomendaciones de la norma Colombiana de diseño de Puentes (CCP 14) y en ausencia de regulación para el caso de puentes especiales; se debe seguir lo especificado en normas técnicas de la AASHTO última edición y en su defecto la previamente aprobada por la entidad.

2.10.1.4.2 Normas complementarias

Además, cuando el objetivo del proyecto o las normas principales lo requieran, se deberá utilizar la última versión de las normas y especificaciones relacionadas en las normas principales, así:

• Standard Specifications for highway bridges Última edición, para todos los casos que no se contemplen en la norma Colombiana de diseño de Puentes (CCP 14), o en los casos donde los procedimientos contemplados en su texto ya no sean válidos a la fecha del proyecto.

- ICONTEC
- ASTM (American Society Testing Materials)
- AWS Asociación Americana de Soldadura Especificación AWS D1.5 Bridge Welding Code

La aplicación de cualquier norma no referenciada en las normas principales o como alternativa de estas deberá ser claramente justificada y aprobada por la INTERVENTORIA.

2.10.1.5 CARGA VIVA

La carga viva vehicular a utilizar será la que indique el código vigente en el momento de ejecución de los trabajos.

2.10.1.6 VIDA UTIL

Se entiende por vida útil de un elemento o estructura, el periodo de tiempo a partir de su puesta en servicio, durante el cual debe cumplir la función para la que fue construido, contando siempre con la conservación adecuada pero sin requerir operaciones de rehabilitación. Para los puentes de carretera objeto de la presente Instrucción, se establece una vida útil de cien (100) años.

El periodo de retorno para la creciente de diseño es de 100 años en puentes y se deberá prever un galibo vertical mínimo 2.0 m para esta condición.

El sismo de diseño deberá tener una probabilidad de ocurrencia según se establece en el CCP 14 Vigente.

2.10.1.7 REQUISITOS GENERALES

No es la intención de estas Especificaciones reemplazar la capacitación y el criterio profesional del Diseñador; sólo establecen requisitos mínimos necesarios para velar por la seguridad pública. El INVIAS o el Diseñador pueden requerir que la sofisticación del diseño o la calidad de los materiales y la construcción sean más elevadas que lo establecido por los requisitos mínimos.

Las estructuras se deben diseñar considerando los aspectos de resistencia, facilidad de construcción, seguridad y servicio, pero también considerando debidamente los aspectos relacionados con la facilidad de inspección, economía, estética y la aplicación de nuevas tecnologías debidamente comprobadas.

2.10.1.8 CONSIDERACIONES MINIMAS DE DISEÑO

Se deben considerar requisitos mínimos sobre luces libres, protección ambiental, estética, estudios geológicos, economía, transitabilidad, durabilidad, facilidad de construcción, facilidad de inspección, mantenimiento y la implementación de nuevas tecnologías. Se debe tener cuidado en considerar los requisitos mínimos para seguridad del tráfico.

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

Reconociendo que numerosas fallas en puentes han sido provocadas por la socavación, se analizaran en detalle los aspectos hidrológicos e hidráulicos.

2.10.1.9 DISPOSICIONES DEL PREDIO

La ubicación y alineación de las estructuras de drenaje, se deberán seleccionar de manera que satisfagan los requisitos del tráfico en el tramo de vía del estudio.

Se deben considerar posibles variaciones futuras de la alineación o el ancho del curso de agua, la carretera o las vías férreas cruzadas por el puente.

Cuando corresponda, se debería considerar la futura adición de instalaciones de tránsito masivo o el ensanchamiento del puente.

2.10.1.10 FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN

Los puentes se deberían diseñar de manera tal que su fabricación se pueda realizar sin dificultades ni esfuerzos indebidos y que las tensiones residuales incorporadas durante la construcción estén dentro de límites tolerables.

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

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

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

Se deben considerar las condiciones climáticas e hidráulicas que pudieran afectar la construcción de las obras de drenaje.

2.10.1.11 ECONOMÍA

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

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

2.10.1.12 SEGURIDAD DEL TRÁFICO

Se debe considerar el tránsito seguro de los vehículos sobre la vía del proyecto. Se deben minimizar los riesgos para los vehículos que circulen por este tramo de vía.

Las columnas o muros para estructuras de separación de rasantes se deberían ubicar de conformidad con el concepto de zona libre según lo indicado en el Manual de Carreteras vigente publicado por el INVIAS.

2.10.2 CAPITULO 2. ESTUDIOS REQUERIDOS

Los estudios y diseños para estructuras de drenaje y demás estructuras necesarias, deberán ejecutarse de acuerdo con estos términos de referencia organizándolo por capítulos y conteniendo la descripción de las actividades realizadas con sus correspondientes memorias y conclusiones.

Todos los estudios son integrales para alcanzar el objetivo planteado; por lo que se debe tomar en cuenta que las memorias e información obtenida de las actividades realizadas son documentos de referencia que servirán para atender inquietudes presentadas durante la ejecución del proyecto, sin necesidad de adelantar investigaciones adicionales.

Siendo los planos los insumos básicos directos para la ejecución del proyecto, se requieren que estos contengan en forma clara, detallada y precisa, todos los aspectos concluyentes de los estudios adelantados, esto con el fin de garantizar la rápida accesibilidad e interpretación de la información. Es requisito esencial que esta información sea presentada en planos integralmente.

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

2.10.3 CAPITULO 3. PROYECTO ESTRUCTURAL

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

Así, Dentro de los productos correspondientes al diseño estructural que deben ser entregados por el Consultor están:

- Listado maestro de planos de cada volumen, debidamente codificados, y numerados conforme se presente al Instituto.
- Los planos de diseño estructural con todas las plantas, despieces, cortes y detalles de los elementos estructurales, según se indica más adelante.

- Las especificaciones técnicas, información que determinará con todo detalle las partes de la estructura necesarias para su interpretación y ejecución material en la obra.
- Las memorias de cálculo: Las cuales deben tener el contenido indicado en este capítulo como mínimo.
- Los modelos matemáticos y de computador implementados son solo herramientas para alcanzar el objetivo planteado, sin embargo en el caso de procesos constructivos especiales, el consultor deberá, por requerimiento de la interventoría, suministrar los modelos estructurales utilizados para tal fin.

2.10.4 CAPITULO 4. PLANOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

2.10.4.1 ALCANCE DE PLANOS

El consultor presentará planos de diseño a nivel de ingeniería de detalle de las estructuras de drenaje planteadas, estos deberán, sin excepción, ser revisados y aprobados por la Interventoría.

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

2.10.4.2 ESTRUCTURACCIÓN DE PLANOS

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

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

- Plano de especificaciones generales de diseño incluyendo cargas, normativas utilizadas, relación de estudios anteriores tenidos en cuenta; y cuadro general de cantidades de obra y especificaciones de materiales a emplear, entre otros.
- Planta de la localización del proyecto georreferenciado. Indicando ejes, y localización en planta perfil de los elementos tramos de estructura y puntos de ejecución de sondeos geotécnicos, diferenciando estructuras nuevas y/o existentes y delimitando el proyecto.
- Plano de Planta y perfil de la solución adoptada, con dimensiones generales, de tal suerte que se pueda apreciar el contenido global de la obra. Deberán mostrarse las cotas, materiales por emplear, características geométricas de diseño, nivel de caudal máximo esperado.
- Detalles de los elementos estructurales incorporados en la solución.
- Detalles constructivos especiales.

- Especificación de materiales.
- Cuadro de acero de refuerzos (despieces y resumen) y concretos (volumen por tipo de concreto y resumen).
- El Consultor elaborará los planos de cada una de las obras que contempla el proyecto, incluyendo los planos complementarios (detalles de construcción, cuadro resumen, esquemas de localización del proyecto, etc.), que se requieren para la licitación y construcción de las obras, presentados de acuerdo con la metodología vigente del sistema de información del INVIAS, y en medio magnético.
- Los planos de construcción de planta-perfil tendrán una escala de H: 1:200, y V: 1:200, y en casos especiales, otras escalas adecuadas o los requeridos por la interventoría del contrato. Estos planos contendrán la información geotécnica suficiente para ilustrar claramente las recomendaciones en esta materia.

2.10.5 CAPITULO 5. ESTUDIO DE PATOLOGIAS Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

La patología se realizará en aquellas estructuras presentes que después de haber realizado un trabajo de diagnóstico y/o auscultación en compañía de la interventoría, se determine que es necesario realizarla, en aquellas estructuras que el consultor en compañía de la Interventoría identifiquen que no requieren este tipo de estudio, se debe presentar al Instituto la respectiva justificación técnica.

Las actividades descritas en este capítulo aplican para cada una de las estructuras principales como puentes y pontones existentes en la zona del proyecto, que para cumplir con el objeto del presente contrato se requiera de su evaluación y posterior diseño de rehabilitación o reforzamiento.

Para adelantar los estudios de patología de estructuras en general el consultor deberá adelantar como mínimo las etapas de consecución de información, verificación en campo de la construcción real, valoración de la condición actual de la estructura, determinación de posibles condiciones de inseguridad y de peligro potencial recomendando las acciones inmediatas a implementar, y la definición de parámetros para la modelación de la estructura. El consultor sin perjuicio de lo descrito en el presente numeral deberá garantizar el resultado del estudio utilizando la información de referencia que considere aplicable.

Siempre que se realice una modificación a una estructura existente deberá realizarse el análisis estructural de la estructura modificada y reforzada, requerido para garantizar su estabilidad y cumplimiento con los requisitos de resistencia y funcionalidad establecidos en la normatividad vigente.

Así el consultor deberá efectuar una búsqueda, recopilación y análisis de toda la información relacionada con planos y memorias de diseños iniciales, planos record, informes de Interventoría,

bitácoras de obra, registros fotográficos, y especificaciones técnicas empleadas tanto en la construcción inicial como en actividades posteriores de reforzamiento, repotenciación, rehabilitación, reparación y mantenimiento parcial o total si hubiere; e información de estudios de diagnóstico y diseños de reforzamientos previos, entre otros.

Sin importar la cantidad y calidad de la información que sea recopilada, el Consultor deberá efectuar, incluso paralelamente a la recopilación de información, una inspección de diagnóstico preliminar de la estructura que deberá quedar consignada en un informe provisto de esquemas estructurales y registros fotográficos y fílmicos en formato digital, con base en la cual el consultor deberá definir la metodología para la inspección detallada y la exploración de campo a realizar, en la cual deberá definir las actividades de campo a realizar, el personal requerido, los equipos necesarios, el tipo de ensayos destructivos y no destructivos a utilizar, la cantidad y distribución de los mismos a ejecutar a lo largo de la estructura y las especificaciones técnicas que rigen estos ensayos.

Así, el Consultor deberá adelantar una verificación en campo de la construcción real dentro de la cual se incluye:

El levantamiento detallado de las dimensiones longitudinales y transversales definiendo el tipo de material de cada uno de los elementos de la estructura como barandas, guardarruedas, carpeta asfáltica, espesores de placa tanto en voladizos como en secciones intermedias, vigas, riostras, juntas, neoprenos, vigas cabezales, pilas y/o columnas, vigas de cimentación, dados, zapatas, pilotes, muros de cerramiento, estructuras de contención, estructuras de tratamiento y distribución de agua y cimentaciones de los mismos; para estos últimos si se efectuarse demoliciones y excavaciones sobre zonas verdes, calzadas o espacio público se deberá reponer las condiciones iniciales existentes; y para determinar espesores de placa deberán efectuarse extracción de núcleos o demoliciones puntuales de la carpeta asfáltica y perforación con taladro, u otro método propuesto por el Consultor, siempre que se garantice el conocimiento de la distribución de los espesores de placa y carpeta, e incluso rellenos sobre estructuras enterradas.

Un levantamiento topográfico de precisión del alineamiento longitudinal de los diferentes elementos en su sección transversal para detectar posibles asentamientos, deformaciones torsionales, deformaciones de construcción, pandeos laterales, deflexiones permanentes, etc., realizando el levantamiento de las secciones transversales suficientes para conoces los problemas entes mencionados, el consultor deberá presentar en la metodología la propuesta de levantamiento y esta estará revisada y aprobada por la interventoría.

Un levantamiento detallado de fisuras y grietas de los diferentes elementos indicando su geometría, longitud, espesor y trayectoria documentándolo en forma gráfica.

Un levantamiento detallado del acero de preesfuerzo o refuerzo tanto a flexión como a cortante, determinando el número, posición, diámetro, longitud y espaciamiento de las barras de refuerzo, trayectoria tipo, cantidad de torones de tensionamiento, y recubrimientos de concreto; mediante métodos de ultrasonido y regatas de verificación.

Se aclara que si bien el muestreo debe ser propuesto por el Consultor descrito en la metodología y probado por la interventoría, el tema de correspondencia o detección de errores constructivos asociados a los aceros de refuerzo y preesfuerzo es de vital importancia en la toma de decisiones de reforzamiento, y que será responsabilidad del Consultor cualquier defecto derivado de un muestreo insuficiente.

Determinación del avance de frentes de carbonatación en las superficies de concreto y nivel de afectación por corrosión del refuerzo estableciendo zonas vulnerables a tratar para cada elemento estructural. Y de acuerdo a la aplicabilidad del tipo de estructura a diagnosticar, se deberá determinar el nivel de ataques químicos y biológicos mediante ensayos de análisis químicos y petrográficos propuestos por el Consultor.

Determinación de resistencias de los concretos de cada elemento estructural buscando a través de los diferentes ensayos cubrir el 100% de la estructura, y calidad de aceros de refuerzo tanto a flexión como a cortante, para lo cual deberán efectuarse extracción de núcleos y el sellado del elemento, medición de la velocidad del pulso ultrasónico, medición del espesor de láminas de acero, medición de resistencias de elementos de acero, determinación de calidad de acero por medio de ensayos propuestos el Consultor y aprobados por el interventor.

En el caso de estructuras con vigas en sección cajón que no posean trincheras de inspección, el Consultor deberá generar una abertura en el tablero que permita realizar una inspección interna del estado de los elementos; igualmente, donde se encuentren escaleras o rampas o zonas bajas encerradas se deberá efectuar una abertura para realizar la inspección y ensayo; y al final en ambas situaciones restituir las condiciones iniciales.

Con base en esta exploración y ensayos de campo, el Consultor deberá efectuar una comparación entre lo realmente construido y la información recopilada, en forma tal que puedan ser incorporados en el análisis estructural; adicionalmente deberá efectuar un análisis de los defectos encontrados advirtiendo la incidencia en el comportamiento de la estructura y proponiendo correctivos provisionales que garanticen la movilidad bajo las condiciones normales de servicio.

Para estructuras metálicas es necesario que se realice una evaluación en la cual se verifique como mínimo si existe algún tipo de corrosión como puede ser localizada, uniforme o galvánica; el estado de las conexiones soldadas o atornilladas; la calidad del recubrimiento de protección del acero; fallas de elementos por sobreesfuerzos o fatiga; auscultación de pedestales y elementos de cimentación y

cualquier otro tipo de verificación que el ingeniero patólogo considere indispensable para conocer el estado actual de la estructura. Para la inspección a realizar deberán utilizarse ensayos no destructivos.

