INSTITUTO
NACIONAL DE VIAS

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE CARRETERAS

FASE III

ABRIL DE 2011

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 1

1.1 DEFINICIÓN 1

1.2 OBJETIVOS 1

1.3 ENTREGA DE PRODUCTOS 1

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 7
3.1.1.1 Objetivos 7
3.1.1.2 Alcances 8
3.1.2 CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN SECUNDARIA 9
3.1.3 CAPÍTULO 3. ESTUDIOS DE CAMPO 11
3.1.3.1 Aforos vehiculares 12
3.1.3.2 Encuestas origen - destino 12
3.1.3.3 Encuestas de preferencias declaradas 13
3.1.3.4 Aforos peatonales 14
3.1.3.5 Velocidades 15
3.1.4 CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DETALLADO DE COSTOS DE TRANSPORTE 15
3.1.5 CAPÍTULO 5. MODELOS Y PROYECCIONES 16
3.1.5.1 Modelos de Macro-simulación 16
3.1.5.2 Modelos de Micro-simulación 18
3.1.6 CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE FLUJOS DE TRANSPORTE 19
3.1.7 CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 20
3.1.8 CAPÍTULO 8. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO 20
3.1.9 CAPÍTULO 9. ANÁLISIS DE EXTERNALIDADES 21
3.1.10 CAPÍTULO 10. OTROS ANÁLISIS 21
3.1.10.1 Análisis de intersecciones 22
3.1.10.2 Impacto sobre infraestructuras existentes 22
3.1.11 CAPÍTULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 22
3.1.12 ANEXOS 23

3.2 VOLUMEN II. ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO 23
3.2.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 24
3.2.1.1 Objetivo 24
3.2.1.2 Alcances 24
3.2.2 CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GEORREFERENCIADA 25
3.2.2.1 Actividades de topografía 26
3.2.2.2 Fuentes de información geográfica 29
3.2.3 CAPÍTULO 3. CRITERIOS DE DISEÑO 30
3.2.4 CAPÍTULO 4. TRAZADO 30
3.2.4.1 Modelación 31

3.2.5 CAPÍTULO 5. SEGURIDAD VIAL 32
3.2.6 CAPÍTULO 6. SEÑALIZACIÓN VIAL 32
3.2.7 CAPÍTULO 7. PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO 34
3.2.8 CAPÍTULO 8. SISTEMAS INTELIGENTES APLICADOS AL TRANSPORTE 35
3.2.9 CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 36
3.2.10 ANEXO. PLANOS 37

3.3 VOLUMEN III. GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA 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. GENERALIDADES 43
3.3.3 CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA 43
3.3.4 CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE ANTECEDENTES 43
3.3.5 CAPÍTULO 5. ESTUDIOS DE CAMPO 44
3.3.6 CAPÍTULO 6. ESTUDIOS DE FUENTES DE MATERIALES 44
3.3.6.1 Objetivo y alcance 44
3.3.6.2 Información básica 44
3.3.6.3 Cálculo de recursos y reservas 45
3.3.6.4 Caracterización de materiales 45
3.3.6.5 Proyecto de explotación 46
3.3.6.6 Informe de fuentes de materiales 46
3.3.7 CAPÍTULO 7. ESTUDIO DE TÚNELES 46
3.3.7.1 Análisis de información existente 46
3.3.7.2 Topografía 46
3.3.7.3 Geología 47
3.3.7.4 Sísmica 47
3.3.7.5 Perforaciones 47
3.3.7.6 Caracterización geomecánica 49
3.3.7.7 Corte geológico longitudinal 50
3.3.7.8 Estabilidad de taludes en los portales 50
3.3.7.9 Hidrogeología 50
3.3.7.10 Clasificación geomecánica 51
3.3.7.11 Informe de geología para ingeniería 51
3.3.7.12 Diseño final 51
3.3.8 CAPÍTULO 8. ESTUDIO DE PONTEADEROS 52
3.3.8.1 Objeto y alcance 52
3.3.8.2 Análisis de información existente 52
3.3.8.3 Estudio de la geología regional 52
3.3.8.4 Estudio geomorfológico del ponteadero 52
3.3.8.5 Estudio de la geología local 52
3.3.8.6 Estudio de las amenazas geológicas naturales 54
3.3.8.7 Informe de geología para ingeniería del ponteadero 54
3.3.9 CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 54
3.3.10 CAPÍTULO 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 55
3.3.11 CAPÍTULO 11. INFORME DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA FASE III 55

3.4 VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN 57
3.4.1 CAPÍTULO 1.OBJETIVO Y ALCANCES 58
3.4.1.1 Objetivo 58
3.4.1.2 Alcances 58
3.4.2 CAPÍTULO 2. RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN 58
3.4.2.1 Descripción del proyecto 58
3.4.3 CAPÍTULO 3. TRABAJOS DE CAMPO 59

3.4.4 CAPÍTULO 4. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO 59
3.4.4.1 Perfil estratigráfico 59
3.4.5 CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN 60
3.4.6 CAPÍTULO 6. ANÁLISIS GEOTÉCNICO 60
3.4.7 CAPÍTULO 7. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO 60
3.4.8 CAPÍTULO 8. OBRAS COMPLEMENTARIAS 60
3.4.9 CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 61
3.4.10 ANEXOS 61

3.5 VOLUMEN V. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES 61
3.5.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 62
3.5.1.1 Objetivo 62
3.5.1.2 Alcances 62
3.5.2 CAPITULO 2. DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO INICIAL DEL CORREDOR Y SITIOS CRÍTICOS 62
3.5.3 CAPÍTULO 3. PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS 63
3.5.4 CAPÍTULO 4. TOPOGRAFÍA EN SITIOS CRÍTICOS 64
3.5.5 CAPÍTULO 5. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE 64
3.5.6 CAPITULO 6. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES 65
3.5.7 CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN SITIOS CRÍTICOS 65
3.5.8 CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 65
3.5.9 ANEXOS. 65

3.6 VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO 66
3.6.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 67
3.6.1.1 Objetivo 67
3.6.1.2 Alcances 67
3.6.2 CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA 68
3.6.3 CAPÍTULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE 68
3.6.4 CAPÍTULO 4. TRABAJOS DE CAMPO 69
3.6.5 CAPÍTULO 5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS 70
3.6.5.1 Resultados de ensayos de laboratorio 70
3.6.5.2 Perfiles estratigráficos 71
3.6.6 CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES 72
3.6.6.1 Trabajos de campo 73
3.6.6.2 Ensayos de laboratorio 73
3.6.6.3 Análisis plan de utilización 73
3.6.7 CAPÍTULO 7. DISEÑO DE MEZCLAS 74
3.6.8 CAPÍTULO 8. ESTUDIO DE TRANSPORTE 74
3.6.9 CAPITULO 9. DISEÑO DE PAVIMENTOS 75
3.6.10 CAPÍTULO 10. SECCIONES TRANSVERSALES 76
3.6.11 CAPÍTULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 76
3.6.12 ANEXOS 76

3.7 VOLUMEN VII. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN 77
3.7.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 77
3.7.1.1 Objetivo 77
3.7.1.2 Alcances 77
3.7.1.3 Definiciones 78
3.7.2 CAPÍTULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS 78
3.7.2.1 Recopilación y análisis de información existente 78
3.7.2.2 Metodología 79

3.7.2.3 Cartografía 79
3.7.2.4 Análisis de lluvias 79
3.7.2.5 Análisis de caudales 80
3.7.2.6 Justificación de fórmulas empleadas 81
3.7.2.7 Aplicación de las teorías y métodos de predicción 81
3.7.3 CAPÍTULO 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS 81
3.7.3.1 Análisis hidráulico y de socavación 82
3.7.3.2 Geomorfología - dinámica fluvial 82
3.7.3.3 Obras menores 82
3.7.3.4 Subdrenaje 83
3.7.3.5 Drenaje de la corona 84
3.7.3.6 Hidráulica de obras mayores 84
3.7.4 CAPÍTULO 4. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN 85
3.7.4.1 Análisis de información de campo 85
3.7.4.2 Aplicación de las teorías de socavación 86
3.7.5 CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO 86
3.7.6 CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 87

3.8 VOLUMEN VIII. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS 87
3.8.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES 88
3.8.1.1 Objetivo 88
3.8.1.2 Alcance 88
3.8.1.3 Generalidades 88
3.8.1.4 Normas aplicables 88
3.8.1.5 Requisitos generales 90
3.8.1.6 Aspectos de resistencia 90
3.8.1.7 Consideraciones mínimas de diseño 90
3.8.1.8 Disposición del predio del puente 91
3.8.1.9 Facilidad de construcción 91
3.8.1.10 Economía 92
3.8.1.11 Seguridad del tráfico 92
3.8.2 CAPÍTULO 2. ESTUDIOS REQUERIDOS 92
3.8.2.1 Estudios ambientales y sociales 94
3.8.2.2 Estudios de urbanismo 94
3.8.2.3 Estudios de evaluación de alternativas 94
3.8.2.4 Estudios topográficos 95
3.8.2.5 Estudios de geología 96
3.8.2.6 Estudios de hidrología, hidráulica, socavación 100
3.8.2.7 Estudios de suelos para el diseño de fundaciones de puentes 104
3.8.3 CAPÍTULO 3. PROYECTO ESTRUCTURAL 114
3.8.3.1 Fases del proyecto 115
3.8.4 CAPÍTULO 4. PLANOS DE DISEÑO y CONSTRUCCIÓN 117
3.8.4.1 Alcance de planos 117
3.8.4.2 Contenido de los planos 118
3.8.4.3 Estructuración de los planos 118
3.8.5 CAPITULO 5. CANTIDADES DE OBRA Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN 121
3.8.6 CAPITULO 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS 121
3.8.7 CAPITULO 7. PRESUPUESTO 122
3.8.8 CAPITULO 8. INFORME FINAL 122
3.8.9 CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 123

3.9 VOLUMEN IX. ESTUDIO Y DISEÑO DE TÚNELES 123
3.9.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 124
3.9.1.1 Objetivo 124

3.9.1.2 Alcances 124
3.9.2 CAPÍTULO 2. ESTUDIO DE TRÁNSITO PARA TÚNELES 124
3.9.2.1 Generalidades 124
3.9.2.2 Objetivo y alcances 125
3.9.2.3 Características del estudio de tránsito aplicable a túneles 125
3.9.2.4 Resultados básicos para el estudio de ventilación 127
3.9.2.5 Análisis de capacidad y niveles de servicio 127
3.9.3 CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE VENTILACIÓN 128
3.9.3.1 Generalidades 128
3.9.3.2 Definición de sistema de ventilación 128
3.9.3.3 Ventilación sanitaria 128
3.9.3.4 Ventilación en evento de incendio (emergencia) 128
3.9.3.5 Conclusiones y recomendaciones 128
3.9.4 CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE TÚNELES 129
3.9.4.1 Generalidades 129
3.9.4.2 Objetivo y alcance 129
3.9.4.3 Prospecciones geológicas 129
3.9.4.4 Investigaciones geotécnicas y geofísicas 130
3.9.4.5 Ensayos de laboratorio e insitu 130
3.9.4.6 Caracterización geotécnica 130
3.9.4.7 Descripción de la metodología 130
3.9.4.8 Estudio de antecedentes 130
3.9.4.9 Estudios de campo 131
3.9.4.10 Conclusiones y recomendaciones 131
3.9.5 CAPÍTULO 5.ESTUDIO DEL DISEÑO DEL SOSTENIMIENTO 131
3.9.5.1 Generalidades 131
3.9.5.2 Objetivo 131
3.9.5.3 Distribución de las tensiones 132
3.9.5.4 Cálculo de desplazamientos del terreno 132
3.9.5.5 Diseño del sostenimiento 132
3.9.5.6 Cálculo de las secciones tipo 133
3.9.5.7 Conclusiones y recomendaciones 133
3.9.5.8 Anexos 133
3.9.6 CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE HIDROGEOLOGÍA E IMPERMEABILIZACIÓN DEL TÚNEL 133
3.9.6.1 Objetivos 133
3.9.6.2 HIDROGEOLOGÍA 134
3.9.6.3 Volumen de agua infiltrada 134
3.9.6.4 Estimación de los caudales de agua infiltrada en el túnel 134
3.9.6.5 Diseño de obras de drenaje e impermeabilización 134
3.9.7 CAPÍTULO 7. ESTUDIO DE REVESTIMIENTO DEL TÚNEL 135
3.9.7.1 Generalidades 135
3.9.7.2 Dimensionamiento del revestimiento 135
3.9.7.3 Anexos 135
3.9.8 CAPÍTULO 8. ESTUDIO DE ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN 135
3.9.8.1 Generalidades 135
3.9.8.2 Trabajos de campo 136
3.9.8.3 Análisis geotécnico 136
3.9.8.4 Conclusiones y recomendaciones 136
3.9.8.5 Anexos 136
3.9.9 CAPÍTULO 9. ESTUDIO DE PORTALES 137
3.9.9.1 Generalidades 137
3.9.9.2 Definición de la geometría 137
3.9.9.3 Estudio de estabilidad y estabilización 137

3.9.9.4 Recomendaciones 137
3.9.10 CAPÍTULO 10. ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS DE VENTILACIÓN, ILUMINACIÓN, ENERGÍA Y BOMBEO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN. 137
3.9.10.1 Ventilación 137
3.9.10.2 Energía e iluminación 137
3.9.10.3 Bombeo 138
3.9.10.4 Conclusiones y recomendaciones 138
3.9.10.5 Anexos 138
3.9.11 CAPÍTULO 11. ESTUDIO DE RIESGOS, INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS Y EQUIPAMIENTOS DE SEGURIDAD 138
3.9.11.1 Generalidades 138
3.9.11.2 Estudio de riesgos 138
3.9.11.3 Ventilación 138
3.9.11.4 Sistema de fuerza e iluminación 139
3.9.11.5 Sistema de supervisión y control 139
3.9.11.6 Sistema contra incendio 140
3.9.11.7 Sistema electromecánico 140
3.9.12 CAPÍTULO 12. ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE CONSTRUCCIÓN 141
3.9.12.1 Generalidades 141
3.9.12.2 Excavaciones superficiales 141
3.9.12.3 Excavaciones subterráneas 141
3.9.12.4 Concreto lanzado 141
3.9.12.5 Pernos 141
3.9.12.6 Arcos metálicos 141
3.9.12.7 Impermeabilización 141
3.9.12.8 Concreto de revestimiento 141
3.9.12.9 Sistema de drenaje 141
3.9.12.10 Acabados 141
3.9.12.11 Instrumentación y monitoreo 141
3.9.12.12 Recomendaciones 141
3.9.13 CAPÍTULO 13. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TÚNELES 141
3.9.13.1 Generalidades 141
3.9.13.2 Manual de operación y mantenimiento 141
3.9.13.3 Personal de mantenimiento 141
3.9.13.4 Mantenimiento preventivo 141
3.9.13.5 Mantenimiento correctivo 141
3.9.13.6 Protocolos de operación 141
3.9.13.7 Conclusiones 142
3.9.14 CAPÍTULO 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 142
3.9.14.1 Generalidades 142
3.9.14.2 Seguimiento durante construcción 142
3.9.14.3 Diseño estructural activo (dea) 142
3.9.14.4 Conclusiones 142
3.9.14.5 Recomendaciones 142

3.10 VOLUMEN X. ESTUDIO DE URBANISMO Y PAISAJISMO 142
3.10.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 142
3.10.1.1 Objetivo 142
3.10.1.2 Alcances 143
3.10.2 CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN BÁSICA 144
3.10.2.1 Información secundaria 144
3.10.2.2 Información primaria 144
3.10.3 CAPÍTULO 3. ANÁLISIS POR GENERAR 145
3.10.4 CAPÍTULO 4. OBJETIVOS Y ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO 146

3.10.4.1 Objetivos 146
3.10.4.2 Identificación de alternativas de tratamiento 146
3.10.4.3 Evaluación de alternativas de tratamiento 147
3.10.5 CAPÍTULO 5. DISEÑO DE LAS SOLUCIONES POR IMPLEMENTAR 148
3.10.6 CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 150

3.11 VOLUMEN XI. GESTIÓN PREDIAL 150
3.11.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 151
3.11.1.1 Objetivo 151
3.11.1.2 Alcances 151
3.11.2 CAPÍTULO 2. GENERALIDADES 152
3.11.3 CAPÍTULO 3. PLANO GENERAL DE AFECTACIÓN PREDIAL 152
3.11.4 CAPÍTULO 4. INVESTIGACIÓN TÉCNICA Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. 153
3.11.4.1 Levantamiento topográfico 153
3.11.4.2 Situaciones particulares 155
3.11.4.3 Registro fotográfico 157
3.11.5 CAPÍTULO 5. INVESTIGACIÓN CATASTRAL 157
3.11.6 CAPÍTULO 6. ELABORACIÓN DE PLANOS Y FICHAS PREDIALES 158
3.11.6.1 Planos prediales 158
3.11.6.2 Fichas prediales 162
3.11.7 CAPÍTULO 7. RECURSOS E INSUMOS REQUERIDOS 164
3.11.8 CAPÍTULO 8. PRODUCTOS ENTREGABLES 164
3.11.8.1 Relación de predios afectados 164
3.11.8.2 Plano de levantamiento general o tira topográfica 165
3.11.9 CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 167

3.12 VOLUMEN XII. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 168
3.12.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES 168
3.12.1.1 Objetivos 168
3.12.1.2 Alcances 169
3.12.2 CAPÍTULO 2. GENERALIDADES 170
3.12.2.1 Introducción 170
3.12.2.2 Antecedentes 171
3.12.2.3 Metodología 171
3.12.3 CAPITULO 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 172
3.12.3.1 Características del proyecto 172
3.12.4 CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO 174
3.12.4.1 Áreas de influencia 174
3.12.4.2 Medio abiótico 174
3.12.4.3 Medio biótico 181
3.12.4.4 Medio socioeconómico 183
3.12.4.5 Zonificación ambiental 192
3.12.5 CAPÍTULO 5. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES. 193
3.12.5.1 Aguas superficiales 193
3.12.5.2 Aguas subterráneas 193
3.12.5.3 Vertimientos 194
3.12.5.4 Ocupación de cauces 194
3.12.5.5 Materiales de construcción 195
3.12.5.6 Aprovechamiento forestal 195
3.12.5.7 Emisiones atmosféricas 195
3.12.5.8 Residuos sólidos 196
3.12.6 CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN AMBIENTAL 198

3.12.6.1 Identificación y evaluación de impactos 198
3.12.7 CAPÍTULO 7. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO 199
3.12.8 CAPITULO 8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 200
3.12.8.1 Medio abiótico 200
3.12.8.2 Medio biótico 201
3.12.8.3 Medio socioeconómico 202
3.12.9 CAPÍTULO 9. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PROYECTO 203
3.12.9.1 Medio abiótico 203
3.12.9.2 Medio biótico 203
3.12.9.3 Medio socioeconómico 203
3.12.10 CAPÍTULO 10. PLAN DE CONTINGENCIA 204
3.12.10.1 Análisis de riesgos 204
3.12.10.2 Plan de contingencia 204
3.12.11 CAPÍTULO 11. PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL 205
3.12.12 CAPÍTULO 12. PLAN DE INVERSIÓN DEL 1% 205
3.12.13 CAPÍTULO 13. ESPECIFICACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA 206
3.12.13.1 Información geográfica 206
3.12.13.2 Captura de información 206
3.12.13.3 Modelo de datos 207
3.12.14 CAPÍTULO 14. RESUMEN EJECUTIVO 207
3.12.15 ANEXOS. 207

3.13 VOLUMEN XIII. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO PARA LA ESTRUCTURACIÓN DEL PLIEGO DE CONDICIONES 209
3.13.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 209
3.13.1.1 Objetivo 209
3.13.1.2 Alcances 210
3.13.2 CAPÍTULO 2. CANTIDADES DE OBRA 210
3.13.3 CAPÍTULO 3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN 211
3.13.3.1 Especificaciones generales 211
3.13.3.2 Especificaciones particulares 211
3.13.4 CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS 212
3.13.4.1 Cálculo de los análisis de precios unitarios (A.P.U) 214
3.13.5 CAPÍTULO 5. PRESUPUESTO 217
3.13.5.1 Cálculo del A.I.U. 218
3.13.5.2 Procedimiento para el Cálculo del A.I.U. 224
3.13.6 CAPÍTULO 6.PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN, CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA, PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS, DE MATERIALES Y DE INVERSIÓN. 226
3.13.6.1 Definiciones 226
3.13.6.2 Requisitos para la programación 229
3.13.7 CAPÍTULO 7.PRODUCTOS ENTREGABLES 232
3.13.8 CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 232

3.14 VOLUMEN XIV. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PROYECTO 232
3.14.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES 233
3.14.1.1 Objetivo 233
3.14.1.2 Alcance 234
3.14.2 CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 234
3.14.3 CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN 235
3.14.3.1 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO 236

3.14.4 CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN 237
3.14.5 CAPÍTULO 5. DETERMINACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO 238
3.14.5.1 Identificación de costos y beneficios 238
3.14.5.2 Precios económicos 239
3.14.5.3 Perfodo de inversión y de operación 239
3.14.6 CAPÍTULO 6. INDICADORES ECONÓMICOS 240
3.14.6.1 Análisis de sensibilidad 240
3.14.7 CAPÍTULO 7. COSTOS Y BENEFICIOS NO CUANTIFICADOS 241
3.14.8 CAPÍTULO 8. ALCANCE DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA 241
3.14.9 CAPÍTULO 9. ALTERNATIVAS DE FINANCIACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA 241
3.14.10 CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 242
3.14.11 ANEXOS 242

3.15 VOLUMEN XV. INFORME FINAL EJECUTIVO 243
3.15.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 243
3.15.2 IMPORTANCIA DEL PROYECTO 243
3.15.3 FICHA TÉCNICA 243

4 ENTREGA DE DOCUMENTOS AL INVIAS 244

5 FORMA DE PRESENTACIÓN 245

1 INTRODUCCIÓN

En este documento se describe de una manera clara, ordenada y objetiva la forma en que el consultor debe desarrollar los estudios y diseños FASE III para carreteras, de tal forma que los productos entregados sean verdaderamente la solución ingenieril construible más adecuada para un proyecto de una vía nueva. 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 DEFINICIÓN

Se entiende por "Estudios y Diseños de Carreteras Fase III" todos los estudios y diseños definitivos que a través de metodologías y tecnologías avanzadas definen claramente el proyecto que cumplirá con lo exigido por los estándares internacionales en lo que tiene que ver con seguridad, comodidad, funcionalidad, urbanismo, desarrollo regional, impacto ambiental y conectividad.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo principal es realizar todos los estudios y diseños definitivos de un proyecto de carretera nueva, utilizando metodologías y tecnologías de punta que le permitan al país avanzar en el tan necesitado y anhelado desarrollo de la infraestructura vial para la competitividad.

Evaluar los costos precisos de la ejecución de la obra, teniendo en cuenta los costos de mitigación ambiental cuantificados en el EIA.

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.

2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS VOLÚMENES A DESARROLLAR EN ESTA CONSULTORÍA

El Informe final de los diseños Fase III, debe comprender como mínimo los siguientes Volúmenes para conseguir los objetivos y alcances definidos para el estudio:

VOLUMEN I: ESTUDIO DE TRANSPORTE

Mediante información secundaria y primaria se cuantifica y proyecta el TPD y se determina el número N de ejes de diseño. La capacidad y niveles de servicio definirán parámetros como la sección transversal, velocidad, pendiente, etc.

VOLUMEN II: ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO, SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL.

Con base en los datos estimados en el anterior volumen en cuanto a nivel de servicio, capacidad, se deberá definir el tipo de vía que se requiere, la sección típica y se obtendrá el diseño final en planta perfil.

VOLUMEN III: GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA

Geología y Geomorfología de detalle a lo largo y ancho del corredor de la vía, de tal forma que se identifiquen todos los problemas de estabilidad que se puedan presentar a la hora de la ejecución de la obra. Caracterización de las fuentes de materiales y ubicación de los posibles sitios para la disposición del material sobrante de corte.

VOLUMEN IV: ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

Mediante la ejecución de sondeos se encontrara la caracterización detallada de los suelos que servirán como fundación de las obras proyectadas.

Deberá determinarse las características físicas y químicas en la composición de los suelos mediante ensayos de laboratorio e insitu.

VOLUMEN V: ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

Se definirán las condiciones de estabilidad de laderas adyacentes, determinando inclinación del talud, obras de contención, de estabilidad, complementarias, para garantizar condiciones de seguridad en taludes de

corte, sitios críticos, con igual tratamiento para zonas de disposición de sobrantes.

VOLUMEN VI: ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO

A fin de determinar la estructura del pavimento se obtendrá como resultado de este volumen la caracterización de la subrasante, determinar y caracterizar los materiales componentes de la estructura del pavimento, la cual debe cumplir con funcionalidad, economía y durabilidad.

VOLUMEN VII: ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN

Se obtendrá el diseño, dimensionamiento, ubicación, niveles para drenajes mayores y menores de obras como son (puentes, pontones, alcantarillas, cunetas, y demás obras menores.) realizando estudios de socavación, se definirá así mismo obras de subdrenaje como son filtros, drenes horizontales, zonas de inestabilidad, etc. Estas deben ser concordantes con el diseño geométrico de la vía.

VOLUMEN VIII: ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS

Se diseñaran las obras basados en topografía, batimetría, diseño geométrico, geología, geotecnia, fundaciones, estabilidad de taludes, hidráulica, ambiental, urbanismo y demás áreas aplicables, para obras como son alcantarillas, muros, puentes y pontones.

VOLUMEN IX: ESTUDIO Y DISEÑO DE TÚNELES

Se determinará la tipología y el diseño final de este tipo de obras con base en estudios de tránsito, estudio de ventilación, estudio geológico y geotécnico del sector, tipo de suelo, obras subterráneas adicionales, etc.

VOLUMEN X: URBANISMO Y PAISAJISMO

Establecer la interacción entre la vía y núcleos poblacionales, sus usuarios (peatones, motociclistas), identificando puntos de conflicto, definir criterios para el tema paisajístico, incorporar las soluciones para el diseño geométrico, seguridad, y en general con las áreas afines.

VOLUMEN XI: GESTIÓN PREDIAL

En el desarrollo del diseño del proyecto se deberá establecer a través de una investigación técnica y jurídica las afectaciones territoriales del proyecto por su construcción y operación, determinar los títulos de propiedad y obtener información de los predios afectados.

VOLUMEN XII: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Se definen parámetros que buscan la racionalización de los recursos y minimizar el impacto y riesgos ambientales, se definirá las características, procesos, actividades a desarrollar, todo en búsqueda de identificar los riesgos de afectación y vulnerabilidad para el ecosistema y proponer soluciones, consignando estos parámetros en el plan de manejo ambiental.

VOLUMEN XIII: ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO PARA LA ESTRUCTURACIÓN DEL PLIEGO DE CONDICIONES

Se busca obtener la información necesaria tomando como base los estudios y diseños de las áreas que intervienen y así poder estructurar los pliegos de condiciones para la etapa constructiva, condicionando y estimando planes de trabajo e inversión para la ejecución de la obra.

VOLUMEN XIV: EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PROYECTO

En este volumen se hará un análisis económico de los costos y beneficios de la implementación del proyecto.

VOLUMEN XV: INFORME FINAL EJECUTIVO.

En este volumen se presentara 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 resumen disponer de los resultados técnicos más importantes de la consultoría.

3 ALCANCE TÉCNICO DE LA CONSULTORÍA

3.1 VOLUMEN I: ESTUDIO DE TRANSPORTE

Cuando se ha seguido la secuencia completa de la formulación de proyectos contemplada en estos requerimientos técnicos, se espera que el Estudio de Transporte a nivel de Fase II: Factibilidad, proporcionará todos los insumos requeridos para proseguir, en caso de ser favorable, con los estudios a nivel de Fase III: Diseño, sin necesidad de acopiar información adicional o efectuar análisis adicionales.

Esto significa que los análisis de transporte realizados a nivel de Fase II: Factibilidad, deben tener un nivel de detalle tal que, en caso de ser recomendado el proyecto para proseguir con los estudios a nivel de Fase III: Diseño, se cuente con todos los insumos necesarios desde la perspectiva de transporte.

Sin embargo, la práctica ha puesto en evidencia que no siempre se sigue la lógica de la formulación de proyectos y en ocasiones se decide contratar los estudios a nivel de Fase III: Diseño, sin haber estudiado las alternativas en las fases anteriores. En estos casos, cuando se decide abordar el diseño sin contar con los resultados de la fase anterior, es inminente incorporar el Estudio de Transporte en el paquete de estudios a nivel de Fase III: Diseño, siguiendo la misma metodología que debería aplicarse en los estudios de la fase anterior.

