INSTITUTO
NACIONAL DE VIAS

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA MEJORAMIENTO DE CARRETERAS

SEPTIEMBRE DE 2011

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 1

1.1 DEFINICIONES Y CONCEPTOS 1

1.2 OBJETIVO: 1

1.3 ENTREGA DE PRODUCTOS 2

1.4 CRONOGRAMAS 2

2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS VOLÚMENES A DESARROLLAR EN ESTA CONSULTORÍA 3

3 ALCANCE TÉCNICO DE LA CONSULTORÍA 6

3.1 VOLUMEN I. ESTUDIO DE TRANSPORTE 6
3.1.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 6
3.1.1.1 Objetivos 6
3.1.1.2 Alcances 7
3.1.2 CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN SECUNDARIA 8
3.1.3 CAPÍTULO 3. ESTUDIOS DE CAMPO 10
3.1.3.1 Aforos vehiculares 11
3.1.3.2 Encuestas origen destino 11
3.1.3.3 Encuestas de preferencias declaradas 12
3.1.3.4 Aforos peatonales 13
3.1.3.5 Velocidades 14
3.1.3.6 Inventario de señalización 14
3.1.4 CAPÍTULO 4. MODELOS Y PROYECCIONES 14
3.1.4.1 Modelos de macro-simulación 14
3.1.4.2 Modelos de micro-simulación 16
3.1.5 CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE FLUJOS DE TRANSPORTE 17
3.1.6 CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO 18
3.1.7 CAPÍTULO 7. OTROS ANÁLISIS 19
3.1.7.1 Análisis de accidentalidad 19
3.1.7.2 Análisis de intersecciones 20
3.1.7.3 Impacto sobre infraestructuras existentes 20
3.1.8 CAPÍTULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 21
3.1.9 ANEXOS 21

3.2 VOLUMEN II. TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL 21
3.2.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 22
3.2.1.1 Objetivos 22
3.2.1.2 Alcances 22
3.2.2 CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GEORREFERENCIADA 24
3.2.2.1 Actividades de topografía 24
3.2.2.2 Fuentes de información geográfica 28
3.2.3 CAPÍTULO 3. CRITERIOS DE DISEÑO 29

3.2.4 CAPÍTULO 4. TRAZADO 29
3.2.4.1 Modelación 30
3.2.5 CAPÍTULO 5. SEGURIDAD VIAL 31
3.2.6 CAPÍTULO 6. SEÑALIZACIÓN VIAL 32
3.2.7 CAPÍTULO 7. PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO 33
3.2.8 CAPÍTULO 8. SISTEMAS INTELIGENTES APLICADOS AL TRANSPORTE 34
3.2.9 CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 36
3.2.10 ANEXOS DEL VOLUMEN 37
3.2.10.1 Planos 37
3.2.10.2 Carteras del proyecto y de replanteo 40

3.3 VOLUMEN III. GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA Y GEOTECNIA 41
3.3.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 42
3.3.1.1 Objetivo 42
3.3.1.2 Alcances 42
3.3.2 CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA 43
3.3.3 CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE ANTECEDENTES 43
3.3.4 CAPÍTULO 4. ESTUDIOS DE CAMPO 43
3.3.5 CAPÍTULO 5. ESTUDIOS DE FUENTES DE MATERIALES 43
3.3.5.1 Información básica 44
3.3.5.2 Estudio geológico de las fuentes de materiales 44
3.3.5.3 Cálculo de recursos y reservas 45
3.3.5.4 Caracterización de materiales 45
3.3.5.5 Proyecto de explotación de las fuentes de materiales 45
3.3.5.6 Informe de fuentes de materiales 46
3.3.6 CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE TÚNELES 46
3.3.6.1 Análisis de información existente 46
3.3.6.2 Topografía 46
3.3.6.3 Estudio geológico para túneles 47
3.3.6.4 Estudio de ponteaderos 53
3.3.6.5 Análisis de socavación 55
3.3.6.6 Análisis geotécnico 55
3.3.6.7 Condiciones especiales del subsuelo 56
3.3.6.8 Obras complementarias 56
3.3.6.9 Estudio de las amenazas geológicas naturales 56
3.3.6.10 Informe de geología para ingeniería del ponteadero 57
3.3.7 CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 57
3.3.8 ANEXOS 57

3.4 VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES, OBRAS DE DRENAJE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN 59
3.4.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 59
3.4.1.1 Objetivo 59
3.4.1.2 Alcances 59
3.4.2 CAPÍTULO 2. TRABAJOS DE CAMPO 60
3.4.3 CAPÍTULO 3. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO 60
3.4.4 CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN 61
3.4.5 CAPÍTULO 5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO 61
3.4.6 CAPÍTULO 6. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO 61
3.4.7 CAPÍTULO 7. OBRAS COMPLEMENTARIAS 62
3.4.8 CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 62
3.4.9 ANEXOS DEL VOLUMEN 62

3.5 VOLUMEN V. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES 63
3.5.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 63

3.5.1.1 Objetivo 63
3.5.1.2 Alcances 64
3.5.2 CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO INICIAL DEL CORREDOR Y SITIOS CRÍTICOS 64
3.5.3 CAPÍTULO 3. PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS 64
3.5.4 CAPÍTULO 4. TOPOGRAFÍA EN SITIOS CRÍTICOS 65
3.5.5 CAPÍTULO 5. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE 66
3.5.6 CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES 66
3.5.7 CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN SITIOS CRÍTICOS 66
3.5.8 CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 67
3.5.9 ANEXOS DEL VOLUMEN 67

3.6 VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO 67
3.6.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 68
3.6.1.1 Objetivo 68
3.6.1.2 Alcances 68
3.6.2 CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA 69
3.6.3 CAPÍTULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE 70
3.6.4 CAPÍTULO 4. TRABAJOS DE CAMPO 70
3.6.5 CAPÍTULO 5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS 72
3.6.5.1 Resultados de ensayos de laboratorio 72
3.6.5.2 Perfiles estratigráficos 72
3.6.6 CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES 73
3.6.6.1 Trabajos de campo 74
3.6.6.2 Ensayos de laboratorio y de campo 74
3.6.6.3 Análisis plan de utilización 75
3.6.7 CAPÍTULO 7. DISEÑO DE MEZCLAS 75
3.6.8 CAPÍTULO 8. ESTUDIO DE TRÁNSITO 76
3.6.9 CAPÍTULO 9. DISEÑO DE PAVIMENTOS 76
3.6.10 CAPÍTULO 10. SECCIONES TRANSVERSALES 77
3.6.11 CAPÍTULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 77
3.6.12 ANEXOS DEL VOLUMEN 78

3.7 VOLUMEN VII. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN 78
3.7.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 78
3.7.1.1 Objetivo 78
3.7.1.2 Alcances 79
3.7.1.3 Definiciones 79
3.7.2 CAPÍTULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS 80
3.7.2.1 Recopilación y análisis de información existente 80
3.7.2.2 Metodología 80
3.7.2.3 Cartografía 80
3.7.2.4 Análisis de lluvias 81
3.7.2.5 Análisis de caudales 82
3.7.2.6 Justificación de formulas empleadas 82
3.7.2.7 Aplicación de las teorías y métodos de predicción 83
3.7.3 CAPÍTULO 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS 83
3.7.3.1 Análisis hidráulico y de socavación 83
3.7.3.2 Geomorfología - dinámica fluvial 83
3.7.3.3 Obras menores 84
3.7.3.4 Subdrenaje 84
3.7.3.5 Drenaje de la corona 85

3.7.3.6 Hidráulica de obras mayores 85
3.7.4 CAPÍTULO 4. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN 86
3.7.4.1 Análisis de información de campo 87
3.7.4.2 Aplicación de las teorías de socavación 87
3.7.5 CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO 88
3.7.6 CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 88

3.8 VOLUMEN VIII. ESTUDIO Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS 88
3.8.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 89
3.8.1.1 Objetivo 89
3.8.1.2 Alcance 89
3.8.2 CAPÍTULO 2. GENERALIDADES 89
3.8.3 CAPÍTULO 3. NORMAS APLICABLES 91
3.8.3.1 Normas Principales 91
3.8.3.2 Normas complementarias 91
3.8.3.3 Otras normas 92
3.8.4 CAPÍTULO 4. CARGA VIVA Y VIDA ÚTIL 92
3.8.5 CAPÍTULO 5. CONSIDERACIONES MÍNIMAS DE DISEÑO 92
3.8.5.1 Disposición del predio del puente 93
3.8.5.2 Facilidad de construcción. 93
3.8.5.3 Economía 94
3.8.5.4 Seguridad del tráfico 94
3.8.6 CAPÍTULO 6. PROYECTO ESTRUCTURAL 94
3.8.7 CAPÍTULO 7. FASES DEL PROYECTO 95
3.8.7.1 Estudio de alternativas 95
3.8.7.2 Diseño estructural inicial para la estructura en condiciones de servicio 96
3.8.8 CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 98

3.9 VOLUMEN IX. URBANISMO Y PAISAJISMO 98
3.9.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 99
3.9.1.1 Objetivo 99
3.9.1.2 Alcances 99
3.9.2 CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN BÁSICA 100
3.9.2.1 Información secundaria 100
3.9.2.2 Información primaria 100
3.9.3 CAPITULO 3. ANÁLISIS POR GENERAR 101
3.9.4 CAPÍTULO 4. OBJETIVOS Y ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO 102
3.9.4.1 Objetivos 102
3.9.4.2 Identificación de alternativas de tratamiento 102
3.9.4.3 Evaluación de alternativas de tratamiento 103
3.9.5 CAPÍTULO 5. DISEÑO DE LAS SOLUCIONES POR IMPLEMENTAR 104
3.9.6 CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 106

3.10 VOLUMEN X. GESTIÓN PREDIAL 106
3.10.1 CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 107
3.10.1.1 Objetivo 107
3.10.1.2 Alcances 107
3.10.2 CAPÍTULO 2. GENERALIDADES 108
3.10.3 CAPÍTULO 3. PLANO GENERAL DE AFECTACIÓN PREDIAL 108
3.10.4 CAPÍTULO 4. INVESTIGACIÓN TÉCNICA Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 109
3.10.4.1 Levantamiento topográfico 109
3.10.4.2 Situaciones particulares 111
3.10.4.3 Registro fotográfico 113
3.10.5 CAPÍTULO 5. INVESTIGACIÓN CATASTRAL 113

3.10.6 CAPÍTULO 6. ELABORACIÓN DE PLANOS Y FICHAS PREDIALES 114
3.10.6.1 Planos prediales 114
3.10.6.2 Fichas prediales 118
3.10.7 CAPÍTULO 7. RECURSOS E INSUMOS REQUERIDOS 119
3.10.8 CAPÍTULO 8. PRODUCTOS ENTREGABLES 120
3.10.8.1 Relación de predios afectados 120
3.10.8.2 Plano de levantamiento general o tira topográfica 120
3.10.8.3 Carpetas individuales 122
3.10.8.4 Registro fotográfico 123
3.10.9 CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 123

3.11 VOLUMEN XI. PROGRAMA DE ADAPTACIÓN DE LA GUÍA AMBIENTAL 123
3.11.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES 123
3.11.1.1 Objetivos 123
3.11.1.2 ALCANCES 123
3.11.2 CAPÍTULO 1. ADAPTACIÓN DE LA GUÍA AMBIENTAL 124

3.12 VOLUMEN XII. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN PARA PLIEGO DE CONDICIONES 128
3.12.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 128
3.12.1.1 Objetivo 128
3.12.1.2 Alcances 129
3.12.2 CAPÍTULO 2. CANTIDADES DE OBRA 129
3.12.3 CAPÍTULO 3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN 130
3.12.3.1 Especificaciones generales 130
3.12.3.2 Especificaciones particulares 130
3.12.4 CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS 131
3.12.4.1 Cálculo de los análisis de precios unitarios (A.P.U) 133
3.12.5 CAPITULO 5. PRESUPUESTO 136
3.12.5.1 Cálculo del A.I.U. 136
3.12.5.2 Método para el Cálculo del A.I.U. 137
3.12.5.3 Procedimiento para el cálculo del A.I.U. 142
3.12.5.4 Cálculo del A.I.U. y del precio de venta: 144
3.12.6 CAPÍTULO 6. PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN, CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA E INVERSIÓN, PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS Y DE MATERIALES. 144
3.12.6.1 Definiciones 145
3.12.6.2 Requisitos para la programación 147
3.12.7 CAPÍTULO 7. PRODUCTOS ENTREGABLES 150
3.12.8 CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 151

3.13 VOLUMEN XIII. EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DEL PROYECTO 151
3.13.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES 152
3.13.1.1 Objetivos 152
3.13.1.2 Alcances 152
3.13.2 CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO 153
3.13.3 CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN 154
3.13.3.1 Análisis costo beneficio 154
3.13.4 CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN 155
3.13.5 CAPÍTULO 5. DETERMINACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO 156
3.13.5.1 Identificación de costos y beneficios. 157
3.13.5.2 Precios económicos. 157
3.13.5.3 Período de inversión y de operación 158

3.13.6 CAPÍTULO 6. INDICADORES ECONÓMICOS 158
3.13.6.1 Análisis de sensibilidad 159
3.13.7 CAPÍTULO 7. COSTOS Y BENEFICIOS NO CUANTIFICADOS 159
3.13.8 CAPÍTULO 8. ALCANCE DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA 160
3.13.9 CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 160

3.14 VOLUMEN XIV. INFORME FINAL EJECUTIVO 160
3.14.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 161
3.14.2 IMPORTANCIA DEL PROYECTO 161
3.14.3 FICHA TÉCNICA 161

4 ENTREGA DE DOCUMENTOS AL INVIAS 162

5 FORMA DE PRESENTACIÓN 163

1 INTRODUCCIÓN

En este documento se describe de una manera ordenada, clara y objetiva la forma en que el consultor debe desarrollar los estudios y diseños de mejoramiento, para que los productos entregados sean verdaderamente la solución ingenieril construible más adecuada para el mejoramiento del tramo de vía al cual se le cambiarán las especificaciones y dimensiones de tal manera que se consigan los niveles de servicio requeridos. Estos "REQUERIMIENTOS TÉCNICOS" 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 al INVIAS contratar su ejecución 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.

1.2 OBJETIVO:

El objetivo del contrato resultante del presente concurso de méritos es realizar los estudios para el mejoramiento de la carretera.

Los estudios de mejoramiento tienen como fin diseñar las obras requeridas para adecuar la vía a un nivel de servicio que satisfaga el transito actual y futuro. Estos estudios y diseños deberán considerar todos los elementos constitutivos de la vía tales como estructura del pavimento, obras de drenaje, señalización vertical y horizontal, bermas, estructuras adicionales y mejoramiento del alineamiento horizontal y vertical con el propósito de garantizar la velocidad de diseño adoptada.

De acuerdo con lo anterior, los estudios y diseños para el mejoramiento de esta vía, se desarrollarán considerando las diversas especialidades que suministran la información requerida para la elaboración de los diseños necesarios que permitan la mejora de las especificaciones técnicas del tramo en estudio.

1.3 ENTREGA DE PRODUCTOS

Teniendo en cuenta la urgencia que tiene el país de la ejecución de las obras diseñadas, el INVIAS exigirá al consultor, en **los estudios y diseños de tramos de vía de más de 10 km**, entregas parciales de tramos estudiados y diseñados en su totalidad. El consultor deberá entregar al INVIAS, transcurrido la mitad del tiempo de ejecución de los estudios, el primer tercio de la longitud del proyecto, un segundo tercio de longitud de proyecto se deberá entregar cumplido el 75% del plazo del estudio y el tramo restante al finalizar el plazo del contrato.

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 parciales solicitadas por el INVIAS en el numeral 1.3.

Es necesario aclarar que la forma de pago de la consultoría se realizará en función del cronograma de entregas parciales, de tal manera que se cumpla con ellas.

Se han definido las siguientes disciplinas como áreas fundamentales que se deberán desarrollar en la elaboración de los estudios y diseños de mejoramiento: Estudios de Transito - Capacidad y Niveles de Servicio, Trazado y Diseño Geométrico - Señalización y Seguridad Vial, Geología para Ingeniería y Geotecnia, Estudio de Suelos para el Diseño de Fundaciones de Puentes – Obras de Drenaje y otras Estructuras de Contención, Estudios de Estabilidad y Estabilización de Taludes, Estudio Geotécnico para Diseño del Pavimento, Estudios de Hidrología – Hidráulica y Socavación, Estudio y Diseño de Estructuras, Urbanismo y Paisajismo, Gestión Predial, Programa de Adaptación de la Guía Ambiental, Estudio de Cantidades de Obra – Análisis de Precios Unitarios – Presupuesto y Programación para Pliego de Condiciones, Evaluación Socio-económica del Proyecto.

2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS VOLÚMENES A DESARROLLAR EN ESTA CONSULTORÍA

VOLUMEN I. ESTUDIOS DE TRÁNSITO CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO.

El estudio de tránsito busca determinar los requerimientos que en este sentido se buscan satisfacer mediante la alternativa de mejoramiento a plantear en este estudio.

VOLUMEN II. TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL.

Consiste en la definición del trazado de la vía, teniendo en cuenta las características de la vía actual y las condiciones de capacidad y niveles de servicio que se espera satisfacer, según los resultados del volumen anterior.

VOLUMEN III. GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA Y GEOTECNIA.

Mediante evaluación y análisis de esta especialidad, determinará aspectos de seguridad y estabilidad, al igual que las clasificaciones de suelos para pago de excavaciones, fuentes de materiales y sitios establecidos para botaderos.

VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES, OBRAS DE DRENAJE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.

En este volumen se realiza la exploración y caracterización detallada de los suelos en los lugares de ubicación de las obras, de acuerdo a los requerimientos establecidos para mejoramiento.

VOLUMEN V. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

Tiene como fin determinar las condiciones de estabilidad de las laderas existentes, definir condiciones como inclinación de taludes, obras hidráulicas, bermas que garanticen la estabilidad de los taludes que se requieran en la ejecución del proyecto de mejoramiento.

VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO

Estos estudios permiten al consultor identificar los requerimientos necesarios para determinar los diseños tanto para estructuras de pavimentos nuevos, como para las soluciones a las problemáticas actuales.

VOLUMEN VII. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN

El objeto de este volumen es dimensionar las obras de drenaje mayores y menores (puentes, pontones, alcantarillas, y demás obras necesarias para el proyecto). Lo anterior basado en los estudios hidrológicos, hidráulicos y de socavación.

VOLUMEN VIII. ESTUDIO Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS

Se diseñaran las estructuras que permitan garantizar condiciones de estabilidad y continuidad del alineamiento, tomando como base los parámetros de geometría, geología, fundaciones, hidráulica y ambiental.

VOLUMEN IX. URBANISMO Y PAISAJISMO.

El estudio de urbanismo busca minimizar el impacto generado por la interacción entre la vía y el área de influencia de la misma, cuando se presenten asentamientos humanos en la zona del proyecto identificando los posibles puntos de conflicto y estableciendo criterios para el diseño paisajístico.

VOLUMEN X. GESTIÓN PREDIAL.

Permite determinar, a través de una investigación técnica y jurídica, el área de afectación de predios por la construcción del mejoramiento vial, así como la correspondencia entre la afectación física y la titularidad de los predios afectados para posibilitar las actividades posteriores de avalúo, negociación, adquisición y recuperación de predios.

VOLUMEN XI. PROGRAMA DE ADAPTACIÓN DE LA GUÍA AMBIENTAL.

El consultor debe elaborar el PAGA, de acuerdo con lineamientos contenidos en la Guía ambiental. Dicho documento debe hacer parte de los estudios y diseños del mejoramiento, adoptando particularidades de diseño según la necesidad de intervención y uso de los recursos naturales presentes en la zona del proyecto.

VOLUMEN XII. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN PARA PLIEGO DE CONDICIONES.

En este volumen se elaborarán los análisis de precios unitarios de acuerdo con los precios de mercado de los insumos en la zona del proyecto, se calcularán los presupuestos con las cantidades de obra producto de los diseños, se definirán las especificaciones particulares y se propondrá programa de trabajo para la ejecución de las obras.

VOLUMEN XIII. EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DEL PROYECTO.

El Objetivo será realizar el análisis y comparación en términos de valor económico actualizado, de los costos y beneficios del mejoramiento planteado que propugne por dar solución al problema o dificultad expresado en los estudios y que se relaciona con la dificultad o carencia en el suministro de la infraestructura vial requerida para la comunicación y el transporte; conociendo y expresando la naturaleza y circunstancia de las mismas.

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 disponer de los resultados técnicos más importantes de la consultoría.

Para la localización geográfica del tramo de vía, el consultor deberá indicar la troncal o transversal a la que pertenece, e identificar cada una de las rutas y tramos de acuerdo lo establecido en el decreto 1735 del 28 de agosto de 2001 o el 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.

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 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.

La ficha técnica resumen de los resultados deberá indicar las cantidades de obra requeridas, PR de dichas obras, costos y tiempos de ejecución.

3 ALCANCE TÉCNICO DE LA CONSULTORÍA

3.1 VOLUMEN I. ESTUDIO DE TRANSPORTE

Con el Estudio de Transporte para el mejoramiento de una infraestructura vial, se espera conocer los flujos de transporte existentes y futuros con el fin de apoyar el cambio de especificaciones y dimensiones de la infraestructura vial existente, así como la construcción de nuevas obras que permitan una adecuación de la vía a los niveles de servicio requeridos.

De manera general el informe correspondiente al Estudio de Transporte, para el mejoramiento de una infraestructura vial, debe considerar como mínimo los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN SECUNDARIA

CAPÍTULO 3. ESTUDIOS DE CAMPO

CAPÍTULO 4. MODELOS Y PROYECCIONES

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE FLUJOS DE TRANSPORTE

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

CAPÍTULO 7. OTROS ANÁLISIS

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

3.1.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.1.1.1 Objetivos

El Estudio de Transporte para el mejoramiento de una infraestructura existente busca definir el tipo de proyecto de mejoramiento a implementar, facilitar la adopción de los parámetros de diseño geométrico y proporcionar las bases y parámetros para el diseño estructural del pavimento.

En este sentido, los objetivos específicos orientadores del Estudio de Transporte para el mejoramiento de una infraestructura existente son:

- Cuantificar los flujos de transporte en cada uno de los escenarios y horizontes de planificación para la alternativa seleccionada.

- 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.
- Aportar información para la calibración de modelos de Micro-simulación y de Macro-simulación.
- 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.