Así mismo, una vez obtenidos los resultados de los ensayos, el Consultor deberá definir los parámetros a ser incorporados en los modelos matemáticos en términos de geometrías de elementos, deformaciones de los mismos, resistencias de materiales, proyección de la vida residual de la estructura; y parámetros para la verificación de los diferentes elementos y para los diseños de soluciones de reforzamiento, incluyendo las hipótesis y combinaciones de cargas a emplear; así como, efectuar una viabilización de la posibilidad de reforzar la estructura según el estado de conservación de la misma y los defectos constructivos encontrados; para lo cual deberá elaborar un documento escrito.

2.10.6 CAPITULO 6. CANTIDADES DE OBRA Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Las cantidades de obra para cada ítem se calcularán con base en los planos de construcción, teniendo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción de carreteras del INVIAS vigente.

El Consultor tendrá en cuenta lo siguiente:

- Las cantidades de obra deben cuantificarse ítem por ítem de acuerdo con las normas anteriormente mencionadas; así mismo, se deberá presentar una memoria de cálculo de dichas cantidades.
- El Consultor elaborará especificaciones particulares para aquellos trabajos que no estén cubiertos por las especificaciones y normas generales, o cuando las características especiales de la obra requieran su modificación. Las especificaciones particulares deben incluir, además, criterios ambientales y de aceptación/rechazo/multas. Estas especificaciones deberán ser avaladas por la Interventoría.

2.10.7 CAPITULO 7. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Para cada ítem de pago deberá efectuarse el análisis del precio unitario correspondiente, para lo cual se obtendrá información de los costos básicos en la zona del proyecto, tales como equipos, materiales y mano de obra, teniendo en cuenta, además, los factores de producción y las condiciones específicas de la región, como régimen de lluvias, acceso al sitio de los trabajos, sistemas de explotación y producción de los agregados pétreos, y todos aquellos factores que puedan incidir en la determinación del precio unitario de los diversos ítems.

El análisis de los precios unitarios para cada ítem estará de acuerdo con las especificaciones, normas y planos de construcción.

2.10.8 CAPITULO 8. PRESUPUESTO OBRAS

Con los precios unitarios de cada ítem y las respectivas cantidades de obra, se determinará el presupuesto a la fecha de presentación del estudio.

2.10.9 INFORME FINAL

Consiste en una síntesis de los resultados finales del estudio y las características generales y particulares del proyecto, complementado con cuadros y esquemas, tales como: parámetros de diseño, localización del proyecto, secciones, plan de utilización de fuentes de materiales, lista de cantidades de obra, precios unitarios y presupuesto total, etc., además de las conclusiones y recomendaciones para la construcción de las obras.

El informe final deberá contener los siguientes capítulos organizados en uno o más volúmenes fundamentales para el diseño estructural de las obras de drenaje.

- Localización
- Criterios para la implantación, (Aspectos sociales, ambientales, técnicos, económicos)
- Selección de tipología estructural
- Estudios preliminares
- Memorias de cálculo estructural.
- Memorias de cálculo de las cantidades de obra.
- Informe Final.

2.10.10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor deberá compilar las conclusiones finales del estudio específico de cada una de las estructuras proyectadas, y las recomendaciones particulares en cuanto a las alternativas planteadas para su posterior escogencia y los aspectos constructivos relevantes.

2.11. VOLUMEN IX. URBANISMO Y PAISAJISMO

2.11.1. CAPITULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.11.1.1. OBJETIVO

El Estudio de Urbanismo y Paisajismo pretende garantizar una interacción funcional entre la vía y el área de influencia a nivel urbano, para lo cual el consultor deberá desarrollar los siguientes alcances.

2.11.1.2. ALCANCE

- Establecer las características de la interacción, en la dimensión espacial, entre la vía y las áreas de influencia del proyecto en las cuales se presentan asentamientos humanos, edificaciones, e instalaciones con diferentes usos y en diferentes grados de densidad.
- Establecer el potencial de interacción funcional entre la infraestructura vial objeto de diseño y los usos identificados, en cuanto a flujos de tránsito vehicular, peatonal, en bicicleta, particularmente en zonas urbanas o zonas rurales con alta densidad de población o actividades socioeconómicas.
- Identificar los posibles puntos de conflicto entre la infraestructura vial objeto de diseño y los usos identificados para cada uno de los flujos de tránsito.
- Generar y evaluar las alternativas de diseño para lograr una interacción altamente funcional entre la vía y el territorio de influencia, en particular en los puntos o zonas críticos por su alto nivel de conflicto.
- Establecer criterios para el diseño paisajístico, con base en las características de las unidades de paisaje regional determinadas en el PAGA.
- Generar y evaluar las alternativas de criterios de diseño paisajístico para los diferentes componentes de la vía y en las diferentes unidades paisajísticas, incluyendo puentes y otras estructuras, taludes, áreas del derecho de vía. Definir los criterios paisajísticos por aplicar.
- Definir y delimitar el conjunto de sitios en los cuales se requiere la elaboración de diseño paisajístico específico.
- Desarrollar los diseños y especificaciones paisajísticos, incluyendo tanto los diseños tipo para los diferentes componentes de la infraestructura como los diseños específicos para los sitios que por su complejidad lo requieran.
- Incorporar las soluciones así desarrolladas en el diseño geométrico de la vía y en general en todos los aspectos pertinentes correspondientes a esta fase.

2.11.2. CAPITULO 2. INFORMACIÓN BÁSICA

El estudio de urbanismo y paisajismo incluirá, como mínimo, los elementos de información que se relacionan a continuación.

2.11.2.1. INFORMACIÓN SECUNDARÍA

La información secundaria utilizada deberá tener los niveles de detalle, calidad y actualización necesaria para el objetivo del estudio. Deberá recopilarse y analizarse información secundaria sobre los siguientes aspectos:

- Ordenamiento Territorial: usos y densidades de la zona de influencia de la infraestructura vial por diseñar y cuyas fuentes son:
  - ✓ Planes de Ordenamiento Territorial Municipales
  - ✓ Directrices Departamentales para Ordenamiento Territorial
- Información planimétrica de la zona de influencia
  - ✓ Planos IGAC
  - ✓ Planos DANE
- Información fotográfica de la zona de influencia
  - ✓ Aerofotografías y/o fotos satelitales
- Información ambiental y paisajística.

2.11.2.2. INFORMACIÓN PRIMARIA

Se obtendrá mediante trabajo de campo sobre los aspectos que aparecen a continuación. En los casos así señalados, la obtención de información para este estudio se hará de manera coordinada y con base en los procesos de generación de información de los otros estudios para mejoramiento que se ocupan de los temas específicos, como son los estudios de tráfico, predial, ambiental.

- Información fotográfica de la zona de influencia
  - ✓ Secuencia fotográfica a lo largo del corredor de la vía, como mínimo para los tramos identificados como críticos.
- Usos y características físicas de construcciones en la zona directa de influencia de la infraestructura vial por diseñar, como mínimo para los tramos identificados como críticos. Con base en el Estudio Predial.
  - ✓ Fichas prediales del proyecto.
  - ✓ Información fotográfica

- Aforos de tránsito local en sentidos paralelo y transversal a la vía en zonas urbanas y rurales de alta densidad, como mínimo para los tramos identificados como críticos. Con base en el Estudio de Tránsito.
  - ✓ Vehículos automotores de carga y pasajeros
  - ✓ Motocicletas
  - ✓ Bicicletas
  - ✓ Peatones
- Encuestas Origen-Destino de desplazamientos locales en zonas urbanas y rurales de alta densidad, como mínimo para los tramos identificados como críticos. Con base en el Estudio de Tránsito.
  - ✓ Vehículos automotores de carga y pasajeros
  - ✓ Motocicletas
  - ✓ Bicicletas
  - ✓ Peatones
- Caracterización de los medios abiótico y biótico del área de influencia directa del proyecto, en particular de la flora. Con base en el Programa de adaptación de la Guía Ambiental -PAGA-.

2.11.3. CAPITULO 3. ANÁLISIS POR GENERAR

- Análisis de la dimensión espacial de las áreas de influencia de la infraestructura vial objeto de diseño, partiendo del Programa de Adaptación de la Guía Ambiental PAGA.
  - ✓ Área de Influencia Directa
  - ✓ Área de Influencia Indirecta
- Planos de análisis de interacción funcional entre infraestructura vial y territorio de influencia, para zonas:
  - ✓ Urbanas
  - ✓ Suburbanas
  - ✓ Rurales de alta densidad o complejidad funcional
- Determinación y caracterización de tramos y puntos críticos, en zonas urbanas, suburbanas y rurales. La determinación de los tramos y puntos críticos tendrá en cuenta factores como: trayectos en zonas urbanas; trayectos en zonas suburbanas y rurales con densidades significativas; accidentalidad y seguridad vial; presencia de altos volúmenes de tráfico peatonal y de ciclistas.

- Cuadros y planos de análisis de volúmenes de tránsito local en sentidos paralelo y transversal a la vía, para los diferentes modos, en los tramos y puntos críticos:
  - ✓ Vehículos automotores de carga y pasajeros
  - ✓ Motocicletas
  - ✓ Bicicletas
  - ✓ Peatones
- Matrices y planos de análisis de Origen-Destino para desplazamientos locales, en los tramos y puntos críticos.
- Localización detallada y caracterización de las unidades de cobertura general y de uso del suelo, así como de las unidades florísticas, para el Área de Influencia Directa, con base en el PAGA y con el nivel de detalle necesario para elaborar los diseños paisajísticos, tal y como se especifica más adelante.

2.11.4. CAPITULO 4. OBJETIVOS Y ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

Se definirán los objetivos y alternativas de tratamiento para alcanzar esos objetivos, dentro de las restricciones de los recursos estimados para el proyecto. Esta actividad del estudio podrá basarse en metodologías comúnmente aceptadas para la planificación de proyectos, como el análisis de marco lógico.

2.11.4.1. OBJETIVOS

Se formularán de manera explícita los objetivos generales y específicos para los diferentes aspectosde la interacción entre vía y territorio, incluyendo aspectos funcionales, de ordenamiento territorial y paisajístico.

2.11.4.2. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

Se identificarán y caracterizarán alternativas de criterios de tratamiento para la obtención de los objetivos formulados. Cada alternativa identificada consistirá en una combinación específica de estándares de servicio y de soluciones técnicas para alcanzar esos estándares, con su correspondiente estimación del nivel de costos que involucra para el proyecto. Las alternativas podrán incluir un esquema de temporalidad en la implementación de las soluciones.

Las alternativas de tratamiento se referirán a aspectos como los siguientes:

Aspectos Funcionales y de Ordenamiento Territorial

- Tratamiento del tránsito local paralelo a la vía
- Tratamiento del tránsito local transversal a la vía.

- Manejo del tránsito peatonal y vehicular no motorizado paralelo y transversal a la vía.
- Manejo de intersecciones con vías locales.
- Manejo de accesos a predios con diferentes categorías de uso y de complejidad funcional, carriles de aceleración / desaceleración.
- Tratamiento del espacio público generado por la vía, incluyendo tanto el derecho de vía como las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión definidas por la Ley 1228 de 2008.
- Amueblamiento del espacio público generado por la vía

Aspectos Paisajísticos

Se generarán las alternativas de diseño paisajístico para los diferentes componentes de la vía y en las diferentes unidades paisajísticas. Se partirá de los criterios y programas definidos en el Plan de Manejo Ambiental, específicamente en cuanto al manejo morfológico y paisajístico. Se tendrán en cuenta las determinantes provenientes de los demás estudios de esta fase, en particular del Estudio de Estabilidad y Estabilización de Taludes.

2.11.4.3. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

Se evaluarán las alternativas con respecto a su contribución al logro de los objetivos propuestos, dentro de restricciones de recursos. La evaluación de las alternativas identificadas para los diferentes aspectos (funcionales, de ordenamiento territorial, paisajísticos) involucrará consideraciones técnicas, ambientales, legales, financieras y las demás que se consideren pertinentes.

Se elaborarán matrices de evaluación de las alternativas identificadas, de tal manera que sean transparentes los criterios utilizados en la valoración.

Las alternativas generadas y evaluadas deberán seguir las disposiciones normativas vigentes aplicables. Además de la normatividad ambiental, de la incorporada en la Ley 388 de 1997, de la contenida en los Planes de Ordenamiento Territorial y sus instrumentos, aplican, entre otras, las siguientes normas o las que las modifiquen, adicionen o sustituyan:

- Ley 1228 de 2008 (Julio 16) "Por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones".
- Decreto 3600 de 2007 (septiembre 20) "Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones".
- Decreto 4066 de 2008 (octubre 24) "Por el cual se modifican los artículos 1°, 9°, 10, 11, 14, 17,18 y 19 del Decreto 3600 de 2007 y se dictan otras disposiciones".

- Decreto 2976 de 2010 (Agosto 6) "Por el cual se reglamenta el parágrafo 3° del artículo 1° de la Ley 1228 de 2008, y se dictan otras disposiciones".

Esta actividad concluirá con la selección de los criterios de tratamiento para cada aspecto considerado.

2.11.5. CAPITULO 5. DISEÑO DE LAS SOLUCIONES POR IMPLEMENTAR

Se diferenciará claramente entre las siguientes situaciones:

- Componentes urbanísticos y paisajísticos que se ejecutarán como parte del proyecto de infraestructura vial.
- Componentes urbanísticos y paisajísticos cuyos lineamientos de planeación se propondrán para su implementación por otros actores públicos y privados.

Los componentes urbanísticos y paisajísticos que se ejecutarán como parte del proyecto de infraestructura se diseñarán con el nivel de detalle y con la definición de especificaciones requerida para los procesos licitatorios de construcción.

Con base en los criterios de tratamiento definidos para cada aspecto, se especificarán las soluciones para las zonas urbanas a lo largo de la vía, para las zonas suburbanas, así como para las zonas rurales identificadas como de alta densidad y complejidad.

En aquellos aspectos que impliquen diseños geométricos, estos serán elaborados y presentados como parte del estudio de diseño geométrico, con base en los criterios determinados en este volumen urbanístico y paisajístico.

Las soluciones por implementar incluirán las especificaciones urbanísticas y paisajísticas de diseño que, según el caso, incluirán elementos tales como:

- Las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión o zonas de reserva definidas en la Ley 1228 de 2008.
- Criterios para el diseño geométrico y paisajístico de la franja de aislamiento y la calzada de desaceleración establecidos en los decretos 3600 de 2007 y 4066 de 2008.
- Criterios para la implantación en los linderos con las zonas de reserva de la vía del tratamiento paisajístico establecido en el artículo 5º de la Ley 1228 de 2008.
- Criterios para los diseños específicos para los pasos urbanos definidos en el decreto 2976 de 2010, con sus correspondientes fajas de retiro obligatorio o área de reserva o de exclusión. En particular, se establecerán los criterios urbanísticos y paisajísticos para el diseño de las vías de servicio definidas en el decreto 2976 de 2010, con sus carriles de aceleración o desaceleración. Estos criterios constituyen la base para el diseño geométrico contenido en el

volumen correspondiente, de manera consistente con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras vigente expedido por el Instituto Nacional de Vías.