En este sentido, el Estudio de Transporte a nivel de Fase III: Diseño, estudiará la alternativa que haya sido identificada y determinará en forma precisa, minimizando los niveles de incertidumbre, los flujos de transporte en cada uno de los horizontes de planificación, los costos y los beneficios esperados con la puesta en marcha del nuevo proyecto de infraestructura; se recalca que el Estudio de Transporte brindará toda la información que sea requerida para los diseños definitivos en cada una de las otras áreas que integran estos términos de referencia.

La realización del presente Estudio de Transporte implica la toma de información primaria para calibrar adecuadamente los modelos de Macro-simulación, con los cuales se estimarán los flujos de transporte futuros. Así mismo, se contempla 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.

Adicionalmente, el Estudio de Transporte contemplará análisis detallados de costos de transporte, análisis de capacidad y niveles de servicio, análisis de costos externos y análisis de sensibilidad.

De manera general el informe correspondiente al Estudio de Transporte, para el caso de los estudios a nivel de Fase III: Diseño, debe considerar como mínimo los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN SECUNDARIA

CAPÍTULO 3. ESTUDIOS DE CAMPO

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DETALLADO DE COSTOS DE TRANSPORTE

CAPÍTULO 5. MODELOS Y PROYECCIONES

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE FLUJOS DE TRANSPORTE

CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

CAPÍTULO 8. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

CAPÍTULO 9. ANÁLISIS DE EXTERNALIDADES

CAPÍTULO 10. OTROS ANÁLISIS

CAPÍTULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

3.1.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.1.1.1 Objetivos

El objetivo principal del Estudio de Transporte a nivel de Fase III: Diseño, consiste en cuantificar los flujos, costos y externalidades de transporte sobre el corredor vial identificado para proceder con los estudios y diseños definitivos que a través de metodologías y tecnologías avanzadas definen claramente el proyecto que cumplirá con lo exigido por los estándares internacionales en lo que tiene que ver con seguridad, comodidad, funcionalidad, urbanismo, desarrollo regional, impacto ambiental y conectividad.

El Estudio de Transporte a nivel de Fase III: Diseño, se orientará por los siguientes objetivos específicos para estudiar el corredor vial identificado:

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

- Evaluar los costos de transporte y los beneficios en términos de ahorros en tiempos de viaje e insumos de la alternativa seleccionada.

- Obtener el TPD actual y futuro, composición y tasas de crecimiento para la alternativa seleccionada.

- Identificar el Tránsito Atraído, desviado y generado, tanto de carga como de pasajeros.

- Determinar el número acumulado de ejes equivalentes a 8.2 toneladas en el carril de diseño.

- Proponer análisis de sensibilidad.

- Brindar información de las situaciones con y sin proyecto.

- Definir el tipo de proyecto y facilitar la adopción de los parámetros de diseño geométrico.

- 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.

- Estimar las externalidades para las situaciones con y sin proyecto.

3.1.1.2 Alcances

El alcance fundamental del Estudio de Transporte a nivel de Fase III: Diseño, consiste en aportar la información que permita proceder con los diseños definitivos en cada una de las componentes que integran los presentes requerimientos técnicos.

En cuanto al enfoque que permitirá analizar correctamente los flujos, costos e impactos del transporte, serán usados modelos de Macro-simulación, basados en modelos secuenciales de planificación del transporte. Adicionalmente, para resolver los problemas de intersecciones y pasos urbanos, el estudio se apoyará también en modelos de Micro-Simulación, los cuales tomarán como insumo primordial los flujos existentes, los flujos proyectados y las características técnicas del proyecto en cada uno de los escenarios y horizontes de planificación.

Como se trata de un proyecto nuevo que se estudia a nivel de Fase III: Diseño, será necesario considerar con un buen nivel de detalle las redes de

transporte del orden local, regional y nacional que hagan parte de la zona de influencia directa e indirecta del proyecto. Para tal fin serán levantados inventarios de la red disponible, incluyendo las redes de otros modos de transporte que pudieran conectarse o resultar afectadas por la implementación del nuevo proyecto 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 y para obtener elasticidades que permitan la realización de análisis de sensibilidad de la demanda por transporte en el nuevo corredor.

Además de estimar los flujos, costos y externalidades del transporte para el nuevo proyecto de infraestructura que se evalúa, será muy importante determinar el impacto que tendrá la implementación del proyecto nuevo sobre las redes existentes, especialmente aquellas que se encuentran concesionadas, con el fin de anticipar los efectos sobre los recaudos de estos proyectos. Se entiende que la forma más recomendable de apoyar ese análisis será mediante el uso de modelos de Macro-simulación.

Otro alcance importante a nivel de Fase III: Diseño, 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.

El Estudio de Transporte requerirá de una coordinación muy estrecha, de doble vía, entre los especialistas de transporte y el especialista económico. El especialista económico brindará en primer lugar la información de carácter económico y social sobre la que se sustenta el análisis de demanda de transporte en cada uno de los escenarios y horizontes de planificación considerados y posteriormente deberá recibir, de parte de los especialistas de transporte, los resultados referentes a costos y beneficios de transporte para facilitar los análisis financieros y económicos del proyecto.

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 que se evalúa a nivel de

Fase III: Diseño. Sin embargo, en términos generales, el Consultor deberá remitirse a los estudios más recientes que se hayan adelantado en el país en materia de modelación del transporte.

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 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 nuevo proyecto.

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

En general, se tendrán que tomar aforos vehiculares en las infraestructuras existentes sobre las cuales se espera que haya un impacto del nuevo proyecto que se evalúa. También será necesario tomar encuestas de origen destino y aplicar encuestas de preferencias declaradas con el fin de estimar algunos indicadores que apoyen el análisis económico del proyecto, tal como el valor subjetivo del tiempo de viaje, y algunas elasticidades con las que se puedan realizar análisis de sensibilidad.

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 a nivel de Fase III: Diseño, se medirán los volúmenes vehiculares imperantes sobre el área de influencia del proyecto nuevo de infraestructura. Estos conteos se tomarán como mínimo durante 3 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, 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, sobre las infraestructuras que hagan parte del área de influencia del proyecto, es necesario garantizar 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 nuevos proyectos de 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 de la puesta en funcionamiento de la nueva infraestructura.

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

De ser necesario, se tomarán aforos peatonales sobre las futuras intersecciones y 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 nuevo proyecto 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 nuevo proyecto de infraestructura, 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.

3.1.4 CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DETALLADO DE COSTOS DE TRANSPORTE

Se espera que el nuevo proyecto de infraestructura traiga consigo beneficios, expresados principalmente como ahorros en los tiempos de viaje y posiblemente en reducciones de los costos de transporte. Como los flujos de transporte que recibirá el nuevo proyecto de infraestructura serán determinados con la utilización de modelos de Macro-simulación, es indispensable que se haga una correcta caracterización de los costos de transporte, tanto para las infraestructuras existentes como para la nueva infraestructura que se evalúa, de tal manera que el modelo represente acertadamente la realidad.

Los costos se estimarán con suficiente precisión para todos los arcos representativos del nuevo proyecto en el modelo. Las técnicas que utilice el Consultor para tal fin garantizarán que los costos de transporte asociados con el modelo representen apropiadamente los "verdaderos" costos que tendrían los vehículos en caso de que esa infraestructura fuese construida. Merecerá especial atención la validación de esos costos con base en los costos de transporte de infraestructuras existentes que se asemejen al proyecto que se modela. Así mismo, serán incluidos los costos de peajes existentes y proyectados para cada uno de los escenarios y horizontes de planificación.

El Consultor entregará una memoria detallada de los referentes, teorías, supuestos, cálculos y ajustes realizados para obtener los costos con los cuales se caracterizarán los arcos en el modelo de transporte, de tal manera que la metodología empleada pueda ser replicada en estudios similares.

El análisis de costos se hará por tipo de vehículo y tomará en cuenta además de la geometría de la infraestructura y el tipo de terreno, las demás variables que a juicio del Consultor o del Interventor permitan mejorar la manera como el modelo representa el sistema de transporte que se estudia. Cualquier modelo de costos propuesto por el Consultor será sometido a consideración del Interventor, antes de dar inicio a las tareas de modelación de transporte.

3.1.5 CAPÍTULO 5. MODELOS Y PROYECCIONES

El Estudio de Transporte para el análisis de un nuevo proyecto de infraestructura a nivel de Fase III: Diseño, considera el uso de modelos de Macro-simulación para la estimación de los flujos, costos, impactos y externalidades 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.

3.1.5.1 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.

3.1.5.1.1 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.

Debido a la necesidad de probar proyectos específicos de infraestructura, cobra vigencia el concepto de costo generalizado de viaje, que considera entre otras las siguientes variables: Tiempo de viaje, demoras, costos de operación, tarifa por derecho de uso de infraestructura, costos por congestión y costos por transferencias de carga, si las hay.

3.1.5.1.2 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 disponibl,e utilizar modelos agregados, aunque también se podrían complementar con modelos desagregados.

En una primera aproximación se considerarán como variables explicativas las siguientes:

Variables socioeconómicas: Crecimiento del producto interno bruto, exportaciones e importaciones según producto, crecimiento de los equipos,

tasa de cambio, tasa de empleo, crecimiento industrial y de otros sectores, regulación aduanera, crecimiento de población, consumos por regiones.

Variables de la oferta: Tarifas por uso de infraestructura, fletes, índices de conectividad, estado de la red de infraestructura.

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

3.1.5.1.3 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 nuevo proyecto de infraestructura de transporte. En cada escenario se determinará la cantidad de flujo que recibirán los nuevos componentes del modelo de red y se calcularán los costos de transporte con y sin proyecto para proceder con los diseños definitivos y con las valoraciones financiera y socioeconómica, así como con el análisis de los demás componentes de los requerimientos técnicos.

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.

3.1.5.2 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 con la puesta en marcha del nuevo proyecto de 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.

3.1.6 CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE FLUJOS DE TRANSPORTE

El modelo 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 proyecto, de tal forma que se pueda identificar el tráfico existente sobre los corredores de referencia.

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

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 identificada, 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 nueva infraestructura, expresar 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.

3.1.7 CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Los modelos de transporte calibrados permitirán la realización de análisis de sensibilidad de la demanda de transporte por cambios ocurridos en las variables relevantes del sistema, en sus dos grandes ámbitos: la oferta y la demanda.

Será particularmente de interés evaluar cómo varían los flujos de transporte sobre el corredor nuevo a partir de la variación en los costos de la red, ocasionados por la hipotética instalación de peajes, o en general cualquier situación específica que sea del interés de la entidad contratante.

Con respecto a la demanda de transporte, sería del interés evaluar la sensibilidad de los flujos de transporte como resultado de la ampliación de zonas productivas en el área de influencia del proyecto o de cualquier otra afectación de las zonas de análisis de transporte que pueda incidir en la demanda de transporte.

3.1.8 CAPÍTULO 8. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

El consultor efectuará un análisis de capacidad y nivel de servicio sobre la nueva infraestructura proyectada, 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 nueva infraestructura, en comparación con el nivel de servicio establecido para el periodo de diseño, permitirá generar la eventual gradualidad de las obras del nuevo corredor.

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.

3.1.9 CAPÍTULO 9. ANÁLISIS DE EXTERNALIDADES

Los costos totales del transporte normalmente son separados en costos internos y costos externos. Los costos internos, también llamados costos privados o costos directos, incluyen los costos que los usuarios perciben directamente, como ocurre con los costos de operación y el costo del tiempo, que son tomados en cuenta tradicionalmente en todos los ejercicios de modelación.

Por otra parte, los costos externos, también denominados costos sociales o costos indirectos, se refieren a aquellos costos que no son asumidos directamente por los usuarios, tales como: costos de los accidentes, costos de polución, costos de la congestión impuesta a otros usuarios y en ciertos casos, costos del uso de la infraestructura.

Se espera que el consultor haga una aproximación satisfactoria al análisis de los costos externos, para lo cual puede apoyarse inicialmente en el modelo de Macro-Simulación previamente calibrado, así como en análisis post-proceso a partir de los flujos de transporte modelados en cada uno de los escenarios y horizontes de planificación.

La cuantificación de los costos externos con y sin proyecto se hará de manera conjunta con el especialista económico, de quien se espera que tenga un amplio conocimiento en el análisis económico de proyectos de transporte. No se considera necesario simular la internalización de los costos externos.

3.1.10 CAPÍTULO 10. OTROS ANÁLISIS

Es posible que cada proyecto de infraestructura en particular a nivel de Fase III: Diseño, requiera de 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, un análisis de intersecciones y pasos urbanos usando técnicas de Micro-Simulación.

3.1.10.1 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.

3.1.10.2 Impacto sobre infraestructuras existentes

Un aspecto importante que debe ser analizado en forma detallada es el impacto que producirá la implementación del nuevo proyecto 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.

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

3.1.11 CAPÍTULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los objetivos y alcances del presente Estudio de Transporte parten de la base que los análisis a nivel de Fase III: Diseño, estudiará la alternativa que haya sido identificada y determinará en forma precisa, minimizando los niveles de incertidumbre, los flujos de transporte en cada uno de los horizontes de planificación, los costos y los beneficios esperados con la puesta en marcha del nuevo proyecto de infraestructura; se recalca que el Estudio de Transporte brindará toda la información que sea requerida para los diseños definitivos en cada una de las otras áreas que integran estos términos de referencia.

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 a nivel de Fase III: Diseño, 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, con amplia experiencia en trabajos similares.

3.1.12 ANEXOS

Toda la información secundaria que haya sido utilizada para el desarrollo del Estudio de Transporte a nivel de Fase III: Diseño, 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. ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO

El Informe Final del Estudio de Trazado y Diseño Geométrico para carreteras, debe considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1 OBJETIVO Y ALCANCES

CAPITULO 2 INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GEORREFERENCIADA

CAPITULO 3 CRITERIOS DE DISEÑO

CAPITULO 4 TRAZADO

CAPITULO 5 SEGURIDAD VIAL

CAPITULO 6 SEÑALIZACIÓN VIAL

CAPITULO 7 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO

CAPITULO 8. SISTEMAS INTELIGENTES APLICADOS AL TRANSPORTE

CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

3.2.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.2.1.1 Objetivo

Para esta etapa del proyecto, el Estudio de Trazado, Diseño Geométrico, Señalización y Seguridad Vial consiste en el diseño y localización del eje definitivo de la vía teniendo en cuenta el tipo de vía exigido por las necesidades de comunicación y las condiciones físicas de terreno y de transito esperado a fin de que su operación ofrezca al usuario condiciones excelentes de seguridad y comodidad. Este deberá ser definido, integrando las demás disciplinas que comprenden el proyecto a fin de garantizar su estabilidad y viabilidad técnica y económica.

En concordancia y una vez definido el diseño geométrico se debe realizar el diseño de la señalización y establecer los parámetros y ajustes para el tema de seguridad vial de forma tal que se brinde a los usuarios de la vía seguridad y bienestar.

3.2.1.2 Alcances

El consultor deberá definir un diseño geométrico acorde con las normas y criterios establecidos en El Manual de Diseño Geométrico del INVIAS vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños. En 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.

El trazado se deberá integrar e interactuar con los estudios geológicos, geotécnicos y ambientales del corredor, con el propósito de garantizar condiciones de estabilidad, de esta manera se hará necesario efectuar modificaciones al trazado de manera iterativa hasta conseguir que cumpla con todas las condiciones.

La localización del eje definitivo de proyecto implica la materialización (abscisado) de la totalidad del eje y la verificación en campo el cumplimiento de los criterios y consistencia geométrica y geotécnica del diseño, respecto al entorno topográfico de la ladera, tal como lo especifica el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS.

Se deberá realizar un análisis de amenaza a procesos de remoción en masa e identificación de sitios críticos del alineamiento proyectado con el fin de que sea un condicionante del trazado y para que todas las decisiones y obras apunten a la solución de estas problemáticas.

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 puntos críticos en vías similares a la estudiada.

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

La información suministrada con relación al alcance y las actividades a realizar, deben interpretarse como una guía general al Consultor, para la ejecución de los estudios.

3.2.2 CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GEORREFERENCIADA

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

Con las tecnologías disponibles de adquisición de información topográfica digital de alta precisión se realizan diseños geométricos ajustados rigurosamente sin la necesidad de hacer levantamientos topográficos exhaustivos de todo el corredor. Sin embargo en el momento no es posible prescindir completamente de la topografía de campo convencional ya que 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 30cm x 30cm y una altura mínima de 60cm; 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 georreferenciación mediante el modelo geoidal GEOCOL 2004 e ir ajustando la nivelación de tal manera que su error de cierre no sea mayor de un centímetro por kilómetro.

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 Interventoria 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 abscisaran, 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, abscisandolo cada 10 mts 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 de satélite, una

resolución espacial (tamaño de la mínima unidad de información incluida en la imagen, denominada como píxel) máxima de 1 metro, o de tratarse de aerofotografías digitales, un rango de GSD (Ground Sampling Distance – Tamaño del pixel en el terreno) de 15 centímetros.

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 deberá 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 geotécnica del corredor. Teniendo como premisa un horizonte mínimo de 20 años a partir de la entrada en operación de la carretera 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 que 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 a la Interventoría y al INVIAS durante el proceso de diseño. Deberá entregarse una modelación del diseño aprobado por la Interventoría delegada por el INVIAS.

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 el concepto de *Auditorías de Seguridad Vial* para identificar riesgos, amenazas y vulnerabilidad de la operación futura de la vía en estudio.

Estas condiciones pueden potencialmente afectar a los usuarios en todas sus categorías: conductores, pasajeros, peatones, y ciclistas, entre otros.

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.

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 dotadas 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 apartar 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.

3.2.6 CAPÍTULO 6. SEÑALIZACIÓN VIAL

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

Se presentará la ubicación de cada tipo de señal, mediante la utilización del abscisado correspondiente, 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, 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 haber señalizado algunas de una vías de carácter nacional o regional, para garantizar de esta forma que sea un profesional con un criterio ya formado en la interpretación de lo establecido en el Manual de señalización vial a fin de evitar el uso inadecuado de la señalización, ya que en este caso un exceso de señalización la torna en un elemento inocuo, e inútil para la seguridad en la vía.

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 tal que tengan un anclaje tal que soporten la envestida del vehículo que la impacte y lo re direccione 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 pormenorizado estudio de balizamiento del sector para determinar las condiciones climáticas imperantes a lo largo del año, a fin dotar de elementos reflectivos, como las tachas, las líneas centrales, 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, aun cuando las condiciones atmosféricas sean adversas.

En el caso de Carreteras de montaña en donde frecuentemente se presentan problemas con el adelantamiento, por falta de visibilidad y si estos casos 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.

El estudio de señalización definitiva se debe entregar en planos con extensión .dwg en escala 1:1000 en planta y perfil. En estos planos de señalización se debe incluir la información necesaria como es: la localización de accesos y salidas, la ubicación de sitios de interés como colegios, escuelas, puestos de salud, en fin sitios que son sujetos de señalización, así mismo se deben ubicar los puentes vehiculares y peatonales, las cabezotes

de las alcantarillas, etc., en fin 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 a implementar en la via según tipo y codificación respectiva.

3.2.7 CAPÍTULO 7. PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO

Para la construcción del proyecto el consultor deberá diseñar un Plan de Manejo de Tránsito que busque mitigar el impacto de la construcción, este debe ser presentado a la Interventoría y a la Autoridad de transito correspondiente para su aprobación.

Cuando la vía existe, 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 tránsito 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 presentara 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 estimativo de los costos que involucren el 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 la utilización de tecnología propuesta en lo que se conoce como *Intelligent Transportation Systems -ITS-*. 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, se realiza por medio de 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 integran 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 lo indicado en el Manual de Señalización Vial adoptado por las autoridades colombianas y vigentes a la fecha de elaboración de los estudios..

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

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 ANEXO. 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 kilómetros.
- 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 presentaran los planos generales de diseño como curvas típicas, criterios de diseño de retornos y carriles especiales, accesos, etc.

Planta

Escala 1:1.000

- Eje del proyecto rotulado con abscisas cada 20 m, 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.

Planos de Señalización

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

3.2.10.1.5 Carteras del proyecto y de replanteo

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

Carteras de Topografía

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

Carteras de Diseño

- Cartera de Alineamiento Horizontal.
- Cartera de Alineamiento Vertical
- Cartera de Rasantes y peraltes (*Eje:* Abscisa y Cota – *Borde Izquierdo:* Peralte, Distancia y Cota - *Borde Derecho*: Peralte, Distancia y Cota).
- Replanteo de la totalidad de la sección transversal.
- Cartera de Chaflán
- Cartera de Movimiento de Tierras.
- Análisis de Movimiento de Tierras.
- Listado de Análisis de visibilidad.

3.3 VOLUMEN III. GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA

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

CAPÍTULO 1 OBJETIVO Y ALCANCES

CAPITULO 2 GENERALIDADES.

CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE ANTECEDENTES

CAPÍTULO 5 ESTUDIOS DE CAMPO

CAPÍTULO 6 ESTUDIO GEOLÓGICO DETALLADO DEL ALINEAMIENTO

CAPÍTULO 7 ESTUDIOS DE FUENTES DE MATERIALES

CAPÍTULO 8 ESTUDIO DE TÚNELES

CAPÍTULO 9 ESTUDIO DE PONTEADEROS

CAPÍTULO 10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO 11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPÍTULO 12 INFORME DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA FASE III.

ANEXOS

3.3.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.3.1.1 Objetivo

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

El propósito de los estudios detallados a nivel de Fase III, es la definición de las características geológicas de ingeniería del proyecto.

3.3.1.2 Alcances

Los estudios deben determinar mediante una evaluación y análisis detallados, a escala 1: 2.000, los aspectos de estabilidad y seguridad de las áreas donde se desarrollará la vía, la clasificación de excavaciones para pago, los sitios establecidos para el suministro de materiales de construcción y los sitios para disposición de materiales sobrantes. Además, comprenderá la investigación geológica de ingeniería en los túneles y ponteaderos.

Los estudios deben satisfacer los siguientes requisitos:

- Proponer los taludes más favorables para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad de las explanaciones, fundación de los terraplenes, otras estructuras, estabilidad para las diferentes zonas de comportamiento homogéneo, teniendo en cuenta las posibles fuentes de amenaza o riesgo.

- Complementar en detalle la investigación geológica y geotécnica en túneles, zonas inestables, ponteaderos, fuentes de materiales y botaderos identificados en la zona del corredor del proyecto.

- Recomendar los sitios apropiados de explotación de materiales de construcción, los cuales cumplan las normas de calidad, a menor costo y acorde con la viabilidad ambiental.

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

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

- Recomendar la necesidad de introducir mejoras al proyecto desde el punto de vista geométrico acorde con las condiciones geológicas más favorables para realizar los cortes, y en concordancia con los riesgos y amenazas evaluadas.

- Definir de manera conjunta con la geotecnia la localización más adecuada para adelantar los trabajos de exploración de campo mediante la realización de perforaciones mecánicas en los sitios inestables, corredor del proyecto, fuentes de materiales, sitios de disposición de sobrantes, sitios de ponteaderos, etc.

3.3.2 CAPÍTULO 2. GENERALIDADES

En este capítulo el consultor presentará la localización del proyecto, ubicación de los sitios a evaluar y comentará brevemente los propósitos contractuales, etapas y alcances de los estudios.

3.3.3 CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA

3.3.4 CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE ANTECEDENTES

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

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

3.3.5 CAPÍTULO 5. ESTUDIOS DE CAMPO

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

3.3.6 CAPÍTULO 6. ESTUDIOS DE FUENTES DE MATERIALES

3.3.6.1 Objetivo y alcance

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 del Volumen - Estudio de Impacto Ambiental – EIA.

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 del Volumen - Estudio de Impacto Ambiental – EIA.

3.3.6.2 Información básica

Se harán mapas geológicos a escala 1:2,000 de cada fuente potencial de materiales de construcción. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litoestratigráficas, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, y resistencia de los suelos y rocas. La localización de las estaciones geológicas se realizara con las coordenadas Magna-Sirgas del levantamiento topográfico detallado del proyecto.

La resistencia de suelos y rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica descrito por Marinos et al. (2005).

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

prepararán columnas estratigráficas de las diversas unidades. Se harán cortes geológicos verticales. Se harán las descripciones detalladas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca de las perforaciones.

3.3.6.3 Cálculo de recursos y reservas

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

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

3.3.6.4 Caracterización de materiales

Con las muestras representativas se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVIAS vigentes a la fecha de los diseños, 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.

3.3.6.5 Proyecto de explotación

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

3.3.6.6 Informe de fuentes de materiales

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

3.3.7 CAPÍTULO 7. ESTUDIO DE TÚNELES

El estudio de túneles es un trabajo multidisciplinario llevado a cabo entre otros por ingenieros de vías, ingenieros especialistas en túneles, topógrafos, geólogos, ingenieros geotecnistas, geofísicos, hidrogeólogos, perforadores y auxiliares varios.

El trabajo comprende las siguientes 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.

3.3.7.1 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.

3.3.7.2 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 1 m. 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.

3.3.7.3 Geología

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, etc. 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. De cada unidad litoestratigráfica 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.

3.3.7.4 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 se 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.

3.3.7.5 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 el lugar de 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. 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 disturbada o 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, 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. 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.

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.

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.

3.3.7.6 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 suelos, 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:

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, peso unitario, descripción petrográfica de rocas, dureza y abrasividad de rocas.

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.

3.3.7.7 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.

3.3.7.8 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.

3.3.7.9 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 Fase III 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 se 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.

3.3.7.10 Clasificación geomecánica

Se hará la valoración geomecánica usando las Clasificaciones de Masas Rocosas Diaclasadas de Bieniawski y Barton (Bieniawski,1989). 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.

3.3.7.11 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.

3.3.7.12 Diseño final

Los ingenieros de túneles y los ingenieros de vías, 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.

3.3.8 CAPÍTULO 8. ESTUDIO DE PONTEADEROS

3.3.8.1 Objeto y alcance

En la Fase III se deben diseñar puentes o viaductos sobre cursos importantes de agua o sobre terrenos que no soportan una carretera por su superficie. Los estudios geológicos de ingeniería deben aportar toda la información necesaria para asegurar la construcción estable de los puentes o viaductos y su funcionamiento.

3.3.8.2 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, imágenes de satelitales, batimetría, etc.

3.3.8.3 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. El estudio geológico preliminar ya hecho durante la Fase II se debe utilizar para la parte central del nuevo mapa, continuando con la misma metodología que se empleó en su preparación.

3.3.8.4 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 1:2.000 de cada fecha.

3.3.8.5 Estudio de la geología local

El geólogo de ingeniería hará el estudio geológico detallado 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 reptación, manantiales y demás

características geológicas. La localización de las estaciones geológicas se hará con base en las coordenadas Magna-Sirgas del levantamiento topográfico detallado. La resistencia de los suelos y rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica (Marinos et al., 2005).

Es necesario que se haga parte de la exploración geológica por río, recorriéndolo en una lancha a motor.

Se excavarán los apiques y trincheras necesarias para describir los suelos y la meteorización de las rocas. Si se requiere, 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 dependerá de la geología del sector del ponteadero y de la profundidad del cauce del río. Algunas de las perforaciones se harán en tierra firme en las aproximaciones del puente, y varias de las perforaciones habrá que hacerlas 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, 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. 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.

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.

3.3.8.6 Estudio de las amenazas geológicas naturales

Es necesario 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.

3.3.8.7 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

3.3.9 CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

3.3.10 CAPÍTULO 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bieniawski, Z.T., (1989), Engineering Rock Mass Classifications; 251 p., John Wiley & Sins, New York.

"Índice de Resistencia Geológica" [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].

"Descripción de Masas Rocosas Para Propósitos de Ingeniería": [The Geological Society Engineering Group Working Party "The Description of Rock Masses for Engineering Purposes", Quarterly Journal of Engieering Geology and Hydrogeology, (1977), Vol. 10, pp.355-388].

"Informe para El Registro de Corazones de Roca para Propósitos de Ingeniería": [The Geological Society Engineering Group Working Party Report on the Logging of Rock Cores for Engineering Purposes", Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, (1970), Vol.3, pp.1-24].

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.

Newill, D. y Triviño, J., (1974), Evaluación de Terreno aplicado a la Ingeniería Vial en Colombia; Segundo Simposio Colombiano de Geotecnia e Ingeniería Geológica; MOP, Colombia, Bogotá, D.E.

Rengers, N., (1973), Principios de Ingeniería Geológica; CIAF, Bogotá, D.E.

Van Zuidam, R.A. and Van Zuidam-Cancelado, F.I., (1979), Terrain Analysis and Classification using Aerial Photographs; Vol.VII, Ch.6 of the ITC Textbook of Photo-Interpretation, 310 p., The Netherlands.