3.1.1.2 Alcances

El alcance fundamental del Estudio de Transporte para el mejoramiento de una infraestructura existente será la cuantificación de los flujos de transporte existentes y futuros para estudiar técnicamente el cambio de especificaciones y dimensiones de la infraestructura vial existente.

Aunque es posible obtener información histórica de los flujos de transporte sobre la vía a mejorar y con ellos hacer proyecciones con series de tiempo, factores de crecimiento o modelos de regresión, los alcances esperados contemplan el uso de modelos de Macro-simulación para estimar correctamente la cuantía de tráfico atraído en virtud del mejoramiento que se propone. Igualmente, se requiere el uso de modelos de Micro-simulación para recomendar técnicamente la solución que se debe dar a las intersecciones viales y pasos urbanos, para lo cual serán modeladas distintas alternativas de solución a nivel y a desnivel, para elegir la que resulte más apropiada con base en criterios técnicos de evaluación.

Además de los flujos, costos e impactos del transporte producidos por el mejoramiento de la infraestructura, se deben realizar unos análisis de capacidad y niveles de servicio que ayudarán en la definición de las especificaciones y dimensiones para el mejoramiento de la infraestructura vial existente; esos análisis serán complementados con estudios de accidentalidad y de impacto sobre las infraestructuras existentes que puedan verse afectadas por el mejoramiento vial.

Los modelos de transporte en los que se basa el análisis para el mejoramiento de una infraestructura existente incluirán las redes de otros modos de transporte que pudieran conectarse o resultar afectadas por la implementación del proyecto de mejoramiento de infraestructura; en este sentido, se dará especial énfasis a los análisis de complementariedad de las redes de transporte para los modos de transporte carretero, ferroviario y fluvial.

Así mismo, se tomará información primaria de demanda de transporte de carga y pasajeros, mediante estudios de campo con el propósito de ajustar y calibrar los modelos de transporte. Los principales estudios para el análisis de la demanda y la calibración de modelos de asignación serán los de aforos vehiculares, encuestas origen destino y encuestas de preferencias declaradas para estimar valores económicos que serán integrados en la evaluación económica del proyecto.

Un alcance muy importante del Estudio de Transporte para el mejoramiento de una infraestructura existente, consiste en la correcta identificación de las soluciones más recomendables para resolver los problemas de pasos urbanos y de intersecciones con otras vías. En este aspecto el Consultor deberá apoyarse en modelos de Micro-simulación para abordar con propiedad la experimentación con diversas alternativas: pasos a nivel o desnivel, glorietas, deprimidos, etc.

3.1.2 CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN SECUNDARIA

Las fuentes de información secundaria se definirán con base en las particularidades del área de influencia del proyecto de mejoramiento de infraestructura. Sin embargo, en términos generales, el Consultor deberá remitirse a la información de volúmenes de tránsito existente en el INVIAS, así como a otros estudios semejantes que se hayan elaborado en el corredor y 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.

Adicionalmente, el Consultor deberá remitirse a los estudios más recientes que se hayan adelantado en el país en materia de modelación del transporte

ya que es necesario estimar adecuadamente el tránsito atraído de las infraestructuras existentes.

Las principales fuentes y estudios que se pueden citar en este contexto y que cuentan con amplio reconocimiento institucional son:

- Ministerio de Transporte. Contrato 386 de 28 de diciembre de 2006, para desarrollar y poner en funcionamiento modelos de demanda y oferta de transporte, que permitan proponer opciones en materia de infraestructura, para aumentar la competitividad de los productos colombianos.

- COLCIENCIAS. Proyecto código 1215-444-207430, Contrato 440-2007 para "Estructurar e implementar el modelo conceptual que permita cuantificar la demanda actual, estimar la demanda futura y determinar la movilización de transporte de pasajeros en los modos terrestre por carretera, fluvial, aéreo a nivel nacional e internacional"

- INVIAS. Convenio 3479 de 2008. Estudios y análisis para la investigación de la factibilidad técnica, socio-económica y ambiental del corredor Atrato – San Juan.

- Ministerio de Minas y Energía. Contrato GC No. 70 de 2009. Elaboración del estudio técnico sectorial "Infraestructura de transporte multimodal y de logísticas integradas para el desarrollo de la industria minera en Colombia, con énfasis en puertos".

- ICCU. Contrato interadministrativo No. 049 de 2011. Estudio de oferta y demanda de transporte del departamento para la modelación de proyectos de infraestructura.

No obstante el listado de estudios existentes que ha sido presentado, el Consultor definirá, de conformidad con la Interventoría, si basa su análisis de transporte en alguno de esos estudios sugeridos o si considera que otros estudios brindan mejor información para el caso específico que se analiza.

En todo caso, con respecto a la información de volúmenes de tránsito sobre vías alternas, el consultor deberá utilizar los registros disponibles en el INVIAS, así como los provenientes de otros estudios semejantes que se hayan elaborado en el área de influencia del proyecto de mejoramiento y que puedan servir como referente en la calibración y ajuste de modelos de transporte y demás aspectos que aporten al cumplimiento de los objetivos y alcances del Estudio de Transporte.

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 el proyecto tiene

importancia en el comercio internacional, serán consultados adicionalmente documentos de los gremios y de entidades como la DIAN que mantienen información detallada de comercio internacional.

Con respecto a los volúmenes de tránsito que permitirán ajustar los modelos de transporte y dejarlos a punto para su correcta utilización, tendrá particular importancia la información que se pueda obtener de los registros que se llevan en el recaudo de peajes, ya que normalmente esa información es más reciente que la obtenida en las estaciones de conteo permanente y debido a la manera como se acopia permite hacer análisis de estacionalidad para mejorar las proyecciones.

El Consultor también deberá remitirse a la información de transporte de carga que maneja el Ministerio de Transporte, para conocer la cantidad de toneladas de carga que se transportan sobre las infraestructuras existentes que puedan resultar afectadas por la implementación del proyecto de mejoramiento.

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 aprobado por el Interventor.

3.1.3 CAPÍTULO 3. ESTUDIOS DE CAMPO

El Estudio de Transporte para el mejoramiento de una infraestructura vial existente, además de la información secundaria que se pueda recopilar, requiere de la aplicación de unos 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.

Las metodologías de toma de información a utilizar serán las recomendadas por el INVIAS, para aquellos estudios en los que existen manuales o guías, o las que a juicio del Consultor y el Interventor del estudio sean las más recomendables para el cumplimiento de los objetivos y alcances del estudio.

En todo caso, antes de proceder con la toma de información de campo, el Consultor deberá someter a juicio del Interventor la metodología y formatos a utilizar. En la metodología se especificarán claramente los sitios de toma de información, los recursos a utilizar y los mecanismos que asegurarán la calidad de la información acopiada. Se prestará especial atención al diseño experimental de las encuestas de preferencias declaradas para garantizar que las mismas cumplan con los criterios de eficiencia que gobiernan esta técnica de toma de información.

Solo hasta cuando el Interventor haya manifestado su conformidad con las metodologías y formatos a utilizar, el Consultor podrá iniciar los estudios de campo.

3.1.3.1 Aforos vehiculares

Con el fin de ajustar correctamente el modelo de transporte a utilizar para el análisis del proyecto de mejoramiento, se medirán los volúmenes vehiculares imperantes sobre el área de influencia del proyecto. Estos conteos se tomarán durante 7 días, 24 horas al día, en los puntos de aforo seleccionados de conformidad con la Interventoría.

Los formatos para el registro de los aforos vehiculares serán los que se usan tradicionalmente en los estudios de tránsito y contendrán como mínimo:

- Período
- Movimiento
- Volúmenes vehiculares
  - Auto
  - Colectivo
  - Bus
  - Camión
    - ✓ C-2 pequeño
    - ✓ C-2 grande
    - ✓ C-3
    - ✓ C-4
    - ✓ C-5
    - ✓ Mayor a C-5
  - Motocicletas
  - Bicicletas

Antes de proceder con la toma de información de aforos vehiculares, será necesario que la interventoría apruebe sitios de aforo y formatos a utilizar, los cuales deben ser ajustados de acuerdo con las particularidades del área de influencia del estudio.

3.1.3.2 Encuestas origen destino

Las encuestas de origen destino permitirán obtener información acerca de la cantidad y tipo de viajes en el área de influencia del proyecto de mejoramiento, incluyendo flujos de transporte de pasajeros y carga. Aunque existen varias

técnicas para acopiar este tipo de información, se recomienda que se apliquen encuestas de interceptación sobre una muestra representativa de vehículos de pasajeros y de transporte de carga.

No se considera necesario aplicar encuestas a vehículos de transporte público colectivo de pasajeros por carretera, ya que las rutas, al estar reguladas por las autoridades de transporte competente no pueden cambiar su itinerario unilateralmente sin mediar la autorización correspondiente. En cambio, los vehículos de transporte público especial de pasajeros deben ser incluidos en las observaciones ya que sus recorridos no siguen rutas pre-establecidas.

Como las encuestas origen destino se deberán aplicar a un lado de la vía, será necesario contar con la presencia de las autoridades de policía, para lograr una mayor colaboración de los conductores y para garantizar la seguridad de las personas encargadas de realizar la recopilación de información.

Para garantizar la confiabilidad de las observaciones se debe implementar un diseño muestral riguroso que permita elegir cada uno de los elementos de la muestra, de manera tal que se eviten sesgos en la toma de información. El tamaño de la muestra y el diseño muestral a implementar será aprobado por el interventor antes de dar inicio a la campaña de toma de datos.

3.1.3.3 Encuestas de preferencias declaradas

La toma de información mediante encuestas de preferencias declaradas se plantea con el propósito de estimar el valor subjetivo del tiempo de viaje (VSTV), que es un concepto clave en la modelización del transporte y evaluación de proyectos de transporte.

El VSTV se utiliza principalmente para dos propósitos diferentes. Por una parte, es un dato de entrada en el análisis costo – beneficio de proyectos de mejoramiento de la infraestructura, ya que permite comparar en términos económicos los ahorros de tiempo para los viajeros (y carga) causados por el proyecto frente a los costos de inversión, siendo los ahorros en tiempo los más grandes beneficios de los proyectos de infraestructura. Por otra parte, el VSTV también se utiliza en los modelos de predicción de tráfico, en los que las variables explicativas se analizan como una combinación lineal de tiempo de viaje, costo y otros atributos, llamada "costo generalizado".

Las encuestas de preferencias declaradas permitirán estimar modelos de elección discreta, los cuales, además de ser empleados para pronosticar las elecciones de transporte en diferentes escenarios, pueden emplearse para medir elasticidades con respecto a diferentes variables, principalmente peajes, tiempos y costos. Adicionalmente permiten estudiar las disponibilidades a pagar por las variaciones en diferentes atributos, con especial atención a los ahorros de tiempo de viaje, que se esperaría se presentaran como consecuencia del mejoramiento de la infraestructura vial existente.

Si bien existen tres categorías alternativas de diseño experimental: escalamiento, jerarquización y elección; se recomienda utilizar experimentos de elección que brindan la posibilidad de presentar en forma simple y realista el problema de elección a los individuos.

Con respecto a la metodología para el diseño experimental, se considerarán las siguientes etapas:

- Identificación del ámbito de elección, los factores a considerar y su rango de variación.
- Preparación de una versión inicial del experimento, diseñando un borrador del cuestionario a utilizar como instrumento de medición.
- Realización de reuniones del tipo grupo focal, a fin de mejorar el cuestionario. En estas reuniones los participantes completan el cuestionario y exponen sus puntos de vista al respecto, con la finalidad de detectar posibles ambigüedades o falencias.
- Evaluación del resultado de la etapa anterior y rediseño del cuestionario.
- Realización de un pre-examen a través de una encuesta piloto, para evaluar los resultados y rediseñar el cuestionario de ser necesario.
- Realización de una simulación, para verificar si el cuestionario permite recuperar los valores de los parámetros de cada atributo, utilizando métodos econométricos que permiten obtener la bondad del ajuste de las estimaciones.

3.1.3.4 Aforos peatonales

Se tomarán aforos peatonales sobre las intersecciones con otras vías y en los pasos urbanos con el fin de alimentar y ajustar los modelos de Micro-Simulación, y con el propósito de apoyar las tareas de señalización sobre el proyecto de mejoramiento de infraestructura.

Las mediciones de volúmenes peatonales se pueden hacer mediante observación, con uso de formatos manuales, mediante la utilización de equipos automáticos, mediante cualquier otra técnica, computacional o no, que facilite y asegure la calidad en la recolección de datos. En todo caso, las técnicas de aforo manual son bien aceptadas ya que normalmente los periodos de toma de información no superan las 12 horas diarias, durante 3 días consecutivos.

3.1.3.5 Velocidades

Con el fin de ajustar los modelos de Macro y Micro-simulación interesa conocer la velocidad representativa del total de vehículos que usan las infraestructuras existentes en el área de influencia del proyecto de mejoramiento, para lo cual se parte de una muestra representativa de vehículos. Se recomienda el uso de radar, aunque cualquier otra técnica de toma de datos podrá ser empleada, previa aprobación de la Interventoría.

3.1.3.6 Inventario de señalización

El inventario de señalización permitirá conocer el estado actual de las señales y demás dispositivos de control de tránsito sobre la infraestructura a intervenir.

Cada señal existente será geo-referenciada y se ubicará en planos indicando su localización, determinando además su ubicación con respecto a los puntos de referencia y abscisado de la estructura vial. Se precisará la fecha de instalación de la señal, el código y nombre de la señal y su estado.

3.1.4 CAPÍTULO 4. MODELOS Y PROYECCIONES

El Estudio de Transporte para el mejoramiento de infraestructura, considera el uso de modelos de Macro-simulación para la estimación de los flujos, costos e impactos de transporte, y la aplicación de modelos de Micro-Simulación para resolver de la mejor forma el problema de las intersecciones con otras infraestructuras y el paso urbano por las ciudades, en caso de ser necesario.

3.1.4.1 Modelos de macro-simulación

Los modelos de Macro-Simulación a utilizar deben considerar dos grandes ámbitos: la oferta y la demanda de transporte. Adicionalmente consideran dos momentos: el año base, que es el periodo correspondiente a los datos con los cuales se hace la calibración 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.

3.1.4.1.1 Oferta de Transporte

Acorde con la metodología establecida, en primer lugar serán definidas las redes de los modos de transporte de interés, realizando agrupaciones de elementos con base en la adopción de tramos homogéneos con fines de modelación del transporte, para luego seleccionar los atributos que caracterizarán nodos y arcos.

El proceso se apoyará con herramientas computacionales para el análisis geográfico y de transporte, tanto para la representación gráfica de las redes como para el suministro de los datos. Podrán ser utilizadas herramientas computacionales como TRANSCAD, VISSIM, EMME/3, o las que a juicio del INVIAS resulten más convenientes para garantizar la compatibilidad con datos existentes.

Será necesario definir funciones de costo generalizado en los distintos arcos de la red. Estos costos además podrán tener un carácter estocástico, es decir, tienen asociado un nivel de incertidumbre que puede incluirse en la modelación. Las funciones de costo deberán calibrarse, lo cual exige tomar información pertinente; en principio se considera que la utilización de funciones tipo BPR podría ser una aproximación inicial, no obstante sus limitaciones.

3.1.4.1.2 Demanda de Transporte

El análisis de la demanda de transporte tomará como base la zonificación que haya sido adoptada con fines de análisis de transporte. Se espera que la zonificación adoptada tenga un mayor nivel de detalle en la zona de influencia directa del proyecto.

Definida la zonificación, se espera que el modelo de demanda de transporte resuelva en forma secuencial los siguientes sub-modelos:

- Generación
- Distribución
- Partición modal

No se debe perder de vista que la demanda de transporte tiene una serie de características que se deben considerar durante el proceso de modelación. Entre estas se destacan (Ortúzar y Román, 2003):

- Es eminentemente dinámica, de manera que corresponde a ciertos patrones en el tiempo; es decir, es estacionaria.
- Es localizada en el espacio, al existir una fuerte relación entre el sistema de transporte y el sistema de actividades de una región, así como las características socioeconómicas, es evidente la fuerte componente espacial.
- Es elástica a la oferta, lo cual indica que demanda y oferta están íntimamente relacionadas. Ello significa que la provisión de oferta de transporte incidirá en los niveles de demanda.

- Es una demanda no altamente diferenciada según modo, tipo de producto, período.

- Es multidimensional, por lo cual deben considerarse distintos aspectos. Además, hay múltiples tomadores de decisiones que interactúan dinámicamente y definen los patrones de la demanda.

Todas estas características deben ser tenidas en cuenta para definir las variables socioeconómicas que permitirán estimar el modelo de demanda de carga y pasajeros, con base en la zonificación adoptada. En general, es previsible dada la calidad de la información disponible utilizar modelos agregados.

Toda la información deberá ser almacenada convenientemente en una base de datos de tal manera que se facilite su manipulación y la estimación de los modelos.

3.1.4.1.3 Asignación

Para la estimación de flujos se aplicará un modelo de asignación y se confrontarán sus resultados con resultados de aforos y otras fuentes de ajuste y validación, para verificar que las rutas y magnitudes modeladas sean consistentes con la realidad.

Se simulará el efecto que en el sistema tendría la implementación del proyecto de mejoramiento. En cada escenario se determinará la cantidad de flujo que recibirá el corredor mejorado y se calcularán los costos de transporte con y sin mejoramiento para proceder con la valoración financiera y socioeconómica que indique la bondad de su ejecución.

Las simulaciones realizadas considerarán el efecto que sobre la modelación tendrían los proyectos de infraestructura más importantes del país y de la región en los diferentes modos de transporte, como el tren del Carare y el tren de cercanías, entre otros.

3.1.4.2 Modelos de micro-simulación

Con la aplicación de modelos de Micro-simulación se pretende evaluar técnicamente la mejor solución para resolver los problemas que se pudieran presentar en intersecciones y en pasos urbanos para garantizar un mejoramiento integral de la infraestructura.

En general, se espera que sea posible simular el impacto de cambios en el sistema estudiado, tales como modificar sentidos direccionales, aumentar o disminuir el número de carriles, permitir el giro a la derecha en rojo, aumentar longitudes de bahías de giro, modificar planes de semáforos e implementar complejos viales a desnivel, entre otros. Así mismo, se pueden usar para

estudiar el impacto de grandes construcciones en las redes viales, como centros comerciales o parqueaderos, entre otras.

3.1.5 CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE FLUJOS DE TRANSPORTE

El modelo de Macro-simulación para el análisis del proyecto de mejoramiento de infraestructura considerará los distintos componentes de tránsito tal como se explica a continuación:

- **Tráfico existente**: En cada uno de los horizontes de planificación será modelada la situación base, sin mejoramiento, de tal forma que se pueda identificar el tráfico existente sobre el corredor de referencia.

- **Tráfico desviado**: En cada uno de los escenarios considerados en los horizontes de planificación será simulado el proyecto de mejoramiento según las características previstas y a partir de las diferencias con respecto a la situación base, sin mejoramiento, se identificará el tráfico desviado.

- **Tráfico inducido**: Será estimado en forma externa al modelo de asignación, ya que la estructura de modelación que se utilizará es inelástica en su fase de generación, en la cual la demanda se mantiene invariable, independientemente del estado de la infraestructura.

Es de aclarar que el tráfico generado específicamente por desarrollos del uso de la tierra claramente atribuibles a la construcción de la alternativa seleccionada, en aquellos casos que se considere necesario, será estimado con modelos externos a la plataforma de modelación, incrementando estos nuevos flujos de transporte a los que sean calculados con la aplicación del modelo.

En cada uno de los escenarios simulados se identificarán los flujos de transporte sobre cada arco de la red vial contenida en el modelo y se entregará un listado de los tramos viales con mayor demanda para que sean evaluados posteriormente en el análisis de capacidad y nivel de servicio.

Dependiendo de la metodología adoptada para la estimación de flujos de transporte con el modelo de Macro-simulación, es probable que el resultado final se encuentre expresado en vehículos equivalentes, así que será necesario, mediante un análisis de flujos de transporte post-proceso, determinar la participación de cada una de las clases de vehículos, tales como: Autos, Buses y Camiones.

En caso de ser necesario, para efectos de estimar los ingresos producidos por concepto de peajes en la infraestructura mejorada, se expresarán los flujos de transporte en cada una de las categorías utilizadas en las estaciones de peaje:

- Categoría I: Autos y camperos
- Categoría II: Buses
- Categoría III: Camiones pequeños de dos ejes
- Categoría IV: Camiones grades de dos ejes
- Categoría V: Camiones de 3 y 4 ejes
- Categoría VI: Camiones de 5 ejes
- Categoría VII: Camiones de seis ejes

El consultor deberá explicar detalladamente la manera como obtendrá estos flujos con base en las estimaciones realizadas por el modelo de Macro-simulación.

Además de los aspectos ya tratados, el Estudio de Transporte para el mejoramiento de una infraestructura vial presentará resultados referentes al tránsito con fines de diseño de pavimento, que deben incluir como mínimo 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

Así mismo, se investigará específicamente los máximos volúmenes observados, la distribución direccional, la composición del tránsito y las fluctuaciones del tránsito en el tiempo para la vida útil del proyecto, haciendo proyecciones año por año.

3.1.6 CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

El consultor efectuará un análisis de capacidad y nivel de servicio sobre la infraestructura mejorada, para el momento que se contemple su entrada en

servicio, 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 de la infraestructura.

Para el análisis de capacidad y nivel de servicio 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. La estimación de capacidad vial y la determinación de los niveles de servicio deberán realizarse para la alternativa que se evalúa en cada uno de los horizontes y escenarios de planificación.

En todos los casos la determinación de los niveles de servicio de la infraestructura mejorada, en comparación con el nivel de servicio establecido para el periodo de diseño, permitirá generar la eventual gradualidad de las obras de mejoramiento.

El análisis deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan verificar las características geométricas óptimas o prestaciones del diseño en el proyecto, en forma tal que atienda un volumen de tránsito correspondiente al nivel de servicio establecido.

3.1.7 CAPÍTULO 7. OTROS ANÁLISIS

Es posible que cada proyecto de mejoramiento de infraestructura requiera análisis adicionales específicos, sin embargo, dados los alcances definidos en los presentes términos de referencia, el Consultor deberá presentar, en forma complementaria a los análisis descritos en los capítulos anteriores, los siguientes análisis: accidentalidad, intersecciones e impacto sobre otras infraestructuras.

3.1.7.1 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 mejoramiento 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 de manera 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.

3.1.7.2 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.