En el diseño de las soluciones se especificarán elementos tales como:

- Vías de servicio
- Carriles de aceleración y desaceleración
- Diseños tipo para accesos y salidas de predios, según categorías de uso, complejidad funcional, intensidad de tránsito.
- Andenes / alamedas para tránsito peatonal
- Ciclo rutas
- Soluciones para intersecciones con vías locales
- Cruces peatonales / bicicleta
- A nivel
- A diferente nivel
- Componentes del diseño paisajístico
- Identificación y caracterización de las especies que serán implantadas como parte del diseño paisajístico.
- Plan de implantación de las especies vegetales.
- Amueblamiento del espacio público generado por la vía

Para los componentes que hacen parte del diseño geométrico de la vía, se presentarán en este volumen los criterios y especificaciones generales que son desarrollados en el volumen de diseño geométrico. Para los demás componentes, como son los correspondientes al amueblamiento urbano y paisajismo, se presentarán, como parte de este volumen, los diseños y especificaciones detallados.

Se elaborarán los diseños tipo o criterios de diseño, según el caso, para los elementos que sin hacer parte integral del proyecto por ejecutar, lo complementan, tales como son los criterios para el tratamiento de las franjas de exclusión en propiedad privada, los carriles de aceleración y desaceleración y las soluciones para acceso a predios colindantes con la vía.

Los diseños de amueblamiento urbano y paisajístico para zonas específicas, así como los diseños tipo para situaciones generales, se presentarán en escalas 1:500 y 1:200, acompañadas de los detalles que sean requeridos para las especificaciones de construcción.

2.11.6. CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

2.12. VOLUMEN X. GESTIÓN PREDIAL

2.12.1 CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCE

2.12.1.1 OBJETIVO

El estudio de diagnóstico predial en factibilidad o DPOP Diagnostico predial de obra pública permite determinar, a través de una rigurosa investigación catastral y jurídica, el área de afectación de predios por la construcción del proyecto vial, así como la correspondencia entre la afectación física y la titularidad de los predios afectados para posibilitar las actividades a desarrollar en Fase III de identificación, Adquisición y recuperación de predios. Para éste caso serán aquellos predios que se vean afectados por una ampliación de la vía, rehabilitación o cambio de alineamiento en algunos sectores.

2.12.1.2 ALCANCES

- Desarrollar una rigurosa investigación catastral, predio por predio para calcular la proyección de áreas afectadas de terreno, construcciones y cultivos por el proyecto de infraestructura vial.
- Identificar y evaluar las inconsistencias entre los documentos legales y la información física real de los predios afectados para prever las controversias y procedimientos a cursarse durante posteriores etapas de avalúo, negociación y adquisición de los predios.
- Suministrar a la ENTIDAD un inventario organizado de la información catastral, técnica y jurídica de cada predio afectado por el proyecto de infraestructura vial como insumo para las etapas posteriores de adquisición predial.
- Realizar la Valoración a nivel masivo de los inmuebles identificados con su correspondiente sustento de zonas homogéneas geoeconómicas.

2.12.2 CAPITULO 2. PLANO GENERAL DE AFECTACIÓN PREDIAL

El estudio predial y catastral se inicia con la obtención de los diseños definitivos de las obras viales, que son la base para la elaboración del Plano General de Afectación Predial.

Definidos los anchos mínimos de la vía, se tendrá en cuenta lo establecido en la Ley 1228 del 16 de Julio del 2.008, de conformidad con los diseños y el alcance físico de la obra, para definir el ancho del corredor vial requerido por el proyecto.

A través del plano se determinara el área de cada una de las zonas de terreno requeridas, con respecto al diseño geométrico de la vía.

Polígonos independientes en el archivo digital shapefile de las áreas requeridas de los predios posibles a afectar y un único polígono que referenciará el ancho total requerido por la obra a construir, esta

información será remitida al IGAC O CATASTROS DESENTRALIZADOS, INCODER, INGEOMINAS, MIN AMBIENTE y MINISTERIO DEL INTERIOR. Cumpliendo con la ley 1682 de 2013 y 1743 de 2014.

Los planos deben estar firmados por los ingenieros que certifican que la información está en coordenadas Magna Sirgas georreferenciada al origen establecido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a nivel nacional.

El Consultor deberá tener en cuenta en su elaboración las salidas gráficas con todas las consideraciones técnicas para la elaboración de planos de acuerdo a la normatividad exigida por el IGAC. El consultor deberá basarse en los diseños, alcances y las prioridades definidas en el proyecto y establecidos por la ENTIDAD.

2.12.3 CAPITULO 3. INVESTIGACIÓN CATASTRAL

Para la identificación predial de áreas posibles por afectación se debe realizar un estudio con información secundaria donde se cruzan los diseños en factibilidad con la carta catastral o plancha catastral, registro 1 y 2, consulta en registro de los folios de matrícula y consulta de las fichas prediales catastrales, zonas homogéneas Geoeconómicas, diseño geométrico vial aprobado con línea de chaflán y seguridad con los requerimientos prediales adicionales en planta y perfil en caso de requerimientos de taludes con pendientes considerables a estabilizar, identificación predial en campo y demás información que considere a nivel técnico, catastral y jurídico pertinente para entregar el siguiente producto:

Plano catastral de trasposición del diseño de la vía. Un plano general escala 1:10000 y planos a escala 1:2000 el cual se debe integrar el diseño de la vía con la carta catastral digital, donde se analiza la afectación por derecho de vía nuevo de acuerdo a la ley 1228 de 2008 y derecho de vía existente, línea de chaflán, línea de seguridad, zonas de riesgo o inestabilidad identificadas dentro del plan de ordenamiento territorial. El entregable serán tres (3) juegos de planos impresos y los archivos digitales en .dwg y .shp.

2.12.4 CAPITULO 4. AFECTACIÓN CON MAYOR IMPACTO

Se deberá realizar un análisis de las afectaciones con mayor impacto a nivel inmobiliario del proyecto (estaciones de servicio, inmuebles institucionales o de servicios especiales, hoteles, comercio etc.), identificación de redes de servicios públicos, oleoductos, gasoductos, poliductos y demás susceptibles de traslado o inmuebles que generen un impacto social de especial tratamiento.

2.12.5 CAPITULO 5. OBRAS ADICIONALES

El Consultor realizara un análisis e identificación de las obras adicionales que puedan requerir áreas adicionales prediales. Ejemplo: Descoles, alcantarillas, cunetas, zanjas de coronación, pasos a desnivel etc. De acuerdo a los planos en planta entregados por el diseñador.

Esto con el fin de indicar dicha afectación para prevenir problemas futuros, como por ejemplo la disposición final de las aguas de una alcantarilla.

2.12.6 CAPITULO 6. PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

EL Consultor deberá indagar y conseguir el original del plan de ordenamiento Territorial vigente a la fecha, expedido por la oficina de planeación y los soportes cartográficos de la norma de uso permitida, complementaria, restringida y prohibida del corredor.

Lo anterior con el fin de conocer la normativa específica para el municipio y todo lo en el reglamentado.

2.12.7 CAPITULO 7. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Archivo digital en el cual se referencien por número de predio el Registro fotográfico cada unidad inmobiliaria, este registro tendrá como mínimo tres imágenes panorámicas de cada unidad inmobiliaria identificada a una resolución no inferior a 5 megapíxeles.

Se tomarán los siguientes registros fotográficos: a) Vista general del predio respecto de la vía: panorámica, b) vista exterior e interior de la construcción, c) registro fotográfico las mejoras existentes dentro de la zona requerida sin ingresar a los predios evitando la generación de expectativas, d) para los cultivos se tomará un registro que permita apreciar el tipo de los mismos. Los registros fotográficos deben contener la fecha de toma y una descripción. Las tomas fotográficas se requieren en formato JPG.

2.12.8 CAPITULO 8. MATRIZ DE DIAGNOSTICO PREDIAL

El Consultor deberá generar una Matriz del Diagnostico Predial, con base en la información recolectada en campo y el procesamiento de la misma, dicha matriz debe contener la siguiente información:

- Número de identificación predial
- Abscisas iniciales y finales de afectación
- Nombre del propietario de acuerdo a folio de matrícula.
- Numero Catastral.
- Área de terreno requerida de acuerdo al diseño en factibilidad.
- Descripción de construcciones posibles a afectar.
- Área proyectada de construcciones posibles a afectar
- Norma de uso permitida de acuerdo con el plan de ordenamiento territorial. Uso permitido, complementario, restringido y prohibido
- Uso actual. Descripción si hay o no conflicto de uso.

- Identificación con abscisas de posibles predios baldíos con el diagnostico jurídico del reporte.
- Con base en las áreas requeridas, construcciones y cultivos el Evaluador debe proyectar el valor de adquisición de la gestión predial a nivel masivo no puntual, esta información serviráde referencia para presupuestar económicamente el peso de la compra predial en el proyecto. Estas casillas se llamarán Proyección de valoración terreno, Proyección Valoración Cultivos, Proyección valoración construcciones. Esta matriz debe tener la siguiente a pie de página. Nota: La información aquí suministrada es en fase de factibilidad, la cual su uso se enmarca específicamente para la identificación y diagnóstico predial cruzado con el diseño más probable de un proyecto del Instituto Nacional de Vías y no corresponde al resultado de la gestión de identificación predial para adquisición dado que se deben realizar las fichas prediales con estudios de títulos y avalúos puntuales correspondientes. El uso del suelo y las condiciones jurídicas de los predios son dinámicos por lo cual es indispensable el estudio en fase 3 puntual a nivel técnico, catastral, jurídico y Valuatorio. Se garantiza que hubo un trabajo de estructuración previo en el cual se evitó crear expectativas con el proyecto a la población en campo con el estudio elaborado.

2.12.9 CAPITULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

EL Consultor debe formular las recomendaciones a tener en consideración durante la etapa de avaluó, negociación, enajenación voluntaria o expropiación de predios.

2.13. VOLUMEN XI. GESTION AMBIENTAL Y SOCIAL DEL PROYECTO

En este documento se presentan los desarrollos y contenidos correspondientes al Análisis para Proyectos de construcción de carreteras. Estos lineamientos, tienen un carácter genérico y en consecuencia deben ser adaptados a la magnitud y otras particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar. Se incluye lo referente a la metodología general para la presentación de EA, expedida por la Autoridad Ambiental.

De acuerdo con la legislación ambiental aplicable, el Decreto No. 2041 de 2014 o aquellos que los sustituyan, y sus reglamentarios, el consultor deberá revisar y analizar el alcance de las labores contratadas, con el objeto de tener claridad si el proyecto a estudiarse y/o ejecutarse se hace bajo los lineamiento generales del PAGA y/o requiere licenciamiento ambiental, En caso de requerirse el trámite de licenciamiento Ambiental para la ejecución del proyecto, el consultor deberá elaborar los estudios ambientales necesarios (DAA, EIA, Otros) y realizar la gestión necesaria para obtención de la respectiva Licencia Ambiental; conforme al alcance y contenido señalados en los reglamentos sobre licencias expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales: Ley 99 de 1993, Decreto No. 2041 de 2014 (o aquellos que los sustituyan), y los términos de referencia que establezca la autoridad ambiental, hasta el recibo a satisfacción por la interventoría y la ENTIDAD.

2.13.1 CAPITULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

2.13.1.1 OBJETIVOS

Elaborar el programa de adaptación de la guía ambiental, que permita llevar a cabo la ejecución del proyecto, siguiendo los lineamientos establecidos por la normatividad ambiental existente en el país.

2.13.1.2 ALCANCES

- Desarrollar el programa de adaptación de la guía ambiental, teniendo en cuenta cada uno de sus componentes: biótico, físico y social.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales y sociales de cada proyecto, para establecer las medidas de manejo que apliquen a cada contrato según su localización y alcance, y teniendo como base las contenidas en la Guía.
- Describir las actividades constructivas a ejecutar, susceptibles de producir impactos ambientales.
- Establecer los pendientes socio-ambientales que por el desarrollo de proyectos viales anteriores en el sector a estudiarse y/o ejecutar nuevas obras, no se cumplieron a cabalidad, a fin de que se incluya y subsane dentro del proyecto de obra que se contrate en el marco del proyecto en desarrollo.

2.13.2 CAPITULO 2. PLAN DE ADAPTACIÓN DE LA GUIA AMBIENTAL - "PAGA"

El Consultor entregará el documento PAGA a la firma interventora para su aprobación, con base en los lineamientos establecidos en la Guía de manejo Ambiental de proyectos de infraestructura subsector vial, incluyendo entre otra información la siguiente: la línea base completa con la caracterización de las áreas directa e indirecta; el desarrollo de la matriz de valoración de impactos u otro método utilizado; así como la adecuada formulación de los proyectos y programas requeridos de conformidad con el alcance de las actividades del proyecto, y en todo caso los permisos ambientales necesarios para el inicio de las actividades del proyecto; así como los demás aspectos necesarios para la idoneidad del documento, como requisitos indispensables para su aprobación, sin la cual no es válido.

2.13.2.1 RESPONSABILIDAD EN LA ELABORACIÓN DEL PAGA

El Consultor se obliga a la elaboración del PAGA que debe corresponder al objeto y alcance del proyecto y se convierte en el soporte contractual para el seguimiento y control por parte de la Interventoría y de la ENTIDAD.

Previo a la elaboración del PAGA, se requiere que el Consultor consulte con la ENTIDAD y las autoridades ambientales, con el objeto de establecer los pendientes socio ambientales de proyectos viales que puedan existir en el área de influencia del proyecto, esto con el ánimo de incluirlo en este documento y realizar su respectiva cuantificación, y de esta manera informar a la Unidad Ejecutora quien determinará si esta actividad puede ser subsanada a través del proyecto de obra que se contrate con base en el proyecto diseñado.

El Consultor se obliga a elaborar el PAGA a partir de un reconocimiento de la zona en la que se desarrollará el proyecto, estableciendo la información de línea base necesaria para su elaboración y determinación de los programas de la Guía aplicables, con sus correspondientes actividades, medidas y obras necesarias para prevenir, mitigar, compensar o evitar los impactos negativos y potenciar los positivos. Esta actividad se cumplirá conforme los lineamientos del capítulo 5 y 7 de la guía.

El PAGA hace parte de los estudios y diseños de la obra, los que a su vez definen las intervenciones a realizar, los volúmenes de recursos necesarios para su ejecución (agua, excavaciones, materiales de relleno, vegetación, instalación de locaciones, entre otros). El acopio y análisis de esta información permite identificar las necesidades de interacción con actores locales en cuanto a permisos que requieren de gestión previa, conforme lo establecido en las normas. A su vez, esta información es punto de partida para el análisis y evaluación de impactos ambientales y sociales, que determinan la aplicabilidad de los programas y proyectos contenidos en la Guía, de manera específica al proyecto.