3.3.11 CAPÍTULO 11. INFORME DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA FASE III

El informe final de geología para ingeniería, diseño de carreteras Fase III, tendrá el siguiente contenido:

I- Introducción: Propósito y alcance del informe, Información Existente; Metodología.

II- Geología General: Unidades Geológicas; Historia Geológica; Estratigrafía; Composición y Textura de las Unidades de Rocas; Estructuras; Resistencia Geológica; Sismicidad, Zonas de Falla; Meteorización; Suelos; Erosión; Hidrogeología.

III- Geología Para Ingeniería: Unidades Homogéneas; Puntos Críticos; Ponteaderos; Túneles; Cortes Importantes en Roca y Taludes; Rellenos; Fenómenos de Inestabilidad y Medidas de Estabilización; Sitios de Puentes Corrientes y Alcantarillas; Fuentes de Materiales; Amenazas Geológicas Naturales; Trabajabilidad; Botaderos de Sobrantes; Cantidades de Obra.

IV- Referencias.

V- Conclusiones y Recomendaciones.

ANEXOS

Mapa de Localización del Proyecto

Mapas de las Fuentes de Materiales Estudiadas

Mapas Geológicos de Cada Fuente Escala 1: 2,000

Registro de Apiques y Trincheras de Cada Fuente de Materiales

Columnas Estratigráficas de Cada Fuente de Materiales Escala 1: 100

Registro de Perforaciones de Cada Fuente de Materiales

Cortes Geológicos de Cada Fuente de Materiales

Figuras del Proyecto de Explotación de Cada Fuente de Materiales

Petrografía de Secciones Delgadas de cada fuente de materiales

Mapas Geológicos de Cada Túnel Escala 1: 2.000

Cortes Geológicos Longitudinales de Cada Túnel Escala 1: 2.000

Mapas Geológicos de los Portales de Cada Túnel Escala 1: 500

Cortes Geológicos de los Portales de Cada Túnel Escala 1: 500

Columnas Estratigráficas de Cada Túnel Escala 1: 100

Registro de Apiques y Trincheras de Cada Túnel

Registro de Perforaciones de Cada Túnel

Perfiles de Líneas Sísmicas en los Túneles

Petrografía de Secciones Delgadas en los Túneles

Ensayos Geotécnicos de Laboratorio en Suelos y Rocas de Cada Túnel

Ensayos de Permeabilidad Lugeon en los Túneles

Mapa Hidrogeológico de Cada Túnel Escala 1: 2.000

Corte Hidrogeológico Longitudinal de Cada Túnel Escala 1: 2.000

Análisis Químicos de Calidad de Agua

Niveles de Agua Subterránea en Piezómetros

Clasificaciones Geomecánicas de Masas Rocosas Diaclasadas en los Túneles

Mapas Geológicos Regionales de Cada Ponteadero Escala 1: 5.000

Cortes Geológicos Regionales de Cada Ponteadero Escala 1: 5.000

Mapas Geomorfológicos de Cada Ponteadero por fechas

Mapas Geológicos Locales de Cada Ponteadero Escala 1: 2.000

Cortes Geológicos Locales de Cada Ponteadero Escala 1: 2.000

Registro de Apiques y Trincheras en cada ponteadero

Registro de Perforaciones de Cada Ponteadero.

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

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

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

CAPITULO 3. TRABAJOS DE CAMPO

CAPITULO 4. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

CAPITULO 5. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

CAPITULO 6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

CAPITULO 7. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO

CAPITULO 8. OBRAS COMPLEMENTARIAS

CAPITULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

3.4.1 CAPÍTULO 1.OBJETIVO Y ALCANCES

3.4.1.1 Objetivo

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

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 al esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad). La profundidad de las perforaciones, las pruebas de laboratorio por realizar deberán cumplir con las exigencias establecidas en los capítulos 3 y 4 respectivamente.

3.4.2 CAPÍTULO 2. RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN

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

3.4.2.1 Descripción del proyecto

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

3.4.3 CAPÍTULO 3. TRABAJOS DE CAMPO

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

La definición de la ubicación de los sitios de exploración 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 las 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.

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.

3.4.4 CAPÍTULO 4. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

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

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

3.4.4.1 Perfil estratigráfico

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

3.4.5 CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

En el caso que se requiera este tipo de análisis, deben resumirse los resultados de los estudios hidráulicos, hidrológicos y de socavación contenidos en el volumen correspondiente, referidos al cálculo de la socavación general y local 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.

3.4.6 CAPÍTULO 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 cálculo, incluyendo gráficas y toda aquella información que proporcione claridad al estudio.

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.

3.4.7 CAPÍTULO 7. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO

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

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

3.4.8 CAPÍTULO 8. OBRAS COMPLEMENTARIAS

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

3.4.9 CAPÍTULO 9. 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.

3.4.10 ANEXOS

- Esquema de Localización de las perforaciones.
- Registros de perforaciones.
- Resultados de ensayos de laboratorio e in situ.
- Memorias de cálculo: Análisis de estabilidad, Diseños de obras complementarias.
- Planos topográficos, geológicos y de obras (en planta y perfil) Escala 1:500.
- Fotografías del sitio en estudio.

3.5 VOLUMEN V. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

El Informe Final FASE III sobre los estudios para la estabilización de taludes debe considerar los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. DIAGNOSTICO 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

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

CAPÍUTLO 7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y 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, etc. Que garanticen la estabilidad de los cortes que se requieran para la implantación del proyecto. Igualmente, deberán determinarse las condiciones de cimentación y taludes para los terraplenes que se requieran para la explanación 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 CAPITULO 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, etc. 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 conduzcan 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 y en las zonas homogéneas definidas. Estas investigaciones serán directas con sondeos y recuperación de muestras cuya profundidad deberá ser tal que se llegue al nivel de la subrasante proyectada. Será necesario mínimo cuatro sondeos por zona homogénea y una separación máxima entre sondeos de 2 km. 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 a lo largo del corredor de la vía, 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 zona homogénea 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, etc., que garanticen un adecuado manejo de las aguas superficiales y subsuperficiales y las obras de contención requeridas como muros, anclajes, pernos etc. 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 CAPITULO 6. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES

Con base en los resultados de las investigaciones se definirán las condiciones de cimentación de los terraplenes y zonas de disposición de sobrantes la inclinación de los taludes, bermas y las obras adicionales requeridas tales como cunetas filtros, etc., 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 debe 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, el Consultor proporcionará las 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.

- Planos generales de localización.
- Esquema localización de los sondeos.

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

3.6 VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO

El Informe Final FASE III 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

El estudio a desarrollar debe permitir identificar, analizar y evaluar mediante guías, ensayos y metodologías, los requerimientos necesarios para determinar los diseños para estructuras de pavimentos nuevos.

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, estabilizadas, según el caso.

- Definir los espesores y materiales más apropiados que pueden ser colocados de acuerdo a las condiciones del proyecto y que constituirán la estructura de pavimento; así como las zonas de extracción y sitios para disposición de materiales sobrantes de los materiales durante la construcción.

- Diseñar una estructura que sea cómoda, funcional, segura, económica 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 sección de drenajes analizar, aceptar y/o complementar las obras de drenaje enfocado a la estructura de pavimento para garantizar la vida útil de este.

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, etc., la cual debe ser aprobada por la Interventoría, este documento aprobado será la carta de navegación en el proceso, para disminuir las discusiones técnicas durante el diseño y permitirá mantener la integralidad de la información de insumos y salidas parciales entre especialistas.

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.

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 y toma de muestras para ensayos.

Los objetivos del muestreo incluyen: determinación de los espesores de los diversos estratos, obtención del material para los ensayos requeridos de laboratorio y eventualmente, la ejecución de ensayos "in situ"

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

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.

Con base en la geología del corredor y los resultados de las investigaciones de campo se sectorizará el proyecto y se programarán y realizarán las pruebas de laboratorio requeridas para determinar la resistencia del suelo en términos de CBR. El número de pruebas será definido por el consultor y aprobado por la interventoría teniendo en cuenta que se requiere como mínimo 3 pruebas por sector.

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

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

Los ensayos a realizar en los materiales granulares son los contemplados en 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 el Estudio de Impacto Ambiental, 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 contratos, según el uso que se pretenda dar a los materiales de las diferentes fuentes. Si la calidad, cantidad, disponibilidad o costo de los materiales de las fuentes disponibles no permite la construcción de subbases y bases convencionales, se deberán estudiar alternativas de estabilización de los materiales disponibles, empleando aditivos químicos o cualquier otro que sea aplicable y presentando los cálculos y resultados de los diseños respectivos.

Para el caso de las mezclas asfálticas y de hormigón, se deberán presentar los cálculos y los resultados de los diseños de laboratorio, 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, así como puntos de investigación del sub-suelo, en concordancia con los requerimientos del Plan de Manejo Ambiental.

Efectuar los aforos para determinar el TPD siguiendo la metodología INVIAS y compararlo con la información existente, realizar un análisis comparativo y definir cuál será utilizado en diseño de pavimentos.

3.6.6.2 Ensayos de laboratorio

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

Los ensayos a realizarle a las fuentes de materiales como mínimo deben ser: Desgaste en la máquina de los ángeles, solidez, materia orgánica, azul de metileno, equivalente de arena, gradación, límites de 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 de las Especificaciones Técnicas del INVIAS vigentes al momento de los estudios.

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

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.

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, si el caso es pavimento rígido se deberán tener módulos dinámicos de los materiales granulares a emplear en la obra.

3.6.8 CAPÍTULO 8. ESTUDIO DE TRANSPORTE

Deberá incluir los parámetros del análisis de tránsito adoptado para el diseño del pavimento, de tal forma que permita calcular el número acumulado de ejes equivalentes a 8,2 toneladas en el carril de diseño, para el periodo de diseño y las alternativas consideradas, en lo que se refiere a pavimentos flexibles, y el número de repeticiones esperados por tipo de vehículo para pavimentos rígidos.

Dentro del estudio de tránsito deberá existir una investigación de la existencia de pesajes de vehículos de carga, de existir dichos pesajes se debe emplear esta información para la estimación del número de ejes equivalentes.

Los resultados del Estudio de Tránsito serán los datos de entrada para el diseño de pavimentos.

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

3.6.9 CAPITULO 9. DISEÑO DE PAVIMENTOS

Contendrá un estudio y análisis completo de mínimo dos (2) alternativas propuestas de acuerdo con las metodologías empleadas en los manuales de diseño de pavimentos adoptados por el INVIAS y pueden complementarse esas alternativas con otras metodologías recomendadas por el especialista de la consultoría con el visto bueno de la Interventoría, de allí se debe extraer la alternativa recomendada que obedecerá a la mejor alternativa técnica, económica, y funcional para el proyecto. Para tal fin, se tendrá en cuenta la información geotécnica y el análisis de tránsito. 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, escorias, cenizas, otros estabilizantes diferentes al cemento Pórtland y la emulsión asfáltica, pavimentos de hormigón reforzado con juntas, etc. En todos los casos, la

alternativa deberá suplir y deberá estar soportada por sistemas y procedimientos aprobados por una entidad de normalización competente en la materia.

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

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

- Mapa de localización del proyecto.
- Registro de perforaciones y apiques de 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 Fase III deberá considerar los siguientes componentes:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPITULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

CAPITULO 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS

CAPITULO 4. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN

CAPITULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO

CAPITULO 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, etc.), así como las de subdrenaje (filtros, trincheras drenantes, drenes horizontales, etc.) 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 loa 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, etc., incluido lo consignado en el Estudio de Impacto Ambiental - EIA para el 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 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, etc.

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 o limnigráfica ubicada sobre el mismo cauce 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 fórmulas empleadas

Debido a la diversidad de fórmulas con que cuenta la hidrología para el cálculo de caudales y que son aplicables en gran parte dependiendo del 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, etc., indicando finalmente el método de predicción adoptado. Esta labor es de capital 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, etc.

En aquellos casos donde el corredor vial discurra próximo a una corriente importante que pueda llegar a afectar la estabilidad de la vía, el Consultor deberá realiza 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, etc.).

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, etc.

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 mayor, 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:

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

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

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

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

Socavación por degradación de los cauces aguas abajo de embalses y otras estructuras que retienen los sedimentos (si aplica)

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

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, etc.

El consultor estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, incluidos los programas de computador utilizados, la metodología, los

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

Se hará entrega de toda referencia bibliográfica a que se haga mención en el estudio. Esta debe ser clara y precisa y, en los casos que se requiera, se adjuntarán los capítulos o análisis teórico-técnicos de una o alguna de las referencias en particular que permitan dar un concepto sobre un punto específico.

Si el consultor considera que deben incluirse o excluirse entregables, deberá solicitar y sustentar la modificación correspondiente.

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 DISEÑO DE ESTRUCTURAS

El Informe Final FASE III del Estudio y Diseño de Estructuras, debe contener los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. ESTUDIOS REQUERIDOS

CAPÍTULO 3. PROYECTO ESTRUCTURAL

CAPÍTULO 4. PLANOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

CAPÍTULO 5. CANTIDADES DE OBRA Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CAPÍTULO 7. PRESUPUESTO OBRAS

CAPÍTULO 8. INFORME FINAL

CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.8.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

3.8.1.1 Objetivo

A partir del conocimiento de todos los parámetros establecidos en los estudios 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, diseñar las estructuras necesarias para la óptima funcionalidad del proyecto de tal forma que sea 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 que atraviesen el eje definitivo del proyecto.

3.8.1.3 Generalidades

Con base en la definición del eje del proyecto, la sección transversal del sitio de la estructura, y partiendo del conocimiento de los estudios básicos de topografía, hidrología, hidráulica, 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, que 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.

3.8.1.4 Normas aplicables

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

3.8.1.4.1 Normas Principales

Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, emanadas del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS.

El Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes (CCDSP),

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

Los documentos serán las versiones vigentes a la fecha de los estudios 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.

3.8.1.4.2 Normas complementarias

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

Standard Specifications for highway bridges. 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

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 INTERVENTORÍA y el INVIAS (coordinador del proyecto).

CARGA VIVA: 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.

VIDA ÚTIL: 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 período 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.

3.8.1.5 Requisitos generales

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

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.

3.8.1.6 Aspectos de resistencia

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.

3.8.1.7 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.

3.8.1.8 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.

3.8.1.9 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.

3.8.1.10 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, servicio y estética.

3.8.1.11 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.

3.8.2 CAPÍTULO 2. ESTUDIOS REQUERIDOS

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

El alcance y metodología particular para los estudios necesarios del ponteadero se describen en los siguientes capítulos de este documento.

Todos los estudios son integrales para alcanzar el objetivo planteado; por lo que se debe tomar en cuenta que las memorias e información obtenida de las actividades realizadas son documentos de referencia que servirán para

atender inquietudes presentadas durante la ejecución del proyecto, sin necesidad de adelantar investigaciones adicionales.

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

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

El informe final del estudio y diseño estructural para puentes y obras complementarias a nivel Fase III, deberá organizarse en los siguientes capítulos:

Estudios ambientales y sociales.

Estudios de urbanismo.

Estudios de evaluación de alternativas.

Estudios topográficos.

Estudios de Geología.

Estudios de Hidrología, hidráulica y Socavación.

Estudios de suelos para el diseño de fundaciones de puentes.

Proyecto Estructural.

Planos de Diseño ó Construcción.

Cantidades de obra y especificaciones de Construcción.

Análisis de precios unitarios.

Presupuesto.

Informe Final.

3.8.2.1 Estudios ambientales y sociales

Se debe considerar el impacto de un puente y sus accesos 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.

3.8.2.2 Estudios de urbanismo

En el caso de puentes en zonas de asentamientos urbanos, se deberá hacer un análisis especial con énfasis en la afectación del entorno urbano y social, considerando en el análisis de alternativas además del costo de construcción, aquellos costos complementarios como los de obras de urbanismo y los costos sociales que sean necesarios para minimizar los impactos adversos de la estructura y la carretera.

3.8.2.3 Estudios de evaluación de alternativas

La elección de la ubicación de los puentes se deberá justificar mediante el análisis de al menos tres alternativas, considerando aspectos económicos, técnicos, sociales y ambientales, como así también los costos de mantenimiento e inspección asociados con las estructuras y con la importancia relativa de los aspectos antes mencionados.

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.
- 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.

3.8.2.4 Estudios topográficos

La ejecución del levantamiento topográfico será realizada según se indica en el Volumen de Trazado y Diseño Geométrico, Señalización y Seguridad Vial de los presentes términos de referencia.

Informe topográfico para ingeniería de puentes y estructuras

Siendo la topografía el documento de partida para la coordinación de los estudios y diseños finales, se deberá presentar en la forma más detallada posible, planimetría y altimetría referenciada a niveles y coordenadas

Se deberá referenciar espacialmente y a escala cualquier construcción existente tales como, estructuras de contención, obras de drenaje, alcantarillas, torres y cualquier otra estructura; indicando claramente en el plano el tipo de elemento, sus dimensiones y descripción.

El informe topográfico consistirá en los datos de campo, archivos de estación y carteras los cuales deben presentarse en medio magnético e impreso según corresponda, indicando en el informe el software y versión utilizada para la lectura el procesamiento de los datos.

Dada la facilidad de procesamiento de dato por el uso de las herramientas modernas de levantamiento topográfico y los implementos de análisis y presentación (software 3d); la cantidad de información requerida podrá ser más exigente.

En el caso de que durante los diseños se determine la necesidad de ampliación de topografía (generalmente de detalle); esta deberá integrarse al levantamiento general. No se acepta la presentación fraccionada e independiente de la topografía de detalle.

Planos

Plano(s) general(es)

La topografía completa del área del proyecto estructural se presentara en los planos generales del proyecto en planta-perfil a escala 1:200.

Debe contener: un plano de ubicación, planimetría con curvas de nivel cada metro si la quebrada o cañada es profunda o más juntas si el terreno es llano o las barrancas son poco definidas.

En la proyección del obstáculo se presentarán elementos del diseño geométrico de la vía, el eje debidamente referenciado y abscisado, cota de agua máxima, cotas de rasante.

Secciones transversales por el eje propuesto enlazado con el eje de la vía. Cada 10,0 m y durante una longitud de por lo menos 200 m antes y 200 m después de cada estribo del puente en un ancho de 20 m a cada lado de la vía; de tal forma que se cubra con suficiencia cualquier posible relocalización del proyecto durante el desarrollo de los estudios.

Perfil longitudinal y secciones transversales del lecho, 250 m aguas arriba y abajo, situadas cada 10 m, un perfil longitudinal del eje del lecho del río en 500 m aguas arriba y abajo.

Plano de localización de la estructura

Escala 1:200, pero cualquiera que sea la escala, deberá ser la misma utilizada en la planta-perfil del plano general.

Para el ponteadero seleccionado y para cada una de las alternativas estudiadas, se deberán mostrar perfiles por el eje de la vía.

Para la alternativa seleccionada se realizará topografía de detalle, replanteando la localización del perfil topográfico por el eje seleccionado y por los bordes del tablero proyectado, así como el perfil topográfico transversal por el eje de las unidades de infraestructura

3.8.2.5 Estudios de geología

Se refiere a la geología detallada de la zona de influencia de los puentes y deberá considerar el reconocimiento geomorfológico de las zonas aledañas a los puentes, a fin de determinar características y propiedades generales de los diferentes estratos o depósitos geológicos, con información sobre fallamientos, pliegues, diaclasas, sitios de inestabilidad potencial o cualquiera otra circunstancia que ponga en peligro la estabilidad de los puentes.

Junto con el informe del estudio geológico regional se deberá incluir un plano de geología particular del ponteadero el cual se integrará en el plano general del proyecto, se identificaran las áreas representativas de la geología y los puntos críticos arrojados por el análisis de riesgos. La información representada en planos corresponderá a:

- Espesor y características de los perfiles de meteorización, y descripción de cada uno.

- Localización, descripción y análisis de todas las formas y fenómenos de inestabilidad, y clasificación práctica de estos procesos.

- Identificación de fuentes de materiales.

- Selección de sitios adecuados para la disposición de sobrantes.

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, viaductos y obras de protección y su funcionamiento.

Entre las actividades mínimas a realizar se deben incluir las siguientes:

- Revisión y complementación de información existente a partir de estudios que describan 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.

- Evaluación sísmica local en puentes, localizados en zonas de amenaza sísmica alta Clasificados como esenciales de 2 o más luces y con una o más pilas con altura mayor a 20.0m medida desde la rasante al nivel superficial del terreno

Para la complementación y análisis de la información geológica se debe 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.

3.8.2.5.1 Estudio de la geología regional

Definir el marco geológico del área de 10 km circundante del ponteadero, en cuanto a unidades litoestratigráficas, estructuras y la historia geológica. Se debe elaborar un mapa geológico regional a escala 1: 5.000 (2000) y cortes geológicos generales a la misma escala, preparado con base en fotogeología

y control de campo. Partiendo del I estudio geológico preliminar ya hecho durante la Fase II, se debe revisar y elaborar la parte central del nuevo mapa, continuando con la misma metodología que se empleó en su preparación, indicada en los estudios de fase II.

3.8.2.5.2 Estudio geomorfológico del ponteadero

Se debe estudiar la evolución del ponteadero y sus actuales tendencias de dinámica fluvial o de taludes 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. Elaborar mapas geomorfológicos detallados a escala 1:500 de cada fecha con la metodología de análisis de terreno para fines hidrográficos y clasificación del International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences ITC de Holanda. (Van Zuidam, R.A. and Van Zuidam-Cancelado, F.I., 1979, Terrain Analysis and Classification using Aerial Photographs; Vol. VII, Ch. 6 of the ITC Textbook of Photo-Interpretation, 310 p., Enschede, The Netherlands).

3.8.2.5.3 Estudio de la geología local

Se debe presentar 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 reptación, 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 aguas arriba y aguas abajo.

Recorriéndolo en lancha, en la medida que las condiciones lo permitan.

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

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, 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. 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. La descripción geológica de muestras se hará con formularios especiales siguiendo las normas de la Sociedad Geológica de Londres.

Se harán las descripciones geológicas detalladas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca de las perforaciones con lo indicado de la Sociedad Geológica de Londres. Los cortes geológicos verticales, a escala 1:2,000 integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones.

3.8.2.5.4 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 concientizar a la gente sobre el tema en una región destinada al desarrollo, evalúa la amenaza de los eventos naturales, identificar 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.

3.8.2.5.5 Contenido del 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.
- Planos Impreso referenciados al proyecto de cada ponteadero así como la presentación en medio magnético archivo fuente en software tipo CAD y presentación en PDF de los planos impresos.
- Referencias

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

3.8.2.6 Estudios de hidrología, hidráulica, socavación

Los resultados de los estudios de Hidrología, Hidráulica y Socavación se consignaran en un informe detallado conteniendo las memorias de cálculo, datos, resultados, documentos consultados, donde se describan las conclusiones y recomendaciones de cada una de las soluciones adoptadas.

Integrado en el plano general del proyecto y referenciado a los ejes y niveles y a la estructura se presentará la información correspondiente a:

- Perfiles de socavación, general y local, se indicará claramente la recomendación que desde el punto de vista de socavación e hidrología se tenga para el nivel de cimentación de los elementos estructurales y de protección.

- Se indicarán los niveles de aguas máximas (N.AM) para el periodo de retorno de 100 años y nivel de agua media, así como la recomendación de galibo vertical mínimo teniendo en cuenta la existencia de avalanchas, crecientes o arrastre de empalizadas, en caso de navegabilidad del rio se debe estudiar el galibo horizontal.

- Como parte integral del informe se presentará uno a más planos detallados a escala la localización en planta y perfil de los elementos de protección debidamente dimensionados y referenciados a la localización del ponteadero. En el caso de que estos elementos requieran elementos adicionales de control hidráulico, se presentara en detalle la geometría correspondiente.

- Se destacarán los elementos de drenaje, obras menores, y las recomendaciones de conducción de aguas para proteger los taludes del ponteadero.

Los cruces sobre cursos de agua se deben ubicar considerando los costos del capital inicial requerido para la construcción y la optimización de los costos totales, incluyendo las obras de corrección del cauce y las medidas de mantenimiento necesarias para reducir la erosión. Los estudios de las posibles ubicaciones alternativas del cruce deben incluir la evaluación de:

- Las características hidrológicas e hidráulicas del curso de agua y su zona de inundación, incluyendo la estabilidad del cauce, historial de inundaciones y, en cruces estuarinos, rangos y ciclos de las mareas.

- Los efectos del puente propuesto sobre los patrones de flujo de las inundaciones y el potencial de socavación resultante en las fundaciones del puente.

- El potencial de crear nuevos riesgos de inundación o aumentar los riesgos de inundación existentes.

- Los impactos ambientales sobre el curso de agua y su zona de inundación.

Los puentes y sus accesos en las zonas de inundación se deberán ubicar y diseñar considerando las metas y objetivos del manejo de la zona de inundación, incluyendo:

- Prevenir el uso y desarrollo no económico, riesgoso o incompatible de las zonas de inundación.
- Evitar invasiones transversales y longitudinales significativas, siempre que sea posible.
- Minimizar los impactos adversos de la carretera y mitigar los impactos inevitables, siempre que sea posible.
- Lograr consistencia con la intención de las normas y los criterios del Departamento Nacional de Atención de Emergencias, siempre que corresponda.
- Agradación o degradación a largo plazo.
- Compromisos asumidos para obtener las correspondientes autorizaciones ambientales.

3.8.2.6.1 Información básica del sitio

El proponente deberá obtener y analizar:

- Mapas y perfiles actualizados de los sectores de ponteadero, incluyendo ambas márgenes hasta donde pueda llegar la influencia de los niveles máximos del agua.
- Fotografías aéreas de varias épocas.
- Niveles observados de aguas máximas y fechas de ocurrencia.
- Información sobre las características del material de arrastre y estabilidad del cauce y de las márgenes.
- Levantamiento batimétrico de todo el sector en estudio, con el cubrimiento suficiente que permita conocer las condiciones siguientes:
  - Profundidades del flujo.
  - Pendiente hidráulica y del fondo del río.
  - Mediciones hidrométricas para conocer la distribución del flujo, las velocidades, los caudales y la dirección de la corriente.

- Muestreos del material del lecho y de las capas subyacentes y ensayos de laboratorio con el fin de determinar, entre otros, granulometrías, pesos específicos, cohesión.

3.8.2.6.2 Estudios Hidrológicos

Caudales y Sedimentos

Se estudiarán las crecidas de los ríos en sitios de los Puentes en un período de retorno de 100 años, para determinar los caudales máximos y los niveles máximos de aguas, para definir un gálibo mínimo recomendado.

Los puentes se diseñarán para el paso del caudal de magnitud y frecuencia consecuente con el tipo de obra, clase de vías e importancia estratégica de comunicación.

También se estudiarán los caudales medios y mínimos y sus relaciones con los caudales que ocupan.

Se deberá realizar una caracterización hidrosedimentológica que permita establecer parámetros tales como peso específico de la mezcla agua-sedimento para análisis de socavación y otros que se requieran para el estudio hidráulico.

3.8.2.6.3 Análisis Hidráulico y de Socavación

Se deberán determinar niveles de aguas, velocidades medias y coeficientes de rugosidad representativas en los ponteaderos, verificación con los niveles registrados para la situación actual y para diferentes opciones del conjunto puente

Se deberá indicar los efectos y protecciones o drenajes en los terraplenes de acceso.

Determinación de la socavación general en condiciones naturales y la producida por las pilas y estribos de los tipos de puentes propuestos y de las obras complementarias. Se deberán emplear varios métodos con el fin de establecer y adoptar los parámetros de diseño mediante un análisis exhaustivo muy bien soportado.

En la selección del área hidráulica deben tenerse en cuenta el nivel de aguas máximas, el paso de materiales de arrastre, y la socavación.

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.

3.8.2.7 Estudios de suelos para el diseño de fundaciones de puentes

Los resultados de los estudios de Suelos para el diseño de fundaciones de puentes, obras de arte y otras estructuras de contención se consignaran en un informe detallado conteniendo las memorias de cálculo, datos, resultados, documentos consultados, donde se describa además de lo arriba requerido, las conclusiones y recomendaciones de cada uno de las soluciones adoptadas.

El estudio comprende la realización de la exploración y caracterización detallada de los suelos en los sitios en que se ubicarán obras, conforme los requerimientos para el desarrollo de los estudios a nivel de Fase III. Según se indica en el documento VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE FUNDACIONES FASE III.

Entre otras actividades se deben realizar las siguientes:

- 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 a continuación.

3.8.2.7.1 Elaboración de estudios de geotecnia y suelos para Ingeniería de Puentes

<u>Premisas y definiciones generales</u>

El Consultor definirá tipo de cimentación, cota recomendada, características de los suelos, estratigrafía, esfuerzos de trabajo, metodología para las excavaciones dentro de los ríos, metodología para la construcción de las

cimentaciones, tipo de cimentación, para cada uno de los puentes objeto del contrato.

