CONTRATO 035 DE 2021

ESTUDIOS Y DISEÑOS A FASE III PARA VÍAS EN LA REGIÓN DEL CATATUMBO, PARA EL PROGRAMA CATATUMBO SOSTENIBLE, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

VOLUMEN XV: INFORME FINAL EJECUTIVO

CORREDOR DEL CATATUMBO SECTOR TIBÚ – EL TARRA

HITO II

K00+000 – K04+000

CONTROL DE CAMBIOS

APC-COLOMBIA Agencia Presidencial de Cooperación Internacional | INVIAS INSTITUTO NACIONAL DE VIAS | INGESUELOS de Colombia ltda CONSULTORIA

INFORME FINAL EJECUTIVO		
Rev.	Fecha	Descripción de la revisión
A0	2022-05-11	Primera Emisión
A1	2022-07-11	Segunda Emisión
A2	2022-09-12	Tercera Emisión

Preparó:	Revisó:	Aprobó:
Mario Trujillo Calderón **Fecha: 2022-05-11**	**Mario Trujillo Calderón** **Fecha: 2022-05-11**	**Mario Benito Otero Cerquera** **Fecha: 2022-05-11**
Formato: Carta	Escala: N/A	Páginas 2/171

SECCIÓN MODIFICADA	OBSERVACIONES

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 9
2 INFORMACIÓN DEL PROYECTO 10
2.1 LOCALIZACIÓN ESPECÍFICA 10
3 ANTECEDENTES Y ESTADO INICIAL DE LA VÍA 11
3.1 Inventario del estado de la vía 12
3.1.1 Obras de drenaje 12
3.2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS VOLÚMENES A DESARROLLAR. 13
3.3 VOLUMEN I. ESTUDIO DE TRANSPORTE 13
3.3.1 Contrato 13
3.3.2 Sector 13
3.3.2.1 Localización y longitud 13
3.3.3 Objetivo 15
3.3.3.1 Objetivo general 15
3.3.3.2 Objetivo específico 15
3.3.4 Alcance 15
3.3.5 Resumen de estudios de campo realizados 16
3.3.6 Información del tránsito para el año 2021 16
3.3.7 Puntos críticos (Peatones – Horario crítico) 17
3.3.8 Ejes equivalentes 19
3.3.9 Sección típica vial 19
3.3.9.1 Señales verticales para los puntos críticos 21
3.3.9.2 Señales horizontales para los puntos críticos 21
3.3.10 Conclusiones y recomendaciones 22
3.4 VOLUMEN II. ESTUDIO DE TRAZADO DEFINITIVO CON TOPOGRAFÍA DE 24
3.4.1 Objetivos y alcances 24
3.4.1.1 Objetivos 24
3.4.1.1.1 General 24
3.4.1.1.2 Específicos 24
3.4.1.2 Alcances 25
3.4.2 Información geográfica y georreferenciación 25

3.4.2.1 Georreferenciación 25
3.4.2.2 Materialización de mojones 26
3.4.2.3 Amarre geodésico 27
3.4.2.4 Levantamiento topográfico 27
3.4.3 Criterios de diseño 28
3.4.3.1 LIMITES DE DISEÑO 28
3.4.3.2 TIPO DE TERRENO 32
3.4.3.3 VELOCIDAD DE DISEÑO 32
3.4.3.4 ANCHO DE LA CALZADA 33
3.4.3.5 ANCHO DE BERMAS 34
3.4.3.6 RADIOS MINIMOS 35
3.4.3.7 PENDIENTE MINIMA 36
3.4.3.8 PENDIENTE MAXIMA 37
3.4.3.9 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO 37
3.4.3.10 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA 38
3.4.3.11 OPORTUNIDADES DE ADELANTAMIENTO 39
3.4.3.12 SECCIÓN TIPICA 40
3.4.4 Parámetros mínimos de diseño geométrico 42
3.4.5 Conclusiones y recomendaciones 42
3.5 VOLUMEN III. ESTUDIO DE GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA PARA INGENIERIA DE DETALLE 44
3.5.1 Objetivo y alcances 44
3.5.1.1 Objetivo 44
3.5.1.2 Alcances 45
3.5.2 Método de trabajo 46
3.5.3 Geología de alineamiento 47
3.5.4 Geomorfología pragmática 48
3.5.5 Hidrogeología 49
3.5.6 Geología para ingenieros 50
3.5.7 ZONAS HOMOGENEAS 51
3.5.8 Zona Homogénea 1 (ZH1) 51
3.5.9 Zona Homogénea 2 (ZH2) 51