2.13.2.2 CONTENIDO DEL PAGA

El Consultor debe reconocer el contexto regional y geográfico en el cual se estudiará el proyecto, a partir de lo cual, definen los programas de la Guía que aplican según el alcance y duración del mismo, y las condiciones de su área de influencia; ésta evaluación tiene como propósito garantizar el desarrollo de una obra sostenible con su entorno social y ambiental, según las normas colombianas aplicables.

Bajo estos principios, el PAGA elaborado por el consultor no debe transcribir los contenidos de la guía, sino particularizar cada uno de los Programas a las condiciones ambientales y sociales del área de influencia del proyecto, una vez ponderados los impactos, conforme lo indicado en el capítulo 5 y 7 de la guía. De la valoración de éstos resultados puede concluirse que alguno de los programas no aplique, ante lo cual el Consultor presentará la justificación correspondiente para sustentar esta decisión.

Así mismo, a partir de lo indicado en las especificaciones generales adoptadas por la ENTIDAD, le corresponde al consultor adoptar buenas prácticas de ingeniería y establecer los procedimientos constructivos que mejor se adapten al entorno para evitar impactos adversos, que requieran posteriores medidas correctivas o la generación de pasivos ambientales.

El establecimiento del presupuesto reconocido como inversión ambiental debe partir de la verificación de cuáles responsabilidades hacen parte del AIU del proyecto y cuáles están contenidas en las Especificaciones Generales de Construcción.

Cabe resaltar que en términos generales, las Especificaciones de Construcción establecen el cumplimiento de la legislación ambiental, social, de seguridad industrial y de salud ocupacional de obligatorio cumplimiento por los contratistas lo cual se reconoce a cargo de la Administración del proyecto.

Se debe realizar la respectiva verificación y análisis de las Especificaciones de Construcción, frente a las diversas medidas y exigencias ambientales, cuya responsabilidad en el caso del ítem de obra, es reconocida en su totalidad por Administración de las actividades de obra.

Así mismo, tratándose de los honorarios para los profesionales (ambiental y social) vinculados al proyecto, así como los gastos de logística, permisos ambientales para el uso de los recursos naturales que hacen parte del producto contratado -ítem de obra (incluidos trámites de obtención, monitoreo, evaluación y seguimiento), la gestión y procedimientos ante el Instituto Colombiano de Antropología, y la implementación del Programa de Salud Ocupacional, hacen parte de la composición de la Administración del presupuesto oficial.

Por otra parte, serán objeto de análisis solamente aquellas NO incluidas en las Especificaciones Generales, ítem de obra o en el AIU de las actividades de obra, para lo cual se utilizará la provisión

establecida como Actividades Ambientales estimada en el presupuesto oficial, siendo estas de obligatorio cumplimiento ya que son requeridas por Autoridades Ambientales, las cuales se regirán bajo los procedimientos establecidos por la entidad, indicando que actividades deberán ser sujeto de reconocimiento por reembolso de gastos con una afectación porcentual de Administración1 concertado entre la interventoría y consultor, acorde con los instrumentos técnicos establecidos por la entidad tales como: guías ambientales, especificaciones técnicas, manual de interventoría, entre otros; así como la legislación tributaria existente.

Considerando que el reconocimiento de las actividades ambientales identificadas a cargo de reembolso de gastos, serán afectados por un porcentaje de Administración, es responsabilidad de la firma interventora, efectuar el análisis, evaluación y aprobación de dicho porcentaje teniendo en cuenta que dicho porcentaje no deberá superar el porcentaje de la Administración del presupuesto oficial del proyecto de obra que se contrate. En razón a lo anterior, la interventoría convocará al consultor para que en un periodo no superior a treinta (30) días después de la fecha de orden de inicio del contrato de consultoría, se haya determinado el porcentaje de Administración mencionado. Este porcentaje de Administración debe estar debidamente justificado y soportado en el que se indique la composición del mismo, el cual debe incluir los bienes y servicios que son utilizados para el desarrollo de la actividad objeto de reconocimiento.

Para el reconocimiento de los requerimientos de orden socio ambiental NO contenidos en los ítems de obra o la Administración que estén a cargo de reembolso de gastos, se deberá presentar para aprobación de la interventoría, todos los soportes técnicos (cotizaciones, especificaciones particulares y otros), contractuales y jurídicos que evidencien la decisión de reconocimiento propuesto.

Se podrá requerir el reconocimiento de pagos de evaluación y seguimiento requeridos para el trámite de los permisos de aprovechamiento forestal y/o ocupación de cauce, como reembolso de gastos, presentando el acto administrativo por el cual se establece el valor a cancelar y los demás soportes que evidencien la necesidad del permiso. Las compensaciones ambientales derivadas de los permisos por aprovechamiento forestal, y ocupación de cauce, podrán ser reconocidas por la provisión estimada como Actividades Ambientales.

Realizado el análisis anteriormente propuesto y una vez establecido y aprobado el presupuesto del PAGA, se diligencia el Formato MSE-FR-29 versión final desglosado para los Programas Sociales y Ambientales cada una de las actividades del componente social y ambiental del proyecto, presentando los soportes de justificación específica y detalle de actividades para cada ítem e indicando que tipo de reconocimiento deberá darse a cada uno de estas actividades, ya sea por administración, ítem de obra, reembolso de gastos y precios no previstos.

2.13.2.3 GESTION Y APROBACION PAGA

El Consultor entregará el documento PAGA versión final a la firma interventora para su aprobación, incluyendo entre otros: relación de permisos ambientales necesarios para el proyecto; la línea base completa con la caracterización de las áreas directa e indirecta; el desarrollo de la matriz de valoración de impactos u otro método utilizado; así como la adecuada formulación de los proyectos y programas requeridos de conformidad con el alcance de las actividades del proyecto, y demás aspectos necesarios para la idoneidad del documento, como requisitos indispensables para su aprobación, sin la cual no es válido.

El Documento PAGA versión final, deberá remitirse según la entrega de documentos a la ENTIDAD y forma de presentación establecida en los requerimientos técnicos del proyecto, con los soportes respectivos a la firma interventora.

2.13.2.3.1 Determinantes de la aprobación

Transcurrido el 50% del total del plazo del contrato de Consultoría, desde la orden de inicio del mismo, se deberá entregar a la ENTIDAD, el PAGA versión 1.0., el cual debe contener como mínimo la siguiente información:

- Generalidades (establecer el objetivo y alcance del documento, el marco de referencia legal, la metodología, antecedentes o aspectos relevantes del proyecto previo a la elaboración del PAGA).
- Localización geográfica y características del proyecto.
- Identificación y descripción de los posibles impactos que puedan materializarse sobre los elementos ambientales (Abiótico, biótico y social).
- Necesidades de usos y/o aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables.
- Área de influencia y línea base ambiental
- Línea base o caracterización física, biótica y socioeconómica (no replicar EOT, POT u otra documentación oficial).
- -Identificación de áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas cercanas o presentes en el área de influencia del proyecto, tales como: áreas protegidas, ecosistemas especiales o de alto valor, territorios étnicos.
- Cronograma en el que se proyecte las actividades tendientes a la elaboración del -PAGA.

En virtud de lo anterior, el documento de avance enunciado anteriormente, deberá ser entregado con el respectivo concepto por parte de la interventoría. Previamente a dicha entrega el consultor deberá presentar avances a la firma interventora con el fin de viabilizar el seguimiento respectivo. El concepto

de la interventoría producto de la revisión de los citados documentos, en el cual se formulan los respectivos requerimientos al consultor, deberán ser valorados y atendidos por parte de la consultoría.

Vencido el plazo anterior y en un tiempo no superior al 80% del plazo inicial del contrato de consultoría, deberá ser radicado ante la unidad ejecutora de la ENTIDAD, el PAGA versión final, cumpliendo a cabalidad con las necesidades del proyecto y las observaciones realizadas por la firma interventora.

La versión Final del PAGA deberá incluir como mínimo el contenido establecido en la Guía de manejo Ambiental vigente. En especial se deberá hacer entrega de:

- Presentar a la firma interventora para su aprobación, el presupuesto de la gestión ambiental conforme al diligenciamiento del Formato 2A, las Especificaciones Particulares, Análisis de Precios Unitarios (APU) y justificación técnica, anexando los soportes necesarios (cotizaciones).
- Todo los soportes técnicos necesarios para la radicación y/o solicitudes ante las autoridades competentes (CAR´s, Agencia Nacional de Minería, entre otras), para la obtención de permisos por uso y aprovechamiento de recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.
- Así mimo, el consultor deberá adjuntar en el documento PAGA, las solicitudes de autorizaciones ante los propietarios de los predios, de los cuales se prevé la disposición de materiales sobrantes. Al igual, el certificado de Planeación Municipal en el cual se verifique el uso del suelo donde se dispondrán los materiales sobrantes. En todo caso que la autoridad ambiental competente lo exija, deberá aportar el concepto de viabilidad ambiental para la disposición en el predio previsto.
- Al respecto, el consultor deberá consultar los procedimientos constructivos de las obras públicas reglamentados por los municipios tendientes a minimizar los impactos ambientales en la disposición de escombros, así como dar cumplimiento a las especificaciones ambientales resultantes de dicha reglamentación.
- Así mismo, en el evento que el corredor a estudiarse y/o ejecutarse requiera modificaciones, cambios y/o ajustes que impliquen el mejoramiento de sus especificaciones técnicas iniciales y se generen nuevos impactos ambientales, el consultor deberá informar y/o adelantar los trámites correspondientes.
- En todo caso para la gestión ambiental del proyecto, el consultor deberá dar cumplimiento a la legislación aplicable especialmente a lo regulado en la Ley 1682 de 2013, “por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias”, el Decreto No. 770 de 2014, “por la cual se establece un listado de cambios menores o ajustes normales en proyectos del sector de infraestructura

de transporte que cuente con licencia o su equivalente" y el Decreto No. 769 de 2014, "Por la cual se listan las actividades de mejoramiento en proyectos de infraestructura de transporte".

- El proponente identificará con precisión por alcance y localización del proyecto, todas las recomendaciones para la gestión de los permisos de carácter ambiental del mismo, de tal manera que permita al constructor la orientación idónea para la obtención de permisos y/o autorizaciones.
- El Consultor es responsable de dar a conocer entre sus subalternos y subcontratistas el contenido de la Ley 1333 de 2009, "Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones", la cual faculta a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y demás autoridades ambientales del orden regional y nacional, para ejercer las actividades preventivas y sancionatorias que considere, en caso de establecerse conductas, hechos o actividades consideradas infracciones que atenten contra el medio ambiente o que sean violatorias de la normatividad vigente, en especial el Código de Recursos Naturales Renovables Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994, y en las demás disposiciones que las sustituyan o modifiquen, y el contenido de los actos administrativos emanados de la autoridad ambiental competente.

Para la aprobación del PAGA versión final por parte de la firma interventora, esta verificará el contenido técnico y la consistencia con otros instrumentos que rigen el contrato, entre otros las especificaciones generales y particulares de construcción, el pliego de condiciones, el contrato y la normatividad aplicable.

Los formatos del Manual de Interventoría relativos al cumplimiento del PAGA, deben diligenciarse en su totalidad por parte del consultor, y deberá contar con aprobación por parte de la firma interventora. La firma de los mismos por los directores de consultoría e interventoría, ratifica la responsabilidad con la información contenida, como soporte contractual. La omisión en la presentación de los siguientes formatos debe considerarse incumplimiento contractual por parte de la interventoría: MSE-FR-28 Radicación ambiental; MSE-FR-29 Presupuesto PAGA.

2.13.2.4 FUENTES DE MATERIAL

Todo lo relacionado con las fuentes de materiales de construcción necesarias para la ejecución de los proyectos de infraestructura vial, se requiere conseguir legal y oportunamente todos los materiales y suministros que se requieran para el proyecto, obra o actividad y a mantener permanentemente una cantidad suficiente para no retrasar el avance de los trabajos. Deberá cumplir a cabalidad con las normas legales y reglamentarias tanto del Código de Minas, sus reformas y sus normas reglamentarias; como lo pertinente de la ley 1682 de 2013; Ley 99 de 1993 y sus normas reglamentarias, así como el Decreto Único 1076 de 2015, y lo establecido sobre este aspecto en la

respectiva Licencia Ambiental del Proyecto. El ejecutor del proyecto, obra o actividad debe prever que los precios a reconocer por la ENTIDAD deberán cubrir, entre otros, todos los costos de explotación incluidos costos por evaluación y seguimiento de licencias, autorizaciones y/o permisos, tasas, regalías, arrendamientos, servidumbres, producción, trituración, clasificación, almacenamiento, cargue transporte y descargue. Los materiales, suministros y demás elementos que hayan de utilizarse en la ejecución de los proyectos, obras o actividades, deberán ser los que se exigen en las especificaciones y adecuados al objeto a que se destinen. Para los materiales que requieran procesamiento industrial, éste deberá realizarse con tecnología limpia. La totalidad de sus costos deberán estar incluidos en los ítems de pago del proyecto, obra o actividad. El Instituto no aceptará ningún reclamo por parte del ejecutor del proyecto, por sobre - costos, escasez de materiales o elementos de construcción ni transporte diferente a lo presupuestado en ítems de pago del proyecto, obra o actividad.

2.13.2.5 INFORMES DE AVANCE DE LA ELABORACIÓN DEL PAGA

El Consultor entregará a la firma interventora, en medio magnético, informes de avance de las actividades desarrolladas en el marco de la elaboración del PAGA, con una frecuencia mensual. En este caso el consultor entregará los informes dentro de los cinco (5) días calendario de vencimiento del periodo respectivo. Como requisito para la validez de los informes, estos serán presentados con base en el documento PAGA debidamente aprobado por la interventoría, dentro del plazo establecido.

Interventoría remitirá copia en medio magnético, de los informes ambientales del consultor con concepto aprobatorio a más tardar a los diez (10) días calendario del vencimiento del periodo respectivo. En caso de posible incumplimiento en la entrega de los informes por parte del consultor, la Interventoría informará de inmediato, y mediante oficio dirigido a la Unidad Ejecutora.

En relación al componente social en el informe de avance se debe presentar una descripción clara y concisa de cada una de las actividades adelantadas durante el desarrollo del documento PAGA y el respectivo contrato; aspectos como:

- Total de reuniones con la comunidad, fechas de realización, temas tratados y número de participantes con registros de asistencia.
- Adjuntar modelos de piezas comunicativas que apoyaron a la socialización del proyecto.
- Avance del inventario de necesidades prediales y aplicación de fichas sociales.
- Diagnóstico socio económico y relación de factores de compensación social, con costos por factor susceptibles de reconocer.
- Anexar copia radicado de solicitud de certificación de existencia de comunidades étnicas dirigida al Ministerio del Interior.