Para estos estudios deben llevarse a cabo o complementarse las siguientes actividades:

- Ejecución de exploraciones, perforaciones y ensayos "in situ" o de laboratorio, y análisis requeridos. Dichas perforaciones se efectuarán hasta una profundidad tal que se encuentre un estrato lo suficientemente resistente, con profundidades mínimas de 25 a 30 metros por apoyo, para fijar la cota de cimentación, en un estrato competente desde el punto de vista de socavación y de capacidad.

- Recomendación de los taludes adecuados y diseño de las obras de drenaje, contención y demás tratamientos requeridos para prevenir o controlar procesos erosivos o deslizamientos.

- Recomendaciones sobre las secuencias, procesos y técnicas constructivas más adecuadas.

- Estudio y recomendación de los sitios de depósito o disposición de materiales provenientes de excavaciones, cortes y derrumbes, de tal manera que no representen problemas potenciales de represamiento y/o contaminación de ríos o quebradas, y que conserven la estabilidad de los taludes naturales. Se hará el levantamiento topográfico de estos sitios y se calculará su capacidad de almacenamiento, suministrando su ficha catastral con el fin de que el INVIAS pueda efectuar el trámite de adquisición.

- El Consultor deberá evaluar en caso de requerirse, los taludes de lleno existentes, y presentar un plano detallado con el tratamiento recomendado para cada sitio inestable, en el cual se registrará, en forma precisa, la topografía y las obras que deban ser ejecutadas para su estabilización, indicando las cantidades de obra, las recomendaciones y alternativas para la ejecución de dicho tratamiento.

Investigación de suelos

De acuerdo con el alcance establecido en el programa de exploración de campo, indicado más adelante, se tienen en resumen las siguientes actividades de investigación.

Exploración Preliminar

Dado el caso de que en la etapa inicial de evaluación de alternativas no se tenga certeza sobre la exploración exacta de los elementos de infraestructura y por lo tanto se tiene conocimiento del tipo de cimentación y mucho menos

del nivel de exploración; el consultor adelantara una exploración geoeléctricos complementada con sondeos piloto para definir el perfil del terreno. Una vez se seleccione la alternativa de ponteadero y posición de los elementos de infraestructura, se adelantaran las actividades de exploración definitiva

Exploración Definitiva

Se adelantará una perforación debajo de cada unidad de infraestructura como mínimo, con profundidades tales que se encuentre un estrato lo suficientemente competente, para fijar la cota de cimentación, desde el punto de un estrato resistente como desde el punto de vista de socavación, con toma de muestras para ensayos de laboratorio.

Las profundidades mínimas de exploración deberán estar acordes con las establecidas en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, esto es que el nivel de exploración deberá estar al menos 6.0m por debajo del estrato de fundación.

Ensayos y Estudios de Laboratorio

De las muestras recogidas se harán todos los análisis y ensayos solicitados en las normas existentes para la caracterización de suelos de cimentación, tales como granulometrías, límites plástico y líquido, densidad, humedad, coeficientes de presión de tierras, capacidad portante, perfiles estratigráficos, propiedades de los suelos desde el punto de vista sísmico, posibilidades de licuación, asentamientos esperados, etc.

Del análisis de la información obtenida en los sondeos y de la contenida en los estudios previos existentes, el Consultor confirmará o revaluará los métodos de cimentación recomendados, así como la definición del tipo de cimentación a utilizar en cada uno de los apoyos del puente, estribos y pilas.

Fuentes de Materiales

Se refiere a la Identificación de fuentes de materiales para pavimento, concretos estructurales, subdrenajes, terraplenes y otros usos, para cada uno de los puentes y de la vía.

Se realizarán exploraciones por medio de sondeos, apiques, trincheras y procedimientos semejantes. Las muestras representativas se someterán a ensayos que permitan definir la bondad del material para ser usado en las diferentes capas de la estructura del pavimento o en la conformación de terraplenes, teniendo en cuenta las normas vigentes del INVIAS al respecto. Los suelos se clasificarán según los sistemas USC y AASHTO.

Los materiales de las fuentes finalmente seleccionadas deberán cumplir las normas y especificaciones vigentes del INVIAS.

El Consultor deberá presentar un plan detallado de utilización de las fuentes seleccionadas para diversos usos y recomendar un sistema para su explotación, así como los diseños de obras de ingeniería y medidas ambientales requeridas durante y con posterioridad a su explotación, de tal manera que se provean los elementos preventivos que garanticen que no se inducirá inestabilidad, ni se producirán efectos nocivos, como contaminación de corrientes, alteración de drenajes naturales, inadecuado manejo de los escombros, daños en propiedades ajenas, etc.

El programa de utilización deberá condensarse en un gráfico titulado "Plan de Utilización de Fuentes de Materiales y Acarreos", en el cual se incluirá la clasificación, utilización, volumen disponible y resultados de los ensayos más representativos, tales como desgaste, solidez, gradación, límites, equivalente de arena, adherencia, etc.

El informe sobre fuentes de materiales se complementará con la siguiente información básica: Identificación de las fuentes seleccionadas, accesos, propiedad, situación legal, disponibilidad de servicios, volúmenes de material utilizable y desechable, descapote, procedimiento y sistema de explotación y producción.

Zonas de Depósito

Para la definición de estas zonas, el Consultor deberá ejecutar las siguientes actividades:

Investigación geotécnica para determinar la capacidad del sitio, y los tratamientos iniciales para garantizar la estabilidad futura del área.

Topografía del área por utilizar, referenciada en varios puntos mediante mojones en concreto.

De acuerdo con la topografía y las propiedades geotécnicas, determinar el volumen de material, taludes, bermas, cunetas, filtros, muros de contención, empradización, arborización y protección final contra la erosión.

Plano en planta y secciones del sitio de disposición final, según el diseño, y cálculo de las cantidades de obra que demandará este trabajo.

3.8.2.7.2 Exploración Geotécnica para Puentes

Premisas y definiciones generales

Partiendo de la siguiente Premisa: "*Ninguna estructura puede ser más fuerte que los elementos que la soportan*", se define que el objetivo de los sondeos

geotécnicos y sus análisis será proveer muestras y resultados tendientes a determinar el tipo de cimentación que la cumpla.

En general, todos los sondeos para el diseño de un puente son realizados una vez; sin embargo si estos son insuficientes en número o profundidad; se deberán programar perforaciones complementarias para efectos de cumplir con los requerimientos de confiabilidad en los niveles de cimentación (estrato de cimentación debe estar a 6,0 m por debajo del nivel de exploración).

Se programaran nuevos sondeos en caso de que eje del proyecto definitivo se localice a más de 2 veces la mayor dimensión en planta de la cimentación o 30m del punto de sondeo inicial. Solo se exceptúan de este requerimiento los puentes localizados en terrenos evidentemente homogéneos desde el punto de vista geotécnico, pero en este caso se deberá realizar la verificación de la información por medio de métodos geofísicos o refracción sísmica. En cualquier caso se deberá hacer un sondeo en cada punto donde se prevea una unidad de infraestructura (pila, estribo, macizos de retención, muro de contención, contrapesos).

En proyectos de vías nuevas de gran importancia se requiere realizar sondeos piloto con el fin de establecer parámetros preliminares para el dimensionamiento y definición de la cimentación de los puentes a nivel de fase II; esta información deberá ser complementada con sondeos para diseño bajo cada unidad de infraestructura en la etapa de diseño (Fase III).

Sondeos piloto

En el caso de proyectos en etapa de análisis de alternativas o proyectos de vías nuevas se deberán realizar sondeos piloto, localizado según los criterios de ingeniería en los puntos preliminares de apoyo. Los sondeos piloto y sus análisis deberán contener la información requerida para preparar:

- Diseño preliminar de la cimentaciones del puente.
- Fijar el alineamiento de la vía.
- Evaluar costos iniciales del proyecto.

Sondeos de diseño

Los sondeos de diseño deberán realizarse para suministrar a partir del muestreo y ensayos, todos los datos sub superficiales para de ellos obtener los diseños de las estructuras de cimentación con el nivel de confiabilidad requerido por las especificaciones de diseño. En general los sondeos de diseño son suficientes cuando se establecen los requerimientos de profundidad de exploración adecuadamente. Sin embargo en algunos casos

se podrán requerir de sondeos complementarios; los cuales deben realizarse en los casos anteriormente anotados.

Sondeos de control

Durante la ejecución de proyectos de estructuras longitudinales sobre terreno, se deberán efectuar sondeos de control con el fin de determinar a partir del análisis de la variación de las condiciones del terreno, la necesidad a no de realizar sondeos complementarios para verificar las condiciones de diseño.

Plan de perforación

Una vez definida la localización, alineación y estructuración del puente (luces, tipología estructural); se deberá elaborar un plan de perforación por cada puente separado presentando en un formato en hoja tamaño carta la siguiente información.

Nombre del ponteadero

Localización vista en planta de la estructura propuesta y localización referenciada al eje de cada uno de los sondeos con símbolo estándar y una tabla indicando número del sondeo , elevación de la superficie aproximada (nivel); profundidad del sondeo a partir de la superficie y de la rasante (estimada).

La interventoría deberá revisar el plan de perforación propuesto y transmitir al consultor los comentarios pertinentes con las modificaciones sugeridas.

El anterior proceso se deberá atender tantas veces como lo requiera la conciliación de criterios y solo hasta tener la aprobación total de cada documento; se procederá a la ejecución de la perforación de diseño.

Profundidad y ubicación

A partir de la definición preliminar del puente, se define un nivel de referencia localizado en la base (nivel inferior del dado, zapata, cabezal, estribo) el cual sirve de referencia para determinar la profundidad de la exploración (sondeo); este nivel se localizara al menos 3,0 m por debajo del nivel del terreno en el punto mas bajo del terreno; localizado en la sección transversal del eje del apoyo. Para pilas el nivel de referencia se localizara al menos 4,5 m por debajo del nivel del terreno

Perforaciones piloto

Profundidad: Se hará una exploración preliminar mediante un sondeo, a una profundidad de al menos 5,0 m por debajo del nivel de referencia. Cada sondeo piloto se hará a partir del punto más bajo de referencia hasta la profundidad indicada a hasta obtener rechazo (N>120 golpes SPT). En caso de que se encuentre roca por encima del nivel de referencia; se deberá extraer un núcleo de 3,0 m por debajo del nivel de referencia y se termina la perforación

Ubicación: Una perforación por cada unidad de infraestructura. Debe examinarse el núcleo de la roca en esta etapa (clasificación y resistencia, diaclasamiento, buzamiento) si se define que este puede ser el nivel de cimentación.

Perforaciones diseño.

Profundidad: Por lo menos un sondeo se hará hasta el lecho de roca en cada unidad de infraestructura. En el caso de viaductos de luces considerables (mayores a 200 m) se requiere hacer evaluación geotécnica en puntos intermedios, así se debe realizar perforaciones intermedias hasta el lecho de roca.

Ubicación: Las perforaciones se tomarán por cada unidad de infraestructura de puente, arco de metal, Box Culvert con una luz superior a 2,0 m, muro contención. Para estructuras más pequeñas deben regir criterios técnicos debidamente soportados.

Cantidad de sondeos: se establecen los siguientes criterios para definir el número de sondeos requeridos por tipología estructural.

Se hará un sondeo en cada extremo de pila, estribo y en el extremo exterior de cada aleta de contención, cuando esta tengan más de 10 m de longitud o 30 m medidos desde la localización del sondeo más próximo.

En caso de muelles y / o muros con más de 30,0 m de largo se requerirá un sondeo en cada extremo y a partir de sondeos de control por cada 30.0m definir la necesidad de sondeos complementarios

Para Box culverts hasta 15 m de largo, se requieren dos perforaciones. Para alcantarillas de más de 15 m tres perforaciones

La descripción anterior se da como una guía; la profundidad a la que se realizan las perforaciones puede variar, dependiendo de los requerimientos de diseño.

Otros requisitos de exploración del subsuelo

Las exploraciones del subsuelo adicionales se describen a continuación se incluirán como parte del programa de exploración.

Laboratorio de ensayos: Cualquier programa de pruebas de laboratorio sobre las muestras recuperadas en los sondeos se debe hacer en un laboratorio debidamente certificado, bajo la dirección de un ingeniero especialista en geotecnia que cumpla con el perfil especificado en los términos de referencia. No se debe iniciar ningún trabajo de laboratorio hasta no tener la aprobación de la interventoría.

Pozos de prueba (Apiques): se deben hacer pozos de prueba (apiques) en condiciones de exploración de estructuras existentes a ser reutilizadas, esto con el fin de determinar características de las estructuras actuales (dimensiones, localización del talón o parte exterior de la zarpa, espesor de la zapata o dado). Un mínimo de dos pozos de prueba serán excavados en cada estribo, uno a cada lado de la pila.

Exploración dimensional: son necesarios procedimientos exploratorios para determinar la geometría de la sección transversal de la pared, ancho, masa y el grosor de dado o zapata, de estructuras cuyo potencial de reutilización se va a evaluar. Se harán perforaciones exploratorias en concreto, en conjunción con los núcleos de ensayos de patologías, a todos los muros, paredes o pilas de estructuras existentes que pueden ser conservadas y de las cuales no se tienen los planos exactos.

Si se encuentra un estrato de arcilla o material compresible puede ser necesario tomar muestras para los exámenes de laboratorio y análisis. En general, este tipo de trabajo se lleva a cabo en el programa de sondeos complementarios después de los resultados de los sondeos de control son revisados.

Aguas subterráneas observación del nivel freático

El nivel de agua subterránea como se informó en el programa de exploración puede no ser exacto ya que es posible que durante la operación de sondeo no se haya tenido tiempo suficiente para estabilizar o puede ser afectada por el uso del agua en el proceso de perforación. Cuando un estudio indica que una excavación en suelo granular se debe hacer bajo el nivel de aguas subterráneas; se deberán hacer perforaciones de observación. No más de una (1) perforación de observación debe ser instalado en un puente, excepto con la aprobación previa de la interventoría. A menos que se indique lo contrario, la parte inferior de la perforación deberá está a 3,0m debajo del nivel de referencia.

El personal de campo deberá medir y reportar los niveles de agua mensual para el Ingeniero, a menos que su variación indique la necesidad de realizar lecturas con más frecuencia. Esta información debe ser tabulada y mostrada en los planos de Diseño y Construcción

Lugares de perforación inaccesible

Debido a ciertas condiciones físicas, tales como edificios, cables aéreos, o por problemas con estructuras existentes, los equipos de perforación pueden no tener acceso y por lo tanto no se pueden realizar las perforaciones que se precisan para la estructura. En tales casos, se harán dos sondeos, uno a cada lado de la interferencia en los puntos más cercanos posibles al eje estructural futura y se programaran las perforaciones adicionales indicando el requerimiento en planos y en el contrato de construcción. Esto puesto que el adjudicatario del contrato para construcción podrá tomar estas perforaciones adicionales sin interferencias, ya que el sitio del proyecto que estará libres de todas las estructuras antes de comenzar la construcción.

Las perforaciones adicionales se llevarán a cabo en la Sección de Puente para determinar si son necesarios cambios en el diseño de las bases. La estimación del costo de este análisis deben ser incluidas en la evaluación del diseñador. La ubicación de estas perforaciones adicionales se debe mostrar en los planos de contrato.

Cabe señalar, sin embargo, que deber hacerse todo el esfuerzo posible para obtener la información requerida para el diseño de la subestructura durante la etapa de exploración y diseño.

Presentación de los datos de exploración subterránea

Todas las perforaciones, pozos de prueba, o la información sísmica que se han adoptado deben figurar en los planos, incluso aunque algunos de los sondeos hayan sido de exploración preliminar. Como el caso en que algunas de las perforaciones se toman en un sitio y luego se cambia el alineamiento por lo que se requieren perforaciones nuevas. Es obligatorio indicar en planos la totalidad de las perforaciones realizadas

Es responsabilidad del consultor describir con precisión los resultados de los muestreos en los planos indicando gráficamente la estratigrafía referenciada a los niveles del proyecto en cada cambio de estrato.

Deberá describir gráficamente el perfil estratigráfico previsto para el ponteadero en plano a escala detallada.

Nivel freático: Las elevaciones del nivel del agua subterránea en la terminación de la perforación. Esta elevación puede ser de gran importancia para determinar medidas de control de agua para la construcción de la zapata en seco.

Definir y presentar en plano los niveles de cimentación; esto es la parte inferior de la base propuesta para cada elemento y el nivel de la punta inferior del pilote o caisson de la subestructura.

Conclusiones y recomendaciones de geotecnia para ingeniería de puentes

Las conclusiones y resultados indicados en este capítulo deberán estar claramente referenciados en los planos generales del proyecto.

Resultados

Los resultados alcanzados en el estudio deberán recopilarse en este capítulo que contendrá como mínimo, para cada unidad de infraestructura, sin que esto sea excluyente del alcance, lo siguiente:

- Recomendaciones de cimentación, indicando tipo, tablas de capacidad variando dimensiones.
- Información de parámetros de interacción suelo estructura, módulo de reacción de la sub-rasante, explicando claramente sus unidades y su utilización.
- Asentamientos totales y diferenciales en cada unidad.
- Parámetros sísmicos de acuerdo con la clasificación del suelo.
- Perfil estratigráfico: como parte integral del informe se presentará uno o mas planos a escala, con el perfil estratigráfico obtenido a partir de ensayos de refracción sísmica (según la importancia del ponteadero).
- Recomendaciones constructivas de la cimentación.
- Parámetros de Rellenos, gradación, ángulo de fricción, disposición, compactación, proceso constructivo, etc.
- Anexo con los resultados del programa de investigación geotécnica y caracterización de suelos.
- Memorias de cálculo.
- Estudios de amenaza sísmica locales (De acuerdo con la importancia del proyecto).
- En el caso de que el obstáculo corresponda a una zona de inestabilidad se deberá presentar en el plano, la superficie de falla referenciada a la topografía por el eje y los bordes del ponteadero.
- Se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

Anexos

- Plano de Localización de las perforaciones y la localización de los sondeos de exploración. Se presentará en plano en planta perfil. La localización deberá ser georeferenciada con coordenadas y niveles. El plano deberá contener a una escala adecuada la estratigrafía obtenida en los sondeos. Se indicará, para cada unidad de infraestructura o elementos de protección el nivel y el estrato de cimentación.

- 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) a la escala del plano general, escala 1:200.

- Fotografías del sitio en estudio.

3.8.3 CAPÍTULO 3. 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.

3.8.3.1 Fases del proyecto

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

3.8.3.1.1 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.

3.8.3.1.2 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.

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, períodos 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.

3.8.4 CAPÍTULO 4. PLANOS DE DISEÑO y CONSTRUCCIÓN

3.8.4.1 Alcance de planos

El consultor presentará planos de diseño a nivel de ingeniería de detalle en los puentes metálicos de acero o aluminio, serán a cargo del constructor la elaboración de planos de taller para fabricación y estos deberán, sin excepción, ser revisados y aprobados por la interventoría.

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

3.8.4.2 Contenido de los planos

Los planos son el principal insumo para adelantar las labores de construcción; debe haber consistencia y uniformidad entre los diferentes dibujos y planos, por lo cual los planos deben permitir la verificación de los siguientes aspectos:

- Definición y localización de la Estructura (georeferenciada) incluyendo planos con planta general y elevaciones. Los planos deben contener el resumen del estudio de suelos (perforaciones) identificando la localización de cada perforación, características y propiedades mecánicas y cuadros de cantidades de obra.

- Detalles de los elementos estructurales incorporados en la solución.

- Detalles constructivos especiales.

- Despieces detallados de cada uno de los elementos estructurales proyectados tales como vigas, cimentaciones, cabezales, pilas, riostras, en general se deberán incluir los despieces de refuerzo de elementos de concreto.

- Detalles de cada uno de los elementos estructurales existentes en el área de influencia de la nueva estructura y que se vean afectados o modificados por los elementos proyectados.

- Detalles generales de Construcción a escalas 1:100 y 1:50 incluyendo el dimensionamiento completo.

- Especificación de materiales.

- Especificación de las cargas de diseño.

- Especificaciones especiales sobre la fundación de estructuras.

3.8.4.3 Estructuración de los planos

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

3.8.4.3.1 Planos de Estudio de Alternativas

Planos de alternativas estudiadas con una breve sinopsis de ventajas y desventajas y razones de la alternativa seleccionada

Los planos para evaluación de alternativas se presentarán a nivel de FASE II; esto es, contendrán:

Infraestructura

Plano de localización general debidamente georeferenciado con coordenadas y medidas que permitan la ubicación exacta de las unidades de infraestructura y elementos de fundación.

Planos de Geometría y diseño estructural

Estribos y Pilas: Vista en planta y alzado (frontal y lateral), cortes por el eje de la vía, por el arranque y los extremos de las aletas y muros de acompañamiento, con las dimensiones y cuadro de cantidades.

Superestructura

Se evaluará para cada caso particular de puente, el ancho de tablero y la colocación de andenes.

Se estudiará la disposición de elementos constructivos, ancho de calzada pavimentada, ancho de sardineles y andenes, alturas de placas, detalles de vigas, barandas, juntas, detalles del refuerzo.

Planos para la Alternativa Seleccionada:

Se harán los diseños a nivel de FASE III; esto es, planos a nivel de detalle para construcción; los cuales deben incluir el siguiente contenido:

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

- Como requisito fundamental, se deberán definir e indicar aquí las especificaciones para accesorios tipo de baranda, juntas, apoyos, luminarias.

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

- Plano de Planta y perfil de la solución adoptada, con dimensiones generales, de tal suerte que se pueda apreciar el contenido global de la obra: luces, clase de cimentación de infraestructura, tipo de superestructura. Deberán mostrarse las cotas y gálibos mínimos según

los requerimientos del río, materiales por emplear, características geométricas de diseño, nivel de caudal máximo esperado, En el perfil se debe incluir un perfil estratigráfico del suelo de fundación con indicación a los sondeos realizados y detallando las principales propiedades de los diferentes estratos del suelo de fundación.

- Planta de la localización de cimentación georeferenciada. indicando coordenadas y niveles de referencia de cada unidad de cimentación I Indicando tipos de apoyos de acuerdo con la nomenclatura establecida por el consultor y dimensiones generales en planta de los apoyos.

- Planos de detalle de unidades de cimentación: se deberán elaborar dibujos de dos vistas en alzado donde se presente la geometría completa de cada unidad de subestructura, incluyendo cortes transversales para las mismas vistas y cortes elaborados para identificar la disposición del refuerzo y detalles de despieces con la geometría del mismo. Se deberán incluir cuadros de despiece detallado de refuerzo, y cuadros de volúmenes de concretos, y especificaciones de los materiales en general y especificaciones de aditivos o mezclas de concreto a emplear. Se debe incluir los detalles de localización de anclajes a escala legible.

- Planos generales de cada tramo de estructura en planta y alzado, indicando ejes, longitudes, alturas, gálibos horizontales y verticales, niveles y cotas. Se deberá incluir la distribución de tramos y nomenclatura adoptada.

- Para las pilas y estribos: Se deberán indicar pendientes, radios de curvatura. Se deberán incluir los cortes transversales en los ejes de apoyo y en las secciones intermedias indicando el dimensionamiento, cotas y diseño de los elementos de cada unidad de infraestructura.

- Planos de detalles estándar: Incluye los detalles de barandas, elementos de apoyo, juntas.

- Planos de Proceso de montaje: Indicando secuencia de montaje indicando equipos utilizados. Establecer puntos de control mediante medición de deflexiones esperadas en cada etapa. Indicar la carga a izar o soportar.

- Planos de diseño de la prueba de carga: para el seguimiento a la ejecución de pruebas de carga, los cuales deberán incluir todas las tablas de control, el tipo de carga, el posicionamiento de la misma en cada una de las etapas, los equipos a emplear y lugares de instalación incluyendo las especificaciones de los equipos.

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

Los planos de construcción de planta-perfil tendrán una escala de H: 1:200, y V: 1:200, y en casos especiales, otras escalas adecuadas. Estos planos contendrán la información geotécnica suficiente para ilustrar claramente las recomendaciones en esta materia.

El Consultor hará entrega de Un (1) juego completo en papel mantequilla de 120 gramos, de los planos que corresponden al Proyecto y dos (2) copias del juego de planos. La presentación debe ser en porta planos. El tamaño de planos será de 70 cm. por 100 cm.

3.8.5 CAPITULO 5. CANTIDADES DE OBRA Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Las cantidades de obra para cada ítem se calcularán con base en los planos de construcción, teniendo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción de carreteras versión 1996, adoptadas mediante Resolución No. 008068 del 19 de diciembre de 1996, emanada de la Dirección General del INVIAS. La Resolución No. 002662 del 27 de junio de 2002, emanada de la Dirección General del INVIAS, por medio de la cual se actualizan las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.

El Consultor tendrá en cuenta lo siguiente:

- Las cantidades de obra deben cuantificarse ítem por ítem de acuerdo con las normas anteriormente mencionadas; así mismo, se deberá presentar una memoria de cálculo de dichas cantidades.

- El Consultor elaborará especificaciones particulares para aquellos trabajos que no estén cubiertos por las especificaciones y normas generales, o cuando las características especiales de la obra requieran su modificación. Las especificaciones particulares deben incluir, además, criterios ambientales y de aceptación/rechazo/multas. Estas especificaciones deberán ser avaladas por la Interventoría.

3.8.6 CAPITULO 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Para cada ítem de pago deberá efectuarse el análisis del precio unitario correspondiente, para lo cual se obtendrá información de los costos básicos en la zona del proyecto, tales como equipos, materiales y mano de obra,

teniendo en cuenta, además, los factores de producción y las condiciones específicas de la región, como régimen de lluvias, acceso al sitio de los trabajos, sistemas de explotación y producción de los agregados pétreos, y todos aquellos factores que puedan incidir en la determinación del precio unitario de los diversos ítems.

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

3.8.7 CAPITULO 7. PRESUPUESTO

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

3.8.8 CAPITULO 8. INFORME FINAL

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

El informe final e informes de cada una de las áreas, se entregará original y dos (2) copias en papel carta, bond base 20 o 75 gramos color blanco, tapa dura, debidamente marcadas con el nombre del Instituto Nacional de Vías, objeto del estudio, número del contrato, contenido.

El informe final deberá contener los siguientes capítulos organizados en uno o más volúmenes fundamentales para el diseño estructural de puentes:

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

3.8.9 CAPÍTULO 9. 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. ESTUDIO Y DISEÑO DE TÚNELES

El informe final FASE III sobre los estudios y diseños de túneles deberá considerar los siguientes componentes:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. ESTUDIO DE TRÁNSITO PARA TÚNELES

CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE VENTILACIÓN

CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE TÚNELES

CAPÍTULO 5. ESTUDIO DEL DISEÑO DEL SOSTENIMIENTO

CAPÍTULO 6. ÉSTUDIO DE HIDROGEOLOGÍA E IMPERMEABILIZACIÓN DEL TÚNEL.

CAPÍTULO 7. ESTUDIO DE REVESTIMIENTO DEL TÚNEL

CAPÍTULO 8. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

CAPÍTULO 9. ESTUDIO DE PORTALES

CAPÍTULO 10. ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS DE VENTILACIÓN, ILUMINACIÓN, ENERGÍA Y BOMBEO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.

CAPÍTULO 11. ESTUDIO DE RIESGOS, INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTOS DE SEGURIDAD (ELECTROMECÁNICOS)

CAPÍTULO 12. ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE CONSTRUCCIÓN

CAPÍTULO 13. ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS Y DE SERVICIOS AUXILIARES.

CAPÍTULO 14. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TÚNELES

CAPÍTULO 15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.9.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

En este capítulo el consultor presentará la localización del proyecto, características más relevantes de éste y comentará brevemente los propósitos contractuales, etapas y alcances de los estudios y diseños de túneles.

3.9.1.1 Objetivo

El consultor, a partir del conocimiento de todos los parámetros establecidos en la geometría del proyecto, geología, geotecnia, hidrogeología, y ambiental, análisis de riesgos y elementos de seguridad diseñará un túnel que permita garantizar condiciones de estabilidad, clasificación de tipos de terreno, proceso constructivo, suministro de materiales de construcción, impermeabilización, revestimiento, equipo electromecánicos y disposición de materiales sobrantes.

3.9.1.2 Alcances

Realizar los diseños definitivos del túnel, teniendo en cuenta los estudios de tránsito y el estudio de ventilación, evaluación de la tipología de acuerdo con los riesgos analizados, estudio geológico y geotécnico del sector, clasificación del terreno de acuerdo con su comportamiento, definición de los elementos de sostenimiento, impermeabilización, revestimiento de la sección principal de tránsito, obras subterráneas adicionales (cavernas, galerías, nichos, bahías, pozos, etc.), obras de drenaje y obras superficiales (portales, estructuras del sistema de ventilación, edificio de centro de control, etc.).