3.1.7.3 Impacto sobre infraestructuras existentes

Un aspecto importante que debe ser analizado en forma detallada es el impacto que producirá el proyecto de mejoramiento de infraestructura sobre los flujos actuales y proyectados de las infraestructuras de transporte existentes, especialmente en aquellos corredores que se encuentran concesionados y en aquellos corredores donde la demanda de transporte se acerca o supera la capacidad de la infraestructura.

Para efectuar el análisis sobre infraestructuras existentes, el Consultor deberá modelar la situación base sin mejoramiento en cada uno de los horizontes de planificación y a partir de los flujos obtenidos en la situación con mejoramiento, calcular las diferencias para estimar así la afectación que producirá el proyecto de mejoramiento sobre las infraestructuras existentes.

3.1.8 CAPÍTULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda, con base en los objetivos y alcances antes descritos, que el presente estudio sea liderado por un profesional idóneo con experiencia en trabajos similares. Es indispensable que el Estudio de Transporte para el mejoramiento de una infraestructura existente, se encuentre a cargo de un Ingeniero de Transporte y Vías o de un Ingeniero Civil, con estudios mínimos a nivel de Maestría en Transporte.

Adicionalmente se requiere la participación de dos expertos más, uno en el área de la Macro-simulación, que debe ser Ingeniero de Transporte y Vías con título de Maestría en Transporte, y otro en el área de la Micro-simulación, que puede ser Ingeniero de Transporte y Vías o Ingeniero Civil con título de Maestría en Tránsito.

3.1.9 ANEXOS

Toda la información secundaria que haya sido utilizada para el desarrollo del Estudio de Transporte para el mejoramiento de la infraestructura vial existente, 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.

Los modelos de transporte utilizados, tanto para Macro-simulación como para Micro-simulación deberán ser entregados en funcionamiento a la entidad contratante, de tal forma que puedan ser utilizados para realizar simulaciones posteriores.

3.2 VOLUMEN II. TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

El Informe Final del Estudio de Trazado y Diseño Geométrico, Señalización y Seguridad Vial para el Mejoramiento de carreteras, debe considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1 OBJETIVO Y ALCANCES

CAPITULO 2 INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GEORREFERENCIADA

CAPITULO 3 CRITERIOS DE DISEÑO

CAPITULO 4 TRAZADO

CAPÍTULO 5 SEGURIDAD VIAL

CAPITULO 6 SEÑALIZACIÓN VIAL

CAPITULO 7 PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO

CAPITULO 8 SISTEMAS INTELIGENTES APLICADOS AL TRANSPORTE

CAPITULO 9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

3.2.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.2.1.1 Objetivos

El objetivo de este volumen es definir el trazado y diseño geométrico de la vía que permita modificar las condiciones técnicas actuales dando cumplimiento a las 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.

Adicionalmente este volumen definirá el trazado y diseño geométrico teniendo en cuenta los demás Volúmenes que conforman el Proyecto, en especial los estudios de tránsito; geología, geotecnia, y ambientales de tal manera que se garantice la operatividad, estabilidad y sostenibilidad del corredor.

Luego de definir el diseño geométrico del proyecto, se debe realizar el diseño de señalización y seguridad vial, de tal modo que se brinde seguridad y bienestar a los usuarios de la vía.

3.2.1.2 Alcances

- Realizar la recopilación de la información geográfica georeferenciada, utilizando cualquiera de las tecnologías presentes en el mercado, siempre y cuando se ofrezca un nivel de detalle que alcance una escala de 1:000.

- Realizar las actividades de topografía, siguiendo las especificaciones y lineamientos dados en cada una de sus etapas.

- 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 casos especiales no contemplados en el Manual Vigente, se podrá hacer referencia a la ASSTHO teniendo en cuenta las condiciones particulares para el caso Colombiano.

- 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.

- 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.

- Así mismo esta área del proyecto debe contemplar el diseño, ubicación y aplicación de los dispositivos para la regulación del tránsito, identificar riesgos, amenazas y vulnerabilidad de la operación futura de la vía, identificando sus puntos críticos y su tratamiento con el fin de prevenir y minimizar el riesgo de accidentalidad.

- Para tal efecto, a partir del trazado geométrico de la vía, el consultor realizará el estudio de **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 transito, buscando que sea mínimo el impacto sobre la movilidad durante el tiempo que dure la construcción del proyecto.

- Revisar los sistemas inteligentes aplicados al transporte, existentes en el mercado, analizar cada uno de ellos y determinar cuáles pueden ser aplicados en el proyecto y bajo qué condiciones de operatividad.

- Se evaluará el tipo de servicio que las intersecciones actualmente están brindando, de ser necesario se ajustará y/o realizará el diseño de intersecciones que garanticen un funcionamiento óptimo.

- 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.

3.2.2 CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GEORREFERENCIADA

La información cartográfica y topográfica es la columna vertebral del estudio de trazado y diseño geométrico, pues se convierte en el insumo a partir del cual 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 por tratarse de estudios cuyos planos se utilizaran en la construcción de las obras se debe contar con una alta precisión que garantice el cálculo de cantidades de obra y presupuestos con márgenes de error mínimos. Adicionalmente es necesaria la realización del amarre horizontal y vertical del proyecto a las coordenadas oficiales del IGAC y los levantamientos detallados de acuerdo con los requerimientos de cada especialidad o área técnica para zonas de interés como ponteaderos, portales, inestabilidades, zonas boscosas, cruces de agua 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 se garantice a la Entidad que el nivel de detalle de los productos geográficos generados alcancen una escala 1:1000, para lo cual, se exige una precisión mínima de 1:10.000

3.2.2.1 Actividades de topografía

Las actividades a realizar de topografía se describen a continuación:

3.2.2.1.1 Georreferenciación

- Para efectos de establecer la red geodésica de georreferenciación para el proyecto, cada 3 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, INVIAS 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 30°.

- La red de mojones ubicada a lo largo del proyecto deberá ser posicionada con GPSs 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.

3.2.2.1.2 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 GPSs, con una precisión mínima de 1:10.000.

Es recomendable, para efectos del replanteo, que los vértices (PIs) 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, andenes, 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 (BMs), 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 10cm x10cm y profundidad de 30cm con su respectiva placa de numeración.

3.2.2.1.3 Amarre Vertical

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

Para hacer el amarre vertical se determinarán los NPs 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 NPs o ser escasos se podrá trasladar cotas a los puntos de la red de georeferenciación 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.

3.2.2.1.4 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 y el Gestor Técnico del Proyecto.

- 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 sardineles, 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.**

- Para la ejecución de los diseños especializados en las demás áreas del proyecto, se tomarán secciones transversales en todos los cruces menores y mayores de agua, en donde se considere que se definan obras de alcantarillas, muros puentes, etc. Estas se realizarán materializando poligonales auxiliares a lo largo del cauce, que para el caso, no serán menores de 500 metros aguas arriba y 500 metros aguas abajo del eje, las cuales se abscisarán, nivelaran y se tomaran las secciones transversales en un ancho que será determinado por respectivo especialista, previa aprobación de la Interventoría; así mismo con base en los datos tomados de estas poligonales, se determinaran pendientes de los cauces naturales.

- Se tomará topografía detallada en zonas en donde se considere se diseñaran muros de Contención, ponteaderos, portales, sitios potencialmente inestables de la ladera, 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.

- Una vez aprobado el eje de diseño por parte de la interventoría se procederá a materializarlo en el terreno, abscisándolo cada 10 m de acuerdo con los procedimientos y especificaciones establecidas en el Manual de Diseño Geométrico.

- Se nivelarán todas las estacas del eje localizado, para efectos de determinar el perfil longitudinal del terreno.

3.2.2.2 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, ó de tratarse de aerofotografías digitales, un rango de GSD (Ground Sampling Distance – Tamaño del pixel en el terreno) de 15 centímetros.

3.2.3 CAPÍTULO 3. CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios de diseño son los establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras

A partir de la conceptualización del proyecto se deberán plantear las premisas que debe cumplir el eje de diseño de la vía.

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

- Velocidad de diseño
- Radios mínimos
- Ancho de Calzada
- Anchos de Bermas
- Ancho del Separador
- Pendiente Máxima y Mínima
- Longitudes mínimas de cada uno de los elementos

3.2.4 CAPÍTULO 4. TRAZADO

Se deberá realizar el trazado cumpliendo con lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS vigente a la fecha de la elaboración de los estudios y diseños, los criterios y premisas establecidos en el capítulo anterior.

En trazados de alta montaña se deberá tener especial cuidado con el alineamiento vertical, buscando que no se establezcan pendientes fuertes en longitudes prolongadas ya que esto será un limitante directo de la velocidad del proyecto.

Las obras principales planteadas producto del trazado geométrico deberán ser el resultado del análisis de amenaza y estabilidad del corredor. Teniendo como premisa un horizonte mínimo de 20 años, y las condiciones que gobernarán el corredor.

El trazado deberá ser el producto de un análisis interdisciplinario donde se tenga en cuenta todos los puntos críticos, zonas potenciales de falla, amenazas, reservas naturales y demás condicionantes del diseño. Se deberá realizar un plano donde se puedan apreciar todos estos elementos junto con

el trazado con el fin de evaluar su interacción y los criterios establecidos para cada uno.

Cada sector particular podrá tener diferentes soluciones por lo que el consultor debe recomendar aquella que ofrezca las mejores condiciones técnicas y que cumpla con todas las premisas establecidas.

El trazado debe contemplar, prever y diseñar las intersecciones que resulten producto del diseño de acuerdo con los volúmenes y demandas previstas.

Dentro del proceso de diseño el consultor deberá ir calculando el movimiento de tierras y deberá optimizarlo con el fin de garantizar las menores longitudes de acarreo. En interacción con el especialista en geotecnia deberá determinar los porcentajes aprovechables de cada sector de corte así como los porcentajes de transición del material de banco a suelto y a compacto. Se deberá realizar un esquema donde se determine la ubicación de los cortes, los llenos, los préstamos y sitios de disposición de sobrantes con el fin de determinar los acarreos.

3.2.4.1 Modelación

El trazado deberá ser realizado con software de diseño que permita realizar la visualización de planta, perfil y sección transversal de forma simultánea, así como cada modificación que se realice en alguno de estos elementos se actualice en los otros dos.

El software deberá permitir realizar modelaciones 3D de forma rápida con el fin de verificar y validar los criterios planteados. Estas modelaciones deberán ser presentadas y entregadas al INVIAS durante el proceso de diseño. Deberá entregarse una modelación del diseño aprobado por la Interventoría.

El consultor a partir del diseño deberá modelar o calcular las distancias de visibilidad, de tal manera que los sitios donde se presente este evento sean mínimos, en caso contrario debe el consultor proponer alternativas de solución como el doble carril de ascenso o el doble carril de adelantamiento, con miras a lograr que la operación de la vía sea expedita.

El consultor deberá realizar un análisis de consistencia del diseño utilizando los modelos aplicables al proyecto o utilizando el Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM). Con los resultados obtenidos, el diseñador deberá realizar cambios en los elementos del diseño geométrico con el fin de mejorar o corregir los elementos que puedan poner en riesgo la seguridad de los usuarios.

A partir de la modelación anterior se deberá entregar un perfil de velocidades a lo largo del proyecto identificando las zonas donde se presenten cambios bruscos de velocidad. Se deberá tener en cuenta que en Colombia las

velocidades a las que circulan los usuarios son muy superiores a las velocidades de diseño.

3.2.5 CAPÍTULO 5. SEGURIDAD VIAL

Teniendo en cuenta lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras el Consultor deberá efectuar el estudio de seguridad vial de todo el corredor aplicando entre otros los conceptos y principios de las *Auditorías de Seguridad Vial* para identificar riesgos, amenazas y vulnerabilidad de la operación futura de la vía existente.

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 críticos* basados entre otra información en las estadísticas de accidentalidad (insumo del área de tránsito) de la vía en estudio y se definirá el tratamiento adecuado, se deben recomendar las intervenciones, dimensionarlas y cuantificarlas de tal manera que se consideren como parte de las obras asociadas al mejoramiento de la vía 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 de la vía en planta y perfil, como resultado del mismo se deben establecer acciones preventivas a implementar en el corredor, 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 el caso de vías de doble calzada cuando, ya disminuyen las condiciones de conflicto con el sentido de circulación opuesto, el consultor hará un especial énfasis en proponer condiciones de facilidad de refugios en las bermas a fin de sacar de los carriles de circulación, los vehículos que por alguna circunstancia tengan necesidad de detener la marcha.

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 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.

En aras de la seguridad en la operación de la vía el consultor deberá hacer un estudio detallado del sector para determinar las condiciones climáticas imperantes a lo largo del año, a fin de dotar de elementos reflectivos, como las tachas, las líneas centrales, las de borde de pavimento y de elementos reflectantes los obstáculos que se puedan presentar como las columnas de los puentes o los cabezotes de alcantarillas, buscando en todo momento que la visibilidad de la vía sea perfecta para el conductor, aún en condiciones atmosféricas adversas.

3.2.6 CAPÍTULO 6. SEÑALIZACIÓN VIAL

A partir del estudio de seguridad vial y el diseño geométrico del proyecto, se debe realizar el estudio y diseño de la señalización vertical y horizontal de la vía, de acuerdo con el Manual de Señalización Vial vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños.

Se presentará a la ubicación de cada tipo de señal, mediante la utilización del abscisado correspondiente para cada una de las señales, su diseño respectivo, indicando 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 del proyecto.

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 señalizado algunas 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.

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.

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.

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 y las señales del corredor se deben codificar para la vía.

3.2.7 CAPÍTULO 7. 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 de la construcción, el cual debe ser aprobado por la Interventoría y presentado a la Autoridad de tránsito correspondiente para su aprobación.

Se debe tener en cuenta la circulación del tránsito actual para elaborar un plan de manejo de tránsito vehicular y peatonal para el tramo afectado, que permita simultáneamente la construcción de la vía con la operación de la misma.

Como resultado del diseño de la señalización de obra se deberán entregar adicional, al documento los planos de señalización típicos para el manejo de transito y cuantificar 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.

Este aparte debe incluir 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 del Plan de Manejo de Tránsito se deberá 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.

El consultor presentará 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 a fin de evitar accidentes en la obra.

El consultor deberá presentar en su propuesta el cálculo de los costos del Plan de Manejo de Transito, 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 en fin todos los elementos que hagan falta para una adecuado manejo de tránsito.

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.

3.2.8 CAPÍTULO 8. SISTEMAS INTELIGENTES APLICADOS AL TRANSPORTE

El Consultor deberá examinar la conveniencia para el proyecto, durante la ejecución de las obras, y luego una vez sea construido, de procurar de la utilización de tecnología propuesta en lo que se conoce como *Intelligent Transportation Systems -ITS-*, para el diseño, durante la ejecución de las obras, y una vez sea construido. Estos sistemas permiten la recolección, almacenamiento, procesamiento, análisis y distribución de información relacionada con el movimiento de vehículos. Los criterios a tener en cuenta en su aplicación dependen de la jerarquía vial del corredor y de la demanda de vehículos a transitar por la misma.

De otra parte, estos sistemas de control inteligente permiten una mejor gestión del tránsito para evitar o reducir la congestión vehicular, lo que se traduce en una operación más eficiente y segura de la infraestructura vial, una reducción de los tiempos de viaje, una reducción en el costo de consumo de combustible, y una disminución de contaminación atmosférica. En síntesis, estos sistemas facilitan el uso racional del espacio vial.

Generalmente, la administración y el *control inteligente* de una carretera, entre otros y a manera de información, comprende los siguientes sistemas:

- Sistemas electrónicos para el *conteo y registro del tránsito* por categoría vehicular, invasivos y no invasivos de la superficie de la vía. Incluirá la sugerencia de posibles estándares tecnológicos probados en otros países pero disponibles en Colombia.

- Sistemas de video y *Circuito Cerrado de Televisión -CCTV-* para la inspección remota del comportamiento del tránsito vehicular y el monitoreo con sensores instalados en sitios críticos, y transmisión de información mediante sistemas de telecomunicación inalámbrica. La utilización de este sistema permite la vigilancia cerca y al instante de las condiciones de la carretera y la circulación del tránsito.

- Pantallas de información y señalización e información dinámica de tipo *LED* móvil de diferentes tamaños y capacidades, para usuarios, conductores y viajeros, conocidos también como *Avisos Electrónicos Inteligentes,* que también ofrecen asistencia de seguridad en la conducción.

- *Sistema de Pesaje Dinámico* para vehículos de carga.

- Sistemas para el cobro electrónico de peajes conocido como *Electronic Toll Collection System,* mediante tarjeta inteligente, o también el sistema de *Telepeaje,* que opera con equipos de lectura dinámica electrónica de dispositivos instalados en los vehículos.

- Software para el *control y administración del tránsito vehicular* y su componente económico, con reportes de información de tránsito en tiempo real en el centro de control y en otros sitios.

- Sistemas de estaciones de teléfono en ruta para la atención de seguridad vial para emergencias, accidentes y asistencia mecánica de vehículos y pasajeros.

- Frecuencias moduladas de radio para la administración de la vía misma y de infraestructuras asociadas tales como túneles, puentes y viaductos.

Existen también otros elementos o equipos para la automatización y el control vial, tales como sensores o transductores de tránsito, indicadores de velocidad, sensores meteorológicos, controladores de señales de tránsito y pulsadores peatonales, cuya utilidad para el proyecto debe ser investigada.

Los sistemas y equipos ITS tienden a integrar personas, carreteras y vehículos. Tales adelantos vienen evolucionando en el mundo a un compás tecnológico y económico muy rápido e interesante, y su utilización se hace

cada vez más necesaria, de manera que se aprecie un progreso en la modernización de los corredores viales en términos de la seguridad vial y del control para pasajeros y carga. Con el uso gradual de estos avances tecnológicos se espera también que puedan producirse eficiencias operativas en el mantenimiento y control de la infraestructura. Dependiendo de la jerarquía de la vía en la red nacional, el consultor deberá cuantificar cuales, cuántos y donde se utilizarán los anteriores elementos ITS para que los mismos se incluyan dentro de las cantidades del proyecto a diseñar e incluirlos dentro del presupuesto del proyecto nuevo a construir.

3.2.9 CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los documentos oficiales que establecen las especificaciones del contenido de este volumen son los manuales técnicos publicados por la Entidad 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.

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.

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 las normas y especificaciones que indica el Manual de Señalización Vial, vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños.

El objetivo final del 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, toda vez que las características de la misma y de las zonas de carretera pueden ser un riesgo potencial para incrementar la severidad de los accidentes. 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 para la operación vehicular.

La utilización del "estado del arte" en el control y la operación de las vías mediante la implementación de *"sistemas inteligentes"* debe ser contemplada en sus muchos alcances y funcionalidades para disminuir la accidentalidad y por ende aumentar la seguridad de la vía.

3.2.10 ANEXOS DEL VOLUMEN

3.2.10.1 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:

3.2.10.1.1 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 Planchas de 1,0 X 0,7 m.

3.2.10.1.2 Reducido del proyecto

Se presentará a escala 1:25.000 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 5 km.
- Referencia detallada de las abscisas de iniciación y terminación del proyecto.
- Localización con sus respectivos nombres de ríos y quebradas 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 puentes, pontones, muros y obras complementarias.
- Pendientes del proyecto
- Abscisado cada 5 km.
- Resumen de cantidades de obra

3.2.10.1.3 Planos topográficos

Planos de Poligonal

- Ubicación de Deltas-BMs
- Cuadro de Coordenadas y cotas corregidas de cada vértice.

Puntos Levantados

- Representación de cada uno de los puntos levantados a lo largo del proyecto

3.2.10.1.4 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

Se presentarán los planos generales de diseño como curvas típicas, criterios de diseño de retornos y carriles especiales, accesos.

Planta

Escala 1:1.000

- Eje del proyecto rotulado con abscisas cada 10m, líneas de marca cada 10 m y abscisa de los puntos singulares.
- Borde de Ancho de calzada proyectada

- Borde de Ancho de zona
- Línea de Chaflán
- 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
  - Gálibo

- Ubicación de D-BMs 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, pontones, puentes y muros proyectados.
- Cunetas revestidas con indicaciones de su entrega y descole.

- Localización de filtros y entregas
- Zonas de inestabilidad geotécnica
- Abscisados cada 1000 m., con indicación del km, dentro de un círculo.
- Nombres de los ríos y quebradas, indicando sentido de las aguas
- Nombres de propietarios

Perfil longitudinal

Escalas H 1:1.000 V 1:100

- 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, pontones, puentes 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.
- Se presentarán cada 10 metros
- 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.

3.2.10.2 Carteras del proyecto y de replanteo

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

3.2.10.2.1 Carteras de topografía

- Carteras de Levantamientos de Campo
- Calculo de Coordenadas
- Carteras de Poligonal
- Carteras de Nivelación
- Certificados de Calibración de Equipos

3.2.10.2.2 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 Chaflán
- Cartera de Movimiento de Tierras.
- Análisis de Movimiento de Tierras.
- Listado de Análisis de visibilidad.

3.3 VOLUMEN III. GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA Y GEOTECNIA

El Informe Final de los estudios de geología para ingeniería y geotecnia a nivel de Mejoramiento, deberá considerar los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE ANTECEDENTES

CAPÍTULO 4. ESTUDIOS DE CAMPO

CAPÍTULO 5. ESTUDIOS DE FUENTES DE MATERIALES

CAPITULO 6. ESTUDIO DE TÚNELES

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

3.3.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.3.1.1 Objetivo

El consultor deberá caracterizar la geología del proyecto y determinar mediante evaluación y análisis detallados, los aspectos de estabilidad y seguridad de las áreas donde se desarrollara el proyecto, así como los sitios recomendados para el suministro de materiales de construcción y de disposición de materiales sobrantes.

3.3.1.2 Alcances

Los análisis de estabilidad, seguridad, obtención de materiales de construcción, disposición de materiales sobrantes de excavación así como todo lo relacionado con el impacto ambiental, se presentaran en escala detallada 1:2.000.

Así mismo, se busca satisfacer las siguientes necesidades:

- Investigación geológica y geotécnica del corredor, zonas inestables, ponteaderos, fuentes de materiales y botaderos identificados para el proyecto.

- Taludes más favorables para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad de las explanaciones para las diferentes zonas de comportamiento homogéneo, teniendo en cuenta las posibles fuentes de amenaza o riesgo.

- Comportamiento de los cauces naturales en relación con la socavación, transporte y sedimentación de materiales.