- Anexar copia del radicado de solicitud de autorización de intervención arqueológica, dirigido al Instituto de Antropología Colombiano de Antropología e Historia.
- Y demás actividades pertinentes en marco del desarrollo del proyecto.
- Toda la información presentada debe acompañarse con soportes (actas de reuniones, listados de asistencia, registro fotográfico, entre otros.) Estos anexos pueden entregarse de forma digital y deben diligenciarse en los formatos que aparecen en el manual de Interventoría y/o en los anexos de Guía de Manejo Ambiental.

2.13.3 CAPITULO 3. COMPONENTE SOCIAL

Considerando que se hace necesario mejorar los niveles de desarrollo del país y que la infraestructura de transporte es una de las variables propulsoras de crecimiento económico al permitir la accesibilidad, conectividad y movilidad de la población para satisfacer necesidades, producir y comercializar bienes y servicios, se entiende que la planificación y ejecución de los proyectos viales no se limita a la ejecución de las obras, sino que trasciende al cumplimiento de los objetivos institucionales propuestos: "proyectos que contribuyan al desarrollo de la competitividad del país", el cual se logra desde los beneficios locales que se van adicionando para lograr una ganancia nacional.

Los proyectos de infraestructura del sector vial a cargo de la Gobernación del Tolima, además de incluir las variables técnico económicas y ambientales que requieren darle viabilidad en estos aspectos, necesitan abordar el desarrollo desde la perspectiva social, teniendo en cuenta el manejo de los impactos que puedan afectar a las comunidades involucradas, de una manera participativa conforme lo expresaba en la Constitución Nacional de 1991. Los proyectos deben considerarse como una oportunidad para las comunidades localizadas en las áreas de influencia directa de los proyectos viales; de ahí la importancia de una gestión social comprometida con el diseño y la ejecución de los planes de gestión social que se adelanten.

2.13.3.1 ALCANCE DE LA GESTION SOCIAL

La gestión social de los proyectos de infraestructura del sector vial se agrupa en dos grandes temas: la gestión Socio Ambiental inmersa en los estudios ambientales y planes de manejo ambiental de los proyectos y la gestión Socio Predial, que si bien también hace parte de la gestión ambiental, adquiere especial relevancia por enfrentar situaciones de alta sensibilidad social como el de la vulnerabilidad de las familias o unidades sociales que ocupan predios requeridos para la ejecución de las obras viales y tienen que desplazarse a causa de las obras o actividades del proyecto vial .

La Gestión socio predial es la puerta de entrada al proyecto, para el caso de los proyectos viales en fase de estudios y diseños (mantenimiento, mejoramiento y rehabilitación) se requiere inicialmente un inventario de los posibles requerimientos de adquisición predial y sus afectaciones desde el punto de

vista de la gestión socio predial. El cual debe contener número de predios requeridos, número de familias posibles de ser intervenidas, aplicación de las fichas socioeconómicas que se requieran, diagnóstico de vulnerabilidad y demás actividades que conllevan esta gestión de acuerdo con el inventario de necesidades de adquisición de predios.

De conformidad con lo establecido en la Guía Ambiental, se deben ajustar, para su formulación y ejecución, los proyectos propuestos, en el Capítulo 6: Medidas de Manejo Ambiental, Programa 6: Gestión Social.

En el caso específico de la Gestión Socio Predial, los lineamientos de esta actividad están dados por la Resolución 1843 de 2008 expedida por INVIAS y sus modificatorias. De acuerdo a esta resolución y sus modificatorias, se establecerá un diagnostico socioeconómico de los posibles programas, así como el presupuesto o costos de reconocimiento de factores de compensación social establecidos para los proyectos de infraestructura a cargo de la Gobernación del Tolima.

En caso de presentarse en esta etapa construcciones nuevas, que sean objeto de licenciamiento ambiental, la gestión social a adelantarse se ajustará a lo establecido en el Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Plan de Manejo Ambiental en su componente social. Si el EIA está por elaborarse, se ajustará a lo establecido por los Términos de Referencia expedidos por autoridad ambiental competente.

Las Resoluciones No.1843 del 23 de abril de 2008 y su modificatoria, expedidas por el Instituto Nacional de Vías, se constituyen en una herramienta de gestión, que permiten mayor viabilidad social a la adquisición predial, al reconocer dentro de este proceso compensaciones a las unidades sociales con afectación predial parcial o total, e integrarlas al mismo, en la búsqueda de restablecer su forma de vida.

2.13.3.2 DIAGNOSTICO SOCIAL Y RECOMENDACIÓN DE FACTORES SOCIALES

2.13.3.2.1 Factores de compensación social

La elaboración del inventario de necesidades prediales, el diagnóstico social y la recomendación de reconocer factores de compensación social, no limitan, ni elimina la responsabilidad del Consultor en relación con las obligaciones de gestión social consideradas en el PAGA o los documentos que hacen parte del contrato.

El análisis social permite contextualizar la unidad social frente a su situación económica, donde se identifica la capacidad adquisitiva del hogar, obligaciones económicas, la(s) fuente(s) de ingresos, la estabilidad de los ingresos y la relación económica con el predio, se identifica la condición socioeconómica del jefe de hogar para satisfacer las necesidades básicas del mismo, la composición familiar frente a las necesidades e ingresos del hogar, la calidad de vida en la construcción en relación

con el uso, el espacio y la composición familiar, las redes sociales y económicas del hogar con el entorno barrial o veredal, las pérdidas y ganancias identificadas por la afectación predial.

2.13.3.2.2 Levantamiento de la ficha social

Una vez identificada y/o determinación del área a adquirir, con base en el diseño definitivo, se debe recopilar mediante la ficha social la información que permita establecer la afectación social al propietario o habitante del predio, de manera que esta información se integre a la evaluación de la afectación predial.

Las fichas sociales deben estar acompañadas de registros fotográficos en el que se soporte a detalle, las condiciones de vida las unidades sociales del predio, así como las actividades que se desarrollen en el predio, que representan factores importantes para la subsistencia de las unidades sociales.

Productos a entregar:

- Caracterización de la población del área de influencia directa
- Diagnóstico de vulnerabilidad social
- Ficha social
- Registro fotográfico
- Registros de asistencia a reuniones

2.13.3.2.3 Relación con la comunidad

El consultor deberá contar con un profesional en el Área de Ciencias Sociales y Humanas o a fines, para apoyar el desarrollo de la gestión socio ambiental y predial del proyecto; dicho profesional deberá elaborar los programas de acuerdo con los lineamientos estipulados en la Guía Ambiental y a la particularidad o condiciones del proyecto. Programa 6. Gestión Social con las actividades que requiere cada programa.

2.13.3.2.4 Responsabilidades

Las actividades de gestión social que le competen al consultor están orientadas a las obligaciones correspondientes a la elaboración del Programa de Adaptación de la Guía de Manejo Ambiental - PAGA, documento elaborado por el Especialista Social o Grupo Socio ambiental, siguiendo lo establecido en el numeral 6.1 de la Guía ambiental.

En cuanto al componente social es responsabilidad del consultor:

- Identificar a lo largo del corredor los sitios de manejo social: escuelas o colegios, clubes, áreas de recreación, equipamientos comunales, etc.

- Indagar en las alcaldías municipales sobre las organizaciones comunitarias con el fin de identificar a los líderes comunitarios.
- Investigar con base en información secundaria o a través del trabajo de campo, la existencia de territorios titulados legalmente a minorías étnicas, para definir las acciones a seguir, en cumplimiento de la legislación vigente.
- Investigar si existen zonas de interés arqueológico en las áreas de influencia directa del proyecto, según registros del ICANH.

Acorde a las necesidades y a la particularidad del proyecto, el consultor deberá formular los programas y actividades del Plan de Gestión Social, de acuerdo con lo estipulado en el presente documento y la guía ambiental.

2.13.3.2.5 Reuniones de socialización del proyecto

Para dar cumplimiento a los diferentes programas de gestión social, se deberá aplicar las reuniones de inicio, avance y finalización; dando inclusión a los mecanismos de participación establecidos por la normatividad vigente.

2.13.4 CAPITULO 4. NORMATIVIDAD AMBIENTAL Y SOCIAL

Las obligaciones para el cumplimiento ambiental se enmarcan en la normatividad vigente en la materia, citada a continuación, no obstante el hecho de no encontrarse citada alguna norma promulgada antes del cierre del proceso de selección, no exime al consultor/contratista de su conocimiento y aplicabilidad, bajo su entera responsabilidad:

- La Constitución Política de Colombia
- Decreto Ley 2811 de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- Ley 09 de 1979 Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.
- Ley 21 de 1991 Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptado por la 76a. reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra.
- Ley 52 de 1993 Por medio de cual se aprueba el convenio 167 y la recomendación No. 175 sobre seguridad y salud en la construcción; adoptados por la 75ª reunión de la conferencia general de la OIT, Ginebra de 1988.
- Ley 55 de 1993 Por medio de la cual se aprueba el "Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1990.

- Ley 99 de 1993 Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
- Ley 70 de 1993 Por la cual se desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución Política.
- Ley 134 de 1994 Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana.
- Ley 142 de 1994 Por la cual se establece el régimen de Servicios Públicos Domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
- Ley 299 de 1996 Por el cual se protege la flora colombiana, se reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones.
- Ley 373 de 1997 Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
- Ley 388 de 1997 Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones.
- Ley 472 de 1998 Por la cual se desarrolla el artículo 88 de la Constitución Política de Colombia en relación con el ejercicio de las acciones populares y de grupo y se dictan otras disposiciones.
- Ley 685 del 2001 Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.
- Ley 769 de 2002 Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones.
- Ley 850 de 2003 Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas
- Ley 1333 de 2009 sobre el Régimen Sancionatorio Ambiental
- Decreto 1449 de 1977 Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto Ley No. 2811 de 1974.
- Decreto 1608 de 1978 Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.
- Decreto 1541 de 1978 Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.
- Decreto 1715 de 1978 Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto - Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto - Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.
- Decreto 02 de 1982 Por el cual se reglamenta parcialmente el Titulo I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas.

- Decreto 1594 de 1984 Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
- Decreto 948 de 1995. Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto-ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9ª de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
- Decreto 2107 de 1995 Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.
- Decreto 605 de 1996 Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo. Vigente solo el capítulo sancionatorio.
- Decreto 1697 de 1997 Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995, que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire
- Decreto 321 de 1999 Relacionado con el Plan Nacional de Contingencias contra derrames accidentales de hidrocarburos o cualquier otra sustancia nociva para la salud, en el sentido de que en cada actividad a realizar se debe realizar una evaluación de las posibles contingencias que puedan presentarse y tomar las acciones correctivas o preventivas según sea del caso.
- Decreto 1552 de 2000 Mediante el cual se modifica el art. 38 del Decreto 948 de 1995, modificado por el articulo 3 del Decreto 2107 de 1995, relacionado con las emisiones de vehículos Diesel.
- Decreto 1530 de 2002 Por el cual se modifica el artículo 40 del Decreto 948 de 1995, modificado por el artículo 2º del Decreto 1697 de 1997 y por el Decreto 2622 de 2000, respecto del contenido de plomo en los combustibles.
- Decreto 1713 de 2002 Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Decreto 3100 de 2003 Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.
- Decreto 155 de 2004 Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones
- Decreto 3440 de 2004 Modifica parcialmente el Decreto 3100 de 2003.

- Decreto 838 de 2005 Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones
- Decreto 4741 de 2005 Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
- Decreto 4742 de 2005 Por el cual se modifica el artículo 12 del decreto 155 de 2004 y se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de agua
- Decreto 979 de 2006 Por el cual se modifican los artículos 7, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995
- Decreto 330 de 2007 Por el cual se reglamentan las audiencias públicas ambientales y se deroga el Decreto 2762 de 2005.
- Decreto 1575 de 2007 Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- Decreto 4728 de 23 de diciembre de 2010 reforma el Decreto 3930 de 2010. Permiso para Vertimientos al Recurso Hídrico, al Suelo y a los Alcantarillados.
- Decreto 2041 de 2014 Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
- Decreto 770 de 2014 por la cual se establece un listado de cambios menores o ajustes normales en proyectos del sector de infraestructura de transporte que cuente con licencia o su equivalente.
- Decreto 769 de 2014 Por la cual se listan las actividades de mejoramiento en proyectos de infraestructura de transporte.
- Resolución 1083 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente. Por el cual se regula la utilización de fibra natural en obras y actividades.
- Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente. Por medio del cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación
- Resolución 898 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente. Por la cual se regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de automotores.
- Resolución 005 de 1996 del Ministerio del Medio Ambiente. Por la cual se reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel y se definen los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones.

- Resolución 909 de 1996 del Ministerio del Medio Ambiente. Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 005 de 1996 que reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel, y se definen los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones y se adoptan otras disposiciones
- Resolución 273 de l997 del Ministerio del Medio Ambiente. Por la cual se establecen las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos para los parámetros, demandas bioquímicas de oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos totales (SST).
- Resolución 372 de 1998 del Ministerio del Medio Ambiente. Por la cual se actualizan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos y se dictan disposiciones.
- Resolución 415 de 1998 del Ministerio del Medio Ambiente. Por la cual se prohíbe la quema de llantas, baterías, plásticos y otros materiales que puedan generar emisiones tóxicas al aire.
- Resolución 1197 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por medio de la cual se establece las zonas compatibles de minería en la Sabana de Bogotá.
- Resolución 1110 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se fijan las tarifas para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental, y se dictan otras disposiciones.
- • Resolución 1565 de 2004. del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Por la cual se modifica parcialmente la resolución 898 de 1995, que regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores.
- Resolución 1023 de 2005. del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se adoptan las guías ambientales como instrumento de autocontrol y autorregulación.
- Resolución 2202 de 2005. del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se adoptan los Formularios Únicos Nacionales.
- Resolución 1402 de 2006. del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se desarrolla parcialmente el decreto 4711 del 30 de Diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos.
- Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
- Resolución 349 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se establece el porcentaje de gastos de administración que cobrarán las autoridades ambientales en relación con los servicios de evaluación y seguimiento ambiental.

- Resolución 601 del 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se establece la norma de calidad de aire o nivel de inmisión para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
- Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano
- Circular 2000-2-44593 del 19 de mayo de 2006 del Viceministerio de Ambiente. Lineamientos para la aplicación de tasas ambientales.
- Oficio 526974 de 28 de diciembre de 2005 concepto de la Oficina Asesora Jurídica del Ministerio de Minas y Energía. Obligación de gestionar y obtener licencia ambiental en los procesos de autorización temporal para materiales de construcción de carreteras.
- Oficio 2400-E-2-70830 del 4 de septiembre de 2006 concepto de la Dirección de Licencias, permisos y trámites ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial: Obligación de gestionar y obtener licencia ambiental en los procesos de autorización temporal para materiales de construcción de carreteras.
- Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura, Sub - sector Vial. (Versión 2011).
- Decreto 1320 de 1998, por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras.
- Ley 134 de 1994 Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana.
- Ley 850 de 2003 Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas.
- Es de absoluta responsabilidad del contratista la gestión ambiental, manejo ambiental, social, predial de las obras y el cumplimiento de la normatividad vigente, hasta la entrega del contrato al INVIAS.
- Resolución 1843 del 23 de abril 2008 "por la cual se establecen los criterios para la elaboración de gestión socio predial con miras a compensar los impactos sociales generados en la adquisición de áreas requeridas para la ejecución de proyectos a cargo del Instituto Nacional de Vías -INVIAS", y sus modificatorias.
- Resolución 7798 del 31de diciembre 2009 "por la cual se revoca la Resolución No. 1007 del 7 de Marzo de 2008 y se hace una delegación para el reconocimiento de compensaciones económicas a las comunidades étnicas afectadas por la ejecución de proyectos a cargo de la Gobernación del Tolima y se fijan los parámetros técnicos para dichos reconocimientos, y sus modificatorias.
- Las relacionadas en los apéndices ambiental y predial.