Así mismo realizar los diseños de los sistemas de seguridad del túnel como la ventilación, suministro de energía, iluminación, supervisión y control, comunicaciones, contra incendio, señalización y centro de control, con base en los cuales el consultor definirá las características de operación y mantenimiento del túnel.

3.9.2 CAPÍTULO 2. ESTUDIO DE TRÁNSITO PARA TÚNELES

3.9.2.1 Generalidades

El estudio de tránsito para túneles, deberá considerar investigaciones y análisis adicionales a las del estudio definido para la carretera, con el objetivo principal de obtener los parámetros adicionales para el estudio de ventilación, analizar los diferentes tipos de carga particularmente transportes

especiales y materiales peligrosos y poder desarrollar el análisis de riesgos del túnel.

3.9.2.2 Objetivo y alcances

3.9.2.2.1 Objetivo

El estudio de tránsito para el diseño en Fase III del túnel, consiste en la revisión, actualización y complementación de los estudios existentes, el cual deberá efectuarse con una metodología adecuada con el objeto de obtener los datos de tránsito que permitan evaluar y definir la tipología del túnel, analizar los riesgos derivados del tipo y características de los vehículos y su carga que transitarán a través del túnel, y obtener los parámetros necesarios para el estudio del sistema de ventilación. Adicionalmente, el objetivo es obtener los parámetros para el diseño geométrico de la sección transversal, así como en planta y perfil, además de servir de base al diseño del pavimento, y junto con los estudios de capacidad y niveles de servicio y su adaptación a la demanda en el año o años establecidos como horizonte del proyecto, cuantificar los costos de operación y mantenimiento de los túneles y facilitar la programación de la ejecución de las obras.

3.9.2.2.2 Alcances

Obtener mediante estaciones de conteo y encuestas, la información adicional de campo, que junto con la información existente del INVIAS, permita establecer valores actualizados en las proyecciones y características de tránsito.

3.9.2.3 Características del estudio de tránsito aplicable a túneles

Con base a la información obtenida de estudios preliminares y conteos realizados por INVIAS, el Consultor complementará los estudios con trabajos de campo a fin de cuantificar el tránsito en sus flujos más importantes a través de encuestas de Origen y Destino, toma de muestras de campo para determinar la distribución direccional del tránsito y su distribución por tipo de vehículo en especial para los de carga. Asimismo, deberán efectuarse conteos continuos durante siete (7) días consecutivos, en una semana representativa, escogida de común acuerdo con el Interventor y el Supervisor del contrato.

Considerando el sistema de transporte en la zona de estudio, así como los diferentes modos y sus usos, estadísticas, tarifas, costos de transporte por carretera y costos comparativos del mismo de pasajeros y carga, estudios de transporte nacionales y regionales efectuados durante los últimos años, y otros, se evaluarán los modelos adoptados y se complementará la información recolectada, si se considera necesario, con el fin de cuantificar el

tránsito discriminado en sus flujos más importantes (productos, pasajeros, tipos de vehículos), optimizando los criterios adoptados para determinar la evolución futura del tráfico o tránsito y del parque automotor, la cuantificación del orden de magnitud y evolución por tipo de vehículo; la cuantificación por separado de los tránsitos actual, normal, atraído y generado; el tráfico regional y de larga distancia; y la distribución de cargas por eje en vehículos pesados para obtener el factor camión.

A la selección y adopción de modelos de tránsito se llegará después de evaluar taxativamente cada situación planteada en particular. De todas maneras, aunque específicamente no se recomienda ninguno en particular, en la cuantificación del tráfico y sus proyecciones deben usarse varios modelos, desde sencillos hasta elaborados, según la mejor conveniencia para el proyecto. De utilizarse las series históricas de conteos del INVIAS, deberá verificarse su confiabilidad, efectuarse el análisis estadístico completo, y complementar con estudios de origen y destino.

Podrán utilizarse programas de computadora, de común acuerdo con la Interventoría, en cuyo caso, el Consultor entregará al INVIAS, el listado con las especificaciones del lenguaje utilizado y los resultados debidamente interpretados.

El informe final sobre el estudio de tránsito deberá contener lo siguiente:

- Metodología usada para el estudio.
- Conteos históricos de tráfico por tipo de vehículo.
- Origen y destino del tráfico para el sector en estudio.
- Fórmulas o modelos empleados para el cálculo del crecimiento normal del tráfico, por tipo de vehículo, durante la vida económica del sector.
- Proyecciones de tráfico por tipo de vehículo durante la vida económica del sector.
- Metodologías, criterios o modelos empleados para el cálculo del tráfico generado y/o desviado.
- Estimativo del tránsito generado y/o desviado en el primer año de operación, y proyecciones durante la vida económica del proyecto.
- Costos de operación de vehículos en el sector, "sin" y "con proyecto".
- Estimativo de ejes equivalentes de 8.2 toneladas para el diseño del pavimento.

3.9.2.4 Resultados básicos para el estudio de ventilación

Adicionalmente con el fin de tener los parámetros necesarios para el análisis de riesgos del túnel y para el estudio de ventilación, se requiere que en el informe final se presente el análisis de:

- Distribución horaria promedio.
- Estimación del tráfico promedio en hora pico.
- Tipo de vehículo y de combustible.
- Año y país de origen de vehículos pesados.
- Peso y tipo de carga de los vehículos pesados.
- Encuesta de norma de emisiones aplicable al tipo de motor del vehículo.
- Medición de emisiones de gases en los vehículos que transitan por la vía en estudio.

3.9.2.5 Análisis de capacidad y niveles de servicio

Con base en los resultados del análisis de tránsito, principalmente, en las especificaciones de diseño geométrico del túnel y otros, se procederá a efectuar un análisis de la capacidad del túnel proyectado, tanto para el momento que se considere entrará en servicio, como para el año que se estime como final de la vida útil del proyecto. Asimismo, se analizará la calidad del servicio que ofrecerá el túnel, durante su operación y funcionamiento, teniendo los elementos fundamentales para evaluar el nivel de servicio en condiciones de flujo continuo, como son la velocidad y la relación entre el Volumen de Demanda (o Intensidad de Demanda) y la Capacidad (V/C o I/C).

Se considerarán los diferentes factores que afecten o influyan en la capacidad y servicio del túnel (direccionalidad y características de los vehículos, de operación, de la sección de la calzada, etc.) o en la circulación (sección transversal del túnel, velocidad, iluminación, restricciones de adelantamiento, visibilidad, etc.). Se investigarán específicamente los máximos volúmenes observados, la distribución direccional, la composición del tráfico y las fluctuaciones del tránsito en el tiempo. El estudio deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan verificar las características de la tipología (un túnel bidireccional o dos túneles unidireccionales) geometría óptima del túnel, en tal forma que se pueda ofrecer un volumen de servicio correspondiente al nivel de servicio establecido.

Para el análisis de Capacidad y Niveles de servicio de los túneles se tendrán en cuenta las recomendaciones de la PIARC: Cross Section Design for Bi Directional Road Túnnels (2004 o posterior) y Cross Section Design for Uni Directioinal Road Tunnels (2004 o posterior).

3.9.3 CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE VENTILACIÓN

3.9.3.1 Generalidades

El estudio de ventilación para túneles, deberá considerar las características geométricas y tipología de éstos, las condiciones definidas por el estudio de tránsito, las condiciones climáticas de la zona, las especificidades de operación y en especial las recomendaciones internacionales para este tipo de estudios. Se considera primordial considerar las recomendaciones de la PIARC (Asociación Mundial de Carreteras) emitidas en diferentes años y la norma NFPA 502.

3.9.3.2 Definición de sistema de ventilación

El Consultor deberá realizar inicialmente la definición de las necesidades de un sistema de ventilación mecánica o determinar si es suficiente con la ventilación natural. En el primer caso, de acuerdo con la tipología y geometría de los túneles se definirá sí el sistema de ventilación mecánica será longitudinal, semi-transversal, transversal o una combinación de los anteriores.

El sistema escogido deberá ser capaz de mantener una atmosfera libre de humos y contaminantes emitidos por los vehículos durante la operación normal (ventilación sanitaria) y realizar un control adecuado en el evento de un incendio (ventilación de emergencia). Se determinará la necesidad o no de elementos principales para la operación del sistema de ventilación: sensores y medidores, nichos, galerías, pozos, cavernas, edificios de ventiladores, etc.

3.9.3.3 Ventilación sanitaria

3.9.3.4 Ventilación en evento de incendio (emergencia)

3.9.3.5 Conclusiones y recomendaciones

3.9.4 CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE TÚNELES

El informe final obtenido de los estudios de geología para ingeniería y geotecnia, deberá constar de los siguientes elementos:

3.9.4.1 Generalidades

En este proyecto el consultor presentará la localización del proyecto y comentará brevemente los propósitos contractuales, etapas y alcances de los estudios geológicos y geotécnicos.

3.9.4.2 Objetivo y alcance

3.9.4.2.1 Objetivo

El consultor presentará el resultado de los estudios que permitan la definición de las características del terreno y determinará mediante una evaluación y análisis detallados a escala de diseño, los tópicos de estabilidad y seguridad, clasificación de tipos de terreno para pago, suministro de materiales de construcción y disposición de materiales sobrantes.

3.9.4.2.2 Alcances

Con el fin de determinar los tópicos de estabilidad y seguridad, clasificación de tipos de terreno para pago y suministro de materiales de construcción y disposición de materiales sobrantes, así como todo lo relacionado con el impacto ambiental, se definirá:

3.9.4.3 Prospecciones geológicas

- Determinación del medio rocoso (tipos de rocas y unidades geológicas).
- Los grados de meteorización física y química de las rocas.
- La definición de la estructura del macizo rocoso, teniendo en cuenta las fallas, plegamientos, diaclasas, etc.
- Análisis del flujo de agua en el macizo rocoso, con el fin de determinar la interacción del agua con el macizo, teniendo en cuenta: el grado de fisuración de la roca, las presiones hidráulicas que se ejercen sobre los revestimientos impermeables, la alteración de las propiedades resistentes y plásticas del macizo y las reacciones físicas y químicas que los suelos o rocas pueden presentar al contacto con el agua, entre otros.

- Análisis de la estabilidad de los portales (desprendimientos, deslizamiento de planos, deslizamientos rotacionales, cuñas de roca, vuelco de estratos, etc.) y la cuantificación de las obras requeridas para la estabilidad de los mismos, tales como: drenaje y anclajes.

3.9.4.4 Investigaciones geotécnicas y geofísicas

3.9.4.5 Ensayos de laboratorio e insitu

3.9.4.6 Caracterización geotécnica

Con base en el estudio de referencia y en los ensayos realizados dentro de la etapa de exploración, el consultor procederá a la caracterización geotécnica de los materiales involucrados en la obra, para lo cual deberá incluir las siguientes etapas, como mínimo:

- Determinación de los parámetros mecánicos de los litotipos.
- Clasificación geomecánica del terreno.
- Determinación de los parámetros mecánicos del macizo rocoso, en función del estado tensional.
- Determinación de los parámetros mecánicos de las discontinuidades.
- Estado tensional natural.

3.9.4.7 Descripción de la metodología

El consultor describirá brevemente la metodología utilizada en los estudios, la cual deberá ser coherente con los estudios geotécnicos realizados en la etapa de exploración.

Así mismo determinará la metodología empleada para la clasificación del macizo rocoso.

3.9.4.8 Estudio de antecedentes

Este capítulo comprenderá el análisis y condensación de toda la información que el Consultor considere necesaria en relación con el proyecto y cubrirá entre otros los siguientes tópicos:

Geología y suelos, vegetación, clima y uso de la tierra, geología para ingeniería, geotecnia, riesgo sísmico y volcánico.

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

3.9.4.9 Estudios de campo

Los estudios relacionados en este capítulo se presentarán de acuerdo a los tópicos señalados, con reconocimiento geológico de superficie, exploración del subsuelo, ensayos y determinación "in situ", realizados durante la etapa de exploración.

3.9.4.10 Conclusiones y recomendaciones

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

Como conclusión realizará un perfil de la excavación que incluirá, entre otros, los siguientes aspectos:

- Perfil estratigráfico.
- Datos geométricos de la excavación, propiedades mecánicas del macizo rocoso, a nivel de la rasante de excavación.
- Posición del nivel freático.
- Método de excavación.
- Secciones constructivas tipo.

3.9.5 CAPÍTULO 5.ESTUDIO DEL DISEÑO DEL SOSTENIMIENTO

El informe final FASE III sobre los estudios para el sostenimiento del túnel principal, las galerías y los pozos de ventilación debe contener los capítulos enumerados a continuación, con los siguientes alcances:

3.9.5.1 Generalidades

3.9.5.2 Objetivo

Se indicará el fin que persigue el estudio, el cual no es más que determinar los elementos necesarios para estabilizar la excavación en cada uno de los tipos de terreno establecidos por el consultor.

3.9.5.3 Distribución de las tensiones

El consultor realizará un análisis del estado tensional que presentará el terreno con la excavación del túnel principal, analizando si el comportamiento del terreno es elástico o elasto-plástico y en el evento de este último, si el tipo de rotura es frágil, dúctil o intermedia.

3.9.5.4 Cálculo de desplazamientos del terreno

Consiste en el estudio y determinación de los posibles desplazamientos del terreno, teniendo en cuenta los aspectos reales del macizo rocoso, tales como:

- Las discontinuidades del terreno.
- La heterogeneidad de los materiales que conforman el macizo rocoso.
- El efecto de la variación del confinamiento.
- El comportamiento del terreno (el cual puede ser o no elástico-lineal).
- La variación del volumen en la post-rotura.

3.9.5.5 Diseño del sostenimiento

Con base en los cálculos de la distribución de tensiones y de los desplazamientos del terreno, así como la caracterización geotécnica del terreno y las secciones transversales, el consultor determinará el tipo y cantidad de sostenimiento de cada tipo de terreno (secciones tipo); para esto deberá tener en cuenta por lo menos:

- Las clasificaciones geomecánicas empíricas (Barton o Bieniawski), como una primera etapa de aproximación.
- Curva característica de excavación mediante cálculos numéricos avanzados y la utilización de programas de elementos finitos.
- Curva característica del sostenimiento.
- Cálculo del factor de seguridad.
- Efecto del frente de excavación.

El consultor deberá tener en cuenta, para la determinación del sostenimiento y las secciones tipo, las diferentes soluciones que pueda obtener, por tanto

deberá utilizar programas de computador que le permitan realizar varias iteraciones de trabajo y obtener la solución confiable y económica a la vez.

3.9.5.6 Cálculo de las secciones tipo

Para esto el consultor deberá utilizar cualquier programa de cálculo numérico avanzado que pueda resolver un modelo de elementos finitos; este programa debe tener la posibilidad de trabajar con varios modelos constitutivos, de tal manera que permita simular, con la mayor exactitud posible el comportamiento real del terreno. Así mismo, el programa debe disponer de elementos estructurales necesarios para simular en forma correcta los elementos más usuales del sostenimiento.

3.9.5.7 Conclusiones y recomendaciones

Además de concluir acerca de los criterios establecidos y los resultados obtenidos, se darán recomendaciones del proceso constructivo del sostenimiento y se presentará una cuantificación de las convergencias estimadas, para su posterior comparación con las medidas en obra.

3.9.5.8 Anexos

Esquema de secciones típicas de sostenimiento

Memorias de cálculo de distribución de tensiones, desplazamientos.

Memorias de cálculo, diseño y cantidades del sostenimiento (concreto neumático, pernos etc.).

Resultados de análisis de sostenimiento, corridas del programa

Planos geológicos que contengan los tipos de terrenos y las secciones tipo.

3.9.6 CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE HIDROGEOLOGÍA E IMPERMEABILIZACIÓN DEL TÚNEL

El informe final sobre el estudio de hidrología e impermeabilización del túnel, deberá tener los siguientes componentes:

3.9.6.1 Objetivos

Determinación del origen, volumen y puntos de afluencia de las aguas de infiltración, sobre la superficie del túnel a fin de diseñar la impermeabilización de éste y garantizar de esta manera las condiciones de seguridad y comodidad del usuario y la vida útil del proyecto.

3.9.6.2 HIDROGEOLOGÍA

Consiste en la determinación, con base en las características geológicas del área del proyecto, la climatología y la morfología del mismo, de la procedencia de las aguas subterráneas, los mecanismos de almacenamiento de la misma dentro del macizo rocoso, el movimiento del agua dentro del subsuelo, los tipos de acuíferos, la litología de los acuíferos, los parámetros hidrogeológicos más relevantes (tales como: porosidad, conductividad hidráulica, gradiente hidráulico, transmisividad).

3.9.6.3 Volumen de agua infiltrada

Con base en los factores que afectan la infiltración del agua dentro del macizo rocoso, como puede ser: los que definen las características del terreno (condiciones de superficie, características del terreno y condiciones ambientales) y los que definen las características del fluido (espesor de la lámina de agua, intensidad de la lluvia, turbidez del agua, contenido de sales, temperatura, etc.) se deberá determinar por los métodos establecidos la capacidad de infiltración del macizo rocoso.

3.9.6.4 Estimación de los caudales de agua infiltrada en el túnel

Con base en todos los trabajos de campo, laboratorio y gabinete realizados en la etapa de interventoría, el consultor deberá calcular los caudales de agua infiltrada dentro del túnel, por los métodos conocidos.

3.9.6.5 Diseño de obras de drenaje e impermeabilización

Como parte final del volumen, el consultor diseñará las obras de captación, conducción desagüe, tratamiento y demás necesarias para captar, conducir y entregar el agua finalmente al vertedero establecido, en las condiciones establecidas en la licencia ambiental.

Por otra parte, establecerá las instalaciones sanitarias requeridas para el tratamiento del agua de infiltración durante el periodo de construcción, a fin que ésta sea liberada de todos los contaminantes y/o residuos producto de la obra.

Finalmente, diseñará los sistemas que provean al túnel de una adecuada impermeabilización, para lo cual y de acuerdo con su concepto diseñará la o las fases de la impermeabilización (primaria, intermedia, principal o posterior). Indicará las características técnicas y de resistencia de los materiales empleados, sus cantidades y costos.

3.9.7 CAPÍTULO 7. ESTUDIO DE REVESTIMIENTO DEL TÚNEL

El Informe Final de los Estudios de revestimiento del túnel debe contener los siguientes capítulos, con los siguientes alcances:

3.9.7.1 Generalidades

El consultor realizará una explicación de la importancia del revestimiento, los modelos a ser estudiados para el cálculo estructural de las dovelas y los materiales del concreto.

3.9.7.2 Dimensionamiento del revestimiento

Abarcará los cálculos estructurales y de materiales para el diseño del revestimiento, las dimensiones de la dovela y de igual manera, la determinación del tipo de formaleta a emplear.

3.9.7.3 Anexos

- Memorias de cálculo.
- Cantidades de obra.
- Planos escala 1:100 y 1:50 con el despiece respectivo de la estructura.

3.9.8 CAPÍTULO 8. ESTUDIO DE ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

El informe final sobre los estudios de pozos de ventilación, chimeneas y galerías tendrá los siguientes alcances y estará constituido por los siguientes capítulos:

3.9.8.1 Generalidades

Objetivo: Se indicará el fin que persigue el estudio.

Localización: Consiste en definir la ubicación geográfica del proyecto de la cual se deberá adjuntar un esquema.

Recopilación de la información: La información preliminar que debe recopilarse hace referencia a: Topografía, Geología, y Geotecnia tanto del estudio de referencia como la obtenida en los ensayos y análisis realizados en la etapa de interventoría.

3.9.8.2 Trabajos de campo

Incluye todo lo relacionado con el tipo de perforaciones manuales y mecánicas, realizadas en la etapa de interventoría.

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

3.9.8.3 Análisis geotécnico

Estará basado en el estudio de referencia y, los ensayos realizados en la etapa de interventoría.

3.9.8.4 Conclusiones y recomendaciones

Se presentará en forma sucinta, la caracterización geotécnica del eje de perforación de los pozos así como el de las galerías de conexión y de ventilación.

Contendrá el ajuste definitivo de las obras con base en las perforaciones, toma de muestras, ensayos in situ y de laboratorio y el análisis de todo lo anterior, realizado por el consultor en la etapa de interventoría de este contrato, y toda la información adicional que considere pertinente el consultor.

Se deberá concluir acerca de los criterios establecidos. Se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

3.9.8.5 Anexos

Planos escala 1:1000 de los pozos, chimeneas y galerías

Memorias de cálculo del ajuste a los diseños.

3.9.9 CAPÍTULO 9. ESTUDIO DE PORTALES

3.9.9.1 Generalidades

3.9.9.2 Definición de la geometría

3.9.9.3 Estudio de estabilidad y estabilización

3.9.9.4 Recomendaciones

3.9.10 CAPÍTULO 10. ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS DE VENTILACIÓN, ILUMINACIÓN, ENERGÍA Y BOMBEO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.

El Informe Final de los Estudios de requerimientos de ventilación, iluminación, energía y bombeo durante la construcción del túnel debe contener los siguientes capítulos, con los siguientes alcances:

3.9.10.1 Ventilación

El consultor realizará la estimación de producción de gases contaminantes y polvo generados por la operación de la maquinaria de construcción, la quema de explosivos en el frente y la presencia de gases del macizo rocoso, con el fin de establecer el tipo y requerimientos de la ventilación en el frente y a lo largo del túnel.

Realizará los cálculos de volúmenes de polvo, partículas y gases a remover, y los necesarios para determinar la pérdida de eficiencia del sistema de ventilación y el número de ventiladores con su respectiva potencia.

Por último indicará la cantidad y ubicación de los ventiladores.

3.9.10.2 Energía e iluminación

El consultor estudiará, analizará y definirá los requerimientos de potencial eléctrico necesario para abastecer el sistema de ventilación, iluminación y demás elementos eléctricos del túnel; así como, los requerimientos de los campamentos de obra e interventoría durante la etapa de construcción.

El consultor deberá estudiar las diferentes fuentes de abastecimiento de energía que satisfagan las necesidades del proyecto.

Presentará las memorias de cálculo eléctrico respectivo y los diagramas de todas las instalaciones eléctricas proyectadas o los puntos de conexión previstos.

3.9.10.3 Bombeo

Aun cuando el túnel piloto servirá para drenar el túnel principal, el consultor deberá estudiar y diseñar el sistema de bombeo que deberá existir entre el frente de la obra y la galería de interconexión más cercana al túnel piloto.

3.9.10.4 Conclusiones y recomendaciones

El Consultor consignará todos los aspectos que considere necesarios para la adecuada instalación, funcionamiento, mantenimiento y operación de todos los sistemas descritos en el presente volumen.

3.9.10.5 Anexos

- Memorias de cálculo.
- Planos de despiece escala 1:50.
- Plano de localización general escala 1:1000.

3.9.11 CAPÍTULO 11. ESTUDIO DE RIESGOS, INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS Y EQUIPAMIENTOS DE SEGURIDAD

El Informe Final de los Estudios de instalaciones electromecánicas y de servicios auxiliares debe contener los siguientes capítulos, con los siguientes alcances mínimos:

Así mismo, se tendrán en cuenta todas las recomendaciones que sobre estos aspectos haya realizado los organismos extranjeros tales como la PIAR.

3.9.11.1 Generalidades

3.9.11.2 Estudio de riesgos

3.9.11.3 Ventilación

Teniendo en cuenta factores como: la contaminación o polvo generado por el tráfico proyectado en el estudio de referencia y la actualización de esta proyección, la composición vehicular, la velocidad de operación, las longitud del túnel, entre otros, el consultor realizará el diseño del sistema de ventilación del Túnel definiendo el tipo de ventilación, los requerimientos de equipo y de energía necesarios para estos.

El tipo de ventilación proyectada deberá ser tenida en cuenta para el dimensionamiento de la sección transversal del túnel de acuerdo con la alternativa seleccionada.

3.9.11.4 Sistema de fuerza e iluminación

El consultor estudiará y definirá los requerimientos de tensiones y potencias requeridas para la operación de todos los sistemas electromecánicos y auxiliares del túnel, estableciendo los sitios de acometida, la cantidad, requerimientos de tensiones, y todo los aspectos adicionales que considere necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de todos los equipos eléctricos y electrónicos (en una forma armónica, evitando fluctuaciones de voltaje o potencial)

Frente a la iluminación, el consultor diseñara las diferentes zonas de iluminación, como son:

- Iluminación de umbral.
- Iluminación de transición.
- Iluminación central.
- Iluminación de emergencia

3.9.11.5 Sistema de supervisión y control

El consultor estudiará y definirá los requerimientos técnicos para los equipos de control y supervisión necesarios para garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios, entre estos sistemas se pueden enunciar:

- Señalización de tráfico (Semáforos, velocidades variables).
- Circuito cerrado de televisión (Cámaras de video).
- Nichos de auxilio (teléfonos, alarmas, S.O.S.).
- Bucles para medición de velocidad de operación.
- Control de gálibo, detección de incendios.
- Automatización de la ventilación.
- Automatización de la iluminación.

- Suministro de energía.
- Altavoces.
- Despliegue de mensajes.
- Radio.
- Software y consolas para el centro de control.

3.9.11.6 Sistema contra incendio

De conformidad con lo establecido en la norma NFPA, o la vigente en el momento, el consultor diseñará las necesidades del sistema de protección contra incendio, el cual contendrá, entre otros: el suministro de agua, tanques, bombas, tubería de conducción, hidrantes, nichos contra incendios (extintor, hacha, botón de emergencia), y todos los demás que el consultor considere necesarios para garantizar la seguridad de los usuarios.

3.9.11.7 Sistema electromecánico

Corresponde al suministro de energía de alta y media tensión y las sub-estaciones requeridas para el manejo de la misma también comprende el diseño de los requerimientos de las plantas de energía que garanticen la operación del túnel en un evento de corte de fluido eléctrico principal. El consultor entregará dichos diseños.

3.9.12 CAPÍTULO 12. ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE CONSTRUCCIÓN

3.9.12.1 Generalidades

3.9.12.2 Excavaciones superficiales

3.9.12.3 Excavaciones subterráneas

3.9.12.4 Concreto lanzado

3.9.12.5 Pernos

3.9.12.6 Arcos metálicos

3.9.12.7 Impermeabilización

3.9.12.8 Concreto de revestimiento

3.9.12.9 Sistema de drenaje

3.9.12.10 Acabados

3.9.12.11 Instrumentación y monitoreo

3.9.12.12 Recomendaciones

3.9.13 CAPÍTULO 13. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TÚNELES

3.9.13.1 Generalidades

3.9.13.2 Manual de operación y mantenimiento

3.9.13.3 Personal de mantenimiento

3.9.13.4 Mantenimiento preventivo

3.9.13.5 Mantenimiento correctivo

3.9.13.6 Protocolos de operación

3.9.13.7 Conclusiones

3.9.14 CAPÍTULO 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El consultor incluirá en este capítulo las conclusiones y recomendaciones generales para la fase constructiva generados a partir de los resultados de las actividades según los diferentes capítulos que componen el Estudio de Túneles.

3.9.14.1 Generalidades

3.9.14.2 Seguimiento durante construcción

3.9.14.3 Diseño estructural activo (dea)

3.9.14.4 Conclusiones

3.9.14.5 Recomendaciones

3.10 VOLUMEN X. ESTUDIO DE URBANISMO Y PAISAJISMO

El informe final del estudio de Urbanismo y Paisajismo – Nivel Fase III -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

3.10.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.10.1.1 Objetivo

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

3.10.1.2 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 Estudio de Impacto Ambiental - EIA.

- 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.

3.10.2 CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN BÁSICA

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

3.10.2.1 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 fotos satelitales.
- Información ambiental y paisajística.

3.10.2.2 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 de esta fase 3 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 Estudio de Impacto Ambiental – EIA.

3.10.3 CAPÍTULO 3. ANÁLISIS POR GENERAR

- Análisis de la dimensión espacial de las áreas de influencia de la infraestructura vial objeto de diseño, partiendo del Estudio de Impacto Ambiental -EIA.

  - 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 Estudio de Impacto Ambiental-EIA y con el nivel de detalle necesario para elaborar los diseños paisajísticos, tal y como se especifica más adelante.

3.10.4 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.

3.10.4.1 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.

3.10.4.2 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:

3.10.4.2.1 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.
- Amoblamiento del espacio público generado por la vía

3.10.4.2.2 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.

3.10.4.3 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 vigentes a la fecha de elaboración de los contratos:

- 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.