- Estabilidad de la fundación de los terraplenes y otras estructuras, teniendo en cuenta las fuentes de amenaza.

- Medidas preventivas para mantener razonablemente la estabilidad de las explanaciones.

- Procedimientos y etapas constructivas para reducir la inducción de inestabilidad durante la construcción teniendo en cuenta los parámetros geológicos, geotécnicos y ambientales.

- Recomendar los sitios apropiados de explotación de materiales de construcción, los cuales cumplan las normas de calidad, vigentes a la fecha de elaboración de los estudios y diseños, acorde con la viabilidad ambiental.

- Indicar los sitios apropiados para disponer los materiales sobrantes y el manejo de los mismos de acuerdo con lo estipulado en el EIA.

3.3.2 CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

El consultor describirá la metodología utilizada en los estudios, la cual deberá ser coherente con los estudios geotécnicos, además teniendo en cuenta que se busca un mejoramiento en la vía actual.

3.3.3 CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE ANTECEDENTES

Este capítulo comprende 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.

En el estudio se tendrán en cuenta las condiciones geológicas, hidrogeológicas y estratigráficas por tramos sobre el alineamiento del proyecto. De dicho estudio debe correlacionarse lo siguiente: estratigrafía, geología estructural y geomorfología.

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

3.3.4 CAPÍTULO 4. ESTUDIOS DE CAMPO

Los estudios relacionados en este capítulo se presentarán de acuerdo a los alcances señalados, con reconocimiento geológico y geotécnico de superficie, exploración del subsuelo, ensayos "IN SITU" o en el laboratorio, de tal manera que se tenga la caracterización geológica del corredor, de los sitios inestables en particular y aquellos donde el proyecto requiera nuevos alineamientos, se identifiquen las fuentes de materiales, los sitios de disposición de sobrantes y las condiciones geológicas particulares de los sitios donde se localizaran estructuras importantes.

3.3.5 CAPÍTULO 5. ESTUDIOS DE FUENTES DE MATERIALES

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 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 a la guía ambiental-PAGA.

3.3.5.1 Información básica

Cada fuente de materiales debe tener los siguientes datos básicos:

- 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.

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

3.3.5.2 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.

3.3.5.3 Cálculo de recursos y reservas

Las reservas de materiales 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 muestras 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.

3.3.5.4 Caracterización de materiales

Con las muestras representativas se deben 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 estudios y diseños, 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.

3.3.5.5 Proyecto de explotación de las fuentes de materiales

Una vez realizados todos los ensayos de laboratorio a las muestras obtenidas en las diferentes fuentes localizadas, se escogerán las que cumplan con 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 estudios y

diseños, se debe iniciar el trámite de legalización ante las entidades competentes y un Ingeniero de Minas desarrollara el proyecto de explotación de las fuentes 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.

3.3.5.6 Informe de fuentes de materiales

El informe a nivel de Fuentes de Materiales debe resumir toda la información generada por el estudio geológico y geotécnico de cada una de las fuentes potenciales para el mejoramiento de la carretera.

3.3.6 CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE TÚNELES

Desde el punto de vista de la Ingeniería Geológica los datos más significativos de los túneles son: la sección, perfil longitudinal, trazado, pendientes, situación de excavaciones boquillas y accesos intermedios, por lo que el estudio de los mismos se convierte en un trabajo multidisciplinario llevado a cabo por ingenieros de carreteras, ingenieros de túneles, topógrafos, geólogos de ingeniería, ingenieros geotecnistas, geofísicos, hidrogeólogos, perforadores y auxiliares varios.

El trabajo comprende actividades de campo o de oficina para cada proyecto de túnel: análisis de información existente; topografía; geología; sísmica; perforaciones; caracterización geomecánica; corte geológico longitudinal; estabilidad de taludes en portales; hidrogeología; clasificación geomecánica, informe de geología para ingeniería; diseño final; cantidades de obra, presupuesto y tiempo de construcción.

3.3.6.1 Análisis de información existente

Se compilará y analizará toda la información existente sobre el proyecto de túnel correspondiente, en particular los informes geológicos de las Fases I y II.

3.3.6.2 Topografía

Se hará el levantamiento topográfico con estación total en el campo, de una franja de 200 m de ancha y de la longitud total del túnel proyectado, en escala 1: 1.000 con curvas de nivel cada 1m. El trabajo incluye primero todos los detalles topográficos, y luego la localización de las estaciones geológicas, las líneas sísmicas, los apiques y las perforaciones. Se fijarán mojones de referencia amarrados al sistema de coordenadas y cotas del IGAC.

De cada uno de los portales se harán levantamientos topográficos a escala 1: 500 con curvas de nivel cada 0.50 m.

3.3.6.3 Estudio geológico para túneles

Los Estudios Geológicos-Geotécnicos son absolutamente necesarios para proyectar y construir la obra subterránea; la metodología básica de los estudios tiene los siguientes objetivos:

Inicialmente se hará el estudio de los informes geológicos de reconocimiento y preliminares, con mapas y secciones a escalas 1: 25.000 y 1: 5.000. Luego se hará la exploración geológica de campo, a nivel de afloramiento, a escala 1: 2.000, describiendo en cada estación geológica la litología, la orientación estructural, el diaclasamiento, la meteorización y la resistencia geológica. Se determinará el contacto entre las diversas unidades litoestratigráficas, su orientación, los ejes de las estructuras y las fallas. Se ubicarán las áreas de inestabilidad, escarpes de deslizamiento, zonas de reptación, grietas. Se hará la localización de zonas de humedad, manantiales, aljibes y pozos de agua, el nivel del agua subterránea en los mismos, su caudal y la calidad química del agua. Se llevará a cabo el estudio estadístico de las discontinuidades, su orientación, espaciamiento, relleno y condición, según las normas de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas, vigentes a la fecha de elaboración de los estudios y diseños. De cada unidad litoestratigráficas se harán secciones delgadas para descripción petrográfica.

De cada portal se harán el estudio geológico detallado a escala 1: 500.

Se prepararán mapas geológicos, columnas estratigráficas, y cortes geológicos verticales transversales y longitudinales al eje del túnel, y el informe correspondiente.

3.3.6.3.1 Sísmica

Dependiendo de la extensión del proyecto de túnel se definirá el número de líneas de sísmica de refracción de 110 m de longitud cada una. Se usará un sismógrafo portátil con tomas para 12 geófonos espaciados 10 m entre sí, empleando un explosivo químico de clorato de potasio, aluminio y antimonio. Para cada línea sísmica se realizarán cinco disparos, así: uno en cada extremo, uno en el centro de la línea, y uno más allá de cada extremo. Este método permite una interpretación detallada y una medida de la velocidad sísmica en la roca en toda la sección, de manera que puedan detectar cambios laterales de velocidad, los cuales puedan asociarse con fallas o zonas de mayor fracturamiento o meteorización. La interpretación se hará con métodos manuales y de computador. El resultado final consistirá en unos perfiles detallados de velocidades sísmicas, correspondientes a los ejes de las líneas seleccionadas, junto con un informe donde se incluirá la correlación de las velocidades encontradas con los materiales o formaciones geológicas presentes en la zona del estudio geofísico.

3.3.6.3.2 Perforaciones

El número y longitud de las perforaciones dependerá de la extensión de los túneles. Se emplearán taladros con máquina de alimentación hidráulica, con los accesorios y equipo auxiliar correspondiente, para perforar mediante percusión y lavado en suelos o mediante rotación con corona de diamante en rocas, hasta una profundidad de 300 m.

La obtención de corazones de roca no alterados de buena calidad solamente se puede lograr si el perforador es experto y si está usando equipo de primera calidad. Consecuentemente el contrato de perforación debe apuntar al recobro en lugar de a la longitud perforada. El geólogo supervisor debe vigilar que el equipo sea el requerido para la obra, esté en óptimas condiciones de trabajo, y que sea usado correctamente.

Un buen recobro en terreno fracturado depende de la aplicación del empuje correcto a la broca de perforación en rotación. La tasa de avance fija que suministra una máquina de alimentación de tornillo significa altas presiones sobre la broca de diamante en formaciones duras. En las formaciones blandas, la presión sobre la broca será muy baja pero el progreso lento de la broca permitirá que el material blando sea erosionado por el chorro de agua. En contraste, una máquina de alimentación hidráulica siempre mantendrá el mismo empuje y permitirá que el taladro se mueva rápidamente a través de formaciones blandas y por ende minimizando la erosión. El objetivo de perforaciones estructurales es recobrar corazones no alterados, en los cuales se puedan medir las características estructurales del macizo. Esto puede lograrse o bien con el uso de barriles tomamuestras de tubo múltiple o por el uso de barriles de gran diámetro, tales como los HQ. En un barril de tubo múltiple, los tubos o el tubo están montados sobre una balinera para que permanezcan estacionarios mientras el tubo externo, el que lleva la broca de diamante, va rotando. El corazón cortado por la broca, se aloja dentro del barril que no gira, donde permanece hasta que se saca el tomamuestras del hueco. La remoción del corazón del barril es la parte más crítica de la operación. El sistema más aconsejable es usar un barril interno con hendedura, el cual se separa del conjunto tomamuestras con el corazón dentro y luego se abre para revelar la muestra, no alterada. A veces contiene un forro plástico o metálico delgado para soportar el corazón cuando éste se traslada a la caja de muestras. La experiencia demuestra que entre más diámetro tenga el corazón el recobro es mayor, y por ello se recomienda perforar en diámetro NQ o HQ en los estudios de túneles.

Si el macizo que se estudia contiene múltiples fallas y fracturas subverticales, es conveniente hacer varias perforaciones subhorizontales, sobre todo en los portales, que es donde necesitamos la mejor información posible. Los equipos deben ser capaces de taladrar inclinados unos 150 m desde la plataforma de perforación.

El programa de perforaciones contempla la descripción geológica detallada de todos los corazones. Se ejecutarán todas las labores de perforación y muestreo bajo la supervisión del geólogo residente, con el fin de obtener el mayor recobro posible y muestras de alta calidad representativas del estado inalterado del material. Hay que seleccionar brocas de diamante adecuadas para las litologías que se investigan. Se controlarán y registrarán por el perforador en formularios especiales los parámetros que incidan en la calidad del recobro y que contribuyan a la adecuada caracterización del material, tales como, agua de lavado, lodos, niveles de agua, fugas de agua, temperatura del agua, presiones, tiempos y longitudes de perforación. El nivel del agua se medirá diariamente con sonda eléctrica. Se suministrarán y referenciarán cajas portanúcleos metálicas de 4,0 m de capacidad máxima. Se guardarán y preservarán los núcleos recobrados en estas cajas en la secuencia correcta según la norma ASTM D2113, o la norma vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños, colocando separadores entre cada barrenada e identificando claramente la profundidad respectiva. Los corazones serán descritos en el sitio por el geólogo dentro de sus cajas y posteriormente se tomarán muestras de ellas para análisis completos de laboratorio. En las perforaciones de suelos se harán ensayos de penetración normalizada, cada 1,50 m o cuando se presenten cambios en el material que se está perforando, empleando muestreador de cuchara partida. Siguiendo los procedimientos de las normas I.N.V.E.-101 hasta I.N.V.E.-107 y subsiguientes, que tengan relación con los suelos, en la perforación y en el análisis de laboratorio, o las normas que se encuentren vigentes a la fecha de elaboración de los estudios y diseños. Se efectuará el recobro de núcleos en todas las perforaciones en roca, empleando técnicas y procedimientos de perforación que garanticen el mayor porcentaje de recobro posible, siguiendo la norma I.N.V.E.-108, o vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños.

Una vez terminada cada perforación se harán ensayos de permeabilidad Lugeon cada tres metros, con tres presiones diferentes, siguiendo las normas de la Sociedad Internacional de Mecánica de Suelos, o vigentes a la fecha de elaboración de los estudios y diseños.

Finalmente, se instrumentarán las perforaciones revistiendo con tubería PVC perforada para formar piezómetros tipo Casagrande, hasta dos de ellos en algunas perforaciones y extensómetros en varias de ellas. Con el fin de evitar accidentes y destrozos de la instrumentación, los pozos estarán provistos de tapas debidamente marcadas.

3.3.6.3.3 Caracterización geomecánica

La caracterización geomecánica de las diversas unidades geológicas a lo largo del túnel se basará en la ejecución de los siguientes ensayos de laboratorio. Sobre suelo para la estabilidad de los portales y sobre rocas para la excavación y estabilidad del túnel bajo las respectivas normas del INVIAS,

ASTM y la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas ISRM, vigentes a la fecha de elaboración de los estudios y diseños.

Ensayos sobre suelos: humedad natural, peso unitario, lavado sobre tamiz 200, límites líquido y plástico, compresión inconfinada, corte directo, y expansividad.

Ensayos sobre rocas: carga puntual, ensayo brasilero, corte directo en núcleos precortados, resistencia a la compresión máxima, resistencia a la compresión máxima con un deformímetro, resistencia a la compresión máxima con dos deformímetros, resistencia a la compresión máxima con deformímetros y ciclos de carga, preparación de núcleos y peso unitario.

Un ingeniero geotecnista será el responsable de la caracterización geomecánica, la selección de muestras de suelos y de rocas. La información de campo, de laboratorio y de oficina será procesada y a partir de ella se elaborarán los cálculos y análisis de las propiedades geomecánicas de los materiales, los cuales se presentarán en formatos y cuadros adecuados para su fácil interpretación.

3.3.6.3.4 Corte geológico longitudinal

Empleando la información geológica de superficie, los perfiles sísmicos, las descripciones geológicas de las perforaciones y la información geomecánica, se preparará el corte geológico longitudinal. Tendrá la sectorización por tramos con estructura, litología y propiedades geomecánicas uniformes.

3.3.6.3.5 Estabilidad de taludes en los portales

Empleando la información geológica de superficie y del subsuelo, y la información geomecánica, se hará el estudio de la estabilidad geotécnica de los dos portales.

3.3.6.3.6 Hidrogeología

Con base en el estudio geológico, los datos de las perforaciones y las pruebas de permeabilidad Lugeon, se hará el análisis de las condiciones del agua subterránea del proyectado túnel. Comprenderá la clasificación hidrogeológica de las unidades de suelo y roca, la localización del nivel potenciométrico a lo largo del eje del túnel y la dirección de los flujos. Se preparará un mapa hidrogeológico a escala 1: 2.000 del proyecto de túnel y un Corte Hidrogeológico Longitudinal a escala 1: 2.000. Incluye un cálculo de caudales de agua en litros por segundo por metro (lps/m) de avance, para cada tramo estructural del túnel.

El programa de monitoreo de aguas subterráneas para efectos ambientales tiene por objetivo determinar el comportamiento y manejo adecuado de las

aguas subterráneas en el sector del túnel, mediante análisis periódicos de los niveles y la calidad química de las aguas. Los impactos a controlar son los cambios en los niveles y en la calidad química de las aguas subterráneas, por efecto de la construcción del túnel. Antes de iniciar la construcción de la obra del túnel se medirá con sonda eléctrica el nivel del agua subterránea en cada uno de los piezómetros construidos durante la investigación de Mejoramiento y se tomarán muestras de agua de los piezómetros de los portales. Las muestras se analizarán en laboratorios ambientales para DBO, DQO, acidez total, cloruros, carbonatos, dureza total, grasas y aceites, hierro total, nitrógeno total, pH, sulfatos, conductividad y temperatura. En el campo se determinarán temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto. Se realizarán medidas periódicas, cada mes, en cada uno de los piezómetros, y tomarán muestras periódicas, cada dos meses, en los piezómetros de los portales. Como patrón de comparación para los niveles y los análisis químicos, se tiene el estado inicial del agua subterránea durante la primera medida de niveles y el primer muestreo. Las siguientes medidas y muestreo demostrarán si hay o no afectación por las obras del túnel.

3.3.6.3.7 Clasificación geomecánica

Se hará la valoración geomecánica usando las Clasificaciones de Masas Rocosas Diaclasadas de Bieniawski y Barton (Bieniawski, Z.T., 1989, Engineering Rock Mass Classifications; 251 p, John Wiley & Sons, New York). Con el Corte Geológico Longitudinal para la Clasificación RMR de Bieniawski. En cada tramo estructural y para cada orientación del eje del túnel, se determinará y valorará la resistencia a la compresión inconfinada de la roca intacta, el índice de calidad en testigos de perforación RQD, el espaciamiento de las discontinuidades, la condición de las discontinuidades, el agua subterránea y la orientación de las discontinuidades. Para la Clasificación Q de Barton, en cada tramo estructural y para cada orientación del eje del túnel, se determinará y valorará el índice de calidad en testigos de perforación RQD, el número de juegos de diaclasas, la rugosidad del juego de diaclasas o discontinuidad más desfavorable, el grado de alteración o relleno a lo largo de la diaclasa más débil, la infiltración del agua al túnel y las condiciones de esfuerzo.

3.3.6.3.8 Informe de geología para ingeniería

Toda la información precedente se compendiará y analizará en el informe de geología para ingeniería del túnel. Este servirá de base para la los diseños finales del túnel, las cantidades de obra, los estimativos de tiempo de construcción y el presupuesto.

La información debe contener como mínimo las siguientes condiciones:

- Selección del trazado y transición talud túnel (emboquille).

- Estudio Geológico geotécnico detallado.
- Evaluación de los problemas geológicos-geotécnicos y su incidencia en la excavación.
- Características geomecánicas de los materiales.
- Criterios geomecánicas para el diseño.
- Recomendaciones para el sostenimiento, excavación y tratamientos del terreno.

Con base en las condiciones anteriores se realizaran tareas que comprenden las actividades que se describen a continuación:

- Cartografía geológica-geotécnica: la cual debe contener, Litoestratigráfia, Estructura, Estaciones Geomecánicas, Geomorfología, Mapas escala 1:2000 - 1:500
- Datos hidrológicos e Hidrogeológicos: deben ser Regionales y Locales y a los que se les debe hacer una Estimación de Caudales y Presiones.
- Investigaciones Geotécnicas: dichas investigaciones se deben hacer mediante Ensayos de Laboratorio, Sondeos, Calicatas, Geofísica y Ensayos in situ
- Interpretación Geológica-Geotécnica: se deben hacer Clasificaciones y obtención de propiedades Geomecánicas, dar recomendaciones para el sostenimiento y excavación así como las de los Tratamientos del Terreno.

3.3.6.3.9 Diseño final

Los ingenieros de túneles y los ingenieros de carreteras, con el aporte de otros especialistas harán el diseño de los portales, los sistemas de construcción, y los sistemas de soporte, requeridos en los diferentes tramos del túnel, con toda la información geológica y geotécnica generada.

En el sector de los portales se analizarán alternativas y darán recomendaciones para disminuir o evitar el riesgo por deslizamientos y las obras correctivas necesarias en los puntos críticos.

3.3.6.3.10 Cantidades de obra, presupuesto y tiempo de construcción

Con el diseño final el equipo consultor calculará las cantidades de obra y el presupuesto para la construcción del túnel. El tiempo de construcción

dependerá fundamentalmente de las rocas y suelos esperados, de su clasificación geomecánica y de los sistemas constructivos.

3.3.6.4 Estudio de ponteaderos

3.3.6.4.1 Objeto y alcance

Elaborar en el Estudio de Mejoramiento a nivel de ingeniería básica, con base en las necesidades, los estudios técnicos para construir puentes o viaductos sobre cursos importantes de agua o sobre terrenos que no soportan una carretera por su superficie. Los estudios geológicos y geotécnicos de ingeniería deben establecer las características geológicas tanto local como general de las diferentes formaciones que se encuentran, identificando tanto su distribución como sus características geotécnicas correspondientes, aportando la información necesaria para asegurar la construcción estable de los puentes o viaductos y su funcionamiento.

Se debe realizar:

- Revisión de información existente y descripción de la geología a nivel regional y local,
- Descripción geomorfológica
- Zonificación geológica del área en estudio
- Definición de las propiedades físicas y mecánicas de suelos y/o rocas
- Definición de zonas de deslizamientos, avalanchas y aluviones sucedidos en el pasado y de potencial ocurrencia en el futuro.
- Recomendación de canteras para materiales de construcción
- Identificación y caracterización de fallas geológicas

3.3.6.4.2 Análisis de información existente

Para comenzar hay que compilar y analizar toda la información geológica y geotécnica existente sobre el ponteadero, junto con los mapas topográficos, fotografías aéreas y satelitales, la batimetría y los mapas e informes geológicos.

3.3.6.4.3 Estudio de la geología regional

Hay que definir el marco geológico del área de 10 km circundante del ponteadero, en cuanto a unidades litoestratigráficas, estructuras y la historia geológica. Se debe contar con un mapa geológico regional a escala 1: 5,000

y cortes geológicos generales a la misma escala, preparado con base en fotogeología y control de campo.

3.3.6.4.4 Estudio geomorfológico del ponteadero

Se debe estudiar la evolución del río en el ponteadero y sus actuales tendencias de dinámica fluvial mediante el análisis cuidadoso de mapas y fotografías aéreas a lo largo de tiempo. Debe disponerse de una serie larga de fotografías aéreas, en lo posible de 50 años. Hay que hacer mapas geomorfológicos detallados a escala 1:500 de cada fecha.

3.3.6.4.5 Estudio de la geología local

El geólogo de ingeniería hará el estudio geológico a escala 1: 2.000 de los sitios de ponteaderos. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptacion, manantiales y demás características geológicas. La localización de las estaciones geológicas se determinará con GPS. La resistencia de los suelos y rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica (Geological Strength Index) [Marinos, V., Marinos, P. and Hoek, E. 2005, The Geological Strength Index - Applications and Limitations; Bulletin of Engineering Geology and the Environment, No.64, pp.55-65]. Es necesario que se haga parte de la exploración geológica por río, recorriéndolo en una lancha a motor.

Se excavarán apiques y trincheras necesarias para describir los suelos y la meteorización de las rocas. Se harán algunos sondeos eléctricos verticales, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar y perforaciones corazonadas, para investigar en detalle el subsuelo en algunos lugares.

El número y longitud de las perforaciones depende en gran medida de la geología del sector del ponteadero y de la profundidad del cauce del río. Las perforaciones se harán: unas en tierra firme en las aproximaciones del puente y otras se harán desde plataformas flotantes o ancladas sobre el fondo del río. Se emplearán taladros con máquina de alimentación hidráulica, con los accesorios y equipo auxiliar correspondiente, para perforar mediante percusión y lavado en suelos o mediante rotación con corona de diamante en rocas.