2.14. VOLUMEN XII. CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

2.14.1 OBJETIVO Y ALCANCES

2.14.1.1. OBJETIVO

Proporcionar la información de ingeniería necesaria para configurar los Pliegos de Condiciones de la licitación de construcción, estableciendo las condiciones técnicas para el desarrollo de los trabajos así como el programa de construcción, cronograma de trabajo y de inversión y el presupuesto estimado para la ejecución de las obras.

2.14.1.2. ALCANCES

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

- Identificar las características técnicas del proyecto a partir de las diferentes áreas técnicas: volúmenes de obra, materiales a emplear, longitudes de transporte de materiales de construcción y de materiales sobrantes, etc.
- Calcular las cantidades de Obra
- Establecer las Especificaciones de Construcción generales y particulares aplicables a la obra.
- Desarrollar el Análisis de Precios Unitarios
- Calcular el A.I.U.
- Desarrollar el Presupuesto oficial para la obra
- Elaborar el Programa de Construcción

2.14.2. CAPITULO 2. CANTIDADES DE OBRA

Las cantidades de obra para cada ítem se calcularán con base en los planos y según la sectorización de la vía, presentando una matriz con las cantidades de obra, separando cada obra de drenaje u obra especial si los hay. Esta valoración debe hacerse teniendo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción vigentes del INVIAS, las particulares definidas por el estudio y las normas de tipicidad de obras especiales contenidas en manuales de dimensionamiento vigentes.

Estos valores se presentan en el formato INVIAS “LISTA DE CANTIDADES DE OBRA, PRECIOS UNITARIOS Y VALOR TOTAL DEL PRESUPUESTO, en el cual debe incluirse el número y la descripción del ÍTEM de PAGO, el número de la especificación que corresponda y sea coincidente con el que figura en las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS o las Particulares

definidas por el estudio, las cuales serán agrupadas por capítulos y ordenadas por ítems. Finalmente el Consultor presentará una Memoria de Cálculo con detalle del sistema y procesos aplicados

2.14.3. CAPITULO 3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

2.14.3.1. ESPECIFICACIONES GENERALES

Se tendrá en cuenta todo lo estipulado en las "Especificaciones Generales de Construcción", vigentes del INVIAS, siguiendo su estructura de capítulos y subcapítulos.

2.14.3.2. ESPECIFICACIONES PARTICULARES

2.14.3.2.1. Generalidades

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

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

2.14.3.2.2. Estructura

La estructuración de las Especificaciones Particulares debe contener:

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

- **Medida:** Determinación de la unidad de medida y la forma de su cuantificación y aproximación
- **Pago**: Diferentes aspectos cuyo costo se debe tener en cuenta en la elaboración del precio unitario de acuerdo a la labor realizada
- **Ítem de pago**: Descripción del tipo de obra a ejecutar según la unidad de medida especificada.

Cuando la Especificación Particular modifique la Especificación General, el texto de la especificación particular debe corresponder al numeral complementado o modificado.

2.14.4. CAPITULO 4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

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

- Las condiciones de ejecución de acuerdo a los ítems de pago de las Especificaciones Generales y Particulares de Construcción del INVIAS vigentes.
- Las condiciones de la región en cuanto al acceso, recursos, insumos, combustibles, disponibilidad de mano de obra, materiales de construcción, equipos y demás aspectos que puedan influir en el costo final de los precios unitarios y que afectan los rendimientos como los factores de humedad, altura sobre el nivel del mar, etc.
- La unidad de medida para pago deberá estar de acuerdo con la especificación correspondiente y en cada análisis se debe incluir una Nota que diga según apartado "medida de pago" de cada especificación.
- Las tarifas horarias de los equipos deberán ser analizadas teniendo en cuenta los costos de propiedad y de operación, incluyendo los costos por manejo (operador y ayudante).
- Los precios de los materiales deben corresponder a valores actualizados. Es necesario relacionar las cantidades requeridas para ejecutar cada ítem, según su unidad de medida incluyendo desperdicios y los materiales o elementos auxiliares y/o adicionales transitorios (formaletas, cimbras, vigas de lanzamiento, etc.)
- Los precios de los materiales para concretos (cemento, hierro, agregados, etc.), deben corresponder a valores en el sitio de colocación incluyendo los costos de transporte.
- Solamente habrá pago por separado para transporte de materiales provenientes de excavación de cortes, préstamos y remoción de derrumbes.
- Para la determinación de los Precios Unitarios de m3 de los materiales para la estructura de pavimento como sub-base, base y mezcla asfáltica, se considerarán cuantificándolos en su posición definitiva y se reconocerá el transporte desde la Fuente de Material o Planta de Producción hasta el sitio de la colocación por m3-Km., siendo este m3 compacto.

- En la mano de obra se deben considerar los jornales de las cuadrillas de obreros y de personal especializado teniendo en cuenta el jornal básico o el vigente en la región, afectado del porcentaje de prestaciones sociales de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- Los rendimientos establecidos para equipos y personal deberán ser el resultado de un estudio cuidadoso de las condiciones del proyecto.
- Tanto la calidad, como la dosificación de los materiales deberán corresponder a las exigencias de las Especificaciones establecidas (Generales y Particulares) vigentes.
- Se debe incluir un anexo que contenga: Relación de materiales por emplear en el proyecto con el cálculo de los consumos. Se debe incluir las cotizaciones que se emplearon en la elaboración de los análisis.
- Análisis de las tarifas horarias y estudio de rendimientos y ciclos del equipo que se empleará.
- Análisis de cuadrillas, rendimientos y cálculo del factor prestacional.
- No se debe permitir el uso de precios referenciales o usar el promedio de precio de otros proyectos.

2.14.4.1. CÁLCULO DE LOS ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U)

2.14.4.1.1. Definición

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

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

Una vez se tiene claro lo anterior se procede a determinar los materiales, mano de obra, equipos y transporte requerido para ejecutar la actividad. Con esta información se procede a determinar los rendimientos y consumos, según sea el caso, requeridos para ejecutar una unidad del ítem analizado.

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

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

2.14.4.1.2. Metodología Para el Cálculo del A.P.U

Cálculo del costo de los Materiales

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

Las cotizaciones se incluirán como un anexo al informe de los A.P.U.

Si los materiales son producidos en la obra se deberá incluir el análisis que soporte el cálculo del precio del insumo.

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

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

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

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

Cálculo del costo de la mano de obra

La mano de obra que se considera en el A.P.U., es la que se emplea directamente en la ejecución de la actividad, los ingenieros y el personal administrativo de la obra se incluyen en el análisis de A.I.U.

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

Los ayudantes son los obreros rasos y su asignación salarial normalmente es el salario mínimo legal vigente. Los oficiales son los siguientes en la jerarquía y su asignación suele estar entre los 2 y 4 SMMLV, finalmente los maestros son los jefes de las cuadrillas y su asignación puede estar entre los 3 y 5 SMMLV. A todos los valores anteriores hay que afectarlos por el factor prestacional, para incluir el costo de las prestaciones sociales.

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

Análisis de cuadrillas – Rendimientos: Se deben conformar cuadrillas, para cada trabajo, combinando la cantidad de maestros-oficiales-obreros que se requieran para la actividad, calculando el jornal (costo diario) de la cuadrilla. Una vez se tienen conformadas las cuadrillas, se deben asignar a las actividades y determinar el rendimiento de las mismas.

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

Valor de la mano de obra: El valor de la mano de obra, es el costo de la mano de obra dividido entre el rendimiento de la cuadrilla para producir una unidad del ítem analizado.

Cálculo del costo del equipo

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

Tarifa horaria del equipo: En el caso del equipo, si se tienen las cotizaciones de alquiler este es el precio que se debe usar, incluyendo el IVA si aplica y deben anexarse al informe de los A.P.U.

Si no se tienen las cotizaciones se debe realizar el análisis de costo horario de equipos, en este caso se debe incluir como anexo al informe de los A.P.U, el soporte del valor del equipo que se utilizó.

Rendimiento del equipo: El rendimiento es la cantidad de unidades del ítem analizado que el equipo produce en una hora.

Para la estimación del rendimiento del equipo, se debe partir del manual del fabricante del equipo, sin embargo es necesario considerar las reducciones por la disponibilidad del equipo y las condiciones particulares de trabajo que tendrá. Además es necesario calcular los ciclos de producción, que normalmente incluyen varios equipos diferentes que se complementan en la ejecución de un grupo de ítems en particular y condicionan sus rendimientos simultáneamente.

Estos ciclos de producción no solo sirven para estimar el precio unitario, sino también para elaborar el programa de obra y estimar el tamaño de la flota que se requiere para el proyecto.

Como anexo a los A.P.U.s se debe dejar una memoria del cálculo del rendimiento del equipo y de todos los ciclos de producción.

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

Valor del transporte o acarreo

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

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

2.14.4.1.3. Cálculo del A.P.U.

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

2.14.5. CAPITULO 5. PRESUPUESTO

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

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

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

2.14.5.1. CÁLCULO DEL A.I.U

El Consultor presentará unos análisis de los costos de administración, imprevistos y utilidad; con base en un experimentado ingeniero de construcción y establecerá estos costos indirectos que deben tener en cuenta las condiciones de la zona, la localización de la obra con respecto a los centros de producción y abastecimiento y la organización misma de los trabajos.

Estos costos se presentarán discriminando los gastos administrativos generales de la empresa, todos los demás costos indirectos y un estimativo de acuerdo con el tipo de proyecto de unos imprevistos y la utilidad esperada.

Para el logro de éste propósito:

- Se definirá la estructura administrativa que requerirá el constructor del proyecto.
- La calidad de las instalaciones requeridas para la obra.
- El monto de las pólizas de seguros contractuales y no contractuales.
- Se debe considerar, de acuerdo con un planteamiento de Flujo de Fondos los Costos Financieros.
- Se debe considerar la valoración de impuestos según las normas impositivas de acuerdo con la categoría de la empresa que requiere el proyecto y el valor de la utilidad esperada.

- Se debe presentar un análisis del valor de los imprevistos del Constructor, (según nivel de estudios, complejidad del proyecto, conocimiento de la región, rigor climatológico, etc.).
- La estimación de la utilidad debe corresponder a la utilidad promedio de las empresas constructoras, calculada a partir de los Estados Financieros que se consultan en la Superintendencia de Sociedades o en balances presentados en Cámaras de Comercio.

Para el cálculo del AIU se usará un proceso interactivo donde inicialmente se llegará a un valor porcentual de la administración con respecto a los Costos Directos (Valor Básico del Presupuesto) para luego sumarle los valores porcentuales de los imprevistos y la utilidad.

2.14.5.2. MÉTODO PARA EL CÁLCULO DEL A.I.U

2.14.5.2.1. Definiciones

Costos Directos (CD): Es el costo de ejecutar la obra, comprende únicamente los materiales, mano de obra, transportes y equipo.

Gastos generales (GG): Son los gastos administrativos, de infraestructura y logísticos en que se incurre para la ejecución del contrato. Para determinarlos no se requiere conocer el precio de venta.

Factor de administración (FA): Es la relación existente entre los gastos generales y los costos directos.

Entrega de material (EM): Es el costo de ejecutar la obra, sin considerar los costos porcentuales. Se obtiene de sumar los costos directos con los gastos generales. Muestra el costo de entregar la obra al dueño, sin considerar los costos porcentuales.

Factor porcentual (FP): Es el factor por el que hay que multiplicar el precio de venta para obtener los costos porcentuales. Es la suma de todos los valores expresados como porcentaje del precio de venta, como: pólizas, impuestos, imprevistos, utilidad, etc.

Es posible que en algunos casos el valor de las pólizas, se pueda determinar sin conocer el precio de venta, por lo que pasarían a ser un gasto general.

Costos Porcentuales (CP): Son los costos que se generan como un porcentaje del precio de venta, por ejemplo: impuestos, utilidad, pólizas de seguro, imprevisto, etc.

Precio de Venta (PV): Es el precio final ofrecido al cliente, cubre todos los costos directos, los gastos generales y los costos porcentuales que se generan al ejecutar el proyecto.

Factor de A.I.U. (FAIU): Es la relación entre el precio de venta y el costo directo de un proyecto.

Definición del AIU: El factor de A.I.U., incluye los costos indirectos del proyecto en el precio de venta que el constructor cobrará a la entidad contratante. Este factor incluye la administración, los imprevistos y la utilidad que espera el contratista.

La fórmula para obtener el A.I.U. es:

$$Fa.i.u = \frac{Pv}{Cd}$$

$$A.I.U = \frac{Pv}{Cd} - 1$$

Sin embargo, la aplicación de esta fórmula que en apariencia es muy sencilla puede generar grandes errores en la estimación del precio de venta. Para el cálculo del factor se tienen tres métodos diferentes, que se describen a continuación.

2.14.5.2.2. Cálculo del A.I.U a partir del costo directo (suma de factores)

En la práctica algunos Ingenieros multiplican los factores porcentuales por el costo directo y suman los resultados para obtener el precio de venta. Luego con este precio de venta calculan el factor de A.I.U. Lo anterior es equivalente a sumar el factor de los costos porcentuales con el factor de administración para obtener el factor de A.I.U. Al proceder de esta manera se comete un grave error, ya que los factores porcentuales deben aplicarse al precio de venta y no al costo directo.

Lo anterior se puede ver en el siguiente ejemplo:

Gastos Generales		10.00
Costo directo		100.00
Subtotal		110.00
Pólizas	2.00%	2.40
Impuestos	6.00%	7.20
Imprevistos	5.00%	6.00
Utilidad	4.00%	4.80
Precio de venta		131.40
A.I.U.		31.40%

Al utilizar esta forma de calcular el A.I.U. se está subestimando su valor, ya que los valores porcentuales no le aplican al precio de venta, si no a un valor menor.