3.10.5 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.
- Amoblamiento 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 de esta Fase III. Para los demás componentes, como son los correspondientes al amoblamiento 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 amoblamiento urbano y paisajísticos 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.

3.10.6 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.

3.11 VOLUMEN XI. GESTIÓN PREDIAL

El Informe Final del Gestión predial, debe considerar como mínimo los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. GENERALIDADES

CAPÍTULO 3. PLANO GENERAL DE AFECTACIÓN PREDIAL

CAPÍTULO 4. INVESTIGACIÓN TÉCNICA Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

CAPÍTULO 5. INVESTIGACIÓN CATASTRAL

CAPÍTULO 6. ELABORACIÓN DE PLANOS Y FICHAS PREDIALES

CAPÍTULO 7. RECURSOS E INSUMOS REQUERIDOS

CAPÍTULO 8. PRODUCTOS ENTREGABLES

CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.11.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.11.1.1 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.

3.11.1.2 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.

3.11.2 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.

3.11.3 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 vigentes a la fecha de elaboración de los contratos.

3.11.4 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, etc. y el diseño de la nueva 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 estime 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.

3.11.4.1 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 (m2); para áreas urbanas, suburbanas, o de expansión urbana en metros cuadrados (m2).

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, etc.), 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, etc. 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, etc. 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.

3.11.4.2 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), etc.

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.

3.11.4.3 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.

3.11.5 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, etc. 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

3.11.6 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 difiera 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.

3.11.6.1 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.

- 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, etc.

- 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 rótulo debe contener la información básica del inmueble que se relaciona a continuación:

  - Entidad Contratante. (Instituto Nacional de Vías).
  - Nombre del Propietario del predio o del poseedor.
  - Nombre del Proyecto.
  - Consultor que lleva a cabo el trabajo de predios.
  - Nombre y Matrícula 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.

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

    - ✓ Borde de Vía Proyectada.
    - ✓ Eje vía proyectada
    - ✓ Eje vía existente
    - ✓ Derecho de Vía
    - ✓ Lindero
    - ✓ Cercas
    - ✓ Área Requerida
    - ✓ Área Construida requerida
    - ✓ Mejoras existentes.
    - ✓ Postes
    - ✓ Árboles.
    - ✓ Accidentes geográficos si son necesarios

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

El consultor presentará igualmente un informe de poligonales que contenga:

- Carteras de campo.
- Certificaciones de coordenadas IGAC.
- Esquema de poligonales.
- Memorias de cálculo y ajuste de la poligonal.

- Listado de coordenadas ajustadas.

- Registro Fotográfico de los mojones de referencia a los cuales se amarró el levantamiento topográfico.

- Descripción en formato INVIAS de los puntos materializados y de las Referencias.

3.11.6.2 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, etc. 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, etc.

- 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 VÍAS 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.

3.11.7 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, etc.
- 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

3.11.8 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:

3.11.8.1 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.

3.11.8.2 Plano de levantamiento general o tira topográfica

Entregar en medio impreso a Escala: 1:1000 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, etc.) 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, etc.).

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

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 VÍA	EVIA	5	CONTINUOUS
HIDRANTES	HRT	1	CONTINUOUS
HIDROGRAFÍA	HID	5	CONTINUOUS
LAGOS	LAG	130	CONTINUOUS
LIMITE DEL PREDIO	LIMPRE	2	CONTINUOUS
DELIMITACIÓN LOTES	LOT	7	CONTINUOUS
MARCO BORDE DE FORMATO	MBOR	131	CONTINUOUS
MARCO DEL RÓTULO	MROT	51	CONTINUOUS

LISTADO DE LAYERS PARA ARCHIVOS DE AUTOCAD			
NOMENCLATURA PREDIAL	NPRE	34	CONTINUOUS
POSTES	POT	134	CONTINUOUS
PUNTOS TOPOGRÁFICOS	PTO	151	CONTINUOUS
PUNTOS GEODÉSICOS	PTOGEO	212	CONTINUOUS
TANQUES	TANQ	122	CONTINUOUS
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN	LIN AT	54	CONTINUOUS
TEXTO DE ROTULO	TEXROT	142	CONTINUOUS
TORRES DE ENERGÍA	TOR	50	CONTINUOUS
TUBERÍAS	TUB	132	CONTINUOUS
VALLADOS	VAL	5	CONTINUOUS
VÍAS FÉRREAS	VIF	22	CONTINUOUS
VÍAS PEATONALES	VIP	63	CONTINUOUS
ZONAS VERDES	ZONV	3	CONTINUOUS

3.11.8.2.2 Carpetas individuales

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

- Instituto Nacional de Vías, con su respectivo logo. – Subdirección del Medio Ambiente y Gestión Social.
- Nombre del Proyecto con el Sector y PR entre los cuales está ubicado el sector.
- No. de Ficha Predial.
- Nombre del Propietario o del poseedor.
- No. del Contrato.
- Nombre del Consultor.
- Fecha

Cada carpeta debe contener la siguiente información:

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

- Certificado de nomenclatura catastral.

- 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).

- Registro fotográfico del predio impreso.

- 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.

- 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.

- Certificado de tradición y libertad.

- Copia de impuesto predial.

- 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.

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

3.11.8.2.3 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.

3.11.9 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.

3.12 VOLUMEN XII. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El Estudio de Impacto Ambiental – EIA a nivel de Fase III debe contener los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. GENERALIDADES

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO

CAPÍTULO 5. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN AMBIENTAL

CAPÍTULO 7. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

CAPÍTULO 8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

CAPÍTULO 9. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PROYECTO

CAPÍTULO 10. PLAN DE CONTINGENCIA

CAPÍTULO 11. PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL

CAPÍTULO 12. PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%

CAPÍTULO 13. ESPECIFICACIONES PARA ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA

CAPÍTULO 14. RESUMEN EJECUTIVO

ANEXOS

3.12.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

3.12.1.1 Objetivos

Definir los objetivos generales y específicos, referentes al Estudio de Impacto Ambiental del proyecto, teniendo como base la descripción, caracterización y análisis del ambiente (abiótico, biótico y socioeconómico) en el cual se

pretende desarrollar el proyecto, obra o actividad, la identificación y evaluación de los impactos y la ubicación y diseño de las medidas de manejo, con sus respectivos indicadores de seguimiento y monitoreo.

3.12.1.2 Alcances

El Estudio de Impacto Ambiental - EIA es un instrumento para la toma de decisiones sobre proyectos, obras o actividades que requieren Licencia Ambiental, con base en el cual se definen las correspondientes medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación de los impactos ambientales que generará el proyecto. En tal sentido, el alcance involucra:

- La racionalización en el uso de los recursos naturales y culturales, minimizando los riesgos e impactos ambientales negativos, que pueda ocasionar el futuro proyecto y potenciando los impactos positivos.

- Las características de las obras, tendrán los alcances propios de estudios de factibilidad, en los cuales se deben definir e indicar los diferentes programas, obras o actividades del proyecto.

- Con base en información primaria, recopilar a partir de los diferentes métodos y técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio, y complementarla con la información secundaria requerida según sea el caso.

- Dimensionar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los impactos producidos por el proyecto, de tal manera que se establezca el grado de afectación y vulnerabilidad de los ecosistemas y los contextos sociales. Expresar claramente, los impactos sobre los cuales aún existe un nivel de incertidumbre.

- Proponer soluciones para todos y cada uno de los impactos identificados, estableciendo el conjunto de estrategias, planes y programas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA). Este último, debe formularse a nivel de diseño, y por lo tanto incluirá justificación, objetivos, alcances, tecnologías a utilizar, resultados a lograr, indicadores de seguimiento y monitoreo (cualitativos y cuantitativos), costos y cronogramas de inversión y ejecución.

- Incluir la participación de las comunidades afectadas, desarrollando procesos de información, discusión y concertación -si es el caso- de los impactos generados por el proyecto y medidas propuestas. Los resultados de este proceso se consignarán en las respectivas actas con las comunidades.

3.12.2 CAPÍTULO 2. GENERALIDADES

En este documento se presentan los desarrollos y contenidos correspondientes al Estudio de Impacto Ambiental – EIA para Proyectos de construcción de carreteras. Estos lineamientos, tienen un carácter genérico y en consecuencia deben ser adaptados a la magnitud y otras particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar. Se incluye lo referente a la metodología general para la presentación de Estudios Ambientales, expedida por el Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial conforme Resolución 1503 del 4 de Agosto de 2010.

Para elaborar el Estudio de Impacto Ambiental - EIA, el Consultor debe apoyarse en las guías ambientales que adopte el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT para este tipo de proyectos, como instrumento de autogestión y autorregulación. Estas guías constituyen un referente técnico, de orientación conceptual, metodológico y procedimental para apoyar la gestión, manejo y el desempeño de los proyectos, obras o actividades, por lo que deben ser utilizadas de forma complementaria a los presentes lineamientos.

En el evento en que el proyecto intervenga áreas de reserva forestal, el Consultor del proyecto deberá solicitar a la Dirección de Ecosistemas de este Ministerio o a las autoridades regionales competentes, los términos de referencia para la elaboración del estudio para la sustracción de la reserva forestal, trámite que deberá adelantarse simultáneamente con el de licencia ambiental.

Si el proyecto afecta áreas de manglar, se deberá verificar si la zonificación en áreas de manglar definida por la Corporación Autónoma Regional y establecida mediante resolución por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT, permite su aprovechamiento; en caso contrario, el peticionario deberá presentar el estudio a la Corporación, con el fin de que ésta trámite ante el MAVDT la modificación de la resolución mediante la cual se estableció la zonificación en áreas de manglar.

Cuando el proyecto pretenda afectar especies en veda nacional o regional, deberá solicitar a la Dirección de Ecosistemas del Ministerio o a las autoridades regionales competentes, la autorización para el levantamiento parcial de la veda para lo cual deberá presentar el estudio de conformidad con los términos de referencia establecidos por las autoridades competentes.

3.12.2.1 Introducción

Indicar los aspectos relacionados con el tipo de proyecto, localización, justificación, construcción y operación. Especificar los mecanismos,

procedimientos y métodos de recolección, procesamiento y análisis de la información, grado de incertidumbre de la misma, así como las fechas durante las cuales se llevaron a cabo los estudios de cada uno de los componentes.

De manera resumida, hacer una descripción general del contenido de cada uno de los capítulos que contenga el estudio.

3.12.2.2 Antecedentes

Presentará los antecedentes relevantes del proyecto hasta la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, con énfasis en: justificación, estudios e investigaciones previas, trámites anteriores ante autoridades competentes, en el área de influencia del proyecto y otros aspectos que se consideren pertinentes.

Relacionar el marco normativo vigente considerado para la elaboración del estudio, teniendo en cuenta las áreas de manejo especial y las comunidades territorialmente asentadas en el área de influencia local, desde la perspectiva de la participación que le confiere la Constitución Nacional, la Ley 99 de 1993, la Ley 70 de 1993, la Ley 21 de 1991 y las demás leyes que apliquen.

3.12.2.3 Metodología

Presentar la metodología utilizada para la realización del estudio de impacto ambiental, elaborado con base en información primaria, obtenida a partir de los diferentes métodos y técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio, incluyendo los procedimientos y métodos de recolección, procesamiento y análisis de la información, así como las fechas durante las cuales se llevaron a cabo los estudios de cada uno de los componentes (cronograma de actividades del EIA). Lo anterior será complementado con la información secundaria requerida, según sea el caso.

Para tal efecto, el Consultor elaborará y presentará el estudio, de con los criterios incluidos en la metodología general para la presentación de estudios ambientales expedida por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Relacionar los profesionales que participaron en el estudio, especificando para cada uno dedicación, responsabilidad, disciplina a la que pertenece y la formación y experiencia en este tipo de estudios.

3.12.3 CAPITULO 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.12.3.1 Características del proyecto

Especificar los objetivos y las características técnicas del proyecto en las diferentes etapas, acompañada de los respectivos diseños tipo de la infraestructura a construir y/o a adecuar. Señalar las necesidades de recursos naturales, sociales y culturales.

Relacionar la siguiente información: duración de las obras, etapas y cronograma de actividades, costo total del proyecto y costo de operación anual del mismo.

Presentar la estructura organizacional de la empresa, estableciendo la instancia responsable de la gestión ambiental, así como sus funciones, para la ejecución del proyecto.

Describir, dimensionar y ubicar en planos o mapas (planta, perfil y cortes típicos), las siguientes actividades para las etapas de construcción y operación del proyecto:

- Trazado y características geométricas de accesos
  - Derecho de vía
  - Diagrama de masas (material de relleno y excavación).
  - Volumen estimado de remoción de la vegetación y descapote
  - Volumen estimado de cortes y rellenos
  - Taludes previstos en cortes y terraplenes.
  - Pasos a nivel y desnivel
  - Puentes
  - Cruces con otras obras lineales
  - Viaductos
  - Alternativas para cruces de cuerpos de agua
  - Volumen vehicular
  - Tránsito Promedio Diario
  - Composición vehicular: vehículos livianos, buses y camiones
  - Necesidades de desvíos y canalizaciones de cauces
  - Provisionales
  - Definitivos.

- Necesidad de voladuras, empleo de explosivos u otro tipo de material que cumpla una función similar.

- Infraestructuras y servicios interceptados
  - Redes eléctricas
  - Redes de gas

- Redes telefónicas
- Acueductos
- Alcantarillados
- Caminos, senderos
- Distritos de riego
- Otros.

- Infraestructura asociada
  - Ubicación de campamentos permanentes y transitorios.
  - Localización de sitios para acopio y almacenamiento de materiales.
  - Ubicación de sitios para disposición de material sobrante del proyecto.
  - Localización de plantas de triturado, concreto y asfalto.
  - Alternativas de fuentes de materiales.
  - Alternativas de sitios de captación de agua.
  - Alternativas para vertimientos de aguas residuales
  - Localización de Peajes y Centros de Control Operativo (En caso de localizarse en los accesos).
  - Accesos alternos al área de interés.

- Localización de los corredores viales escogidos para permitir la entrada y salida de materiales, maquinaria y equipo al área del proyecto (incluida la infraestructura asociada). Para cada corredor vial, se debe describir, ubicar y dimensionar, como mínimo, lo siguiente:

  - Vías Existentes

    ✓ Tipo y estado
    ✓ Propuesta de adecuación
    ✓ Propuesta de entrega
    ✓ Nuevos Accesos:

- Descripción de cada corredor y sus especificaciones técnicas generales.

  - Métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, plantas y caminos de servicio, entre otros)
  - Volumen estimado de remoción de la vegetación y descapote.

- Volumen estimado de cortes y rellenos.

- Fuentes factibles de materiales-

- Estimativo de uso y aprovechamiento de recursos naturales (agua, suelo y recurso forestal).

- Estimativos de mano de obra.

3.12.4 CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO

3.12.4.1 Áreas de influencia

El EIA debe delimitar y definir las áreas de influencia del proyecto con base en una identificación de los impactos que puedan generarse durante la construcción y operación del proyecto. Para los medios abióticos y bióticos, se tendrán en cuenta unidades fisiográficas naturales y ecosistémicas; y para los aspectos sociales, las entidades territoriales y las áreas étnicas de uso social, económico y cultural entre otros, asociadas a las comunidades asentadas en dichos territorios.

3.12.4.1.1 Área de influencia directa (AID)

El área de influencia directa del proyecto, es aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación; está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada.

Esta área puede variar según el tipo de impacto y el elemento del ambiente que se esté afectando; por tal razón, se debe delimitar las áreas de influencia de tipo abiótico, biótico y socioeconómico.

La caracterización del Área de Influencia -AID debe ofrecer una visión detallada de los medios y basarse fundamentalmente en información primaria.

3.12.4.1.2 Área de influencia indirecta (AII)

Área donde los impactos trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan tales impactos.

La caracterización del área de influencia del proyecto, debe contener la siguiente información:

3.12.4.2 Medio abiótico

3.12.4.2.1 Geología

Área de influencia indirecta:

- Describir las unidades litológicas y rasgos estructurales, con base en estudios existentes en la zona y ajustada con información de sensores remotos y control de campo e identificar y localizar las amenazas naturales como remoción en masa y sísmica.

- Presentar un mapa a escala 1:10.000, perfiles o cortes geológicos y una columna estratigráfica.

Área de influencia directa:

- Presentar la cartografía geológica detallada (unidades y rasgos estructurales) y actualizada con base en fotointerpretación y control de campo. Debe presentarse un mapa a escala 1:10.000 o mayores.

3.12.4.2.2 Geomorfología

Para el área de influencia directa, definir las unidades geomorfológicas a partir del análisis de:

- Morfogénesis (Análisis del origen de las diferentes unidades de paisaje).
- Morfografía (Análisis de las formas de las laderas).
- Morfodinámica (Análisis de los procesos de tipo denudativo).
- Morfoestructuras (Análisis y mapeo de las formas de tipo estructural que imperan sobre el relieve).

Presentar el mapa geomorfológico con base en las unidades identificadas, haciendo énfasis en la morfogénesis y la morfodinámica del área de estudio a una escala 1:25.000, sobre la base de fotointerpretación y control de campo.

Presentar mapa de pendientes con los siguientes rangos: 0:15%, 15-30%, 30-50%, 50-100% y mayor a 100%

3.12.4.2.3 Suelos

Área de influencia directa:

Presentar la clasificación agrológica de los suelos, identificar el uso actual y potencial del suelo y establecer los conflictos de uso del suelo y su relación con el proyecto.

Presentar mapas a escala de 1:25.000, que permitan apreciar las características de los suelos y relacionar las actividades del proyecto con los cambios en el uso del suelo.

Información presentada de acuerdo con los estándares vigentes para obtención, procesamiento y presentación establecidos por el IGAC.

Utilizando técnicas de fotointerpretación y control de campo a partir de apertura de calicatas y determinación físico-químicas de los diferentes horizontes que conforman el perfil del suelo, utilizando las NTC 4113-1 y -2, NTC3656, 1522, 4508 y 4711.

3.12.4.2.4 Hidrología

Área de influencia indirecta:

- Identificar los sistemas lénticos y lóticos.
- Establecer los patrones de drenaje a nivel regional.
- Identificar el régimen hidrológico y de caudales característicos de las principales corrientes.

Área de influencia directa:

- Identificar el tipo y distribución de las redes de drenaje.
- Describir y localizar la red hidrográfica e identificar la dinámica fluvial de las fuentes que pueden ser afectadas por el proyecto, así como las posibles alteraciones de su régimen natural (relación temporal y espacial de inundaciones).
- Realizar el inventario de las principales fuentes contaminantes, identificando el generador y tipo de vertimiento.
- Determinar el régimen hidrológico y los caudales máximos, medios y mínimos mensuales multianuales de las fuentes a intervenir.
- Presentar un mapa a escala 1:10.000, que incluya la localización de la información mencionada.

3.12.4.2.5 Calidad del agua

Para las fuentes de agua susceptibles de intervención (captaciones, vertimientos, ocupación de cauces, entre otras) y localizadas en el área de influencia directa del proyecto, realizar la caracterización físico-química, bacteriológica e hidrobiológica.

Los sitios de muestreo deben georreferenciarse y justificar su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal. Servirán de base para establecer el seguimiento del ecosistema hídrico durante la construcción y operación del proyecto. Presentar los métodos, técnicas, periodicidad de los muestreos, realizando el análisis de la calidad del agua a partir de la correlación de los datos físico-químicos e hidrobiológicos.

Medir por lo menos los siguientes parámetros:

- Caracterización física: temperatura, sólidos suspendidos, disueltos, sedimentables y totales, conductividad eléctrica, pH, turbidez y organolépticos.

- Caracterización química: oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO), nitrógeno, fósforo, potasio, grasas y aceites, fenoles, alcalinidad y acidez.

- Caracterización bacteriológica: coliformes totales y fecales.

- Caracterización hidrobiológica: perifiton, plancton, bentos, macrófitas y fauna íctica.

En el estudio incluir informe sobre la toma de muestra donde se mencionen los resultados de los análisis in situ (muestra, duplicado, media aritmética), observaciones en relación a la toma de muestra y copia de la cadena de custodia.

Obligatorio que personal del laboratorio tome la muestra y que el laboratorio se encuentre acreditado por el IDEAM para los parámetros objeto de análisis. Para el muestreo se deben cumplir con las NTC-ISO 5667-10, 5667-11, 5667-13. 5667-2, 5667-4, 5667-9, 3945, 5667-12, 56676-15, 5667-19, 5667-1, 5667-14, 5667-18, 5667-16, 5667-3, 5667, 6 y 3948.

3.12.4.2.6 Usos del agua

Realizar el inventario y cuantificación de los usos y usuarios, tanto actuales como potenciales de las fuentes a intervenir por el proyecto.

Determinar los posibles conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos del agua, teniendo en cuenta el análisis de frecuencias de caudales mínimos para diferentes períodos de retorno.

3.12.4.2.7 Hidrogeología

Área de influencia indirecta:

Cuando por las condiciones geológicas del área se identifiquen unidades hidrogeológicas, presentar la siguiente información:

- Identificar el tipo de acuífero.

- Establecer las direcciones de flujo.

- Identificar las zonas de recarga y descarga

La información debe ser presentada en planos a escala 1:10.000.

Área de influencia directa:

- Realizar el inventario de puntos de agua que incluyen pozos, aljibes y manantiales, identificando la unidad geológica captada y los caudales de explotación.

- Establecer las unidades hidrogeológicas que intervendrá el proyecto. Igualmente, se deben identificar aquellas unidades que tengan conexión hidráulica con fuentes de agua superficiales.

- Evaluar la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por las actividades del proyecto (combustibles, materiales residuales, derrames sustancias tóxicas, entre otros).

Presentar el mapa hidrogeológico a escala 1:10.000, localizando puntos de agua, tipo de acuífero, dirección de flujo del agua subterránea y zonas de recarga y descarga.

Caracterización hidrogeológica de todos los acuíferos presentes, incluyendo información de espesor, litología, características hidráulicas, niveles de tabla de agua.

Evaluación de vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación, para los sitios donde se prevea almacenar o manipular fuentes de contaminación, teniendo en cuenta para los acuíferos someros el grado de confinamiento, caracterización de la zona no saturada y demás parámetros requeridos para la evaluación.

La información se debe presentar por mapas temáticos, en escala representativa a la magnitud del proyecto y de la calidad y cantidad de información; el mapa debe ir acompañado de bloque-diagrama.

3.12.4.2.8 Geotecnia

Con base en la información geológica, edafológica, geomorfológica, hidrogeológica, hidrológica, climatológica y de amenaza sísmica, realizar la zonificación y cartografía geotécnica.

La información se debe presentar en mapas a escala 1:10.000 según el caso, para fenómenos relevantes.

3.12.4.2.9 Atmósfera

3.12.4.2.10 Clima

Identificar, zonificar y describir las condiciones climáticas mensuales multianuales del área, con base en la información de las estaciones meteorológicas existentes en la región.

Los parámetros básicos de análisis serán:

- Temperatura.
- Presión atmosférica.
- Precipitación: media mensual y anual.
- Humedad relativa: media, máximas y mínimas mensuales.
- Viento: dirección, velocidad y frecuencias en que se presentan. Elaborar y evaluar la rosa de los vientos.
- Radiación solar.
- Nubosidad.
- Evaporación.
- Calidad del aire

Evaluar la calidad del aire, considerando:

- Las fuentes de emisiones atmosféricas existentes en la zona: fijas, lineales, de área y móviles.
- La ubicación cartográfica de los asentamientos poblacionales, las viviendas, la infraestructura social y las zonas críticas de contaminación.

Con base en lo anterior y las condiciones climatológicas de la zona, adelantar un programa de monitoreo del recurso aire en varios puntos de muestreo. Este monitoreo debe efectuarse por lo menos en tres estaciones y para un período no menor de diez días continuos.

La anterior información, se debe presentar en mapas escala 1:25.000 o mayor.

Los parámetros a medir serán:

- Partículas Suspendidas Totales (PST) o PM-10.
- Dióxido de Azufre (SO_2).
- Óxidos de Nitrógeno (NO_x).
- Monóxido de Carbono (CO)

La información obtenida debe ser analizada teniendo en cuenta la época climática en que se realizó el muestreo, se debe presentar la evaluación de la calidad del aire, con sus variaciones temporales y espaciales, determinando su incidencia en las áreas de asentamientos poblacionales y demás zonas críticas establecidas.

3.12.4.2.11 Ruido

En cuanto a ruido, considerar:

- Las fuentes de generación de ruido existentes en la zona.
- La ubicación cartográfica de los asentamientos poblacionales, las viviendas y la infraestructura social.

Realizar un monitoreo de los niveles de presión sonora en zonas que se hayan identificado como las más sensibles (áreas habitadas). Los monitoreos deben realizarse de conformidad con los parámetros y procedimientos establecidos en la normatividad vigente, tomando registros en horarios diurnos y nocturnos. Presentar en planos, las curvas de igual presión sonora (isófonas) en la zona de influencia del proyecto. Estos niveles, se compararán con las normas vigentes, de acuerdo con los usos del suelo.

3.12.4.2.12 Paisaje

Para el área de influencia indirecta, se podrán utilizar sensores remotos como imágenes de satélite, radar o fotografías aéreas para establecer las unidades de paisaje regional y su interacción con el proyecto.

El estudio de paisaje para el área de influencia directa, debe contemplar los siguientes aspectos:

- Análisis de la visibilidad y calidad paisajística.
- Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona.
- Identificación de sitios de interés paisajístico.

Tener en cuenta los criterios de inter-visibilidad, calidad visual, fragilidad visual y valoración del paisaje.

El área de estudio comprenderá diversos lugares seleccionados con alta densidad de observadores actuales y/o potenciales, obtenida a través de: densidad poblacional, facilidad de acceso y flujo de pasajeros, turistas actuales y prospectivos.

3.12.4.3 Medio biótico

La información debe tener carácter integral de forma que se obtenga una caracterización de este medio y se determine su sensibilidad, para posteriormente ser contrastada respecto a las actividades del proyecto.

3.12.4.3.1 Ecosistemas terrestres

Generar mapa de ecosistemas naturales terrestres y vegetación secundaria partiendo de la fotointerpretación de cobertura vegetal y uso actual del suelo a escala 1:10.000: esto según formato e información IDEAM.

Identificar, sectorizar y describir los ecosistemas naturales y vegetación secundaria, descripción de:

- Cada fragmento de ecosistema natural y vegetación secundaria, estableciendo tamaño, contexto paisajístico, este último se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema con otros fragmentos con coberturas naturales, para su cálculo puede emplearse ecuaciones con un buffer entre 625 a 500 m alrededor del fragmento.

- Identificar la rareza, representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, remanencia y potencial de pérdida en el contexto nacional.

- Identificar, delimitar y describir áreas naturales protegidas, iniciativas de conservación/protección pública o privada, suelos de protección, áreas con régimen de protección internacional.

- La información debe permitir conocer las condiciones bióticas existentes en el área de influencia como un referente del estado inicial antes de la ejecución del proyecto.

3.12.4.3.2 Flora

En el área de influencia indirecta se debe caracterizar las unidades de cobertura vegetal y cartografiar la información a escala de 1:25.000.

Para el área de influencia directa, con base en el levantamiento de información primaria se debe:

- Localizar las diferentes unidades de cobertura vegetal y uso actual del suelo.

- Caracterizar y cuantificar las diferentes unidades florísticas; realizar un análisis estructural desde los puntos de vista horizontal y vertical y diagnóstico de la regeneración natural. Además se debe identificar las especies endémicas, amenazadas o en peligro crítico, o de importancia ecológica, económica y cultural, entre otros.

- Identificar los principales usos dados por las comunidades a las especies de mayor importancia.

- Estimar la biomasa vegetal que será afectada por el proyecto.

- El material colectado para la clasificación taxonómica debe ser entregado a las entidades competentes como el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, el Instituto Alexander Von Humboldt, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, entre otras, para lo cual se debe solicitar previamente el permiso de investigación científica.

3.12.4.3.3 Fauna

Área de influencia indirecta

Con base en información secundaria, determinar la fauna asociada a las diferentes unidades de cobertura vegetal y usos del suelo.

Área de influencia directa

Con base en información primaria y secundaria, caracterizar la composición de los principales grupos faunísticos y describir sus relaciones funcionales con el ambiente, haciendo énfasis en aquellos que son vulnerables por pérdida de hábitat, en peligro crítico, de valor comercial, entre otros.

El material colectado para la clasificación taxonómica debe ser entregado a las entidades competentes como el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, el Instituto Alexander Von Humboldt, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, entre otras, para lo cual se debe solicitar previamente el permiso de investigación científica. Reportar las nuevas especies que se descubran en el desarrollo de los estudios.