El programa de perforaciones contempla la descripción geológica detallada de todos los corazones. Se ejecutarán todas las labores de perforación y muestreo bajo la supervisión del geólogo residente, con el fin de obtener el mayor recobro posible y muestras de alta calidad representativas del estado inalterado del material. Hay que seleccionar brocas de diamante adecuadas para las litologías que se investigan. Se controlarán y registrarán por el perforador en formularios especiales los parámetros que incidan en la calidad

del recobro y que contribuyan a la adecuada caracterización del material, tales como, agua de lavado, lodos, niveles de agua, fugas de agua, temperatura del agua, presiones, tiempos y longitudes de perforación. El nivel del agua se medirá diariamente con sonda eléctrica. Se suministrarán y referenciarán cajas portanúcleos metálicas de 4.0 m de capacidad máxima. Se guardarán y preservarán los núcleos recobrados en estas cajas en la secuencia correcta según la norma ASTM D2113, o vigentes a la fecha de elaboración de los estudios y diseños, colocando separadores entre cada barrenada e identificando claramente la profundidad respectiva. Los corazones serán descritos en el sitio por el geólogo dentro de sus cajas y posteriormente se tomarán muestras de ellas para análisis completos de laboratorio. En las perforaciones de suelos se harán ensayos de penetración normalizada, cada 1,50 m o cuando se presenten cambios en el material que se está perforando, empleando muestreador de cuchara partida. Siguiendo los procedimientos de las normas I.N.V.E.-101 hasta I.N.V.E.-107 y subsiguientes, o vigentes a la fecha de la elaboración de los estudios y diseños que tengan relación con los suelos, en la perforación y en el análisis de laboratorio. Se efectuará el recobro de núcleos en todas las perforaciones en roca, empleando técnicas y procedimientos de perforación que garanticen el mayor porcentaje de recobro posible, siguiendo la norma I.N.V.E.-108, o vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños.

Se harán las descripciones geológicas detalladas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca de las perforaciones. Los cortes geológicos verticales, a escala 1:2.000 integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones.

3.3.6.5 Análisis de socavación

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

3.3.6.6 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 cálculos, incluyendo gráficas y toda aquella información que dé 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, así como el análisis sísmico sobre las estructuras. En el caso de cimentaciones profundas se deberá efectuar un análisis de resistencia frente a cargas laterales.

3.3.6.7 Condiciones especiales del subsuelo

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

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

3.3.6.8 Obras complementarias

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

3.3.6.9 Estudio de las amenazas geológicas naturales

Las evaluaciones de amenazas del área en estudio proveen información sobre la posible ubicación y severidad de fenómenos naturales peligrosos y sobre su probabilidad de ocurrencia dentro de un período específico de tiempo y un área determinada. Estos estudios se basan en gran medida, en información científica ya existente incluyendo mapas geológicos, geomorfológicos y mapas de suelos, datos climáticos e hidrológicos, y mapas topográficos, fotografías aéreas e imágenes de satélite. La información histórica, obtenida tanto en informes escritos como por intermedio de las narraciones de quienes han habitado el área por mucho tiempo, también ayuda a categorizar los potenciales eventos. Idealmente, una evaluación de amenazas naturales concientiza a la gente sobre el tema en una región destinada al desarrollo, evalúa la amenaza de los eventos naturales, identifica la información adicional necesaria para hacer una evaluación definitiva y recomienda los medios más apropiados para poder obtenerla.

La información obtenida permite definir qué amenazas geológicas naturales hay en el sitio del ponteadero y cómo afectarán el sitio de la nueva

estructura. Por ejemplo, habría que estudiar la estabilidad del cauce debida a la dinámica fluvial del río, el hundimiento regional producto de subsidencia o elevación del nivel del mar y el grado de sismicidad de la región.

3.3.6.10 Informe de geología para ingeniería del ponteadero

El informe de geología de ingeniería de cada ponteadero debe tener el siguiente contenido:

- Introducción
- Alcance
- Geología Regional: Estratigrafía; Estructuras; Historia Geológica
- Geología Local del Ponteadero: Morfología del Cauce; Estratigrafía; Estructuras; Geomorfología.
- Amenazas Geológicas; Estabilidad del Cauce; Sismicidad; Otras Amenazas.
- Referencias

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

3.3.7 CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

3.3.8 ANEXOS

I. Mapa de Localización del Proyecto
II. Mapas de las Fuentes de Materiales Estudiadas
III. Mapas Geológicos de Cada Fuente Escala 1: 2,000
IV. Registro de Apiques y Trincheras de Cada Fuente de Materiales
V. Columnas Estratigráficas de Cada Fuente de Materiales Escala 1: 100
VI. Registro de Perforaciones de Cada Fuente de Materiales
VII. Cortes Geológicos de Cada Fuente de Materiales
VIII. Figuras del Proyecto de Explotación de Cada Fuente de Materiales
IX. Petrografía de Secciones Delgadas de cada fuente de materiales

X. Mapas Geológicos de Cada Túnel Escala 1: 2,000
XI. Cortes Geológicos Longitudinales de Cada Túnel Escala 1: 2.000
XII. Mapas Geológicos de los Portales de Cada Túnel Escala 1: 500
XIII. Cortes Geológicos de los Portales de Cada Túnel Escala 1: 500
XIV. Columnas Estratigráficas de Cada Túnel Escala 1: 100
XV. Registro de Apiques y Trincheras de Cada Túnel
XVI. Registro de Perforaciones de Cada Túnel
XVII. Perfiles de Líneas Sísmicas en los Túneles
XVIII. Petrografía de Secciones Delgadas en los Túneles
XIX. Ensayos Geotécnicos de Laboratorio en Suelos y Rocas de Cada Túnel
XX. Ensayos de Permeabilidad Lugeon en los Túneles
XXI. Mapa Hidrogeológico de Cada Túnel Escala 1: 2.000
XXII. Corte Hidrogeológico Longitudinal de Cada Túnel Escala 1: 2.000
XXIII. Análisis Químicos de Calidad de Agua
XXIV. Niveles de Agua Subterránea en Piezómetros
XXV. Clasificaciones Geomecánicas de Masas Rocosas Diaclasadas en los Túneles
XXVI. Mapas Geológicos Regionales de Cada Ponteadero Escala 1: 5.000
XXVII. Cortes Geológicos Regionales de Cada Ponteadero Escala 1: 5.000
XXVIII. Mapas Geomorfológicos de Cada Ponteadero por fechas
XXIX. Mapas Geológicos Locales de Cada Ponteadero Escala 1: 2.000
XXX. Cortes Geológicos Locales de Cada Ponteadero Escala 1: 2.000
XXXI. Registro de Apiques y Trincheras en cada Ponteadero
XXXII. Registro de Perforaciones de Cada Ponteadero.

3.4 VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES, OBRAS DE DRENAJE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

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

CAPITULO 1 OBJETIVO Y ALCANCES

CAPITULO 2 TRABAJOS DE CAMPO

CAPITULO 3 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

CAPITULO 4 ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

CAPITULO 5 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

CAPITULO 6 CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO

CAPITULO 7 OBRAS COMPLEMENTARIAS

CAPITULO 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

3.4.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.4.1.1 Objetivo

Comprende la identificación de la cantidad y frecuencia de las exploraciones, así como la caracterización detallada de los suelos en los sitios en que se ubicarán obras, conforme los requerimientos desarrollados en el cuerpo del volumen para los estudios a nivel de Mejoramiento.

3.4.1.2 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 geoeléctricos o líneas sísmicas.

Las exploraciones que se lleven a cabo deberán ser suficientes para definir en los estratos conformados por suelo: espesor de los estratos, clasificación e identificación de los suelos, propiedades de ingeniería pertinentes (resistencia el esfuerzo cortante, 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.

3.4.2 CAPÍTULO 2. TRABAJOS DE CAMPO

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

La definición de la ubicación de los sitios de exploración para los sitios de ponteadero deberá hacerse de manera conjunta con el desarrollo del estudio geológico. Por cada unidad de subestructura deberá realizarse una perforación, definiendo subestructura como parte del puente que recibe las cargas de la superestructura y lasa trasmite a las fundaciones. De esta manera se requiere de la ejecución de por lo menos un sondeo por estribo y un sondeo por pila del puente.

La profundidad de las perforaciones deberá ser tal que permita recomendar de manera apropiada las condiciones de cimentación. Deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Para el caso de cimentaciones superficiales en suelo, la profundidad del sondeo deberá ser tal que se llegue a una cota equivalente a 3 veces el ancho de la cimentación por debajo del nivel de dicha cimentación.

- Para cimentaciones profundas, en suelo, 4 m por debajo de la cota prevista de los pilotes.

- Si la cimentación es en roca, la perforación debe llevarse por lo menos 5 m dentro del estrato rocoso de tal manera que se permita garantizar que se trata de la formación rocosa y no de un bloque de un depósito.

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

3.4.3 CAPÍTULO 3. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

Para determinar las características del subsuelo se deberá tener en cuenta la descripción geológica del sitio del proyecto indicando los tipos de rocas predominantes 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, de requerirse, se realizarán los ensayos necesarios para conocer la resistencia y deformación o compresibilidad del suelo de fundación, anexando los resultados de resistencia de la roca (compresión simple) cuando se vaya apoyar la cimentación en ella.

Perfil Estratigráfico

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

3.4.4 CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

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

3.4.5 CAPÍTULO 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 cálculos, incluyendo gráficas y toda aquella información que dé 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, así como el análisis sísmico sobre las estructuras. En el caso de cimentaciones profundas se deberá efectuar un análisis de resistencia frente a cargas laterales.

3.4.6 CAPÍTULO 6. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO

En caso de que se detecten situaciones especiales del suelo de fundación, como la presencia de suelos orgánicos, expansivos, suelos susceptibles que licuefacción o cualquier otro estado que implique inestabilidad de la

estructura, se indicará su ubicación y se darán recomendaciones específicas sobre el tratamiento que debe recibir este suelo en particular.

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

3.4.7 CAPÍTULO 7. OBRAS COMPLEMENTARIAS

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

3.4.8 CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presentarán en forma sucinta, 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.

3.4.9 ANEXOS DEL VOLUMEN

- Esquema 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)
- Fotografías del sitio en estudio

3.5 VOLUMEN V. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

El Informe Final sobre los estudios de estabilidad y estabilización de taludes para el caso de estudios de mejoramiento debe contener los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1 OBJETIVO Y ALCANCES

CAPÍTULO 2 DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO INICIAL DEL CORREDOR Y SITIOS CRÍTICOS

CAPÍTULO 3 PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS

CAPÍTULO 4 TOPOGRAFÍA EN SITIOS CRÍTICOS

CAPÍTULO 5 RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE

CAPÍTULO 6 RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES

CAPÍTULO 7 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y/O ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN SITIOS CRÍTICOS

CAPÍTULO 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

3.5.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.5.1.1 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.

3.5.1.2 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.

3.5.2 CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO INICIAL DEL CORREDOR Y SITIOS CRÍTICOS

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 preliminares a lo largo del corredor 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 que se pueda establecer su mecanismo de falla, los factores detonantes y contribuyentes a la inestabilidad y a partir de éstos, definir un programa de actividades que conduzca a proponer alternativas para formular las medidas preventivas y correctivas adoptadas como solución.

3.5.3 CAPÍTULO 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.

3.5.4 CAPÍTULO 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 ó 1:500, definiendo en ellos puntos de control topográfico de seguimiento del fenómeno, debidamente referenciados con mojones de concreto. Igualmente, se deberá indicar todo tipo de corrientes de agua existentes en la zona y la posición de la corona, sus flancos, pata y los escarpes principales y secundarios.

3.5.5 CAPÍTULO 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 subsuperficiales 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.

3.5.6 CAPÍTULO 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 subsuperficiales con las cuales se tendrá la estabilidad deseada.

3.5.7 CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y 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.

3.5.8 CAPÍTULO 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.

3.5.9 ANEXOS DEL VOLUMEN

- 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 la obras recomendadas y cantidades de obra

3.6 VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO

El Informe Final sobre el estudio geotécnico para diseño de pavimentos, deberá contener los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

CAPITULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE

CAPITULO 4. TRABAJOS DE CAMPO

CAPITULO 5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.

CAPITULO 6. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES

CAPITULO 7. DISEÑO DE MEZCLAS

CAPITULO 8. ESTUDIO DE TRANSITO

CAPITULO 9. DISEÑO DE PAVIMENTOS

CAPITULO 10. SECCIONES TRANSVERSALES

CAPITULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

3.6.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.6.1.1 Objetivo

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

3.6.1.2 Alcances

- Identificar y caracterizar mediante técnicas de exploración y muestreo los materiales que conforman la subrasante en toda la longitud del proyecto.

- Determinar y caracterizar mediante ensayos de laboratorio las propiedades físicas y mecánicas más importantes de los suelos representativos de la subrasante y homogenizar mediante los resultados de CBR, sectores 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 o 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 durante la construcción.

- Diseñar una estructura que sea cómoda, funcional, segura, económica 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.
- 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, analizar, aceptar o complementar las obras de drenaje para proteger la estructura de pavimento y garantizar su vida útil.

3.6.2 CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

El Consultor debe generar al comienzo de los trabajos una metodología de diseño particular basada en este documento con algunos precisiones de

carácter técnico en el diseño tales como: métodos de diseño a emplear, parámetros de diseño, información de entrada, entregables, 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.

3.6.3 CAPÍTULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE

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

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 o con formato, información primaria para el diseño y ajustada a la realidad del proyecto.

3.6.4 CAPÍTULO 4. TRABAJOS DE CAMPO

Deberá contener una descripción de la organización de los trabajos de campo, así como sus características principales, tales como: tipo de exploración (manual o mecánica), su localización (indicando el abscisado y ubicación en plano) y su profundidad (que deberá ser como mínimo entre 1:50 m., y 2.00 m., por debajo del nivel de rasante existente o natural en el caso de ser terraplén o dependiendo del análisis que se realice del estado actual de la vía que se va a intervenir.

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, toma de muestras para ensayos, medición de IRI, resistencia al deslizamiento, auscultación para determinar la condición global del pavimento y la caracterización estructural mediante deflectometría.

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" y ubicación del nivel freático.

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.

La separación entre perforaciones y apiques, será controlada por el tipo y perfil de los suelos que se vayan encontrando, tomando además como referencia la información obtenida durante la ejecución de los trabajos de campo de los estudios anteriores. Por lo tanto, se deberá precisar su posición estableciendo un patrón de espaciamiento normalizado 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 estas.

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

Una vez se obtengan las muestras, el 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 y Módulos resilentes.

Basados en la información de geología del corredor y los resultados de las investigaciones de campo ensayo de CBR se sectorizará. El número de pruebas será el definido en las especificaciones generales de construcción de carreteras INV vigentes, o en su defecto definido por el consultor y aprobado por la interventoría teniendo en cuenta le tipo de proyecto.

Las pruebas de CBR deberán realizarse en condiciones de humedad natural y de saturación (después de 4 días de inmersión), con medición de expansión.

3.6.5 CAPÍTULO 5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

3.6.5.1 Resultados de ensayos de laboratorio

La investigación de laboratorio abarca todos los ensayos y clasificación necesarios para identificar adecuadamente las condiciones del subsuelo 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, de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

Los ensayos a realizar en los materiales granulares son los contemplados en el artículo 300 o su equivalente de las Especificaciones Técnicas del INVIAS vigente al momento de la ejecución de los estudios.

Para las mezclas asfálticas y sus agregados se deberán realizar los ensayos contemplados en el artículo 400 o su equivalente de las Especificaciones Técnicas del INVIAS vigentes.

Adicionalmente se debe realizar el ensayo de sección delgada a los materiales granulares que componen la mezcla asfáltica.

3.6.5.2 Perfiles estratigráficos

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

La tramificacíon debe obedecer a un coeficiente de variación menor a 0.4 con respecto al parámetro escogido para sectorizar.

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 sobretamaños, materia orgánica, color, resistencias en situ, entre otros. Se debe mencionar la presencia o no del nivel freático.

Además 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 georeferenciada con coordenadas y abscisado en lo posible.

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

3.6.6 CAPÍTULO 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 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 al PAGA, contenidos en los presentes términos de referencia.

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

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

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

producción. Igualmente, se incluirá un diagrama claro con el plan de utilización recomendado.

Se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio 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 estudios y diseños, según el uso que se pretenda dar a los materiales de las diferentes fuentes. Si la calidad, cantidad, disponibilidad o costo de los materiales de las fuentes disponibles no permite la construcción de subbases y bases convencionales, se deberán estudiar alternativas de estabilización de los materiales disponibles, 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.

3.6.6.1 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, en concordancia con los requerimientos del PAGA.

3.6.6.2 Ensayos de laboratorio y de campo

Se presentarán los resultados de todos los ensayos de laboratorio e insitu (por ejemplo PDC) llevados a cabo, indicando los usos, 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 Attemberg, 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 el artículo 300 y 400 de las

Especificaciones generales de construcción de carreteras INV vigentes al momento de los estudios.

3.6.6.3 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.

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

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

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

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.

3.6.8 CAPÍTULO 8. ESTUDIO DE TRÁNSITO

Tomando la información del volumen de estudio de transito (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.

3.6.9 CAPÍTULO 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, el (método racional) este se utilizara como método de verificación utilizando software recomendados en la Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, además 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 mejor alternativa que sea técnica, económica, y funcional para el proyecto. Para tal fin, se tendrá en cuenta la información geotécnica y el análisis de tránsito (número de repeticiones esperadas). 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 y de comportamiento respecto de las anteriores.

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, geosintéticos, escorias, cenizas, otros estabilizantes diferentes al cemento Pórtland y la emulsión asfáltica, pavimentos de hormigón reforzado con juntas. 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.

3.6.10 CAPÍTULO 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.

3.6.11 CAPÍTULO 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.

3.6.12 ANEXOS DEL VOLUMEN

- 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.
- Plano de secciones típicas – secciones transversales.
- Memorias de cálculo
- Fotografías.
- Planos tipológicos estructurales con formato para sectorización

3.7 VOLUMEN VII. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN

El informe final sobre el estudio de hidrología, hidráulica y socavación a nivel de Mejoramiento deberá considerar los siguientes componentes:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

CAPÍTULO 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS

CAPÍTULO 4. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN

CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.7.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.7.1.1 Objetivo

El Consultor efectuará los estudios hidrológicos e hidráulicos, incluyendo los de socavación, con el objeto de dimensionar las obras de drenaje mayores y

menores (puentes, pontones, alcantarillas, cunetas), así como las de subdrenaje (filtros, trincheras drenantes, drenes horizontales) necesarias para el proyecto.

Consignará en forma concisa y sucinta la determinación cualitativa y cuantitativamente la cantidad de agua superficial y sub-superficial del área de influencia directa e indirecta del proyecto.

El Consultor deberá incluir en el documento las condiciones especiales del subsuelo y aguas subterráneas.

3.7.1.2 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 limitarse 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.

Se deberá determinar la localización de las obras de drenaje mayores (el abscisado y los niveles de las obras deberán estar referenciados con el abscisado 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, con las cuales se brinde seguridad y comodidad a los conductores

Establecer las obras de drenaje especiales en zonas inestables, en las zonas de depósito de materiales sobrantes de excavación, en las fuentes de materiales y zonas de campamentos a utilizar, y en todos aquellos sitios que el proyecto lo requiera para proteger el corredor vial.

3.7.1.3 Definiciones

El consultor incluirá las definiciones de los términos particulares de hidráulica e hidrología, socavación e hidrogeología que utilice en los estudios.

3.7.2 CAPÍTULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

3.7.2.1 Recopilación y análisis de información existente

El consultor presentará una investigación en relación con la información existente, recopilando todo lo referente a estudios previos que aporten un conocimiento del clima, suelos, vegetación, comportamiento de obras existentes y próximas que se estén proyectando en este corredor, incluido lo consignado en el PAGA del proyecto, en estudios de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR´s) y en el POT de la zona de influencia de las obras.

Para la recolección de información de transporte y/o obras fluviales, cuando aplique, deben consultarse además del INVIAS otras entidades como MINTRANSPORTE, SECRETARIAS DE OBRAS Y/O INFRAESTRUCTURA, DIMAR, CIOH, CCCP, CAR´s, que puedan aportar información estadística al proyecto.

3.7.2.2 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, 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** 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.

3.7.2.3 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 deberá utilizar aerofotografías, imágenes satelitales, Cartografía

Aérea Digital y/o Lidar Digital y recorridos por las cuencas y microcuencas con el fin de verificar la veracidad de la cartografía existente.

3.7.2.4 Análisis de lluvias

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 el Consultor deberá realizar análisis estadístico de datos hidrológicos y utilizar las distribuciones de probabilidad que más se ajusten a la información obtenida, entre otros 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 subcuenca con base en el tiempo de concentración para periodos de retorno de 2, 5,10,25, 50 y 100 años. La determinación de los periodos 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.

3.7.2.5 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 y/o limnigráfica ubicada sobre el mismo cauce y/o cuenca. El Consultor podrá 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 para cada fuente 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 Hidrogama 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.

3.7.2.6 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 criterio del ingeniero, el Consultor deberá justificar la metodología utilizada estableciendo sus ventajas.

3.7.2.7 Aplicación de las teorías y métodos de predicción

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

3.7.3 CAPÍTULO 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.

3.7.3.1 Análisis hidráulico y de socavación

En la selección del área hidráulica deben tenerse en cuenta el nivel de aguas máximas, el paso de materiales de arrastre y la socavación. Igualmente se deberán determinar niveles de aguas y velocidades.

Se debe determinar el efecto de las inundaciones sobre la infraestructura y propiedades adyacentes.

Se debe proveer estructuras de alivio y de protección cuando se interfiera el flujo durante las inundaciones o cuando se reduzca la capacidad hidráulica por efecto de la estructura del puente y sus obras complementarias.

Se determinarán los efectos de los cambios en la geomorfología natural de las corrientes, como resultado de las estructuras propuestas, tanto de los puentes como de las obras complementarias.

3.7.3.2 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 subcuencas 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.

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 el Consultor deberá utilizar aerofotografías, imágenes de satélite, estudios previos y demás información que le permita realizar un análisis multitemporal del comportamiento de los cauces.

3.7.3.3 Obras menores

Se determinará el tipo de funcionamiento hidráulico en los aspectos de control de entrada y salida. Su 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 de cada sitio particular 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).

Para su diseño el Consultor podrá utilizar como documento guía el **Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS,** 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.