2.14.5.2.3. Método Directo Para Calcular el Factor de A.I.U

El precio de venta resulta de sumar la entrega material más los costos porcentuales:

$$Pv = Em + Cp$$

Pero, la entrega de material es el resultado de sumar los gastos generales más los costos directos:
Por definición: $Em = Gg + Cd$
Reemplazando en la ecuación anterior tenemos:

$$Fa = \frac{Gg}{Cd} \quad \rightarrow \quad Gg = Fa\ X\ C$$

Factorizando llegamos a: $Em = Cd\ X\ (1 + Fa)$

Por otro lado tenemos que el costo porcentual se define como: $Cp = Pv + Fp$

Sustituyendo los resultados anteriores en la ecuación inicial obtenemos:

$$Pv = Em + Pv\ X\ Fp \quad \rightarrow \quad Pv = Cd\ X\ (1 + Fa) + Pv\ X\ Fp$$

Desarrollando y reorganizando esta expresión:

$$Pv - Pv\ X\ Fp = Cd\ X\ (1 + Fa) \quad \rightarrow \quad Pv\ X\ (1 - Fp) = Cd\ X\ (1 + Fa)$$

$$\frac{Pv}{Cd} = \frac{1 + Fa}{1 - Fp}$$

Nuevamente por definición el factor de A.I.U.:

$$Fa.i.u = \frac{Pv}{Cd}$$

Finalmente llegamos a:

$$Fa.i.u = \frac{1 + Fa}{1 - Fp}$$

Empleando mismos datos el resultado del A.I.U. será:

Gastos Generales		10.00
Costo directo		100.00
Subtotal		120.00
Factor de administración (Fa)	0.10	
Pólizas	2.00%	
Impuestos	6.00%	
Imprevistos	5.00%	

Utilidad	4.00%	
Factor de porcentuales (Fp)		
Precio de venta		132.53
A.I.U.		32.53%

Este resultado difiere del anterior, y corresponde al valor real del precio de venta, considerando el efecto de los costos porcentuales.

Usar el método de iteraciones o de la fórmula directa lleva a los mismos resultados y reflejan el valor real del precio de venta. El método de la suma de factores conduce a un resultado equivocado ya que los porcentuales se aplican al costo directo y no al precio de venta.

2.14.5.3. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DEL A.I.U

Lo primero que se debe tener en cuenta para calcular el A.I.U. de un proyecto, es que cada proyecto es único y no existen valores típicos para este factor. El A.I.U. siempre debe calcularse.

La planilla de cálculo del A.I.U., debe discriminar y clasificar los costos indirectos del proyecto, de forma que puedan analizarse los efectos de cada grupo de costos en forma individual.

Todos los valores que se incluyan en el cálculo deben estar soportados con cotizaciones, de forma que el A.I.U. sea lo más real posible.

En algunos casos como en el costo de las pólizas, será necesario realizar el cálculo de que porcentaje representan del costo total, en el caso de la alimentación el total de comidas, etc. Por lo anterior es necesario incluir una memoria con estos cálculos.

2.14.5.3.1. Gastos Generales

Son los gastos indirectos que podemos determinar, son función del tiempo de permanencia, traslados de equipos, montajes, del área construida, etc. Nunca son un porcentaje del precio de venta.

Los gastos generales se pueden subdividir en:

Instalaciones: Se debe incluir en este rubro, el costo de las construcciones requeridas para la obra, de acuerdo con lo establecido en el plan general del proyecto. El costo puede ser el valor de la construcción de las facilidades o el valor del alquiler de las mismas durante la ejecución del proyecto.

Así mismo se debe incluir el costo de las dotaciones que se requieren para que estas instalaciones sean utilizadas.

Personal administrativo: En este rubro se debe incluir todo el personal que se requiere para la ejecución del proyecto y no se incluye en los precios unitarios.

Se deben considerar los costos del personal, incluyendo el factor prestacional adecuado y la permanencia en la obra. Si la obra es muy compleja se debe anexar un histograma mostrando en qué momento llegan y salen los ingenieros especialistas del proyecto. Este histograma debe coincidir con el programa de obra.

Equipo de Apoyo: En este rubro se incluyen todos los vehículos y equipos que se requieren para ejecutar la obra y no se cargaron en los precios unitarios, como por ejemplo los camiones para transporte interno, grúas del taller, ambulancias, las camionetas de la administración, etc.

Dependiendo del proyecto se puede colocar una tarifa mensual por la cantidad de meses, o el valor de compra del vehículo.

Varios: En este apartado incluimos todos los rubros que no se pueden clasificar en los anteriores rubros y tampoco se encuentran incluidos en los precios unitarios del proyecto (costo directo), ni tienen ítem de pago por separado en el presupuesto.

Se incluyen costos como, la alimentación del personal, los costos ambientales, los costos asociados a la seguridad industrial, montajes de planta, transporte de equipos, etc.

Costo Directo: Es el valor que resulta de multiplicar las cantidades de obra por los precios unitarios. Se puede decir que es el costo de la obra sin la administración que se requiere para construirla.

Entrega Material: Es la suma de los Gastos Generales y el Costo directo, es el valor que cuesta construir la obra, sin el pago de los valores porcentuales o que dependen del precio de venta.

Porcentuales: Son los costos que dependen del precio de venta, se deben relacionar e indicar el porcentaje respectivo.

Se deben incluir, las pólizas, impuestos, seguros especiales, imprevistos, utilidad, etc.

2.14.5.4. CÁLCULO DEL A.I.U Y DEL PRECIO DE VENTA

Con todos los datos anteriores y utilizando las formulas descritas en este capítulo, procedemos a calcular el A.I.U. y el precio de venta de venta del proyecto

2.14.5.4.1. El A.I.U y los pliegos de condiciones

Es muy importante que al elaborar los pliegos de condiciones se hagan las mismas exigencias en personal administrativo, instalaciones, dotaciones, etc., que se consideraron al momento de calcular el A.I.U.

2.14.6. CAPITULO 6. PROGRAMACIÓN DE OBRA Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA E INVERSIÓN, PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS Y DE MATERIALE

El consultor elaborará un Programa de Trabajo e Inversión de acuerdo con una secuencia lógica y armónica en el desarrollo de cada una de las actividades de la obra agrupada en grandes partidas de pago, planteando la ejecución de la obras en un plazo técnica y económicamente adecuado. Asimismo, recomendará el número de frentes de trabajo y el ritmo requerido de construcción. El programa de trabajo e inversión se presentará en el formato diseñado por el INVIAS.

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

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

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

2.14.6.1. DEFINICIONES

Actividad: Es el conjunto de operaciones o tareas que es necesario hacer para llevar a cabo la realización del proyecto.

Actividad Crítica: Es una actividad que presenta holgura total igual a cero.

Actividad que Precede: Es aquella que debe estar terminada inmediatamente antes de la actividad que se está realizando.

Actividad que Sucede: Es aquella que puede iniciarse inmediatamente después de la actividad que se está realizando.

Actividad Simultánea: Es la actividad que puede desarrollarse *al mismo tiempo* de la actividad que está en proceso.

Actividades Administrativas: A este grupo pertenecen todas y cada una de las actividades involucradas en la planeación, organización, dirección, coordinación y control del proyecto.

Capítulo: Es el compendio de actividades a desarrollar en un proyecto, que tienen naturaleza similar o son parte de objetivo parcial común.

Curvas de Costo Tiempo: Es la presentación gráfica detallada del costo y el tiempo de las actividades obtenidas a partir de un presupuesto, realizada para un proyecto específico.

Duración Fija: Es el tiempo mínimo de duración de una actividad, cuando su ejecución depende de factores externos.

Duración Dependiente: Es el tiempo de duración de las actividades que pueden realizarse con los recursos propios del proyecto.

Evento: Es el principio o fin de una o varias actividades; no consume tiempo, no consume recursos, solo es un punto de control.

Evento Clave o Hito: Es un punto determinado de control de la programación, el cual resume el seguimiento a un grupo de actividades o capítulos. Este punto de control no tiene duración ni utiliza recursos.

Fluctuación – Holgura: Cantidad de tiempo que se puede demorar el inicio o terminación de una actividad sin que se retrase la terminación del proyecto.

Holgura Libre: Es el margen de tiempo que tiene una actividad para atrasarse en su iniciación o terminación sin que ello afecte el inicio de la actividad que sigue.

Holgura Total: Es el margen de tiempo que tiene una actividad de posponer su inicio o terminación sin afectar el tiempo final de ejecución de todo el proyecto.

Línea de Base: Es el programa inicial del proyecto, sobre el cual se efectúa el control de avance del mismo.

Metas de Gestión Financiera: Se refiere al cumplimiento de los objetivos de la ejecución financiera del contrato con base en el plan de inversiones.

Método de la Ruta Crítica: Es un método de programación y control de proyectos que permite definir la ruta crítica de un proyecto. Está basado en actividades; es determinístico y está orientado a quien lo ejecuta.

Planeación: Es la etapa de inicio del proyecto en la cual se determina qué se va a realizar y cómo se va a hacer, estableciendo objetivos claros y precisos.

Proyecto: Es el conjunto articulado de actividades orientadas a alcanzar uno o varios objetivos, siguiendo una metodología definida, para lo cual precisa de diferentes tipos de recursos cuya ejecución

en el tiempo responde a un cronograma con una duración limitada. El proyecto puede incluir la ejecución de uno o varios contratos.

Recursos: Son los elementos que se utilizan para la ejecución de las diferentes actividades que intervienen en la realización de un proyecto.

Recursos Financieros: Dinero que se emplea para la realización de un proyecto.

Recursos Humanos: Personas profesionales, técnicos, empleados y obreros que intervienen en la ejecución de las actividades.

Recursos Materiales o Físicos: Materia prima y equipo que se emplea en la ejecución de las actividades.

Recursos Tecnológicos: Elementos de Software y hardware, entre otros, utilizados en la realización de las actividades.

Recurso Tiempo: Margen de fechas disponible para la ejecución de un proyecto.

Ruta Crítica: Se define como la ruta de ejecución del proyecto conformada por las actividades críticas.

Secuencia: Indica el orden o prelación de una actividad en relación con las demás.

Valor Ganado: Metodología de control de proyectos que identifica índices de avance del proyecto en tiempo (adelanto-atraso), así como también índices de avance del proyecto en inversión (ahorros o sobre-costos). Se basa en la comparación, en primera instancia, de las cantidades de obra inicialmente programadas contra las cantidades de obra ejecutadas a través del tiempo. En segunda instancia, se comparan los precios unitarios inicialmente ofertados contra los precios unitarios pagados, durante la ejecución de las actividades.

2.14.6.2. REQUISITOS PARA LA PROGRAMACIÓN

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

2.14.6.2.1. Programación

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

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

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

Paso 1: Dividir el proyecto en sus objetivos principales, de manera tal que el proyecto quede claramente definido por ellos.

Paso 2: Fragmentar cada objetivo en las actividades que es necesario llevar a cabo para alcanzarlo.

Paso 3: En el caso de actividades que carezcan de una o más características, se deberán dividir o agrupar hasta que tengan características definidas.

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

2.14.6.2.2. Secuencia de ejecución de las actividades

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

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

2.14.6.2.3. Determinación de los tiempos de ejecución

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

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

Se deben contemplar los tiempos mínimos definidos para la realización del proceso por parte de las Entidades o personas relacionadas con dicha actividad en caso de tener duraciones fijas. Se presentarán para aprobación de la ENTIDAD, los tiempos definidos en las duraciones fijas así como su justificación. La programación del proyecto deberá presentar holgura total igual a cero, y la duración total estará acorde con el plazo contractual.

2.14.6.2.4. Presentación de actividades y distribución de recursos

Se debe presentar un cuadro con cada una de las actividades que componen el proyecto con su número de ítem respectivo, unidad de medida, cantidad a ejecutar, duración, holgura libre, actividades precedentes y actividades sucesoras, costo inicial y recursos para desarrollarla.

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

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

2.14.6.2.5. Determinación de capítulos o ítems de grandes pagos

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

2.14.6.2.6. Determinación de la ruta crítica del proyecto

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

2.14.6.2.7. Diagrama de barras o diagrama de Gantt

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

2.14.6.2.8. Flujo de inversión

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

2.14.6.2.9. Presentación de la programación

Los documentos a ser entregados y aprobados por la ENTIDAD, son los definidos a continuación:

- Metodología detallada de la labores a realizar.

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

2.14.6.2.10. Línea base para el control del proyecto

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

2.14.7. CAPITULO 7. PRODUCTOS ENTREGABLES

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

El Consultor deberá entregar como producto la programación de obra inicial, línea de base, en medio físico y en medio magnético utilizando uno software del mercado como Project, adjuntando el cuadro de recursos y asignación de los mismos, diagrama de Gantt con ruta crítica y el análisis de tiempos de acuerdo a los rendimientos calculados para los recursos.

Se recomienda que la diferencia entre el presupuesto oficial para licitación calculado por el Consultor y el presupuesto ofertado no difiera del 15% por debajo.

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

2.14.8. CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

2.15. VOLUMEN XIII. EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DEL PROYECTO

2.15.1 CAPITULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

2.15.1.1 OBJETIVOS

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

Con respecto a la Evaluación Económica, el objetivo será realizar el análisis y comparación en términos de valor económico actualizado, de los costos y beneficios de dos o más alternativas de mejoramiento funcional y estructural que propugnen por dar solución al problema o dificultad identificado y reconocido a través de los estudios técnicos elaborados. Tales deficiencias en la prestación del servicio o carencia en el suministro de la infraestructura vial requerida para la comunicación y el transporte deberán expresarse según su naturaleza y circunstancia.

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

2.15.1.2 ALCANCES

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

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

Como condición insoslayable para el cumplimiento del Objetivo, el Consultor deberá identificar todos los costos y beneficios posibles atribuibles al proyecto con la precisión que lo permita el nivel del

estudio realizado. Para ello, deberá armonizar información pertinente con cada una de las áreas complementarias del estudio, a fin de facilitar el reconocimiento de las diferencias que se proyectan respecto a la situación Sin y Con proyecto, para cada alternativa considerada.

2.15.2 CAPITULO 2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

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

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

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

Si bien las características y circunstancias de los proyectos en lo funcional y/o estructural difieren por razones de los niveles de deformaciones superficiales que conllevan a la conceptualización rápida de soluciones, es importante para su justificación y comprensión de las soluciones propuestas, el levantamiento de información técnica respecto al tipo de daño, gravedad y extensión del mismo que se encuentran, permitiendo con ello la expresión de las manifestaciones del problema, las posibles causas y las consecuencias que puedan sucederse por la no acción pronta de la intervención. Por lo anterior, es preciso que el Consultor realice oportunamente la auscultación de la vía y determine los daños para cada segmento homogéneo que haya definido como segmentación apropiada para el análisis, facilitando con ello la información indispensable para el proceso de evaluación técnico económica del proyecto.

Un último aspecto que puede y debe tratarse aquí, es la identificación del nivel de usuarios de la infraestructura que se pretende mejorar y su relación histórica con la misma, así como las

implicaciones con respecto de aquellos que se generen por la implementación del proyecto; pudiendo desde luego ampliarse el análisis en otro aparte, en común y estrecha relación con el especialista o con el informe del estudio apropiado y que conforma la condición de unificación entre los estudios previos y los actuales.