En caso de encontrar especies endémicas, de interés comercial y/o cultural, amenazadas, en peligro crítico, o no clasificadas, se debe profundizar en los siguientes aspectos: densidad de la especie y diversidad relativa, estado poblacional, migración y corredores de movimiento y áreas de importancia para cría, reproducción y alimentación. Esta información debe ser incluida en la cartografía de cobertura vegetal y uso del suelo.

La información debe involucrar como mínimo los siguientes grupos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos, teniendo en cuenta: la toponimia vernacular de la región, clasificación taxonómica hasta el nivel sistemático más preciso.

3.12.4.3.4 Ecosistemas acuáticos

Área de influencia indirecta

Identificar los ecosistemas acuáticos y determinar su dinámica e importancia en el contexto regional.

Área de influencia directa

Caracterizar los ecosistemas acuáticos, con base en muestreos de perifiton, plancton, macrófitas, bentos y fauna íctica; analizar sus diferentes hábitats, la distribución espacial y temporal y las interrelaciones con otros ecosistemas.

El material colectado para la clasificación taxonómica debe ser entregado a las entidades competentes como el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, el Instituto Alexander Von Humboldt, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, entre otras, para lo cual se debe solicitar previamente el permiso de investigación científica.

Analizar estructura de las poblaciones, mediante análisis de la diversidad y abundancia de organismos; análisis de la bio-indicación correlacionar los resultados con los análisis fisicoquímicos e índice de contaminación.

Se debe realizar un análisis de la bio-indicación de manera cuantitativa, partiendo de la abundancia relativa de los géneros encontrados.

3.12.4.4 Medio socioeconómico

3.12.4.4.1 Lineamientos de participación

Tener en cuenta los siguientes niveles de participación, de acuerdo con los criterios constitucionales vigentes.

Área de influencia indirecta

Acercamiento e información sobre el proyecto y sus implicaciones a las autoridades regionales, municipales, representantes comunitarios a nivel municipal y comunidades étnicas, en caso de presentarse, formalizando mediante correspondencia, agendas de trabajo y actas de reunión y anexando los mismos al EIA como material de soporte.

Área de influencia directa

Adicional a los aspectos anteriores, para el AID (local y puntual) debe tenerse en cuenta:

Ciudadanos y Comunidades Organizadas

Informar y comunicar, mediante un acercamiento directo los alcances del proyecto y sus implicaciones ambientales y las medidas de manejo propuestas, incluyendo las diferentes etapas del mismo, hasta el desmantelamiento (entrega de obras). Las evidencias del proceso de retroalimentación con ciudadanos y comunidades deben anexarse al Estudio de Impacto Ambiental - EIA.

Comunidades Étnicas

Informar, comunicar y concertar mediante un acercamiento directo con sus representantes, delegados y/o autoridades tradicionales, los alcances del proyecto, sus implicaciones ambientales y las medidas de manejo propuestas, en el marco del proceso de consulta previa.

El EIA debe incluir las actas con los acuerdos de dicho proceso con las comunidades étnicas, las cuales deben ser presentadas de manera organizada y consecutiva y dar cuenta entre otros de los siguientes aspectos: comunidad consultada, objeto, fecha, hora, lugar y orden del día de la reunión, nombre completo y firma de los participantes, comunidad, organización que representan, entidades que participan, puntos discutidos, acuerdos, compromisos y conclusiones.

En el proceso de elaboración del EIA (diagnóstico y caracterización de comunidades, zonificación socio-ambiental y cultural, identificación de impactos, zonificación de manejo y formulación de planes, programas y proyectos de gestión social) las comunidades étnicas deben participar, de tal forma que a la hora de llevar a cabo los acuerdos exista un conocimiento de los impactos del mismo en la población y la afectación de los recursos naturales.

Adicionalmente, se debe anexar como material de soporte documentos tales como: correspondencia, registros fotográficos y fílmicos.

3.12.4.4.2 Dimensión demográfica

Área de influencia indirecta

Analizar los siguientes aspectos en relación con las condiciones y demandas del proyecto:

Dinámica de poblamiento: histórica (señalar sólo los eventos actuales más relevantes), actual y tendencia futura de movilidad espacial. Identificar tipo de

población asentada (indígenas, negritudes, colonos, campesinos y otros) y actividades económicas sobresalientes.

Área de influencia directa

Analizar los siguientes aspectos en relación con las condiciones y demandas del proyecto:

- Caracterización de grupos poblacionales (indígenas, negritudes, colonos, campesinos y otros).

- Dinámica poblacional: listado de unidades territoriales afectadas por el proyecto, incluyendo población total y afectada en cada unidad territorial, composición por edad y sexo, tendencia de crecimiento poblacional, población económicamente activa, patrones de asentamiento (nuclear o disperso) y condiciones de vida e índice de NBI.

3.12.4.4.3 Dimensión espacial

Área de influencia indirecta

Hacer un análisis regional de los servicios públicos y sociales incluyendo: la calidad y cobertura, en tanto se relacionen con el proyecto.

Área de influencia directa

Hacer un análisis de la calidad, cobertura, infraestructura asociada, debilidades y potencialidades del servicio, en tanto se relacionen con el proyecto, así:

- Servicios públicos: acueducto, alcantarillado, sistemas de manejo de residuos (recolección, tratamiento y disposición), energía y telecomunicaciones.

- Servicios sociales: salud, educación, vivienda y recreación.

- Medios de Comunicación: radio, prensa, emisoras comunitarias.

- Infraestructura de transporte: vial, aérea, ferroviaria y fluvial.

3.12.4.4.4 Dimensión económica

Área de influencia indirecta:

Con el objeto de elaborar un panorama general sobre la dinámica económica regional, relacionada con el proyecto, identificar y analizar los procesos existentes en la región, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Estructura de la propiedad.
- Procesos productivos y tecnológicos.
- Caracterizar el mercado laboral actual.
- Identificar los polos de desarrollo y/o enclaves, que interactúan con el área de influencia del proyecto.

Área de influencia directa

Determinar las relaciones económicas, la estructura, dimensión y distribución de la producción y las dinámicas económicas locales, para precisar en fases posteriores las variables que se verán afectadas con las actuaciones del proyecto, para lo cual se debe definir y analizar:

- Estructura de la propiedad (minifundio, mediana y gran propiedad) y formas de tenencias (tierras colectivas, comunitaria, propiedad privada, entre otras) y conflictos importantes asociados a la misma.
- Procesos productivos y tecnológicos de los distintos sectores de la economía, analizando la contribución a la economía local y su efecto sobre las dinámicas regionales, la oferta y demanda de mano de obra.
- Caracterizar el mercado laboral actual (ocupación, empleo, desempleo y subempleo) e identificar sus tendencias en el corto y mediano plazo y su afectación por la implementación de las diferentes fases del proyecto y el impacto sobre las dinámicas laborales de otras actividades productivas.
- Analizar los programas o proyectos privados, públicos y/o comunitarios, previstos o en ejecución, cuyo registró y conocimiento de sus características sea de importancia para el desarrollo del proyecto.
- Identificar la infraestructura existente y proyectada: vial, productiva, oleoductos, gasoductos, hidroeléctricas, térmicas, líneas de transmisión, aeropuertos, estaciones repetidoras, o cualquier otra.

3.12.4.4.5 Dimensión cultural

Área de influencia indirecta

Caracterización cultural comunidades no étnicas

- Identificar los hechos históricos relevantes (migraciones, adopción de nuevas tecnologías, cambios de actividad productiva, estímulo a

procesos de aculturación por presencia de migrantes, etc.), que hayan implicado cambios culturales, particularmente con efectos en sus estrategias adaptativas.

- Caracterizar la apropiación de los recursos naturales por parte de los habitantes regionales: demanda, oferta, relación de pertenencia, usos culturales y tradicionales.

Caracterización cultural comunidades étnicas.

Realizar una breve descripción de las comunidades étnicas presentes en el área de influencia del proyecto, considerando territorios, demografía, economía tradicional, organización social, y presencia institucional.

Área de influencia directa

Caracterización cultural comunidades no étnicas

Para la población asentada en el área local, identificar y analizar los siguientes aspectos:

- Modificaciones culturales, identificando las potencialidades, resistencias y capacidad de adaptación al cambio. Capacidad para asimilar o dar respuesta a valores culturales exógenos o ante nuevos hechos sociales que puedan conducir a un cambio cultural (como desplazamientos poblacionales u otros ordenamientos del territorio), precisando la vulnerabilidad frente a la pérdida de autonomía cultural o de los valores fundamentales.

- Bases del sistema sociocultural: describir las prácticas culturales más relevantes por su efecto integrador y de identificación cultural y que de alguna manera (que debe ser puntualizada en el capítulo de impactos o PMA) podrían interactuar en algún momento con el proyecto.

- Uso y manejo del entorno: dinámica de la presión cultural sobre los recursos naturales; análisis del orden espacial y sus redes culturales a fin de evaluar la desarticulación que puede producirse en el territorio, por la ejecución del proyecto.

Caracterización cultural comunidades étnicas

Cuando en el área de influencia local y puntual, se encuentren asentadas comunidades étnicas que serán afectadas por el desarrollo del proyecto, se deben identificar estas comunidades, profundizando en la definición de los aspectos territoriales que involucran estas etnias, en cumplimiento del artículo 76 de la Ley 99 de 1993 y de lo establecido en la Ley 21 de 1991, en la Ley 70 de 1993 y en el Decreto 1320 de 1998.

El estudio de las comunidades étnicas debe estar referido a los aspectos que a continuación se relacionan, con el objeto de identificar la manera como pueden ser afectados por el proyecto:

Dinámica de poblamiento: Identificar y analizar los patrones de asentamiento, dependencia económica y sociocultural con los ecosistemas, concepciones tradicionales sobre la ocupación del territorio y las dinámicas culturales de cambio originadas por el contacto con otras culturas.

El trabajo de campo debe identificar y describir la diferenciación cultural y tradicional del territorio, constatando la heterogeneidad del manejo del espacio a partir de las diferentes expresiones culturales al interior y exterior de la comunidad étnica. Para esta identificación se debe tener en cuenta lugares sagrados, clasificaciones toponímicas, caza cultural, salados, jerarquías espaciales y ambientales, usos del bosque, entre otros.

Territorios: identificar el tipo de tenencia de la tierra de las comunidades étnicas: resguardo, reserva, territorios colectivos, áreas susceptibles de titulación, entre otros.

Etnolingüística: determinar la lengua y dialectos predominantes en la población.

Demografía: establecer la población total, su distribución, densidad, tendencia de crecimiento, composición por edad y sexo; tasa de natalidad, mortalidad, morbilidad y migración. Caracterización de la estructura familiar (tipo, tamaño) y la tendencia de crecimiento.

Salud: analizar el sistema de salud tradicional, las estrategias y espacios de curación teniendo en cuenta los agentes de salud utilizados por la comunidad (taitas, curanderos, curacas, payés, etc.) con los cuales, de ser posible, se debe hacer un acercamiento especial con el fin de precisar desde el conocimiento tradicional las implicaciones del proyecto en el bienestar de la comunidad. Definir la relación con los demás sistemas de salud y las características de la morbimortalidad.

Educación: establecer y analizar los tipos de educación (Etnoeducación, formal y no formal) que se imparte en las comunidades, teniendo en cuenta la cobertura, entes a cargo e infraestructura existente. Igualmente identificar los demás espacios de socialización.

Religiosidad: presentar una síntesis de los aspectos religiosos tradicionales más sobresalientes, a partir de los cuales las comunidades han definido su relación con los mundos, identificando los ritos y mitos que definen su cultura y los elementos culturales que permanecen poco alterados. Identificar los aspectos religiosos más destacados en la relación hombre – naturaleza.

Economía tradicional: caracterizar los sistemas económicos teniendo en cuenta la forma de apropiación y distribución, las actividades, estrategias productivas, tecnologías tradicionales e infraestructura asociada. Identificar los procesos de comercialización de productos tanto inter como extralocales y regionales. Determinar las prácticas de uso, aprovechamiento e interacción de la población con los recursos naturales. Analizar la participación de los miembros de la comunidad en cada una de las actividades productivas.

Organización sociocultural: hacer una síntesis de los roles más importantes reconocidos por las comunidades desde las formas tradicionales de organización y sobre las relaciones de parentesco y vecindad. Precisar los tipos de organización, normas colectivas, representantes legales, autoridades tradicionales y autoridades legítimamente reconocidas.

Identificar con su respectivo análisis el tipo de relaciones interétnicas y culturales, los vínculos con otras organizaciones comunitarias existentes en el área, los diferentes conflictos y las formas culturales de resolución.

Presencia Institucional: describir las investigaciones, proyectos y obras que se adelantan por instituciones gubernamentales y no gubernamentales dentro de los territorios tradicionales de las comunidades étnicas, analizando la función que cumple, capacidad de gestión, la vinculación que tiene la población y la cobertura.

Identificar los proyectos de etnodesarrollo que se estén ejecutando, para cada una de las comunidades y los que se encuentren proyectados.

3.12.4.4.6 Aspectos arqueológicos

Área de influencia directa

Se debe adelantar un proyecto de arqueología preventiva de acuerdo con el procedimiento establecido por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), el cual comprende dos etapas:

- Diagnóstico y Evaluación.
- Plan de Manejo Arqueológico

Se debe anexar copias de los certificados del ICANH, donde se demuestre la realización de las etapas correspondientes, conforme a lo establecido en las normas que regulen la materia al momento de solicitar la respectiva Licencia Ambiental.

3.12.4.4.7 Dimensión político-organizativa

Aspectos políticos

Identificar los actores sociales que interactúan en el área local del proyecto que representen la estructura de poder existente, analizando el grado de conflictividad generado por su interacción con el resto de la sociedad.

Presencia institucional y Organización comunitaria

Con el objeto de elaborar un panorama general sobre la organización y presencia institucional local relacionada con el proyecto, identificar y analizar lo siguiente:

- La gestión de las instituciones y organizaciones públicas y privadas, organizaciones cívicas y comunitarias que tienen una presencia relevante en el área de influencia directa, como también la capacidad de convocatoria, de atender los cambios y demandas introducidos por el proyecto y población cubierta.

- Identificar actores tales como: instituciones, organizaciones y agentes sociales que intervienen en la resolución de los conflictos, con el fin de aprovechar los espacios de interlocución para el desarrollo del estudio.

- Identificar las organizaciones civiles, comunitarias y gremiales, con presencia o incidencia en el área, analizando:

Los programas o proyectos planeados o en ejecución, su capacidad administrativa, de gestión y cobertura, formas y grados de participación de la comunidad, interlocutores para la gestión ambiental.

Identificar los posibles espacios de participación con la comunidad, los interlocutores para el proceso de información del proyecto y presentación del Plan de Manejo Ambiental, determinando el tipo de percepción y respuesta frente al proyecto.

3.12.4.4.8 Tendencias del desarrollo

Establecer las tendencias probables de desarrollo del área de influencia directa, haciendo un análisis integral de la realidad socioeconómica del área, resultante de la articulación de los aspectos más relevantes analizados en las diferentes dimensiones (demográfica, espacial, económica, cultural y político-organizativa) y de los planes de desarrollo, de ordenamiento territorial y de gestión ambiental existentes (en ejecución o proyectados) en los niveles nacional, departamental y municipal.

Para lo anterior es necesario identificar los proyectos de desarrollo impulsados por el sector oficial o privado, precisando las características, cobertura, estado en que se encuentran, agentes sociales involucrados y el tipo de participación que tiene o tendrán, con el objeto de evaluar la injerencia del proyecto en la dinámica local y regional.

3.12.4.4.9 Información sobre población a desplazar

Si como consecuencia de la ejecución del proyecto se requieren procesos de traslado de población respecto a su lugar de vivienda, producción y redes sociales, se deberá formular un programa de compensación a la población afectada a partir de la identificación de la misma con sus condiciones socioeconómicas, con el objeto de garantizar un adecuado proceso de reasentamiento, para lo cual se deberá levantar un censo de esta población, donde se identifique y analice:

- Demografía: población total, por edad y sexo.

- Nivel de arraigo de las familias, su capacidad para asimilar cambios drásticos por efecto del proyecto (desplazamientos poblacionales u otros ordenamientos del territorio).

- Dinámica en las relaciones de parentesco y vecindad con los demás habitantes de la zona.

- Base económica: identificar las actividades productivas principales y complementarias, economías de subsistencia, economías de mercado, tecnologías y productividad, niveles de ingreso, flujos e infraestructura de producción y comercialización, ocupación y empleo.

- De cada familia se debe analizar:

  - Sitio de origen, movilidad y razones asociadas a ella.
  - Permanencia en el predio y en el área.
  - Estructura familiar (tipo: nuclear, extensa), número de hijos y miembros.
  - Nivel de vulnerabilidad.
  - Características constructivas, distribución espacial y dotación de las viviendas.
  - Expectativas que la familia tiene frente al proyecto y al posible traslado.
  - Vinculación de los miembros a alguna de las organizaciones comunitarias a nivel veredal y cargo que ocupa en la actualidad.

- Identificar y analizar el orden espacial y sus redes culturales a fin de evaluar la desarticulación que puede producirse en el territorio, por la ejecución del proyecto.

- Identificar de manera preliminar conjuntamente con cada familia las alternativas de traslado.

- Población receptora: cuando el reasentamiento de la población se realice en una comunidad ya estructurada, debe hacerse una caracterización de la comunidad receptora, analizando los aspectos más relevantes que se considere van a facilitar o dificultar la integración del nuevo grupo en la misma.

3.12.4.5 Zonificación ambiental

Con base en la caracterización ambiental del área de influencia y la legislación vigente, efectuar un análisis integral de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, con el fin de realizar la zonificación ambiental, en donde se determine la potencialidad, fragilidad y sensibilidad ambiental del área, en su condición sin proyecto.

Describir el método utilizado, indicando los criterios para su valoración y señalando sus limitaciones.

Esta zonificación debe cartografiarse para el área de influencia indirecta a escala 1:25.000 y para el área de influencia directa a escala 1:10.000 ó mayor, acorde con la sensibilidad ambiental de la temática tratada.

La zonificación ambiental para el área de influencia directa será el insumo básico para el ordenamiento y planificación de la misma.

Con la información de la caracterización y demanda de recursos se deberán elaborar los mapas temáticos; teniendo en cuenta los siguientes pasos:

- Agrupación de atributos (unidades definidas en las diferentes variables).
- Superposición de la información a través de SIG.
- Obtención de mapas de zonificación intermedios.
- Superposición de mapas para obtener zonificación final.

Las áreas de sensibilidad ambiental se definen:

Áreas de especial significado ambiental (áreas naturales protegidas, ecosistemas sensibles, rondas, corredores biológicos, zonas endémicas, amenazadas o en peligro crítico, áreas para cría, reproducción, alimentación y anidación, zonas de paso migratorias.

Áreas de recuperación ambiental (áreas erosionadas, de conflicto por el uso del suelo o contaminadas)

Áreas de riesgo y amenazas (zonas de deslizamientos e inundaciones)

Áreas de producción económica (ganaderas, agrícolas, mineras, entre otras)

Áreas de importancia social (asentamientos humanos, infraestructura física, social y de importancia histórica y cultural).

3.12.5 CAPÍTULO 5. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES.

Presentar una detallada caracterización de los recursos naturales que demandará el proyecto y que serán utilizados, aprovechados o afectados durante las diferentes etapas del mismo, incluyendo los que requieran o no permisos, concesiones o autorizaciones.

Lo pertinente a los permisos, concesiones y autorizaciones par aprovechamiento de los recursos naturales, se debe presentar como mínimo la información requerida en los Formularios Únicos Nacionales, existentes para tal fin.

3.12.5.1 Aguas superficiales

Cuando se requiera la utilización de aguas superficiales, presentar como mínimo la siguiente información:

- Nombre de la fuente, sitio de captación (georreferenciada), información sobre caudales y calidad del agua.
- Volumen de agua requerido para cada actividad.
- Infraestructura y sistemas de captación, conducción y tratamiento.
- Usos y volúmenes aguas abajo de la captación.
- Adquisición de predios o la constitución de servidumbres.

3.12.5.2 Aguas subterráneas

Con base en la caracterización hidrogeológica del área de influencia directa del proyecto, para la exploración de aguas subterráneas se debe presentar:

- El estudio geoeléctrico del área donde se pretende hacer la exploración, georreferenciando la ubicación de los posibles pozos.
- Los puntos de agua subterránea adyacentes, cuerpos de agua superficiales y posibles conflictos por el uso de aguas subterráneas.
- El método de perforación y características técnicas del pozo.

- Volumen de agua requerido.

- Adquisición de predios o la constitución de servidumbres.

Para la concesión de las aguas subterráneas se deben presentar los resultados de la prueba de bombeo del pozo e informar sobre la infraestructura y sistemas de conducción.

3.12.5.3 Vertimientos

Cuando se requiera la realización de vertimientos de aguas residuales, se debe describir el sistema de tratamiento (detalles, planos o figuras), puntos de descarga, caudal, características de flujo (continuo o intermitente), clase y calidad del vertimiento, además de lo siguiente:

Para cuerpos de agua

- Identificar y localizar (georeferenciar) las corrientes receptoras de las descargas de aguas residuales y determinar sus caudales de estiaje.

- Realizar un muestreo sobre la calidad físico-química, bacteriológica e hidrobiológica de la fuente receptora, de acuerdo a los parámetros mencionados en el numeral 3.2.5 de los presentes Términos de Referencia.

- Definir la capacidad de asimilación del cuerpo receptor.

- Relacionar los usos del recurso aguas abajo del sitio de vertimiento.

Para suelos

- Identificar y localizar (georeferenciar) posibles áreas de disposición y presentar las pruebas de percolación respectivas.

- Realizar la caracterización físico-química del área de disposición (textura, capacidad de intercambio catiónico, pH, relación de adsorción de sodio (RAS), porcentaje de sodio intercambiable, contenido de humedad), para la disposición de aguas industriales se deberá adicionalmente evaluar grasas y aceites y metales (los metales a evaluar dependerán de la composición fisicoquímica del vertimiento).

3.12.5.4 Ocupación de cauces

Cuando el proyecto requiera la intervención de cauces de cuerpos de agua, se debe identificar y caracterizar la dinámica fluvial de los posibles tramos o

sectores a ser intervenidos y, describir las obras típicas a construir, la temporalidad y procedimientos constructivos.

3.12.5.5 Materiales de construcción

Cuando se requiera de materiales de construcción para la ejecución de las obras, se debe identificar y localizar (georeferenciar) los sitios que cuenten con las autorizaciones minero y ambientales vigentes, que respondan a la demanda del proyecto.

3.12.5.6 Aprovechamiento forestal

Cuando se requiera remover o afectar vegetación, como mínimo se debe:

- Localizar y georreferenciar las áreas donde se realizará el aprovechamiento, relacionando la vereda o el corregimiento y el municipio en el cual se ubican. Igualmente se deben identificar los predios afectados, con el nombre de su propietario.

- Presentar planos o planchas a escalas que permitan visualizar las diferentes coberturas a aprovechar, tales como bosques naturales, plantados, rodales, estratificaciones y vegetación de toda el área del proyecto de acuerdo a los estados sucesionales, así como la ubicación de las obras de infraestructura complementarias al aprovechamiento forestal tales como campamentos, vías, aserríos y centros de acopio, entre otros.

- Realizar un inventario de las superficies boscosas que requieren ser removidas, mediante un muestreo estratificado al azar, con una intensidad de muestreo del 5% para fustales con diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a los 10 cm., 2% para latizales con diámetros entre los 5 y 10 cm o alturas entre los 1.5 y 3.0 m. Dicho muestreo debe contar con una confiabilidad del 95% y un error de muestreo inferior al 20% del volumen total a remover. En este inventario se deben identificar las especies amenazadas y vedadas.

- Estimar el área y volumen total y comercial a remover dentro de la jurisdicción de cada corporación autónoma regional para cada tipo de cobertura vegetal y sus principales especies.

3.12.5.7 Emisiones atmosféricas

Cuando se requiera permiso para emisiones atmosféricas, para cada una de las fuentes de generación de emisiones, se debe:

- Presentar la localización sobre el plano general de las instalaciones.

- Mencionar las especificaciones técnicas de las chimeneas y ductos a instalar, indicando los materiales de construcción, dimensiones y el mantenimiento que se adoptará.

- Estimar mediante factores de emisión o balance de masa las posibles emisiones que pueden ser generadas, de acuerdo con las materias primas, insumos y combustibles utilizados en el proceso; la producción prevista y sus proyecciones a cinco años (5).

- Presentar las especificaciones técnicas (folletos, diagramas, catálogos, esquemas) y diseños sobre los sistemas de control de emisiones a instalar o construir.

- Indicar el sistema de tratamiento y disposición final del material recolectado por los equipos de control.

- Presentar información concerniente a estudios realizados sobre la calidad del aire en la zona de influencia directa del proyecto, en caso de no existir la empresa debe realizarlo (en forma individual o conjuntamente con otras industrias presentes en la zona).

- Aplicar modelos de dispersión gaussianos material particulado, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: el modelo se debe aplicar para distancias entre 0.05 y 5 kilómetros de las fuentes, teniendo en cuenta las ocho direcciones del viento; realizar análisis de estabilidad usando información meteorológica multianual (mínimo 2 años), las velocidades del viento para cada rango de velocidad y categoría de estabilidad se deben corregir para la altura de descarga de cada fuente y hallar la sobreelevación de la pluma y la altura efectiva para cada rango de velocidad.

- Incluir los cálculos intermedios y los soportes de la información meteorológica que se utilice en el modelo. El resultado de la aplicación de los modelos de dispersión se debe presentar en tablas y en mapas de isopletas sobre la topografía general de la región, por fuente y el aporte total por parámetro para todas las fuentes se debe generar a partir de aplicaciones matemáticas asociadas a la superposición de imágenes.

3.12.5.8 Residuos sólidos

Con base en la caracterización del área de influencia, para la autorización del manejo integral de los residuos sólidos, se debe presentar la siguiente información:

- Clasificación de los residuos domésticos, industriales y especiales. Estimar los volúmenes de residuos domésticos.

- Impactos ambientales previsibles.

- Alternativas de tratamiento, manejo y disposición e infraestructura asociada.

Cuando se pretenda utilizar la incineración como manejo se debe tener en cuenta la reglamentación vigente expedida por las autoridades ambientales.

Cuando se requiera realizar el manejo, transporte y disposición de materiales sobrantes de excavación, se debe incluir como mínimo lo siguiente para cada sitio de disposición:

- Relación de los volúmenes de material a disponer en cada uno de los sitios identificados, indicando su procedencia de acuerdo a cada tramo del Proyecto y determinación de la ruta a seguir por los vehículos que transportarán el material.

- Localización georeferenciada y planos topográficos con planimetría y altimetría.

- Análisis de factores de seguridad y riesgo de desplazamiento ante cargas externas.

- Ubicación de las vías de acceso al sitio, con la información correspondiente al diseño y medidas de manejo ambiental de éstas durante su utilización; igualmente, determinar las medidas a implementar para que una vez terminada la actividad los accesos sean entregados en iguales o mejores condiciones a las encontradas inicialmente.

- Identificación de viviendas, cuerpos de agua y vegetación a remover (inventario forestal).

- Parámetros de diseño y planos a escala 1:5000 o mayores, correspondientes a las obras de infraestructura necesarias para la adecuación del área (drenajes y subdrenajes, estructuras de confinamiento y contención y taludes, entre otros).

- Planta y perfiles del desarrollo del relleno, donde se presenten las diferentes etapas de su ejecución.

- Propuesta de adecuación final del relleno y programa de revegetalización (diseño paisajístico).

- Identificación de los usos finales de cada uno de los sitios de disposición.

3.12.6 CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN AMBIENTAL

3.12.6.1 Identificación y evaluación de impactos

Para la identificación y evaluación de impactos ambientales se debe partir de la caracterización del área de influencia. Dicha caracterización expresa las condiciones generales de la zona sin los efectos del proyecto y se constituye en la base para analizar cómo el proyecto la modificará. Lo anterior indica que se analizarán dos escenarios a saber: la determinación de impactos ambientales con y sin proyecto, estableciendo los indicadores de vulnerabilidad, sensibilidad y criticidad a fin de reconocer y precisar los impactos atribuibles al proyecto. Se debe presentar la metodología utilizada.

3.12.6.1.1 Sin proyecto

En el análisis sin proyecto, se debe cualificar y cuantificar el estado actual de los sistemas naturales y estimar su tendencia considerando la perspectiva del desarrollo regional y local, la dinámica económica, los planes gubernamentales, la preservación y manejo de los recursos naturales y las consecuencias que para los ecosistemas de la zona tienen las actividades antrópicas y naturales propias de la región.

3.12.6.1.2 Con proyecto

Esta evaluación debe contener la identificación y la calificación de los impactos y efectos generados por el proyecto sobre el entorno, como resultado de la interrelación entre las diferentes etapas y actividades del mismo y los medios abiótico, biótico y socioeconómico del área de influencia.