3.7.3.4 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 cada sitio donde el corredor vial lo requiera, ya sea sobre los taludes aferentes a la vía y/o en la calzada. Así como en las zonas de disposición de sobrantes de excavación, zonas proyectadas para campamentos, fuentes de materiales, zonas de acopio.

El Especialista Hidráulico del Consultor deberá trabajar este capítulo con el Hidrogeólogo, Geólogo y Geotecnista

Entre otros el Consultor deberá dimensionar y diseñar drenes horizontales – transversales – longitudinales, capas drenantes de pavimentos, pozos verticales de alivio, drenajes y/o filtros de muros de contención, galerías y trincheras drenantes.

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 y la AASHTO.

3.7.3.5 Drenaje de la corona

El Consultor en este aparte deberá garantizar la evacuación rápida y eficiente del agua que cae sobre ella, con el fin de brindar seguridad y comodidad a los conductores.

Entre otros, el Consultor a través de sus especialistas en Diseño Geométrico – Diseño de Pavimentos – Hidráulica, deberá evaluar el diseño geométrico que reduzca las trayectorias de agua que fluyen sobre la calzada para impedir que las películas de agua presenten un espesor que cause inconvenientes. De la misma manera el especialista en Pavimentos deberá evaluar la utilización de la textura superficial de pavimento, ya sea rígido o flexible, que mejore la visibilidad y evite el hidroplaneo. El Especialista Hidráulico deberá calcular y diseñar las estructuras de drenaje (cunetas, canales, drenes y/o filtros transversales) que garanticen la evacuación y manejo eficiente del agua proveniente de la corona.

El Consultor podrá utilizar para el cálculo las metodologías propuestas en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o su equivalente vigente a la fecha de los estudios, o en su defecto las que considere más apropiadas para el tipo de proyecto específico y justificarlas.

3.7.3.6 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, Puentes, el cual deberá ser adecuado a las necesidades del proyecto considerando su magnitud y complejidad.

Entre otros el Consultor evaluará y justificará su localización, cuantificará los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno, realizará los levantamientos topográficos y batimétricos, analizará la dinámica del río y la presentará a escala 1:10.000 o menor, realizará 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, modelará las crecientes mediante la utilización de software tipo HEC-RAS o similar para determinar los niveles mínimos y máximos de inundación, evaluará el impacto aguas arriba y abajo generado por el puente, calculará el gálibo, analizará las distribuciones del flujo y velocidad cuantificando la socavación potencial y definiendo el nivel de cimentación de la infraestructura.

Para su diseño el Consultor podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA como son el HDS 1 – Hydraulics 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.

3.7.4 CAPÍTULO 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:

a) Socavación general del cauce producida durante el flujo de una avenida por aumento de la capacidad de transporte del río.

b) Socavación transversal bajo el puente por aumento de la velocidad originada por la disminución de la sección transversal.

c) Socavación en las zonas externas de las curvas causadas por los flujos secundarios que arrastran material del fondo hacia el interior de la curva.

d) Socavación local al pie de pilas y estribos por generación de vértices a causa del desvío de las líneas de corriente.

e) 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.

3.7.4.1 Análisis de información de campo

Se presentará el análisis detallado del sitio, cruce y ponteadero 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 (si aplica), 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.

3.7.4.2 Aplicación de las teorías de socavación

El consultor presentará las fórmulas más adecuadas a la morfología de la zona que permitan conocer la profundidad de socavación, a todo lo ancho del lecho, en la zona definida de influencia , 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.

3.7.5 CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO

El Consultor deberá presentar un resumen sucinto de todos los resultados encontrados a través del estudio, principalmente 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.

El consultor estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, especificando 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.

3.7.6 CAPÍTULO 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 la construcción, y durante la etapa de operación.

3.8 VOLUMEN VIII. ESTUDIO Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS

El Informe Final de los estudios y diseños de estructuras a nivel de Mejoramiento, deberá considerar los siguientes capítulos

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPITULO 2. GENERALIDADES

CAPITULO 3 NORMAS APLICABLES

CAPITULO 4. CARGA VIVA Y VIDA ÚTIL

CAPITULO 5. CONSIDERACIONES MÍNIMAS DE DISEÑO

CAPITULO 6. PROYECTO ESTRUCTURAL

CAPITULO 7. FASES DEL PROYECTO

CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

3.8.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.8.1.1 Objetivo

Tomar los parámetros establecidos en los estudios complementarios aplicables requeridos y realizar un análisis de alternativas a nivel de Mejoramiento para de allí concluir en la selección y ejecución del proyecto estructural definitivo real y ejecutable.

3.8.1.2 Alcance

Realizar los diseños estructurales definitivos de las obras, se procederá, con el diseño estructural definitivo de las obras que así lo requieran, en lo referente a puentes, pontones, muros de contención, box-culverts y otros tipos de alcantarillas, cuyo diseño sea necesario para el mejoramiento de la vía.

3.8.2 CAPÍTULO 2. GENERALIDADES

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, urbanismo, 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.

Realizar los diseños estructurales definitivos de las obras, se procederá, con el diseño estructural definitivo de las obras que así lo requieran, en lo referente a puentes, pontones, muros de contención, box-culverts y otros tipos de alcantarillas que atraviesen el eje definitivo del proyecto.

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 y de urbanismo 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, Manual de Drenaje para carreteras 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. 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 relacionados a continuación: Estudio de Trazado y Diseño Geométrico; Estudio Predial y Catastral; Estudio de Geología para Ingeniería y Geotecnia; Estudio de Suelos para Diseño de Fundaciones; Estudio de Estabilidad y Estabilización de Taludes; Estudio Geotecnia y Diseño del Pavimento; Estudio Hidrología, Hidráulica y Socavación; PAGA; Estudio de Urbanismo y Paisajismo; Estudio de Seguridad y Señalización; Estudio de Cantidades de Obra y Presupuesto; Estudio de Evaluación Económica; Informe Final Ejecutivo.

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.

3.8.3 CAPÍTULO 3. 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:

3.8.3.1 Normas Principales

- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, adoptado mediante Resolución No. 8068, del 19 de diciembre de 1996 y actualizadas con Resolución No. 2662 del 27 de julio de 2002, emanadas del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS.

- El Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes (CCDSP), adoptado mediante Resolución No. 0003600, del 20 de junio de 1996, 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 del CÓDIGO COLOMBIANO DE DISEÑO SÍSMICO DE PUENTES y en ausencia de regulación para el caso de puentes especiales; se debe seguir lo especificado en normas técnicas de la AASHTO y en su defecto la previamente aprobada por la entidad.

3.8.3.2 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. Versión 17 de 2005, para todos los casos que no se contemplen en el código colombiano de diseño sísmico de Puentes, 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

3.8.3.3 Otras normas

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 y el INVIAS (coordinador del proyecto).

3.8.4 CAPÍTULO 4. CARGA VIVA Y VIDA ÚTIL

La carga viva a utilizar será el camión C40-95 o su franja de carga correspondiente, o la que indique el código vigente en el momento de ejecución de los trabajos.

En el caso de puentes mayores donde no sea aplicable la metodología de diseño establecida por el CCDSP, se procederá a la homologación de la carga viva mediante proceso de calibración estadística.

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 CCDSP vigente.

Los puentes 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 y estética.

Se deberá tener especial cuidado en el uso de metodología de diseño LRFD; por cuanto uno de sus fundamentos es el uso de factores de carga determinadas estadísticamente y estos no han sido adelantados para nuestro país para la carga viva vigente.

3.8.5 CAPÍTULO 5. CONSIDERACIONES MÍNIMAS DE DISEÑO

- Se deben considerar requisitos mínimos sobre luces libres, protección ambiental, estética, estudios geológicos, economía, transitabilidad, durabilidad, facilidad de construcción, facilidad de inspección y mantenimiento.

- 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.

3.8.5.1 Disposición del predio del puente

La ubicación y alineación del puente se deberán seleccionar de manera que satisfagan los requisitos de tráfico tanto sobre el puente como debajo del mismo. 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.

3.8.5.2 Facilidad de construcción.

Los puentes se deberían diseñar de manera tal que su fabricación y erección se puedan 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.

Si la complejidad del puente es tal que no sería razonable esperar que un contratista experimentado pronostique y estime un método constructivo adecuado al preparar la oferta económica para la licitación del proyecto, la documentación técnica debe indicar al menos un método constructivo factible.

Si el diseño requiere algún incremento de resistencia y/o arriostramiento 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 del puente.

3.8.5.3 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 para el puente. También se deben considerar factores regionales tales como las restricciones relacionadas con la disponibilidad de materiales, fabricación, ubicación, transporte y erección.

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

3.8.5.4 Seguridad del tráfico

Se debe considerar el tránsito seguro de los vehículos sobre o debajo del puente. Se deben minimizar los riesgos para los vehículos que se descarrilan dentro de la zona libre, colocando los obstáculos a una distancia segura de los carriles de circulación.

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.

3.8.6 CAPÍTULO 6. PROYECTO ESTRUCTURAL

En el proyecto estructural se realiza el diseño definitivo de la estructura del puente y 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 de los elementos del puente y que deben ser entregados por el Consultor están:

- 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.

3.8.7 CAPÍTULO 7. FASES DEL PROYECTO

El Consultor aplicará las normas del Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes vigente; El proyecto estructural abarcara las siguientes fases:

3.8.7.1 Estudio de alternativas

Comprende la implantación, definición arquitectónica general, dimensionamiento estructural hasta determinación aproximada de cuantías y evaluación económica, técnica, ambiental de cada una de las alternativas propuestas.

Se debe ejecutar la selección, y aprobación de la alternativa por parte del INVIAS, la interventoría y el consultor.

Según los riesgos involucrados, se deberá cuidar de elegir ubicaciones favorables para los puentes, es decir, ubicaciones que:

- Se ajusten a las condiciones creadas por el obstáculo a cruzar;

- Faciliten un diseño, construcción, operación, inspección y mantenimiento práctico y efectivo desde el punto de vista de los costos;

- Satisfagan los niveles de servicio y seguridad de tráfico deseados; y

- Minimicen los impactos adversos de la carretera.

Para la alternativa de ponteadero seleccionada, se deberán evaluar al menos tres alternativas estructurales que incluyan además del sistema estructural, tipo de material (acero o concreto).

Incluirán la evaluación detallada de ventajas y desventajas de cada alternativa seleccionada, así como la memoria detallada de cantidades de obra preliminares según se define para la evaluación económica de cada alternativa.

3.8.7.2 Diseño estructural inicial para la estructura en condiciones de servicio

Involucra las siguientes actividades

Análisis de la estructura

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

Dentro de la etapa de diseño, el Consultor ha de presentar a la Interventoría el programa de cálculo que empleará, para su respectivo aval. Un programa es apenas una herramienta, y el usuario es responsable por los resultados generados. En consecuencia, todos los datos obtenidos mediante un software se deberían verificar en la medida de lo posible.

Los programas se deberían verificar contra los resultados de:

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

Diseño de los elementos estructurales

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

Diseño de la Cimentación

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

Edición de memorias de cálculo

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

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

Planos estructurales

Comprenden lo siguiente:

- Planos de plantas para las formaletas.
- Planos de planta estructurales.
- Planos de despiece de refuerzo para todos los elementos estructurales.
- Planos de detalles.
- Cuadro de acero de refuerzos (despieces y resumen) y concretos (volumen por tipo de concreto y resumen).

Las especificaciones y normas técnicas

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

Montaje

Verificación de diseño bajo las condiciones propuestas de montaje. Verificación de los esfuerzos y deflexiones esperadas en cada etapa de construcción, carga, descarga, eliminación o implementación de apoyos temporales. Se deberán especificar los criterios de control (bien sea por medición directa de esfuerzos o deformaciones)

Diseño de la prueba de carga estática

El Consultor establecerá el procedimiento para que al finalizar la etapa de construcción, a todos los puentes se les efectúe una prueba de carga para recibo final de las obras, el cual deberá ser presentado en planos y especificaciones. Es procedimiento deberá especificar claramente los criterios de aceptación y rechazo. Se deberá tener en cuenta el no inducir estados de esfuerzos que produzcan figuración en los elementos. Hasta tanto no se defina una especificación final, la prueba de carga se controlara mediante criterios de recuperación de mínimo el 97% de la deformación esperada y se realizara para un nivel de carga de mínimo el 75% la carga de diseño.

3.8.8 CAPÍTULO 8. 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.

3.9 VOLUMEN IX. URBANISMO Y PAISAJISMO

El informe final del estudio de Urbanismo y Paisajismo – Nivel de Mejoramiento -deberá considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPITULO 2. INFORMACIÓN BÁSICA

CAPITULO 3. ANÁLISIS POR GENERAR

CAPITULO 4. OBJETIVOS Y ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

CAPITULO 5. DISEÑO DE LAS SOLUCIONES POR IMPLEMENTAR

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.9.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.9.1.1 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.

3.9.1.2 Alcances

- 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.

3.9.2 CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN BÁSICA

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

3.9.2.1 Información secundaria

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.

3.9.2.2 Información primaria

Se obtendrá mediante trabajo de campo la información primaria 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-.

3.9.3 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.

3.9.4 CAPÍTULO 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.

3.9.4.1 Objetivos

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

3.9.4.2 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.

3.9.4.3 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 dic tan otras disposiciones".

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

3.9.5 CAPÍTULO 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 5° 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 trânsito 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 mejoramiento. 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.

3.9.6 CAPÍTULO 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.

3.10 VOLUMEN X. GESTIÓN PREDIAL

El Informe Final de Gestión predial para Mejoramiento, debe considerar como mínimo los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPITULO 2. GENERALIDADES

CAPITULO 3. PLANO GENERAL DE AFECTACIÓN PREDIAL

CAPITULO 4. INVESTIGACIÓN TÉCNICA Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

CAPITULO 5. INVESTIGACIÓN CATASTRAL

CAPITULO 6. ELABORACIÓN DE PLANOS Y FICHAS PREDIALES

CAPITULO 7. RECURSOS E INSUMOS REQUERIDOS

CAPITULO 8. PRODUCTOS ENTREGABLES

CAPITULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.10.1 CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.10.1.1 Objetivo

El estudio de afectación predial permite determinar, a través de una investigación técnica 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 posteriores de avalúo, negociación, adquisición y recuperación de predios. Para éste caso serán aquellos predios que se vean afectados por una ampliación de la vía o cambio de alineamiento en algunos sectores.

3.10.1.2 Alcances

- Desarrollar la investigación técnica y levantamiento topográfico predio por predio para calcular las áreas afectadas en terreno por el proyecto de infraestructura vial.

- Adquirir a través de las Oficinas de Registro de Instrumentos Públicos, Departamentos de Catastro, IGAC, Archivo General de la Nación, despachos judiciales, notarias y demás entidades, la información catastral y de titularidad de los predios a afectar.

- 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 al INVIAS un inventario organizado de la información técnica y jurídica de cada predio afectado por el proyecto de infraestructura vial como insumo para las etapas posteriores de adquisición predial.

3.10.2 CAPÍTULO 2. GENERALIDADES

Marco jurídico

La Subdirección del Medio Ambiente y Gestión Social, conforme a lo previsto en el Decreto 2056 de 2003, es la competente para adelantar el proceso de adquisición de predios requeridos para ejecutar las obras de infraestructura vial a su cargo, teniendo en cuenta las disposiciones que para tal fin señala la Ley 9ª de 1989, Ley 388 de 1997, y demás normas vigentes. El Instituto Nacional de Vías, al igual que todas la Entidades Públicas, se rige por la legislación existente para la adquisición de predios, Decreto 1420/98 Ley 56/81 - Decreto 222/83 Ley 8093, Decreto 855/94 requisitos IGAT Ley 160/94, Ley 99/93 Decreto 2150/95 Ley 388/97 Decreto 151/98 Decreto 450/98 Decreto 1599/98, Ley 456/99 Ley 550/99 reformada Decreto 422/200 Decreto 466/200 circulación externa 45 Contaduría General de la Nación.

Como parte del marco jurídico que orienta la gestión predial se encuentra la Ley de Reforma Urbana o Ley 9ª de 1989, la cual en su capítulo III señala el procedimiento para la adquisición de predios por enajenación voluntaria y por expropiación. Previo al inicio de cualquier proceso de adquisición, la Entidad debe contar con las herramientas básicas para su realización, y como primera medida se requiere elaborar la ficha predial, la cual es un documento de carácter técnico.

3.10.3 CAPÍTULO 3. 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 y peatonal requerido por el proyecto.

A través del plano se determinará el área de cada una de las zonas de terreno requeridas, con respecto al diseño geométrico de la vía, representando los predios afectados incluyendo linderos y numeración general de los mismos.

El Consultor deberá tener en cuenta en su elaboración, el sistema de información geográfica SIG, además todas las consideraciones técnicas para

la elaboración de planos de acuerdo a la normatividad exigida por el Instituto. El consultor deberá basarse en los diseños, alcances y las prioridades definidas en el proyecto y establecidos por el INVIAS.

3.10.4 CAPÍTULO 4. INVESTIGACIÓN TÉCNICA Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El objetivo de este levantamiento es determinar con detalle las áreas afectadas por el trazado de la vía en proyecto, y las características y estado de la construcción en el interior del predio, tipo de material de construcción, uso del predio, área total y detalle de las áreas construidas y libres.

Se requiere el levantamiento topográfico previo en donde se detallen la línea de paramento o lindero del predio, bordes de vía, sardineles, líneas de alta tensión, postes, información vial, cercas, canales, árboles, y el nuevo diseño de la vía, con sus áreas de reservas viales peatonales para proceder a hacer el levantamiento interno de los predios afectados por el trazado.

Previo al inicio de este trabajo de campo, el Consultor deberá desarrollar, con los profesionales que estimen conveniente, principalmente las personas que estarán a cargo del desarrollo del trabajo de campo, una reunión de carácter obligatorio en la cual se hará una inducción del objeto contractual y su metodología.

En campo, el consultor deberá informar a las autoridades municipales sobre los alcances de su trabajo respecto del proyecto e igualmente generará las estrategias pertinentes para informar a la comunidad sobre el desarrollo de las visitas (fecha y hora aproximada) con el fin de asegurar la presencia de propietarios y generar el menor impacto posible.

3.10.4.1 Levantamiento topográfico

Se realizarán visitas en cada predio (previa programación y coordinación del especialista y equipo predial), con los propietarios o poseedores. En esta visita el consultor debe brindar información clara y veraz sobre el proyecto, objetivo del levantamiento y elaboración de fichas y planos prediales, contenido de las mismas, la identificación del equipo de trabajo y solicitará la colaboración y apoyo para el acceso al predio, las mediciones y tomas fotográficas que serán pertinentes; en todo caso, la información que suministre el equipo predial será exclusivamente sobre el alcance de su trabajo.

El Consultor a través del equipo predial efectuará la localización técnica de cada franja requerida teniendo en cuenta los puntos de referencia (PR) Inicial y Final, entre los cuales se encuentre ubicado el predio requerido, y estos hacen referencia a los puntos del predio más cercanos al eje de la calzada

proyectada. Además, se debe indicar con una I: izquierda, D: derecha, la ubicación del predio en el sentido de origen del proyecto.

Las medidas se darán en número entero y dos decimales. Para predios rurales y suelos de protección en hectáreas (Has.) y metros cuadrados (m^2); para áreas urbanas, suburbanas, o de expansión urbana en metros cuadrados (m^2).

Para el levantamiento de áreas afectadas se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- El área total es referente a la extensión total del predio completo según documentos legales.

- El área requerida es aquella afectada por la construcción o ampliación de la vía o por los cortes u obras necesarias para la ejecución del proyecto y que se encuentren por fuera del derecho de vía.

- El área sobrante susceptible de FTU (áreas que por la forma, el tamaño o el uso), que no puedan ser desarrolladas por el propietario, deberán ser levantadas en su totalidad, y se incluirán en el plano predial. Previo a la determinación de estas áreas, para su aprobación deberá contarse con la aprobación del Interventor del proyecto.

- Las construcciones deben determinarse como áreas cubiertas en metros cuadrados y estarán clasificadas así: vivienda (casas), comercio (locales), institucionales (escuelas), o industria (bodegas). Las construcciones afectadas parcial o totalmente se deben levantar en su totalidad, especificando materiales, acabados, uso de las mismas, características especiales (tipo de cimentación, cubiertas), y deben estar registradas iniciando el cuadro de la descripción de construcciones requeridas en la ficha predial.

- El área construida es aquella afectada total o parcialmente por el proyecto, hace referencia al área total cubierta y únicamente a viviendas (casas), comercio (oficinas, locales), institucionales (escuelas), o industria (bodegas).

- Dentro de la descripción del área construida se debe especificar las características constructivas como son paredes, pisos, acabados, cubierta, cimentación, ventanería, esta especificación se refiere al área cubierta, de existir corredor cubierto pero abierto, patios cubiertos, terrazas, anexos a la construcción se deben tomar a parte como otro ítem con su descripción respectiva.

- Las enramadas, cobertizos, corredores cubiertos y similares no se consideran como construcciones sino como mejoras. Se incluirán las

cercas, instalaciones varias, redes de servicios, acometidas, parqueaderos, zonas duras. Cualquier tipo de mejora que está dentro del área requerida.

- Las mejoras se considerarán así: Corrales (metros lineales y número de varas con su altura), estanques o lagos (metros cúbicos o metros cuadrados, dependiendo del tamaño), tanques para almacenamiento de agua (metros cúbicos), pozos profundos (metros lineales), portales de entrada (unidades), vías privadas de acceso describiendo el tipo de rodadura o superficie (ancho y metros lineales), cercas de piedra superpuestas o fijas con concreto (ancho, alto, metros lineales), muros de cerramiento en piedra o ladrillo o malla eslabonada (metros lineales, altura), vallados (ancho, metros lineales), sistemas de riego con sus especificaciones técnicas (metros lineales). Las cercas en alambre de púas se considerarán, solamente en los casos en que se adquiera la totalidad del predio. Se debe tener en cuenta que el constructor solamente repondrá la cerca que delimitará el nuevo derecho de vía.

- Se considerarán: pozos sépticos, mejoras piscícolas, jagüeyes, cocheras o marraneras, establos, silos, beneficiaderos, trapiches, hornos y / o cualquier tipo de construcción que se encuentre dentro del corredor vial afectado con las características y medidas del caso.

- En el caso de afectación de infraestructura industrial o comercial que esté conformada por un sistema modular de construcción y que sea viable de modificar eliminando alguno de los módulos sin afectar el funcionamiento, se hace la descripción y medición sobre este módulo, y además se debe relacionar como están integrados los módulos.