2.15.3 CAPITULO 3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

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

2.15.3.1 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

En la generalidad de los casos, los estudios que tienen por objeto la Construcción y pavimentación de nuevas vías, así como el Mejoramiento de vías en cuanto a cambios de especificaciones, como la pavimentación de vías existentes pero con superficie en afirmado, o cambios en las dimensiones, como la construcción de segunda calzada, y la Rehabilitación de vías que tienen por objeto específico la reconstrucción o recuperación de las condiciones iniciales, dada la posibilidad de identificar en ellos costos y beneficios, deberá adelantarse la Evaluación Económica mediante la aplicación de la Metodología Análisis Costo Beneficio (ACB), utilizando para ello el Modelo de Evaluación Técnico - Económica denominado HDM en su versión 4. Herramienta de evaluación que permite la generación de informes como los relacionados con los Costos de Operación Vehicular, Costos de Mantenimiento, la Comparación Económica de Alternativas, Análisis de Costo Beneficio, Flujo de Costos Anuales de la Administración y del Usuario, Beneficios Netos Anuales entre otros, para cada alternativa.

Para todos los efectos de realizar los Estudios de Evaluación, el consultor reunirá la información pertinente a las condiciones existente de la vía actual y del proyecto propuesto, de forma que permita digitar información pertinente en el Modelo HDM - 4. De forma general, a continuación se indica la información que debe ser recaudada:

- Segmentos homogéneos dinámicos: Por volumen de Tránsito, Subrasante, Tipo de pavimento, Estado o condición de éste último y cualquier otro aspecto que amerite su incorporación. Sin embargo, es significativo considerar los diferentes niveles de tránsito que se presentan en el corredor actual y la información histórica de volúmenes de tránsito que aplique para cada segmento homogéneo que se determine.

- Características geométricas: Para cada segmento homogéneo representado y expresado, se deberá identificar con mayor precisión lo siguiente: Longitudes de segmento, Curvatura vertical (Subidas + bajadas) (m/Km.) y Curvatura horizontal (grados/ km.), Anchos de calzada y bermas. Número de carriles. Velocidad limite y altitud. Tipo de drenaje. (Situación Sin y Con proyecto)
- Características estructurales: Tipo de Compactación y Material de la superficie señalando el tipo de grava para cada una de ellas. Espesores de las capas, tipo de daños y áreas afectadas. (Situación Sin proyecto). Para la situación Con proyecto se requiere de los Números estructurales para cada segmento homogéneo, Valores de CBR, Espesores de cada una de las Capas.
- Tipo de Daños: Profundidad media de ahuellamiento, Valor del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), (Situación Sin proyecto). (Para las vías en afirmado se reunirán criterios de calificación según la expresión, previa identificación del tipo de daño encontrado y representativo de la condición).
- Tránsito: Volumen de TPD actual y futuro, composición y tasas de crecimiento para cada segmento homogéneo identificado. Identificación de Tránsito Atraído, Tránsito desviado, y Tránsito Generado. Identificación de la ocupación vehicular y en lo posible los motivos de viaje de las personas.
- Costos: En cuanto a los Costos del proyecto, estos deberán reunir los Costos de la Obra, la Interventoría, costos por compra de predios e indemnizaciones si las hubiere, Costos correspondientes a la gestión ambiental y a las obras de mitigación, así como lo relacionado con impuesto, utilidad y demás. Considerando el alcance de los estudios estos valores corresponderán a un estudio específico debidamente relacionado con características y particularidades del proyecto.

2.15.4 CAPITULO 4. DIAGNOSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN

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

Con miras a obtener un documento auto-sostenible, el Consultor deberá incluir dentro del informe, los antecedentes relacionados con el problema por solucionar, identificando el área geográfica y caracterizando la región a través de sus aspectos demográficos y socioeconómicos, además de un

resumen de resultados y conclusiones a que se llegue en el estudio de las áreas complementarias del estudio de ingeniería y necesarias para una completa evaluación económica.

Entre estos antecedentes, el Consultor deberá considerar los referidos a la población beneficiada con el proyecto, sus niveles de ingreso, calidad de vida, actividades productivas, usos de la tierra. Otro aspecto por tratar se refiere a los aspectos legales e institucionales dentro de los cuales se encuentra inserto el proyecto.

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

2.15.5 CAPITULO 5. DETERMINACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO

El proyecto como fuente de costos y beneficios que ocurren en distintos periodos deberán ser asociado con la ejecución del proyecto en particular y corresponden a: la inversión misma de la obra, al costo causado por el ejercicio de la interventoría, a los costos de las obras de protección ambiental o mitigación de los efectos, indemnizaciones, adquisición de zonas si los hubiere, y costos de futuros cercanos por acciones de mantenimientos rutinarios y periódicos, así como también formaran parte de los costos todos aquellos beneficios actuales que se obtienen antes de implementar el proyecto y que posteriormente, con la materialización del proyecto se dejaran de percibir.

Tales costos en especial los de inversión deberán estructurarse a partir de una identificación de los montos que permitirán cubrir todo lo relacionado con: Equipo, Mano de Obra, Transporte y Materiales. Estos últimos deberán dividirse a su vez en Acero, Concretos, Asfaltos, Material de sub-base y base libres de los costos de transporte, y Otros. Una proporción de la Mano de Obra Calificada y no Calificada es importante considerarla.

2.15.5.1 IDENTIFICACION DE COSTOS Y BENEFICIOS

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

De igual manera los costos netos generados por los Tiempos de Viaje de las personas en cada alternativa, deben calcularse a partir del volumen de vehículos de pasajeros como de su correspondiente nivel de ocupación; identificando los motivos de viaje que permitan efectuar su justa

valoración. Los costos netos por Tiempo de Viaje de las personas se constituyen como beneficio de segundo nivel para el proyecto, pudiendo ser o no considerado dentro del agregado de beneficios para la comparación con el total actualizado de costos. Adicionalmente deberán calcularse los costos estimados evitables por concepto de mantenimiento vial con la implementación del proyecto.

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

2.15.5.2 PRECIOS ECONÓMICOS

A partir de los Precios de Mercado utilizados en la conformación del presupuesto, el Consultor calculará el Precio Económico del proyecto y del resto de componentes que intervienen en la estructuración del presupuesto, permitiendo así la definición de los beneficios e insumos del proyecto, tasados a precios económicos. Para ello deberá utilizarse las RPCs (Razones Precio Cuenta) que generalmente son calculados a nivel nacional; los correspondientes a los insumos, el de la divisa, el de la mano de obra calificada y no calificada y los costos de operación vehicular.

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

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

2.15.5.3 PERIODO DE INVERSIÓN Y DE OPERACIÓN

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

Considerando el período de operación o vida útil del proyecto como el tiempo durante el cual éste producirá beneficios, se estima pertinente que el mismo no deberá superar los 20 años, aun cuando existan acciones de mantenimiento periódico, y que al final del mismo existirá un valor residual equivalente al 30,0%.

2.15.6 CAPITULO 6. INDICADORES ECONÓMICOS

En lo que concierne a un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía que complementará la movilidad de un volumen de usuarios importantes, y donde los costos y beneficios son posible de reconocimiento y cuantificación, los indicadores económicos que determinen la viabilidad económica serán aquellos que resulten apropiados y convenientes para la representatividad de los impactos que generen las inversiones requeridas.

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

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

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

2.15.6.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

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

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

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

2.15.7 CAPITULO 7. COSTOS Y BENEFICIOS NO CUANTIFICADOS

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

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

2.15.8 CAPITULO 8. ALANCE DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

El alcance de la evaluación económica guardará una relación directa con la precisión de los estudios de ingeniería y análisis económicos. Considerando que los estudios para el Mejoramiento de la estructura del proyecto corresponden a un nivel equivalente a Fase III, la evaluación deberá realizarse igualmente con la precisión que lo permitan los estudios de ingeniería en cuanto a la determinación de costos y beneficios, propios de un nivel de factibilidad. Sin embargo el uso de supuestos que se incorporen deberá estar fortalecido con información económica y estadística apropiada.

En consecuencia la evaluación económica corresponderá al nivel de la información que se obtenga y al nivel mismo en que se encuentre los estudios, especialmente los relacionados con los aspectos de Transporte, Trazado, Sección transversal típica y tipo de superficie.

2.15.9 CAPITULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

A partir de los resultados expresados mediante los indicadores económicos, el Consultor hará una interpretación de los mismos y expresará los posibles aportes del proyecto al bienestar de la población y los alcances que puedan tener sobre ellos. De igual manera y considerando los tres indicadores

básicos utilizados: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio Costo (B/C) y su correspondiente análisis de sensibilidad, el Consultor hará una interpretación de los mismos y proyectará los aspectos que deben ser atendidos durante la ejecución de la Evaluación Económica del Proyecto en la Fase Operativa o de seguimiento del proyecto, sí se quisiera adelantar.

Por último se deberá expresar el nivel de cumplimiento de los Objetivos y Alcances dentro de los cuales se enmarco el ejercicio de Evaluación Económica del proyecto de inversión pública.

2.16. VOLUMEN XIV. INFORME FINAL EJECUTIVO

En este volumen se presentará un informe ejecutivo que le permita al lector, localizar geográficamente el tramo de vía en estudio, conocer la importancia socio-económica del mismo y a través de una ficha técnica resumen en formato "PowerPoint", donde se dispondrá los resultados técnicos más importantes de la consultoría. El consultor e interventor se obligará a realizar una presentación del resultado del estudio para ser expuestas ante los directivos de la ENTIDAD, gremios de la zona y comunidades afectadas por el proyecto, para lo cual se obliga la presencia del Director y especialistas que se requieran necesarios.

El consultor deberá presentar el informe final ejecutivo en el siguiente orden:

2.16.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Para la localización geográfica, el consultor deberá indicar la troncal o transversal a la que pertenece, e identificar la ruta y tramo o las más cercanas de acuerdo con lo establecido en el decreto 1735 del 28 de agosto de 2001 o el documento equivalente que se encuentre vigente en el momento de realización de los estudios. Esta localización se podrá ilustrar con cartografía del IGAC para el contexto regional y para el detalle se utilizará el levantamiento topográfico realizado durante los estudios, amarrado a coordenadas planas de Gauss en el sistema Magna-Sirgas.

2.16.2. IMPORTANCIA DEL PROYECTO

Para la definición de la importancia socio-económica del tramo de vía en estudio, el consultor elaborará un análisis de tipo socio-económico en la zona de influencia del proyecto y determinará el impacto del mismo como apoyo a las actividades productivas teniendo en cuenta el contexto económico en los niveles local, regionales y nacionales e indicando los beneficios desde el punto de vista del transporte bien sea de carga o de pasajeros. Este análisis deberá efectuarse en el marco de las políticas nacionales definidas mediante documentos CONPES, deberá ir acorde al volumen de "EVALUACION SOCIO ECONOMICA DEL PROYECTO".

2.16.3. FICHA TÉCNICA

La ficha técnica resume los resultados de los estudios efectuados y deberá indicar las características más relevantes del diseño tales como dimensiones, tipo de estructura, velocidad de diseño, tipo de accesos, TPD actual y proyectado indicando periodo de diseño, tipo de terreno tipo de pavimento y espesores, presupuesto total y presupuesto discriminando obra, ajustes, presupuesto de la Interventoría y presupuesto de obras ambientales si se estimaron por separado, plazo de ejecución de obras y un cronograma general de ejecución. Adicionalmente este informe contendrá los resultados más importantes de cada volumen desarrollado.

El consultor deberá entregar en formato "PowerPoint" al supervisor de la ENTIDAD toda la información relevante de la ficha técnica.

2.16.4 ENTREGA DE DOCUMENTOS A LA ENTIDAD

El Consultor entregará a la ENTIDAD, dentro del plazo previsto para la ejecución de los estudios, los volúmenes descritos en el numeral anterior, incluidos tablas, anexos, planos, y demás información.

Los volúmenes se entregarán impresos a doble cara en original y tres (3) copias en medio magnético (DVD) en formato PDF. Los planos originales se entregarán debidamente firmados y tres (3) copias en medio magnético (DVD) en formato PDF y AutoCAD DWG editable.

Las copias en medio magnético (DVD) en formato PDF, de los volúmenes (tomos) y planos deben ser escaneadas y fiel copia de su original. Se debe entregar junto con los volúmenes y planos finales un listado maestro de los planos y volúmenes (tomos) allegados. Para cada volumen técnico que contenga información georreferenciada se deberá entregar la respectiva base de datos espacial diseñada por el especialista en SIG.

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

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

- Logo de la Gobernación del Tolima y del "Tolima Nos Une".
- Número del contrato y año del mismo.
- Objeto del contrato.
- Número del volumen con su respectivo nombre.
- Número del tomo cuando este exceda más de un tomo para el respectivo volumen.
- Ruta, Tramo e indicar PR de inicio y PR final. En el caso que aplique.
- Nombre del Consultor ejecutor de los estudios y diseños.
- Nombre del Interventor que acompaño en la ejecución de los estudios y diseños.
- Fecha de entrega de los estudios y diseños.

Diseño para rótulos:

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

Los planos deberán contener código, ruta, tramo, sector, PR de inicio y PR final. Los mapas deberán entregarse también en formato PDF. No se deberá entregar archivos comprimidos.

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

Los originales de los planos se entregarán de acuerdo a la normatividad vigente, dichos planos deben venir firmados por el Director de Consultoría, Director de Interventoría, Especialista de la Consultoría que lo elaboro y Especialista de la Interventoría que lo reviso y aprobó.

Presentación electrónica

- El DVD debe estar debidamente rotulado con el número del contrato, nombre del proyecto, dirección, fecha, contratista, logos corporativos, etc.
- 1 CD que contenga todos los planos, figuras y esquemas del proyecto. Estos deberán ser elaborados en AutoCAD, última versión en el medio.
- Documento digital de Metadatos según Norma NTC 4611, mínimos o detallados, dependiendo del proyecto.
- El registro fotográfico del proyecto deberá insertarse al Sistema de Información Geográfico por medio de links o hipervínculos que deberán funcionar adecuadamente, incluso desde el CD o DVD.

Presentación de los estudios técnicos: Documentación escrita

Carpeta Archivo 2 Tapas Con Refuerzo tipo folder color blanco (Cumplir con la normatividad de archivo general)
Páginas. Máximo 200 por volumen
Impresión: a color
Formato: Carta 21,59 cm * 27,94 cm
Fuente: Arial 12, espaciado a 1.5
Rotulado. Logo de la Gobernación del Tolima y del "Tolima Nos Une"; objeto, número del contrato, nombre del volumen, nombre del contratista y fecha.
Contenido Normas ICONTEC

CLAUDIA PAOLA MUÑOZ BARRETO
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y HÁBITAT
GOBERNACIÓN DEL TOLIMA

Revisó: Dairo Mauricio Gómez Florián - Director de Infraestructura S.I.H.

Proyectó: Alba Luz Gómez Lozano - Ingeniera