3.5.10 Zona Homogénea 3 (ZH3) 53
3.5.11 Conclusiones y recomendaciones. 54
3.6 VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN. 56
3.7 VOLUMEN V. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES 59
3.7.1 Objetivo y alcances 59
3.7.1.1 Objetivo 59
3.7.1.2 Alcance 59
3.7.2 Metodología empleada 59
3.7.3 Trabajo de campo 60
3.7.4 Resumen de recomendaciones y obras requeridas para los taludes de corte, terraplenes y zonas de disposición de sobrantes 63
3.7.5 Conclusiones y recomendaciones 69
3.8 VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO. 73
3.8.1 Objetivos 73
3.8.1.1 Objetivo General 73
3.8.1.2 Objetivos específicos 73
3.8.2 Alcance 74
3.8.3 Metodologías a empleados. 74
3.8.3.1 Investigación geotécnica 74
3.8.3.2 MÉTODO AASHTO 75
3.8.3.3 MÉTODO RACIONAL PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE 75
3.8.4 Tipo de ensayos de laboratorio realizados 75
3.8.5 Fuente de materiales 76
3.8.6 CBR DE DISEÑO 77
3.8.6.1 Determinación de CBR de diseño 77
3.8.6.2 Percentil (Instituto de Asfalto) 77
3.8.6.3 Unidad de diseño N° 1 77
3.8.6.4 Análisis de sensibilidad CBR 78
3.8.7 PAVIMENTO (Unidad de diseño "1") 79
3.8.7.1 Parámetros de diseño del pavimento 79
3.8.7.2 Capa de subrasante del pavimento 79

3.8.7.3 Número estructural requerido 80
3.8.7.4 Dimensionamiento de la estructura propuesta para el pavimento 81
3.8.7.5 Número estructural calculado 81
3.8.8 PAVIMENTO (Unidad de diseño "2") 82
3.8.8.1 Parámetros de diseño del pavimento 82
3.8.8.2 Capa de subrasante del pavimento 82
3.8.8.3 Número estructural requerido 83
3.8.8.4 Dimensionamiento de la estructura propuesta para el pavimento 84
3.8.8.5 Número estructural calculado 84
3.8.9 VALIDACIÓN POR EL MÉTODO RACIONAL 85
3.8.9.1 Unidad de diseño "1" 85
3.8.9.1.1 Modelación de la estructura de Pavimento 85
3.8.9.1.2 Cuadro comparativo 85
3.8.9.2 Unidad de diseño "2" 86
3.8.9.2.1 Modelación de la estructura de Pavimento 86
3.8.9.2.2 Cuadro comparativo 86
3.8.10 Conclusiones y recomendaciones 87
3.9 VOLUMEN VII. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN. 91
3.9.1 Objetivos 91
3.9.2 Alcances 91
3.9.3 Metodología 93
3.9.4 Obras de drenaje 95
3.9.5 Conclusiones y recomendaciones 97
3.10 VOLUMEN VIII. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS. 99
3.10.1 Objetivos y alcances 99
3.10.1.1 Objetivo 99
3.10.1.2 Alcances 99
3.10.2 Normas aplicables 100
3.10.1 Descripción de las estructuras 101
3.10.2 Cuneta 101
3.10.3 Bordillo 103

3.10.4 Estudio de alternativas 105
3.10.5 Conclusiones y recomendaciones 105
3.11 VOLUMEN IX. ESTUDIO Y DISEÑO DE URBANISMO Y PAISAJISMO. 107
3.11.1 Objetivo y alcances 107
3.11.1.1 Objetivo 107
3.11.1.2 Alcances 107
3.11.2 Breve descripción de la información básica 108
3.11.3 Intervención ambiental y paisajística 109
3.11.4 Planteamiento de diseño urbanístico sobre el corredor vial específicos 112
3.11.5 Breve descripción de las soluciones a implementar 117
3.11.6 Conclusiones 124
3.12 VOLUMEN X. ESTUDIO COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL. 126
3.12.1 Objetivos y alcances 126
3.12.1.1 Objetivos 126
3.12.1.2 Alcances 127
3.12.2 Metodologías empleadas 127
3.12.2.1 Fases metodológicas 128
3.12.3 Evaluación de impacto ambiental: 131
3.12.3.1 Identificación de impactos ambientales 132
3.12.4 Determinación área de influencia 134
3.12.5 Línea Base- Caracterización ambiental 139
3.12.6 Componente social 142
3.12.7 Análisis DOFA 144
3.12.8 Programas de manejo ambiental 144
3.12.9 Conclusiones 153
3.13 VOLUMEN XI. ESTUDIO GESTIÓN PREDIAL. 154
3.13.1 Objetivos y alcances 154
3.13.1.1 Objetivos 154
3.13.1.2 Alcances 154
3.13.2 Metodología 155
3.13.3 Caracterización del área de estudio 155