Se debe describir el método de evaluación utilizado, indicando los criterios para su valoración y señalando sus limitaciones, acorde con las características ambientales del área de influencia del proyecto y sus actividades. Dicha evaluación debe contar con sus respectivas categorías de manera que facilite la ponderación cualitativa y cuantitativa de los impactos.

Cuando existan incertidumbres acerca de la magnitud y/o alcance de algún impacto del proyecto sobre el ambiente, se deben realizar y describir las predicciones para el escenario más crítico.

En relación con los impactos más significativos identificados, se analizarán los impactos acumulativos a nivel regional por la ejecución y operación del proyecto y con respecto a proyectos ya existentes.

Evaluación económica compuesta por el estudio de valoración económica de impactos ambientales y el análisis costo beneficio ambiental.

Análisis Costo Beneficio – ACB como una herramienta de evaluación de proyectos, la cual permite estimar el beneficio neto de un proyecto, medido desde el punto de vista de las pérdidas y ganancias generadas sobre el bienestar social.

Desagregar cualquier impacto ambiental en componentes de valor individuales, utilizando el enfoque del Valor Económico Total (VET), donde un impacto es descompuesto en una cantidad de categorías del valor que afecta.

Obtener en términos monetarios el valor de los impactos (positivos/negativos).

Agregación de los beneficios y costos ambientales para obtener los principales criterios de decisión, tales como son el valor presente neto económico (VPNE), la tasa interna de retorno económica (TIRE) y la relación costo beneficio económica (RCB)

Una vez obtenido el VPNE, el consultor aplicará el test del VPNE. Aquí analizará el valor presente del proyecto teniendo en cuenta que el criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad de un proyecto, consiste en un VPNE mayor a cero, menor a cero, e igual a cero, respectivamente.

Valor o costo de las acciones de prevención, corrección, mitigación y compensación para corregir los impactos negativos generados por el proyecto, el empleo generado, los recursos de regalías, los impuestos, etc.

Los costos corresponden al valor de los impactos negativos generados por el proyecto, los cuales deben ser valorados con las metodologías presentadas en la sección anterior, tales como: efectos sobre la salud, efectos sobre la productividad, impactos sobre el valor de las propiedades, impactos sobre la biodiversidad, impactos sobre valores históricos y culturales, costos del proyecto a precios cuenta, etc.

Esta información es clave para hacer la valoración económica del impacto que será la que alimentará el flujo de caja con regulación o control de impacto ambientales del proyecto.

3.12.7 CAPÍTULO 7. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

A partir de la zonificación ambiental y teniendo en cuenta la evaluación de impactos realizada, se debe determinar la zonificación de manejo ambiental para las diferentes actividades del proyecto que sean aplicables atendiendo la siguiente clasificación:

Áreas de Exclusión: corresponde a áreas que no pueden ser intervenidas por las actividades del proyecto. Se considera que el criterio de exclusión está relacionado con la fragilidad, sensibilidad y funcionalidad socio-ambiental de la zona; de la capacidad de autorecuperación de los medios a ser afectados y del carácter de áreas con régimen especial.

Áreas de Intervención con Restricciones: se trata de áreas donde se deben tener en cuenta manejos especiales y restricciones propias acordes con las actividades y etapas del proyecto y con la sensibilidad ambiental de la zona. Deben establecerse grados (tales como: mayor, media, menor) y tipos de restricción (física, biótica y/o socioeconómica) y condiciones de las actividades que se pueden llevar a cabo en tales áreas.

Áreas de Intervención: Corresponde a áreas donde se puede desarrollar el proyecto, con manejo ambiental acorde con las actividades y etapas del mismo.

3.12.8 CAPITULO 8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Es el conjunto de programas, proyectos y actividades, necesarios para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por el proyecto durante las diferentes etapas. Para cada impacto identificado, debe formularse como mínimo un programa y/o proyecto como medida de manejo.

El Plan de Manejo Ambiental - PMA debe ser presentado en fichas en las cuales se precise como mínimo: objetivos, metas, etapa, impactos a controlar, tipo de medida, acciones a desarrollar (figuras y detalles), lugar de aplicación, población beneficiada, mecanismos y estrategias participativas, personal requerido, indicadores de seguimiento y monitoreo (cualificables y cuantificables), responsable de la ejecución, cronograma y presupuesto.

Se sugiere como mínimo contemplar – en caso de que aplique para el manejo de los impactos identificados – los siguientes programas para cada uno de los medios:

3.12.8.1 Medio abiótico

- Programas de manejo del recurso suelo

  - Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación
  - Manejo de taludes.
  - Manejo de fuentes de materiales.
  - Manejo de plantas de trituración, concreto y asfalto.
  - Manejo de patios de almacenamiento y talleres de mantenimiento.
  - Manejo de explosivos y ejecución de voladuras.

- Manejo de materiales y equipos de construcción.
- Manejo de residuos líquidos.
- Manejo de escorrentía.
- Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales.
- Manejo morfológico y paisajístico.

- Programas de manejo del recurso hídrico

  - Manejo de residuos líquidos.
  - Manejo de residuos sólidos.
  - Manejo de cruces de cuerpos de agua.
  - Manejo de la captación.
  - Programa de manejo del recurso aire
  - Manejo de fuentes de emisiones y ruido

- Programa de compensación para el medio abiótico

  - Por la afectación del suelo
  - Por la afectación del recurso hídrico

3.12.8.2 Medio biótico

- Programas de manejo del suelo

  - Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote.
  - Manejo de flora
  - Manejo de fauna
  - Manejo del aprovechamiento forestal.

- Programa de protección y conservación de hábitats.

- Programa de revegetalización y/o reforestación.

- Programa de conservación de especies vegetales y faunísticas en peligro crítico en veda o aquellas que no se encuentren registradas dentro del inventario nacional o que se cataloguen como posibles especies no identificadas.

- Programa de compensación para el medio biótico.

  - Por aprovechamiento de la cobertura vegetal:

- ✓ Las áreas a compensar no serán asimiladas a aquellas que por diseño, o requerimientos técnicos tengan que ser empradizadas o revegetalizadas.
- ✓ Listado de predios y propietarios donde se realizarán las actividades de compensación forestal, sus correspondientes áreas, especies, distancias, densidades, sistemas de siembra y plan de mantenimiento (mínimo a tres años).
- ✓ En caso de compra de predios, como compensación, se debe realizar un programa de preservación y conservación, el cual debe ser concertado entre la Corporación Autónoma Regional competente, el municipio y el propietario del proyecto.

– Por afectación paisajística

Un proyecto de manejo paisajístico de áreas de especial interés para las comunidades y las entidades territoriales.

– Por fauna y flora:

- ✓ Establecer un proyecto de recuperación de hábitats para la preservación de especies endémicas, en peligros críticos o vulnerables, entre otras.
- ✓ Apoyo a proyectos de investigación de especies de fauna y flora vulnerables con fines de repoblamiento.

3.12.8.3 Medio socioeconómico

- Programa de educación y capacitación al personal vinculado al proyecto.
- Programa de información y participación comunitaria.
- Programa de reasentamiento de la población afectada.
- Programa de apoyo a la capacidad de gestión institucional.
- Programa de capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto.
- Programa de contratación de mano de obra local.
- Programa de arqueología preventiva.
- Programa de compensación social: En caso de afectación a los componentes social, económico y cultural (infraestructura o actividades individuales o colectivas), la compensación debe orientarse a la

reposición, garantizando iguales o mejores condiciones de vida de los pobladores asentados en el área de influencia directa.

3.12.9 CAPÍTULO 9. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PROYECTO

El programa de seguimiento y monitoreo debe contemplar como mínimo lo indicado en cada una de las fichas del plan de manejo ambiental. Los sitios de muestreo deben georeferenciarse y justificar su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal, para establecer la red de monitoreo que permita el seguimiento de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Dicho programa debe incluir lo siguiente para cada uno de los medios:

3.12.9.1 Medio abiótico

- Aguas residuales y fuentes receptoras.
- Aguas subterráneas.
- Emisiones atmosféricas, calidad de aire y ruido.
- Suelo.
- Sistemas de manejo, tratamiento y disposición de residuos sólidos.

3.12.9.2 Medio biótico

- Flora y fauna (endémica, en peligro de extincion o vulnerable, entre otras).
- Humedales.
- Recursos hidrobiológicos.
- Programas de revegetalización y/o reforestación.

3.12.9.3 Medio socioeconómico

Considerar como mínimo:

- Manejo de los impactos sociales directos e indirectos del proyecto.
- Efectividad de los programas del plan de gestión social.
- Los conflictos sociales.

- Acciones y procesos generados por las obras en la entidad territorial.
- La atención de inquietudes, solicitudes o reclamos de la comunidades.
- La participación e información oportuna de las comunidades

3.12.10 CAPÍTULO 10. PLAN DE CONTINGENCIA

3.12.10.1 Análisis de riesgos

Debe incluir la identificación de las amenazas o siniestros de posible ocurrencia, el tiempo de exposición del elemento amenazante, la definición de escenarios, la estimación de la probabilidad de ocurrencia de las emergencias y la definición de los factores de vulnerabilidad que permitan calificar la gravedad de los eventos generadores de emergencias en cada escenario. Esta valoración debe considerar los riesgos tanto endógenos como exógenos. Se debe presentar la metodología utilizada.

Durante la evaluación de la vulnerabilidad se deben considerar, al menos los siguientes factores:

Víctimas: número y clase de víctimas, así como también el tipo y gravedad de las lesiones.

Daño ambiental: evalúa los impactos sobre el agua, fauna, flora, aire, suelos y comunidad, como consecuencia de una emergencia.

Pérdidas materiales: representadas en infraestructura, equipos, productos, costos de las operaciones del control de emergencia, multas, indemnizaciones y atención médica, entre otras.

El riesgo es una función que depende de la probabilidad de ocurrencia de la emergencia y de la gravedad de las consecuencias de la misma. La aceptabilidad de los riesgos se clasifica con el fin de definir el alcance de las medidas de planeación requeridas para el control.

Los resultados del análisis se deben llevar a mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, en escala 1:25.000 o menor y 1:10.000 o mayor según corresponda al área de influencia indirecta o directa, respectivamente.

3.12.10.2 Plan de contingencia

Con base en el análisis de riesgos, se debe estructurar el Plan de Contingencia mediante el diseño de planes estratégicos, consistentes en la elaboración de programas que designen las funciones y el uso eficiente de

los recursos para cada una de las personas o entidades involucradas; planes operativos donde se establezcan los procedimientos de emergencia, que permitan la rápida movilización de los recursos humanos y técnicos para poner en marcha las acciones inmediatas de la respuesta; y un sistema de información, que consiste en la elaboración de una guía de procedimientos, para lograr una efectiva comunicación con el personal que conforma las brigadas, las entidades de apoyo externo y la comunidad afectada.

Este plan de contingencia debe contemplar: emergencias y contingencias durante la construcción y los lineamientos para la operación.

Deben cartografiarse las áreas de riesgo identificadas, las vías de evacuación y la localización de los equipos necesarios para dar respuesta a las contingencias.

3.12.11 CAPÍTULO 11. PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL

Para las áreas e infraestructura intervenidas de manera directa por el proyecto, debe:

- Presentar una propuesta de uso final del suelo en armonía con el medio circundante.

- Señalar las medidas de manejo y reconformación morfológica que garanticen la estabilidad y restablecimiento de la cobertura vegetal y la reconformación paisajística, según aplique y en concordancia con la propuesta del uso final del suelo.

- Presentar una estrategia de información a las comunidades y autoridades del área de influencia acerca de la finalización del proyecto y de la gestión social.

3.12.12 CAPÍTULO 12. PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%

Por el uso del recurso hídrico tomado de fuente natural (superficial y/o subterráneo), se debe presentar una propuesta técnico-económica para la inversión del 1%, de conformidad con la normatividad vigente.

3.12.13 CAPÍTULO 13. ESPECIFICACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA

3.12.13.1 Información geográfica

El propósito de este numeral es establecer las normas mínimas que se deben cumplir en el proceso de captura y estructuración de información geográfica y que puedan ser utilizados siguiendo políticas y estándares oficiales vigentes.

3.12.13.2 Captura de información

Para espacializar correctamente los objetos de interés de los estudios, es decir, toda información geométrica (punto, línea y polígono) asociada y toda la cartografía básica, temática y topográfica se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Marco de referencia MAGNA – SIRGAS, asociado al elipsoide GRS80 (Global Reference System 1980, equivalente a WGS84 (World Geodetic System 1984).

- Sistema de coordenadas geográficas; es decir latitud, longitud y altura. En esta última variable se debe especificar si está referida al elipsoide GRS80 (altura elipsoidal) o medida a partir de la red de nivelación nacional (altura nivelada).

- Precisiones: Para sobreponer la información colectada en campo sobre cartografía en diferentes escalas, se deben cumplir los siguientes criterios de precisión:

ESCALA	ERROR MÁXIMO PERMITIDO (*)
1:2 000	0,5 m
1:10 000	2 m
1:25 000	5 m
1:100 000	20 m
1:500 000	30 m

(*) Se refiere al error reportado después de ajustar las observaciones de campo mediante mínimos cuadrados.

Los datos que se encuentren referidos al Datum Bogotá deben ser transformados a MAGNA – SIRGAS, mediante el aplicativo que aparece en el siguiente enlace:

http://www.igac.gov.co:8080/igac_web/contenidos/detalle_documento_bid.jsp?idMenu=172&idDocumento=1967&pagPadre=plantilla_proyectos_eventos_memorias.jsp

3.12.13.3 Modelo de datos

De acuerdo con los modelos adoptados para la base de datos geográfica corporativa del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (GDB – MAVDT), el consultor suministrará los datos espaciales.

Para toda la información producida por el Consultor, se debe entregar el metadato detallado de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC-4611, de otra manera se entenderán incompletos los productos entregados.

3.12.14 CAPÍTULO 14. RESUMEN EJECUTIVO

Para el Estudio de Impacto Ambiental – EIA se debe presentar como documento independiente un resumen ejecutivo del mismo, el cual incluye una síntesis del proyecto propuesto, las características relevantes del área de influencia, las obras y acciones básicas de la construcción y operación, el método de evaluación ambiental seleccionado, la jerarquización y cuantificación de los impactos ambientales significativos, la zonificación ambiental y de manejo, los criterios tenidos en cuenta para el análisis de alternativas y de tecnologías para los componentes del proyecto; presentar el resumen del plan de manejo ambiental y de las necesidades de aprovechamiento de recursos con sus características principales. Adicionalmente, especificar el costo total del proyecto y del Plan de Manejo Ambiental y sus respectivos cronogramas de ejecución.

INVIAS entregará al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT el original del Estudio de Impacto Ambiental y una copia a la Corporación Autónoma Regional respectiva. También debe entregar a dichas entidades copia en medio magnético de la totalidad del estudio, incluyendo la cartografía. Los anteriores son requisitos por tanto extensivos para el Consultor.

La Guía está disponible en el link: http://www.invias.gov.co/invias/images/stories/guia_ambiental/vias_final.pdf, o en la Subdirección de Medio Ambiente y Gestión Social de INVIAS

3.12.15 ANEXOS.

I. GLOSARIO

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO
III. AEROFOTOGRAFÍAS INTERPRETADAS
IV. RESULTADOS DE MUESTREOS
V. INFORMACIÓN PRIMARIA DE SUSTENTO
VI. BIBLIOGRAFÍA (referenciada según normas ICONTEC)
VII. PLANOS DIGITALIZADOS Y CARTOGRAFÍA TEMÁTICA. Los mapas temáticos deben contener como información básica: curvas de nivel, hidrografía, infraestructura básica y asentamientos. Las escalas corresponden a las ya indicadas para las diferentes áreas de influencia del proyecto.

Se deben considerar como mínimo las siguientes temáticas:

- Localización del proyecto, que contenga división político administrativa y áreas de influencia directa e indirecta.
- Geología, geomorfología y estabilidad geotécnica.
- Pendientes.
- Suelos (clasificación agrológica y uso actual y potencial).
- Clima (distribución espacial de la precipitación, rendimientos hídricos, entre otros).
- Mapa hidrológico e hidrogeológico.
- Cobertura vegetal.
- Mapa de calidad de aire.
- Mapa de Isófonas traslapado con los usos del suelo de acuerdo al ordenamiento territorial.
- Localización de sitios de muestreo de las diferentes temáticas.
- Mapa social: actividades productivas, zonas de interés arqueológico, entidades territoriales vigentes y asentamientos humanos.
- Zonificación ambiental para las áreas de influencia directa e indirecta.
- Zonificación de manejo ambiental del proyecto para el área de influencia directa.
- Mapa de riesgos y amenazas.

- Mapas y planos (planta, perfil y detalles) del corredor vial, campamentos, áreas para la disposición de material sobrante, zonas de acopio, áreas de mantenimiento de maquinaria y equipo, plantas de triturado, concreto y asfalto, instalaciones de apoyo e infraestructura asociada y vías de acceso (nuevas y existentes), entre otros.

VIII. RELACIÓN DE MATERIAL ENTREGADO AL INSTITUTO DE CIENCIAS, HERBARIO NACIONAL, ICANH U OTRAS ENTIDADES, CON COPIA DEL DOCUMENTO DE ENTREGA Y LOS RESPECTIVOS PERMISOS.

3.13 VOLUMEN XIII. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO PARA LA ESTRUCTURACIÓN DEL 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:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. CANTIDADES DE OBRA

CAPÍTULO 3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CAPÍTULO 5. PRESUPUESTO

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

CAPÍTULO 7. PRODUCTOS ENTREGABLES

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.13.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.13.1.1 Objetivo

Proporcionar la información de ingeniería necesaria para configurar los Pliegos de Condiciones de la Licitación de Construcción, estableciendo las

Condiciones Técnicas para el desarrollo de los trabajos así como el Programa de construcción, Cronograma de trabajo y de inversión, y el Presupuesto estimado para la ejecución de las obras.

3.13.1.2 Alcances

Para lograr el objetivo propuesto, el Consultor dentro de este estudio específico debe desarrollar los siguientes temas basados 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.

3.13.2 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 items 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 las los items 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. ÍTEM	NOMBRE DEL ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD

3.13.3 CAPÍTULO 3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

3.13.3.1 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.

3.13.3.2 Especificaciones particulares

3.13.3.2.1 Generalidades

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

El Consultor elaborará 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.

3.13.3.2.2 Estructura

La estructuración de las Especificaciones Particulares debe contener:

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

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

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

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

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

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

Medida: Determinación de la unidad de medida y la forma de su cuantificación y aproximación

Pago: Diferentes aspectos cuyo costo se debe tener en cuenta en la elaboración del precio unitario de acuerdo 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.

3.13.4 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 y Particulares de Construcción del **INVIAS**.

- Las condiciones de la región en cuanto al acceso, recursos, insumos, combustibles, disponibilidad de mano de obra, materiales de construcción, equipos y demás aspectos que puedan influir en el costo final de los precios unitarios y que afectan los rendimientos como los factores de humedad, altura sobre el nivel del mar, etc.

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

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

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

- Para la determinación de los Precios Unitarios de 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 incluya: 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.

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

3.13.4.1.1 Definición

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.

3.13.4.1.2 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 maestros, oficiales y ayudantes y asignado el salario a cada uno de ellos.

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

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.

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

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

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.

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.

3.13.5 CAPÍTULO 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

CÓDIGO SICE	NOMBRE CAPÍTULO	GPP	GRUPO DE AJUSTE	No. ÍTEM	NOMBRE DEL ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	VALOR $

3.13.5.1 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, etc.).
- La estimación de la utilidad debe corresponder a la utilidad promedio de las empresas constructoras, calculada a partir de los Estados Financieros que se consultan en la Superintendencia de Sociedades o en balances presentados en Cámaras de Comercio.

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

3.13.5.1.1 Método para el cálculo del A.I.U.

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 (F_A):

Es la relación existente entre los gastos generales y los costos directos.

Entrega de material (E_M):

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 (F_P):

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

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

Costos Porcentuales (C_P):

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

Precio de Venta (P_V):

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. (F_{AIU}):

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.

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.

3.13.5.1.2 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.:

Finalmente llegamos a:

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

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

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.

3.13.5.1.3 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.

3.13.5.1.4 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.

3.13.5.2 Procedimiento para el Cálculo del A.I.U.

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

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

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

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

3.13.5.2.1 Gastos Generales:

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

Los gastos generales se pueden subdividir en:

Instalaciones:

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

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

Personal Administrativo:

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

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

Equipo de Apoyo:

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

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

Varios:

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

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

Costo Directo:

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

Entrega Material:

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

Porcentuales:

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

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

3.13.5.2.2 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 del proyecto.

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

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

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

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

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

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

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.

3.13.6.1 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.

3.13.6.2 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.

3.13.6.2.1 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.

3.13.6.2.2 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.

3.13.6.2.3 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 estas, 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.

3.13.6.2.4 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.

3.13.6.2.5 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.

3.13.6.2.6 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.

3.13.6.2.7 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.

3.13.6.2.8 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.

3.13.6.2.9 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.

3.13.6.2.10 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.

3.13.7 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.

3.13.8 CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

3.14 VOLUMEN XIV. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PROYECTO

El Informe Final de FASE III de los Estudios Socioeconómicos y Evaluación Económica realizados, debe considerar los siguientes capítulos como expresión de los Objetivos y Alcances definidos para el estudio en particular, a saber:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN

CAPÍTULO 5. DETERMINACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO

CAPÍTULO 6. INDICADORES ECONÓMICOS

CAPÍTULO 7. COSTOS Y BENEFICIOS NO CUANTIFICADOS

CAPÍTULO 8. ALCANCE DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

CAPÍTULO 9. ALTERNATIVAS DE FINANCIACIÓN DEL PROYECTO

CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

3.14.1 CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES

3.14.1.1 Objetivo

Los Estudios Socioeconómicos y Evaluación Económica del proyecto como elementos que forman parte de los Estudios a nivel de Fase III, una vez culminados y concluidos los estudios en su etapa precedente, deberán discurrir con mayor atención en el propósito de perfeccionar el conocimiento respectos a las zonas donde se realizará el proyecto y los impactos que el mismo generará en la economía de la región en particular y en la nación en general.

Con respecto a la Evaluación Económica propiamente dicha, 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 construcción que propugnen por dar solución al problema o dificultad expresado en los estudios previos y que se relacionan con la deficiencia o carencia en el suministro de la infraestructura vial requerida para la comunicación y el transporte.

Como resultado del proceso de evaluación, el Consultor expresará juicio sobre la bondad o conveniencia de asignar recursos para la construcción y pavimentación 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.

3.14.1.2 Alcance

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, en el marco de una información más precisa que la obtenida al finalizar los estudios previos que permitan realizar una evaluación de costo beneficio y su importancia para el desarrollo de la zona de influencia del proyecto.

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

3.14.2 CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La Consultoría deberá elaborar una descripción cuidadosa de las Alternativas potencialmente consideradas en los estudios precedentes del proyecto, a través de la cual se referirá y explicara sus distintas partes, cualidades o circunstancias dentro de los cuales los objetivos y alcances del estudio en particular tomen representatividad. La descripción deberá estar acompañada de una gráfica, elaborada con el mayor detalle posible, a través de la cual se permita conocer visualmente el sitio geográfico donde se encuentra o se encontraría ubicado el proyecto, enlazando el inicio y final del proyecto con el Sistema de Referenciación Vial del Instituto Nacional de Vías. En caso en que el proyecto tenga relevancia por la sectorización misma, los sectores deberán ser considerados a la hora de elaborar la gráfica mencionada.

Para efectos de integrar los estudios actuales con los resultados obtenidos con anterioridad a través de estudios previos, el Consultor complementara la información relacionada con la exposición suficiente del *problema, deficiencia o carencia* que se quiere suplir con la mediación definida en los estudios precedentes, así como las *causas* y *efectos* identificados que determinan las dificultades o restricciones expuestas, expresadas estas últimas con especificidad.

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

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

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

Un último aspecto que puede y debe tratarse aquí, es la identificación del nivel de usuarios de la infraestructura que se pretende intervenir 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.

3.14.3 CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

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.

3.14.3.1 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

En la generalidad de los casos, los estudios que tienen por objeto la Construcción y pavimentación de nuevas vías, 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 vigente al momento del estudio, herramienta que permite la generación de informes como Costos de Operación Vehicular, Costos de Mantenimiento, 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 existentes de la vía y del proyecto propuesto, de forma que permita alimentar el Modelo HDM. De forma general, a continuación se indica la información que debe ser recaudada:

Segmentos homogéneos dinámicos: por volumen de Tránsito, Tipo de pavimento, estado o condición de éste último y cualquier otro aspecto que amerite su incorporación. Es importante considerar la información recaudada por la Etapa que antecede a los estudios de Diseños definitivos o Estudios de Fase II en los cuales debió identificarse una segmentación homogénea. Sin embargo es importante 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 y horizontal. Anchos de calzada y bermas. Número de carriles. Velocidad limite y altitud. Tipo de drenaje.

Características estructurales: Deflexiones, Número estructural, Valores de CBR, Espesores de las capas, tipo de daños y aéreas afectadas. Tipo de compactación y Material de la superficie.

Tipo de Daños: Profundidad media de ahuellamiento, Área fisurada, Valor del Índice de Regularidad Internacional (IRI), Número de baches por kilómetro, Calidad del Drenaje.

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, 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.

3.14.4 CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN

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

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

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

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

3.14.5 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, etc., 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.

3.14.5.1 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 al considerarse como un beneficio el ahorro en costos.

En resumen los beneficios se definirán en función del efecto que ejercen en los objetivos fundamentales del proyecto; los costos se definirán 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.

3.14.5.2 Precios económicos

A partir entonces de los Precios de Mercado utilizados en la conformación del presupuesto, desglosados como se mencionó en el párrafo inicial de éste capítulo, 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.

3.14.5.3 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 de 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 supera los 20 años, aun cuando existan acciones de mantenimiento periódico, y que al final del mismo existirá un valor residual equivalente al 30,0%.

3.14.6 CAPÍTULO 6. INDICADORES ECONÓMICOS

En lo que concierne al proyecto de construcción de una nueva vía que complementara la movilidad de un volumen de usuarios muy importante, 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 construidos los Flujos Económicos que permitirán 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.

3.14.6.1 Análisis de sensibilidad

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.

3.14.7 CAPÍTULO 7. COSTOS Y BENEFICIOS NO CUANTIFICADOS

El proyecto de construcción de una nueva vía implica la síntesis de costos y beneficios que ocurrirán en distintos periodos. Sin embargo las dificultades para la 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, las que 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 realización o no sobre la continuación de los estudios del proyecto.

3.14.8 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 la construcción y pavimentación del proyecto corresponden a un nivel de Fase II, 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 fortalecidos 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 ajustados a los aspectos de Transporte, Trazado, Sección transversal típica y posible tipo de superficie. Es decir, que podrá existir una evaluación a nivel de Fase II, en la medida que la información corresponda a esta etapa de estudio.

3.14.9 CAPÍTULO 9. ALTERNATIVAS DE FINANCIACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA

El Consultor presentará en forma clara y concisa, los diferentes escenarios de financiación para la construcción de la obra y para el mantenimiento de la

misma, guardando una relación directa con la precisión de los estudios de ingeniería, económicos y financieros.

Consecuente con el nivel de los estudios de Fase III, donde corresponde un nivel de inversión en el cual se materializan las obras y se establecen presupuestos con alto grado de confiabilidad, la evaluación deberá realizarse igualmente con precisión en cuanto a las alternativas de financiación, ya sea están con recursos propios del Estado, por concesión o una alternativa propuesta por el Consultor.

Deberá describirse y valorarse las principales fuentes de financiación de la ejecución, operación y mantenimiento periódico de cada alternativa de solución para el horizonte de evaluación de alternativas. En consecuencia deberá identificarse los montos anuales y acumulados de los intereses y amortizaciones del crédito.

3.14.10 CAPÍTULO 10. 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 capa capítulo se hayan podido obtener.

A partir de los resultados expresados mediante los indicadores económicos, el Consultor hará una interpretación de los mismos y expresara 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 con su correspondiente análisis de sensibilidad, el Consultor hará una interpretación de los mismos y proyectara los aspectos que deben ser atendidos durante la ejecución de la Evaluación Económica del Proyecto en la Fase III.

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.

3.14.11 ANEXOS

Información demográfica, socio-económica de la región, municipio o departamento.

Soportes respecto a los resultados de la evaluación, e información básica utilizada.

3.15 VOLUMEN XV. INFORME FINAL EJECUTIVO

En este volumen se presentara 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 resumen disponer de los resultados técnicos más importantes de la consultoría.

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

3.15.1 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.

3.15.2 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.

3.15.3 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.