- Se medirán y cuantificarán las áreas ocupadas por cultivos permanentes, semi-permanentes, y plantaciones, indicando tipo, densidad, la unidad de medida o cantidad, dependiendo de la especie y su edad.

- Se levantarán fichas y planos prediales para las áreas destinadas como depósito de materiales sobrantes de la obra (Botaderos) autorizados en la Licencia Ambiental del proyecto vial, para lo cual se deberá realizar la consulta correspondiente.

- Se recolectará con los propietarios la información jurídica básica y catastral de cada predio, conforme a los ítems señalados en el formato de ficha predial suministrado por el INVIAS.

3.10.4.2 Situaciones particulares

- Para el caso de los minifundios (menos de una hectárea) se levantará el área total del predio. Cuando por razones del proyecto queden pequeñas

áreas no afectadas y fragmentadas de la totalidad del predio, se levantará la información topográfica de dichas áreas.

- Si el trazado de la vía afecta un predio en diferentes tramos, se levantará una sola ficha predial, incluyendo la totalidad de la zona requerida.

- Si el predio es extenso longitudinalmente y las áreas afectadas quedan entre sí distanciadas, se hará un plano predial por cada área afectada con sus respectivas consideraciones. Para cada área afectada deben incluirse los linderos, distancias y áreas, relacionando los respectivos puntos de inflexión de acuerdo a las coordenadas planas referidas al diseño geométrico de la vía y a la referencia general del proyecto. Se debe incluir un plano que contenga la afectación total respecto al Proyecto.

- Para aquellos predios que se encuentren fuera del corredor vial proyectado y en los que el diseño considere taludes de corte iguales o superiores a 5 m. y que posean infraestructura ubicada a una distancia menor o igual a 20 m., del borde del talud, se deberá informar inmediatamente a la Subdirección de Medio Ambiente y Gestión Social, para definir el manejo que se debe dar.

- Cuando en un mismo predio, el terreno pertenece a un propietario y las construcciones, mejoras y cultivos a otro diferente, se elaborará una ficha predial por cada propietario y por dueño de mejora.

- Cuando se presenten dos o más cultivos en la zona afectada de un predio, se deben discriminar las diferentes áreas para cada uno de los cultivos. En el caso que se encuentren cultivos y formen parte de la zona de influencia de la vivienda rural, y estos no sean afectados, pero la vivienda sea requerida, deberán aparecer medidos en la ficha predial, ya que se considera que estos cultivos forman parte de la huerta casera que genera sustento a la familia: cultivos de pan coger. También se consideran dentro de esta clasificación: frutales (unidades), cultivos de pan coger (unidades o metros cuadrados).

- En los casos donde las construcciones o mejoras se encuentren total o parcialmente sobre el derecho de vía, en esta área se registrarán solamente las construcciones, viviendas, mejoras y/o cultivos existentes, sin incluir el terreno.

- Para el caso de predios sometidos al régimen de propiedad horizontal se generará una ficha predial general del edificio y una por cada unidad predial a afectar con información de área privada de la unidad predial y de las áreas comunes de acuerdo con el reglamento de propiedad horizontal.

- En caso de presentarse inconsistencias entre los documentos del predio y el área requerida, se deberá informar a INVIAS, para determinar la solución.

3.10.4.3 Registro fotográfico

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 de todas las mejoras existentes dentro de la zona requerida, d) para los cultivos se tomará un registro que permita apreciar la condición de los mismos. Los registros fotográficos deben contener la fecha de toma y una descripción. Las tomas fotográficas se requieren en formato JPG.

3.10.5 CAPÍTULO 5. INVESTIGACIÓN CATASTRAL

En las Seccionales de Catastro del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en las oficinas de catastro de la jurisdicción respectiva o a través de las diferentes instituciones de orden local y nacional tales como: Alcaldías municipales, oficinas de planeación municipal, oficinas de notariado y registro, notarias, despachos judiciales, el Consultor debe revisar la información jurídica de los predios y validar y/o complementar la documentación legal que haya sido suministrada por los propietarios.

El consultor debe solicitar copia de las planchas catastrales para superponer con los planos de predios que se afectan con el proyecto, indagar el estado de actualización de la información catastral y de registro para aquellos predios afectados. Consultar y analizar los registros 1 y 2 para establecer la afectación real de los predios, así como posibles cambios que pudieran presentarse por la dinámica de la zona (englobes y desenglobes). Determinar el tipo de tenencia del predio según documentos legales.

Para los predios adjudicados por el INCORA, se debe obtener la resolución de adjudicación.

Los documentos mínimos a recolectar son los siguientes:

- Certificado de nomenclatura catastral

- Copia de plancha catastral donde se encuentran ubicados los predios a afectar

- Copia de escritura o títulos que permitan identificar el titular actual del predio (folio de matrícula y escritura pública de la última transferencia de dominio). SI se trata de mejora, el documento legal expedido por autoridad competente, que permita determinar la titularidad de la mejora.

- Copia de cedula de ciudadanía o Certificado de existencia y representación legal del titular de dominio (según corresponda a persona natural o jurídica)
- Certificado de tradición y libertad
- Copia de impuesto predial
- Copia de plancha catastral donde se encuentran ubicados los predios a afectar

3.10.6 CAPÍTULO 6. ELABORACIÓN DE PLANOS Y FICHAS PREDIALES

La elaboración de planos y fichas prediales es la primera etapa del proceso de adquisición de predios que tiene como objetivo encontrar la correspondencia que existe entre la investigación técnica y levantamiento de planimetría en campo y la información jurídica y catastral de cada inmueble. De ahí la importancia que tiene realizar un buen trabajo, para que las etapas de Avalúos y Gestión de Compra se desarrollen sin inconvenientes.

Lo anterior implica que deben estudiarse los documentos jurídicos básicos de cada predio para que el objeto levantado topográficamente sea correspondiente, o en caso distinto emitir un concepto técnico sobre las inconsistencias encontradas.

En los casos donde los linderos y área calculada difieran de los obtenidos de títulos, se debe consultar al Interventor del contrato para definir los procedimientos a seguir y en todo caso acompañar de una nota aclaratoria y/o sustentar con una certificación de cabida y linderos expedida por la autoridad catastral competente.

3.10.6.1 Planos prediales

El plano predial es el espacio destinado para plasmar las características técnicas del inmueble objeto de una afectación predial, y la relación directa que genera el diseño propuesto con dicha afectación.

El objetivo de plano, es poder calcular con detalle las áreas requeridas por el trazado de la vía o proyecto, y las características y estado de todo lo contenido en dicha zona de tal manera que en la etapa de los avalúos los peritos avaluadores tengan la información necesaria para hacer una valoración real de cada uno de los elementos que conforman el bien inmueble.

En el plano se relacionan gráficamente características tales como el lindero del predio y la geometría de los lotes adyacentes, los cuerpos de agua, las

zonas verdes, árboles, arbustos, construcciones, características topográficas como puntos de referencia, mojones, postes, vértices topográficos, y sobresale la marca de la zona afectada o zona a adquirir que debe estar achurada con el fin de indicar dicha zona.

En el espacio del dibujo también se relacionan características técnicas indispensables como la grilla, la cual debe marcar las coordenadas respectivas, un cuadro de coordenadas que indique los puntos que se colocan en los linderos y las distancias entre cada punto, y dichos puntos deben ser marcados con números y el predio debe ser marcado consecutivamente y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj con el fin de tener un mejor entendimiento del plano.

A continuación se detalla la elaboración de los planos prediales:

- Se entregará este producto en escalas 1:200, 1:500, 1:1000, de acuerdo con el formato suministrado por el INVIAS, y teniendo en cuenta el área con la que el predio cuente, diligenciando el cuadro de información requerida para cada predio, previamente confrontado con los documentos jurídicos básicos y con el Número de Ficha Predial.

- El plano del predio debe aparecer en una posición central con respecto al formato y debe contener dos juegos de coordenadas como mínimo en esquinas opuestas de tal forma que faciliten una digitalización y calibración de tableta en caso de ser necesario. La norte debe estar orientada siempre hacia arriba a la izquierda y la nomenclatura domiciliaria de este y de los predios colindantes debe aparecer perpendicular a la línea de manzana y el texto centrado sobre esta línea, en la manzana catastral, el área afectada debe aparecer achurada.

- Los datos que incluye la ficha y el plano referentes a la información predial se obtienen del Certificado Catastral del predio, de la Escritura Pública y/o del Certificado de Tradición y Libertad, y deben ser actualizados.

- El cuadro de coordenadas se diligencia en el espacio asignado para tal fin en el formato del plano predial.

- Además llevará un cuadro con los datos de longitudes de los linderos y área afectadas.

- Se indicará el norte geográfico claramente, dibujándolo en cada uno de los planos.

- Se dibujarán los accidentes geográficos como ríos, quebradas, vías, caminos veredales, servidumbres o referencias, en los layers determinados para tal fin en el archivo digital del dibujo, de acuerdo con

las especificaciones técnicas y el formato que será entregado por INVIAS al Consultor, con el fin de facilitar la ubicación del predio y especificar claramente los detalles y accidentes geográficos cercanos o afectados por el corredor vial.

- Si el predio es colindante con ríos, quebradas o cualquier cuerpo de agua se debe tener en cuenta la ronda de río, para el respectivo avalúo posterior. De todas maneras en alguna parte del plano predial se debe anotar el área de la ronda de río que será afectada por el proyecto. Para tal fin se debe consultar la normatividad establecida en el Código de Recursos Naturales (Decreto – Ley 2811 de 1974) y la normatividad específica para el municipio, definida en el Plan de Ordenamiento Territorial, vigente a la fecha.

- El plano en su totalidad deberá ir acotado y con los PR's entre los cuales se ubique el predio afectado con referencia al eje de la vía proyectada.

- El plano predial debe diferenciar corredores viales existentes con la vía y la vía proyectada.

- El área requerida deberá estar referenciada en un cuadro de coordenadas planas.

- Las convenciones deben definir claramente cada una de las variables que contenga el plano y dibujadas a color, como son: eje definitivo, vía actual, construcciones, linderos, cercas, árboles, accidentes geográficos.

- El área requerida debidamente resaltada, subrayada o demarcada.

- El cuadro de coordenadas de los puntos de inflexión o vértices del predio requerido.

- El plano deberá ir en una hoja tamaño carta, debe contener los predios circundantes al área requerida con el nombre de los propietarios, de tal forma que facilite la identificación de los linderos. En los casos en que no sea posible levantar el plano en una sola hoja, se dibujará el plano por sectores en varias hojas tamaño carta y en las mismas se podrá hacer la aclaración de linderos de cada sector, teniendo en cuenta que entre plano y plano debe existir un traslapo que permita continuar y entender el plano, PR de ubicación del área requerida, la cual irá debidamente resaltada, subrayada o demarcada; este plano deberá estar debidamente firmado por el responsable del proyecto por parte del consultor.

- El rótulo contendrá: nombre del INVIAS, nombre del proyecto, consultor, propietario, número del predio, área requerida, la fecha, escala numérica, así como un cuadro de coordenadas de los puntos de inflexión del predio requerido.

- El área de rotulo debe contener la información básica del inmueble que se relaciona a continuación:

  a. Entidad Contratante. (Instituto Nacional de Vías)
  b. Nombre del Propietario del predio o del poseedor.
  c. Nombre del Proyecto
  d. Consultor que lleva a cabo el trabajo de predios.
  e. Nombre y Matricula del Ingeniero o Topógrafo responsable

- Cuadro de Áreas donde se discrimina el Área Total (Área estipulada en los títulos de adquisición o tradición del inmueble), Área Requerida o Afectada y Área Construida.

  a. Sector de acuerdo al proyecto vial y número de plano o consecutivo de ficha.
  b. Fecha de entrega en INVIAS y escala numérica
  c. Cuadro de Convenciones que se especifica a continuación:

  I. Borde de Vía Proyectada.
  II. Eje vía proyectada
  III. Eje vía existente
  IV. Derecho de Vía
  V. Lindero
  VI. Cercas
  VII. Área Requerida
  VIII. Área Construida requerida
  IX. Mejoras existentes.
  X. Postes
  XI. Árboles.
  XII. Accidentes geográficos si son necesarios

- Las especificaciones de cada una de las características técnicas de las convenciones se explicarán en el apartado de layers y elementos de dibujo.

- El consultor presentará igualmente un informe de poligonales que contenga:

  a. Carteras de campo
  b. Certificaciones de coordenadas IGAC
  c. Esquema de poligonales
  d. Memorias de cálculo y ajuste de la poligonal
  e. Listado de coordenadas ajustadas
  f. Registro Fotográfico de los mojones de referencia a los cuales se amarró el levantamiento topográfico
  g. Descripción en formato INVIAS de los puntos materializados y de las Referencias

3.10.6.2 Fichas prediales

La ficha predial es el documento base para determinar el valor del predio, ya que contiene la información y descripción de los elementos materia del avalúo, como son: nombre del proyecto, tipo de predio, número de identificación del predio, número catastral, nombre del propietario o del poseedor, linderos del predio requerido, aspectos jurídicos básicos, identificación de puntos de referencia (PR`s) o kilómetros (KM) entre los cuales está ubicado el predio requerido, área total del predio por títulos, folio y cedula catastral, área requerida de terreno y construcción, descripción del tipo de construcción existente, inventario de mejoras, y clasificando especies. Se anotarán aquellas observaciones que informen y faciliten la enajenación voluntaria del predio.

A continuación se detalla el diligenciamiento del formato de ficha predial:

- Las fichas prediales se identificarán con el número del predio de acuerdo a su ubicación con respecto a los PR'S (puntos de referencia entre los cuales este ubicado el predio requerido con relación al eje de la vía proyectada y corresponden a los puntos más cercanos a dicho eje) y en forma ascendente, ejemplo: 001, 002, indicando con I: izquierda o D: derecha, dependiendo su ubicación en sentido ascendente con respecto al abscisado de la calzada proyectada.

- La numeración de las fichas prediales será continua y ascendente, de tal manera que el último número de la última ficha establezca la cantidad total de fichas prediales requeridas por el proyecto.

- Si en el transcurso de la compra de los predios surgen algunas divisiones dentro de un mismo predio o áreas adicionales, estas fichas se numerarán de la siguiente manera: 001A, 001B, 001C. En caso que se generen dos o más fichas en uno de estos predios por ajuste de información u otra causa, su identificación será así: 001A-1 o 001B-2.

- La fecha de Inicio, hará relación al levantamiento de la información en campo y la Fecha Final, hará relación a la entrega de la ficha al INVIAS.

- En la casilla "Nombre del sector", se indicará el nombre del sector donde se desarrollan los trabajos.

- La identificación del predio deberá corresponder a lo que establecen los documentos jurídicos, con su respectiva dirección y/o nombre del predio, vereda, municipio y departamento.

- En la casilla "Nombre del propietario" se debe consignar el que aparece en el certificado de tradición y libertad actualizado, con su respectivo

documento de identificación y si posee algún número telefónico, celular o e-mail para su posterior ubicación.

- Los datos jurídicos contenidos en la ficha predial, deben corresponder a los documentos jurídicos soportes de la ficha.

- En la identificación del predio correspondiente a la casilla "tipo de predio", se debe tener en cuenta la implementación de la Ley 388 de 1997, la cual en su capítulo IV, artículos 30 al 35, establece la clasificación del suelo para municipios y distritos así: suelo urbano, suelo de expansión urbana, suelo rural, suelo suburbano, y suelo de protección, reglamentado en el Plan de Ordenamiento Territorial.

- La ficha deberá contener los linderos del área requeridas por el INSTITUTO NACIONAL DE VIAS por tratarse de una vía a cargo de esta Entidad, con su longitud en metros lineales y el respectivo propietario colindante. Los linderos serán descritos con base a distancias perimetrales y coordenadas, las cuales deberán ser amarradas al sistema de coordenadas geográficas del país, e irán en el plano así: - NORTE-ORIENTE-SUR-OCCIDENTE- COLINDANTE-DISTANCIA.

- Los elementos constructivos se especificarán haciendo una descripción general de: estructura, muros, cubierta, pisos, baños, cocina, servicios públicos, equipos adicionales, acabados y estado de conservación general.

- El inventario de especies deberá contener el tipo, densidad, la unidad de medida o cantidad, dependiendo de la especie.

- La fecha hará referencia al día de entrega de la ficha predial al INVIAS.

- La ficha predial debe ser firmada por quién elabore el trabajo de campo, con su respectiva matricula profesional y será responsable de los datos contenidos en ella y además debe ser avalada por el Consultor, quién será el responsable para las aclaraciones o reclamaciones del caso, por parte de INVIAS.

3.10.7 CAPÍTULO 7. RECURSOS E INSUMOS REQUERIDOS

- Especialista(s) Predial(es)

- Comisión de topografía

- Trabajadores sociales o similares

- Equipos de última generación, GPS, Estación de topografía con su respectivo certificado reciente de calibración.

- Accesorios: Trípode, Prismas, Radio - comunicadores
- Equipo de cadeneros: Plomadas, maceta, tachuelas o puntillas de acero, pintura
- Equipo de seguridad industrial: Señales tráfico, chalecos reflectivos, capas impermeables.
- Cámara Digital.
- Vehículo tipo campero o similar, de modelo reciente.
- Equipo de cómputo e impresión de documentos y planos
- Recursos para consecución de información catastral y jurídica de los predios

3.10.8 CAPÍTULO 8. PRODUCTOS ENTREGABLES

Con el fin de facilitar el análisis de la actividad ejecutada, el Consultor entregará como parte del presente estudio, la siguiente información:

3.10.8.1 Relación de predios afectados

Esta incluye el listado de los predios afectados con su respectivo número de la ficha predial, nombre del propietario o del poseedor, PR o KM entre los cuales se ubica el predio, número catastral, número de escritura, sentencia o resolución de adjudicación, fecha del documento, notaría, ciudad de notaría, folio de matrícula inmobiliaria, fecha de expedición de la matrícula, información técnica: área total del terreno por títulos, área requerida, áreas de construcción requerida, observaciones, en archivo magnético. El formato para la relación de predios será suministrado por el INVIAS. Se debe entregar impreso y en medio digital en formato Excel.

3.10.8.2 Plano de levantamiento general o tira topográfica

Entregar en medio impreso a Escala: 1:1.000 o ajustable a la longitud del proyecto y fácilmente visible. Contiene los niveles (Layer o Capas) señalados en Cuadro de presentación de la información anexo, debe informar adicionalmente de los sitios de interés (como colegios, iglesias, hospitales) existentes alrededor del proyecto.

La información en medio magnético se entregará una (1) copia, en C.D en extensión Autocad versión actualizada, en formato DWG y DXF siguiendo las instrucciones del Cuadro anexo (Layer, tipos de línea).

Cuadro 1. Cuadro Anexo para presentación de la información (Layer, Tipos de línea.)

LISTADO DE LAYERS PARA ARCHIVOS DE AUTOCAD			
DESCRIPCIÓN	**LAYER**	**COLOR**	**TIPO DE LÍNEA**
ANTEJARDÍN	ANTJ	104	CONTINUOUS
ARBOLES	ARB	102	CONTINUOUS
BORDE DE VÍA	BV	12	CONTINUOUS
BOSQUES	BOS	106	CONTINUOUS
CERCAS	CR	13	CONTINUOUS
CONSTRUCCIONES	CON	8	CONTINUOUS
CUNETAS	CUN	4	CONTINUOUS
CURVAS DE NIVEL INTERMEDIAS	CUR	32	CONTINUOUS
CURVAS DE NIVEL ÍNDICE	CUI	36	CONTINUOUS
EJE DE VIA	EVIA	5	CONTINUOUS
HIDRANTES	HRT	1	CONTINUOUS
HIDROGRAFIA	HID	5	CONTINUOUS
LAGOS	LAG	130	CONTINUOUS
LIMITE DEL PREDIO	LIMPRE	2	CONTINUOUS

Cuadro 1. Continuación

LISTADO DE LAYERS PARA ARCHIVOS DE AUTOCAD			
DELIMITACION LOTES	LOT	7	CONTINUOUS
MARCO BORDE DE FORMATO	MBOR	131	CONTINUOUS
MARCO DEL ROTULO	MROT	51	CONTINUOUS
NOMENCLATURA PREDIAL	NPRE	34	CONTINUOUS
POSTES	POT	134	CONTINUOUS
PUNTOS TOPOGRAFICOS	PTO	151	CONTINUOUS
PUNTOS GEODESICOS	PTOGEO	212	CONTINUOUS
TANQUES	TANQ	122	CONTINUOUS
LINEAS DE ALTA TENSION	LIN AT	54	CONTINUOUS
TEXTO DE ROTULO	TEXROT	142	CONTINUOUS
TORRES DE ENERGIA	TOR	50	CONTINUOUS
TUBERIAS	TUB	132	CONTINUOUS
VALLADOS	VAL	5	CONTINUOUS
VIAS FERREAS	VIF	22	CONTINUOUS
VIAS PEATONALES	VIP	63	CONTINUOUS

LISTADO DE LAYERS PARA ARCHIVOS DE AUTOCAD			
ZONAS VERDES	ZONV	3	CONTINUOUS

3.10.8.3 Carpetas individuales

El consultor deberá hacer entrega de carpetas individuales para cada predio, y la portada de la misma deberá contener la siguiente información:

a) Instituto Nacional de Vías, con su respectivo logo. – Subdirección del Medio Ambiente y Gestión Social.

b) Nombre del Proyecto con el Sector y PR entre los cuales está ubicado el sector.

c) No. de Ficha Predial

d) Nombre del Propietario o del poseedor.

e) No. del Contrato

f) Nombre del Consultor

g) Fecha

Cada carpeta debe contener la siguiente información:

a) Ficha y plano predial y documentos soporte de éstos según especificaciones ya relacionadas.

b) Certificado de nomenclatura catastral

c) Copia de la plancha catastral donde se encuentran ubicados los predios requeridos para el proyecto (se debe entregar de manera independiente a las carpetas pero al mismo tiempo).

d) Registro fotográfico del predio impreso.

e) Copia de los títulos que permitan determinar el titular actual del predio (folio de matrícula y escritura pública de la última transferencia de dominio). Si se trata de mejora, el documento legal expedido por la autoridad competente, que permita determinar la titularidad de la mejora.

f) Fotocopia de la Cédula de ciudadanía del titular de dominio o certificado de existencia y representación legal, en caso de que se trate de una persona jurídica.

g) Certificado de tradición y libertad

h) Copia de impuesto predial

i) Constancia de solicitud de los documentos que no se aporten al expediente, en caso de no ser posible obtenerlos y respuesta de la respectiva entidad a dicha solicitud.

j) Certificación de visita predial firmada por el propietario o su representante y el Consultor, de acuerdo al formato suministrado por INVIAS.