3.13.4 Conclusiones y recomendaciones 158
3.14 VOLUMEN XII. ESTUDIO DEL ANÁLISIS Y GESTIÓN DEL RIESGO Y LA 159
3.14.1 Objetivos y alcances 159
3.14.1.1 Objetivo 159
3.14.1.2 Alcance 159
3.14.2 Metodología 160
3.14.3 Gestión de pasivos y compromisos 160
3.14.4 Conclusiones y recomendaciones 160
3.15 VOLUMEN XIII. ESTUDIO ESTIMACIÓN CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS. 161
3.15.1 Objetivos y alcances. 161
3.15.1.1 Objetivos 161
3.15.1.2 Alcances 161
3.15.2 Resumen de presupuesto 162
3.16 VOLUMEN XIV. ESTUDIO DE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO 163
3.16.1 Objetivo y alcances 163
3.16.1.1 Objetivo 163
3.16.1.2 Alcances 163
3.16.2 Metodología. 163
3.16.3 Costo beneficio del proyecto. 164
3.16.4 Conclusiones y recomendaciones. 164
3.16.5 Información del contrato de consultoría 165

1 INTRODUCCIÓN

En este documento se compilará la información de todos los volúmenes del proyecto a desarrollar, por la consultoría INGESUELOS DE COLOMBIA LTDA. En ejecución del contrato No. 035 de 2021 cuyo objeto es “Estudios y diseños a fase III para vías en la región del Catatumbo, para el programa Catatumbo sostenible, en el departamento de Norte de Santander”.

El alcance del proyecto consta de realizar los “ESTUDIOS Y DISEÑOS DE MEJORAMIENTO Y/O PAVIMENTACIÓN DEL CORREDOR DEL CATATUMBO SECTOR TIBÚ – EL TARRA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER” y que incluye entre otros aspectos, realizar los estudios y diseños a nivel Fase III correspondiente a la vía departamental que conecta El Municipio de Tibú con la Cabecera Municipal de El Tarra (Norte de Santander) con una longitud aproximada de 4 kilómetros, partiendo del K0+000 hasta el K4+000 respectivamente.

2 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN ESPECÍFICA

La vía Tibú - El Tarra localizada en el departamento de Norte de Santander, sobre los depósitos aluviales (Q2al) y la formación carbonera (Tec) la cual se encuentra en la Cuenca de Catatumbo que forma parte de la Cuenca de Maracaibo (República Bolivariana de Venezuela).