3.10.8.4 Registro fotográfico

El consultor presentará en medio magnético el registro fotográfico completo de los predios afectados, identificando los archivos mediante el número del predio al cual corresponden y almacenándolos en carpeta individual por cada predio.

3.10.9 CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

3.11 VOLUMEN XI. PROGRAMA DE ADAPTACIÓN DE LA GUÍA AMBIENTAL

3.11.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

3.11.1.1 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.

3.11.1.2 ALCANCES

Desarrollar el programa de adaptación de la guía ambiental, teniendo en cuenta cada uno de sus componentes: biótico, físico y social.

Describir las actividades constructivas a ejecutar, susceptibles de producir impactos ambientales.

3.11.2 CAPÍTULO 1. ADAPTACIÓN DE LA GUÍA AMBIENTAL

El Consultor deberá elaborar el Plan de Adaptación de la Guía de Manejo Ambiental – PAGA, siguiendo el documento vigente del INVIAS para tal fin.

Se debe considerar el impacto del mejoramiento sobre las comunidades locales, los sitios históricos, las tierras pantanosas y otras áreas sensibles desde el punto de vista estético, ambiental y ecológico.

Se debe garantizar el cumplimiento de las leyes estatales sobre el agua; las reglamentaciones estatales referentes a la invasión de zonas de inundación, peces y hábitat de vida silvestre; y los requisitos del Departamento de atención de emergencia, las CAR, o la entidad regional encargada.

Se deben considerar la geomorfología del curso de agua, las consecuencias de la socavación del lecho, la eliminación de la vegetación estabilizadora de los taludes y, cuando corresponda, los impactos sobre la dinámica de las mareas.

El Consultor debe seguir el documento vigente del INVIAS "Guía de Manejo Ambiental Proyectos de Infraestructura", del cual se transcribe lo siguiente por considerarlo relevante para el proyecto.

> *La presente Guía de manejo ambiental se fundamenta en la normatividad ambiental vigente y en la política ambiental de INVIAS. Su diseño proviene de la valoración de los impactos que se pueden producir sobre cada uno de los componentes ambientales –físico, biótico y socioeconómico-, durante la ejecución de las diferentes obras o actividades que desarrollan los particulares contratados por INVIAS, y aplica para todos los proyectos, obras o actividades que no requieren licencia ambiental de manera previa a su ejecución, por tanto se parte del concepto general que para la ejecución de las obras de mejoramiento, rehabilitación, pavimentación, mantenimiento (periódico y rutinario) de vías y para la construcción, rehabilitación y mantenimiento de puentes y pontones, no se requiere de licencia ambiental por cuanto no generan impactos graves a los recursos naturales renovables o al paisaje.*
>
> *La anterior precisión es importante resaltarla puesto que si bien, la entidad contratante durante la etapa de planeación ha debido examinar esta circunstancia para tomar las previsiones necesarias establecidas en la norma sobre la exigencia de licencia ambiental, puede ocurrir que durante el desarrollo del contrato con los objetos antes citados, o como resultado de la verificación del área de influencia para elaborar el Programa de Adaptación de las Guías Ambientales PAGA, se identifiquen Áreas sensibles o de*

manejo especial (Sitios RAMSAR, humedales, páramos, manglares, Parques Nacionales Naturales o cualquiera otra categoría contemplada en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas -ver anexo informativo contenido en la Guía-), en este caso, el contratista debe ABSTENERSE de realizar cualquier intervención y dar inmediato aviso al responsable institucional del proyecto para definir las acciones a seguir, puesto que la protección y preservación de éstas áreas es prioridad nacional y en algunos casos internacional y su inadecuada intervención establece responsabilidades ante las autoridades ambientales competentes.

Es importante insistir que la ejecución de obras viales con el alcance establecido en la presente Guía, que tengan como área de influencia, alguno de los ecosistemas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, debe ser adecuadamente valorada desde el diseño, para evitar y prevenir su afectación.

En caso de disponer de la respectiva autorización de la entidad ambiental competente, su ejecución debe ceñirse a los más estrictos estándares de calidad del proceso constructivo y control para evitar posibles intervenciones por la extracción o depósito de materiales, o cualquier otra actividad que afecte su equilibrio. Particular atención requieren los sitios elevados a categorías RAMSAR.

De acuerdo con la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura – Subsector Vial, el proceso a seguir para la elaboración del Programa de Adaptación de la Guía Ambiental, PAGA es la siguiente:

1. *Establecer el **área de influencia directa del proyecto- AID-**, Se entiende por área de influencia directa de un proyecto al espacio geográfico que puede verse impactado directamente por las actividades constructivas que se realicen.*

   Teniendo en cuenta la naturaleza de las obras o actividades en los proyectos no licenciados se considera como área de influencia directa: el corredor vial y la infraestructura asociada al proyecto.

   Entre los criterios para definir el área de influencia directa –AID- se recomienda tener en cuenta:

   - *Los accidentes geográficos.*
   - *El corredor vial incluyendo el derecho de vía.*

- *La presencia de la cobertura vegetal que se localice próxima al corredor vial*

- *El área de influencia para las áreas de instalación de campamentos, fuentes de material, plantas de trituración, asfalto o de concreto debe tener en cuenta la dirección y velocidad del viento y su alo de expansión.*

2. *Delimitada el AID, elaborar la línea base, la cual debe contener como mínimo la siguiente información por componente:*

Componente biótico

Para el análisis de este componente se debe integrar el aspecto florístico y faunístico, en los cuales se tendrá en cuenta:

- *Un análisis de la vegetación presente a lo largo del corredor vial, especialmente la que se encuentra localizada en la zona del derecho de vía del corredor vial, con el fin de determinar el tipo de cobertura vegetal, diversidad y densidad florística, la presencia de especies endémicas, en vía de extinción y especies con valor ecológico, comercial y/o cultural.*

- *Identificar los principales tipos de ecosistemas del área con el fin de determinar la presencia de áreas ambientalmente sensibles que requieran de un manejo especial o de áreas protegidas por la ley que tengan un estatus especial para su intervención.*

- *Identificación de la fauna asociada a los diferentes tipos de cobertura vegetal. Esta información puede ser obtenida por observación directa o a través de información secundaria, entidades ambientales e instituciones.*

Componente físico

Los aspectos más importantes que se deben tener en cuenta son:

- *El uso actual y potencial del suelo para establecer –antes de la ejecución de las obras– las actividades que se desarrollan en el área y las que están permitidas; para ello, se deben consultar los esquemas o planes de ordenamiento del municipio correspondiente.*

- *Determinar la existencia de procesos geomorfodinámicos potenciales o activos que se puedan generar.*

- *Descripción del paisaje del área de influencia directa.*

- *Descripción de los cuerpos de agua –ríos, quebradas, humedales, ciénagas y canales de riego que sean atravesados por el corredor vial o que puedan ser afectados por el proyecto.*

- *Establecer las características climáticas de acuerdo con los registros obtenidos en las estaciones más cercanas al proyecto.*

- *Establecer el tipo, periodicidad y número de cuerpos de agua que requieran de análisis, por la afectación que reciban por alguna de las actividades de desarrollo del proyecto.*

Componente social

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

- *Indagar en las alcaldías municipales sobre las organizaciones comunitarias con el fin de identificar a los líderes comunitarios o través del trabajo de campo.*

- *Investigar con base en información secundaria, 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.*

- *Consultar la presencia institucional de nivel municipal, departamental o nacional presentes en la región y las necesidades de establecer relaciones para el desarrollo de las obras.*

3. *Describir las actividades constructivas a ejecutar, susceptibles de producir impactos ambientales, tomando como base la tabla 3.1 del capítulo No. 3.*

4. *Definir los impactos que se generarán; esta identificación se hace consultando la matriz de impactos contenida en esta Guía. Una vez elaborada su propia matriz debe hacer la evaluación de impactos para el proyecto, con base en la metodología definida por el especialista ambiental, con el objeto de establecer cuál o cuáles de los programas propuestos en la Guía aplican y si es necesario incluir otros adicionales.*

5. *Definidas las actividades a ejecutar y evaluados los impactos, se definirán los programas de manejo ambiental que apliquen para su proyecto y los adaptará a las actividades constructivas de la obra,*

indicando los precios unitarios de cada actividad y el costo total del mismo, el cual no debe superar la provisión stimada en el presupuesto oficial establecido en el pliego de condiciones.

3.12 VOLUMEN XII. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN PARA PLIEGO DE CONDICIONES

El informe final para la elaboración de los Estudios de cantidades de obra, análisis de precios unitarios y presupuesto para la estructuración del pliego de condiciones, debe contener los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALANCES

CAPITULO 2. CANTIDADES DE OBRA

CAPITULO 3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.

CAPITULO 4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CAPITULO 5. PRESUPUESTO

CAPITULO 6. PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN, CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA E INVERSIÓN, PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS Y DE MATERIALES

CAPITULO 7. PRODUCTOS ENTREGABLES

CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.12.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.12.1.1 Objetivo

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

3.12.1.2 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.

- Calcular las cantidades de Obra, longitudes de transporte de materiales de construcción y de materiales sobrantes.
- Identificar las Especificaciones Generales de Construcción aplicables al proyecto.
- Definir las Especificaciones particulares de construcción requeridas para la ejecución de las obras.
- Elaborar los Análisis de Precios Unitarios teniendo en cuenta lo establecido en las Especificaciones Generales de Construcción, así como lo definido en las especificaciones particulares.
- Calcular el A.I.U.
- Calcular el Presupuesto oficial para la obra
- Elaborar el Programa de trabajo e inversión.

3.12.2 CAPÍTULO 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 por kilómetro. Las cantidades de obra se identificarán de acuerdo con los establecido en las Especificaciones Generales de Construcción actuales del INVIAS y las Particulares definidas por el estudio. Las Especificaciones Particulares se identificarán con el número del ítem la Especificación General de la cual se derivan seguido de la letra P que modifica parcial o totalmente la Especificación General.

Adicionalmente a la identificación definida en las Especificaciones Generales de Construcción, el consultor deberá identificar los ítems de obra con los códigos establecidos en el Sistema de Contratación Estatal SICE, para efectos de formular los planes de compra solicitados por la Contraloría General de la Nación.

Para efectos de calcular los índices de ajuste el consultor deberá clasificar los ítems por grupos de obra según lo definido en la estructura del Índice Costos de la Construcción Pesada ICCP publicado por el DANE.

Finalmente para efectos de hacer seguimiento a la ejecución de las obras de una forma integral se clasificarán los ítems de obra por Grandes Partidas de Pago como se describe a continuación: Explanación (E), Obra de Arte (OA), Sub-base (SB), Base (B), Pavimento (P), Conservación y Obras Varias (COV).

Estos valores se presentan en el formato denominado "LISTA DE CANTIDADES DE OBRA"

LISTA DE CANTIDADES DE OBRA,

PR_____ A PR_____

CODIGO SICE	NOMBRE CAPITULO	GPP	GRUPO DE AJUSTE	No. ITEM	NOMBRE DEL ITEM	UNIDAD	CANTIDAD

3.12.3 CAPÍTULO 3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

3.12.3.1 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.

3.12.3.2 Especificaciones particulares

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 Especificaciones Particulares cuando las características especiales de construcción del proyecto así lo requieran, teniendo en cuenta las condiciones de la zona donde se van a ejecutar los trabajos y cuando estas no tienen total cubrimiento por las Especificaciones Generales de construcción.

Las Especificaciones Particulares se identificarán con el número del ítem la Especificación General de la cual se derivan seguido de la letra P que modifica parcial o totalmente la Especificación General.

Estructura

La estructuración de las Especificaciones Particulares debe contener:

- **Descripción:** Relacionando el conjunto de operaciones por realizar y sus límites.

- **Clasificación**: Algunos trabajos pueden ser clasificados, ya sea por sectores, por características del trabajo o por características de los materiales, o condiciones especiales de la zona donde se desarrollan

- **Materiales**: Se indicarán los diferentes materiales y las características, calidades y ensayos que deben cumplir.

- **Equipo:** Relación del equipo mínimo y adecuado para ejecutar la actividad especial o particular.

- **Procedimiento de construcción**: Descripción de un procedimiento apropiado en concordancia con una secuencia. Algunas veces no se incorpora esta información por considerar que el constructor conoce las prácticas correspondientes de construcción.

- **Control y tolerancia**: Valores admisibles para aceptación de una labor en cuanto a espesores, cotas, pendientes.

- **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.

3.12.4 CAPÍTULO 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 de Construcción establecidas por INVIAS y las Especificaciones Particulares definidas en el estudio.

- 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.

- Condiciones que afectan los rendimientos, como los factores de humedad, altura sobre el nivel del mar, que inciden en el cálculo del costo de los equipos y por ende en el precio unitario.

- La unidad de medida para pago deberá estar de acuerdo con la especificación correspondiente.

- Las tarifas horarias de los equipos deberán ser analizadas teniendo en cuenta el operador y el 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.)

- Para la determinación de los Precios Unitarios de m^3 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 m^3-Km., siendo este m^3 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).

- 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.

3.12.4.1 Cálculo de los análisis de precios unitarios (A.P.U)

Los análisis de precios unitarios permiten determinar el costo de producir una unidad de los ítems de obra requeridos en el proyecto.

Para calcular el precio de un ítem, 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 determinan 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.

3.12.4.1.1 Metodología para el Cálculo de 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 1.3.

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.

Calculo 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 oficiales y ayudantes y asignando el salario a cada uno de ellos.

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

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.

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

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

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. 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.

3.12.4.1.2 Cálculo del A.P.U.

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

3.12.5 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. El presupuesto se presentará en un cuadro denominado "CANTIDADES DE OBRA, PRECIOS UNITARIOS Y VALOR TOTAL DEL PRESUPUESTO" como se indica a continuación:

CANTIDADES DE OBRA, PRECIOS UNITARIOS Y VALOR TOTAL DEL PRESUPUESTO

CODIGO SICE	NOMBRE CAPITULO	GPP	GRUPO DE AJUSTE	No. ITEM	NOMBRE DEL ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	VALOR $

3.12.5.1 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 y su gente, rigor climatológico).
- 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.

3.12.5.2 Método para el Cálculo del A.I.U.

3.12.5.2.1 Definiciones

Costos Directos (C_D):

Es el costo de ejecutar la obra, comprende únicamente los materiales, mano de obra, transportes y equipo.

Gastos generales (G_G):

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):

Los costos porcentuales. Es la suma de todos los valores expresados como porcentaje del precio de venta, como: pólizas, impuestos, imprevistos, utilidad.

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.

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:

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

$$AIU = \frac{Pv}{Cd} - 1$$

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.

3.12.5.2.2 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.

3.12.5.2.3 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:

$$Fa = \frac{Gg}{Cd}$$

$$Gg = Fa \times Cd$$

Factorizando llegamos a:

$$Em = Cd \times (1 + Fa)$$

Por otro lado tenemos que el costo porcentual se define como:

$$Cp = Pv \times Fp$$

Sustituyendo los resultados anteriores en la ecuación inicial obtenemos:

$$Pv = Em + Pv \times Fp$$

$$Pv = Cd \times (1 + Fa) + Pv \times Fp$$

Desarrollando y reorganizando esta expresión:

$$Pv - Pv \times Fp = Cd \times (1 + Fa)$$

$$Pv \times (1 - Fp) = Cd \times (1 + Fa)$$

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

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)	0.17	
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.

3.12.5.2.4 Método Iterativo para calcular el A.I.U.

De acuerdo a las definiciones citadas anteriormente, el precio de venta será:

$$Pv = Em + Pv \times Fp$$

Al aplicar el factor de porcentuales al precio de venta este se modifica nuevamente, lo que hace necesario realizar varias iteraciones.

Durante las iteraciones el factor de porcentuales se mantiene constante y se recalcula nuevamente el precio de venta hasta que este no presente variaciones importantes en dos iteraciones consecutivas.

Aplicando este método al ejemplo anterior llegamos a:

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)	0.17	
Precio de Venta		132.53
A.I.U.		32.53%

El resultado del método iterativo, coincide con el del método directo, ya que como el anterior considera el efecto de los valores porcentuales aplicados al precio de venta.

3.12.5.2.5 Comparación de los métodos

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.

3.12.5.3 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. Por lo anterior es necesario incluir una memoria con estos cálculos.

3.12.5.3.1 Gastos generales:

Son los gastos indirectos que podemos determinar, son función del tiempo de permanencia, traslados de equipos, montajes, del área construida. 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.

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.

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.

3.12.5.4 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.

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 que se consideraron al momento de calcular el A.I.U

3.12.6 CAPÍTULO 6. PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN, CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA E INVERSIÓN, PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS Y DE MATERIALES.

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 técnico 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.

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

Se elaborará un cronograma o calendario de desembolsos, teniendo en cuenta el adelanto o anticipo que se otorga al inicio de las obras y las fechas probables para que la Entidad efectúe los pagos.

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

3.12.6.1 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.

3.12.6.2 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.

3.12.6.2.1 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.

3.12.6.2.2 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.

3.12.6.2.3 Determinación de los Tiempos de Ejecución de las Actividades

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

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

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

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

3.12.6.2.4 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 el INVIAS.

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

3.12.6.2.5 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.

3.12.6.2.6 Determinación de la Ruta Crítica del Proyecto

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

3.12.6.2.7 Diagrama de Barras o Diagrama de Gantt

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

críticas. Se deberán identificar de igual forma los eventos o puntos de control de la programación.

3.12.6.2.8 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.

3.12.6.2.9 Presentación de la Programación

Los documentos a ser entregados y aprobados por el INVIAS, 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.

3.12.6.2.10 Línea Base para el Control del Proyecto

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

3.12.7 CAPÍTULO 7. PRODUCTOS ENTREGABLES

- El consultor deberá entregar como productos resultantes de los estudios y diseños para este volumen el presupuesto oficial para la licitación con todos sus soportes (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 de los software del mercado como Project, Primavera o similar 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 implementar software como el desarrollado por CONSTRUDATA, GUAFA o similares para presupuestación, desarrollar una metodología de aplicación del mismo y talleres dirigidos a los funcionarios del INVIAS.

- 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.

3.12.8 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.

3.13 VOLUMEN XIII. EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DEL PROYECTO

El Informe Final de los Estudios Socioeconómicos y Evaluación Económica realizados para el Mejoramiento de carreteras debe considerar los siguientes capítulos, a saber:

CAPÍTULO 1 OBJETIVOS Y ALCANCES.

CAPÍTULO 2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO.

CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.

CAPÍTULO 4 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN.

CAPÍTULO 5 DETERMINACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS EL PROYECTO.

CAPÍTULO 6 INDICADORES ECONÓMICOS.

CAPÍTULO 7 COSTOS Y BENEFICIOS NO CUANTIFICADOS.

CAPÍTULO 8 ALCANCE DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA.

CAPITULO 9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

3.13.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

3.13.1.1 Objetivos

El Análisis Socioeconómico, además de precisar la localización del proyecto de mejoramiento, 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 mejoramiento del 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.

3.13.1.2 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.

3.13.2 CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La definición del *problema* deberá marcar una estrecha relación con las actividades de ingeniería que participan en la generalidad del estudio de mejoramiento; 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 especificas, 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 de mejoramiento 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.

3.13.3 CAPÍTULO 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.

3.13.3.1 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.

3.13.4 CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN

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

infraestructura requerida para soportar y equilibrar la demanda actual y futura de infraestructura para el desarrollo industrial, comercial y socio cultural de la regional y aledaño a la zona del proyecto.

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

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

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

3.13.5 CAPÍTULO 5. DETERMINACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO

El proyecto como fuente de costos y beneficios que ocurren en distintos periodos deberán ser asociado con la ejecución del proyecto en particular y corresponden a: la inversión misma de la obra, al costo causado por el ejercicio de la interventoría, 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.

3.13.5.1 Identificación de costos y beneficios.

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

3.13.5.2 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.

3.13.5.3 Período de inversión y de operación

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

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

3.13.6 CAPÍTULO 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.

3.13.6.1 Análisis de sensibilidad

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

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

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

3.13.7 CAPÍTULO 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.

3.13.8 CAPÍTULO 8. ALCANCE DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

El alcance de la evaluación económica guardará una relación directa con la precisión de los estudios de ingeniería y análisis económicos. Considerando que los estudios 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.

3.13.9 CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

A partir de los resultados expresados mediante los indicadores económicos, el Consultor hará una interpretación de 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.

3.14 VOLUMEN XIV. INFORME FINAL EJECUTIVO

En este volumen se presentará un informe ejecutivo que permita de una forma clara y sencilla, localizar geográficamente el proyecto de vía en estudio, conocer la importancia socio-económica del mismo y a través de

una ficha técnica resumir los resultados técnicos más importantes de la consultoría.

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

3.14.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Para la localización geográfica del tramo de vía, el consultor deberá indicar la troncal o transversal a la que pertenece, e identificar la ruta y tramo 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.

3.14.2 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.

3.14.3 FICHA TÉCNICA

La ficha técnica resume los resultados de los estudios efectuados y deberá indicar las características más relevantes del diseño, tales como longitud del proyecto, ancho de calzada, ancho de bermas, velocidad de diseño, radio mínimo de curvatura, TPD actual y proyectado indicando periodo de diseño, tipo de terreno tipo de pavimento y espesores, presupuesto total y presupuesto discriminando obra, ajustes, 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.

4 ENTREGA DE DOCUMENTOS AL INVIAS

El Consultor entregará al INVIAS, 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 en original y una (1) copia y en medio magnético en formato PDF. Los planos originales se entregaran debidamente firmados en papel de seguridad y una (1) copia en papel bond, adicionalmente una (1) copia en medio magnético que contenga los planos debidamente firmados en formato PDF.

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

5 FORMA DE PRESENTACIÓN

De acuerdo con el memorando DSG-019637 del 17 de julio de 2001, de la Secretaría General Administrativa de INVIAS, la documentación correspondiente a los Estudios Técnicos deberá prestarse en la siguiente forma:

Documentación escrita

TAMAÑO: Carta

PAPEL: Bond base 20 o de 75 gramos, blanco.

Planos.

TAMAÑO: Pliego - 70 centímetros por 100 centímetros.

PAPEL: Original en papel de seguridad y copias en bond de 75 gramos. Los planos deberán ser entregados en Porta planos.