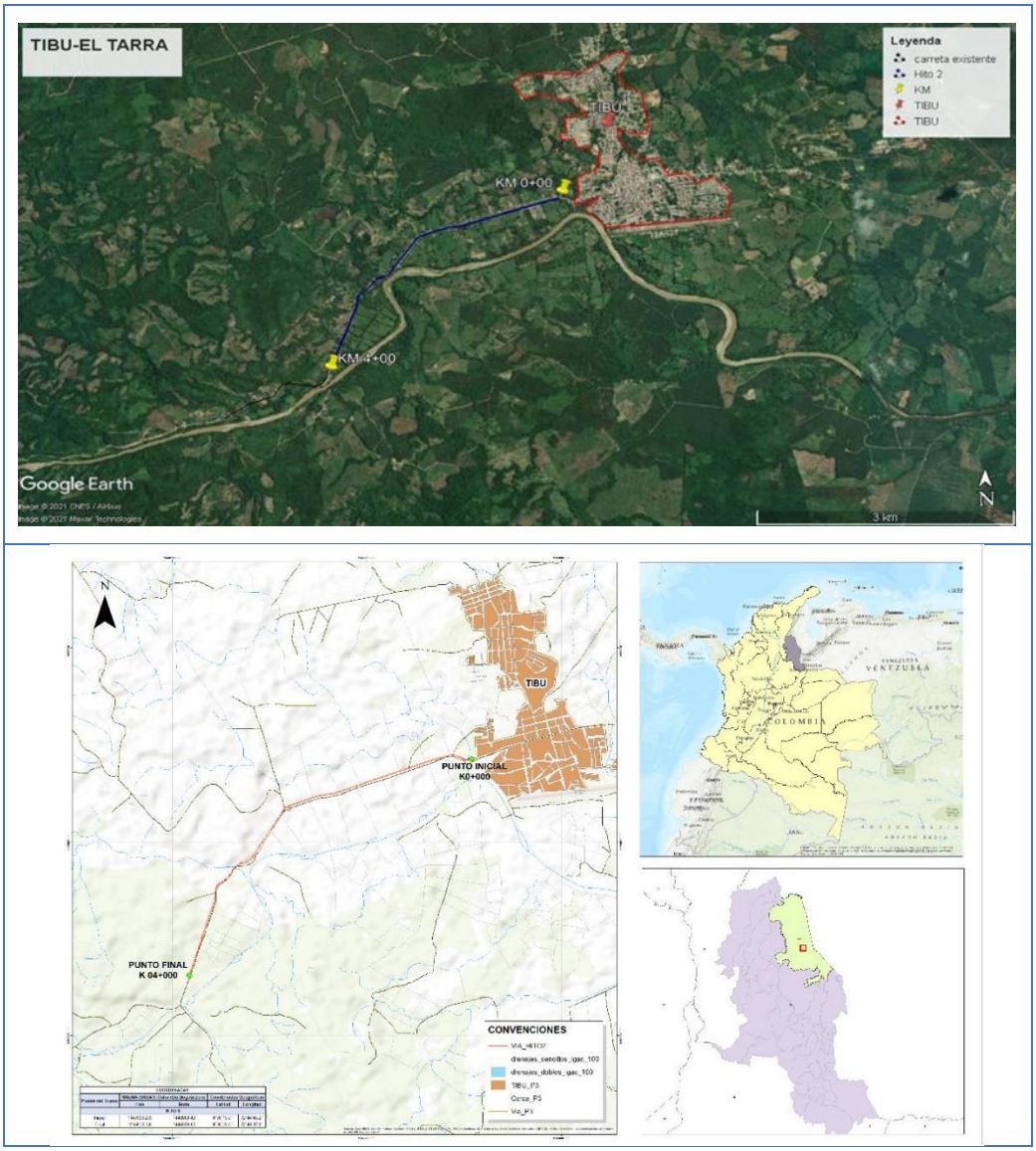


Tabla 1 *Localización general del proyecto*
Fuente: *Google Earth, servicio geológico colombiano e Ingesuelos de Colombia*

3 ANTECEDENTES Y ESTADO INICIAL DE LA VÍA

El estado actual del corredor vial Tibú-El Tarra, se analiza de acuerdo a los resultados arrojados de los informes de evaluación y auscultación vial, que indica, el estado superficial y estructural de las capas del pavimento con el fin de proponer las diferentes alternativas de intervención cumpliendo con las especificaciones técnicas pertinentes.

El tramo de vía en estudio se desarrolla en su mayoría, se encuentra en un ambiente fluvial. En las abscisas PR 00+000 A PR 2+635 y PR 2+810 A PR 04+000, se encuentran en la planicie de inundación (Fpi); el otro tramo del corredor, atraviesa por colinas alargadas (Ca), en sentido E-W de vertientes intermedias (100-200m), de inclinación alta (30- 35°) a casi escarpada cerca del río, producto de la socavación lateral. La sección transversal de la vía está conformada con un ancho de calzada entre 8 y 10 metros de ancho en algunos sectores. El tramo objeto del estudio en general comienza en PR0+000 hasta el PR04+000, actualmente se encuentra en afirmado. Se observa del PR 2+635 hasta el PR 2+810 pendientes fuertes y de alta presencia de procesos erosivos tipo cárcava.

Con base al informe de auscultación de la estructura de afirmado que compone el tramo de hito 2, se evidencia que se presenta en condiciones deficientes de operación, generando incrementos en los tiempos de viaje y costos en operación.

3.1 Inventario del estado de la vía

3.1.1 Obras de drenaje

OBRAS DE DRENAJE TIPO ALCANTARILLAS							
Obra No.	**ABSCISA**	**SECCIÓN MÍNIMA DE DISEÑO**	**LONG (m)**	**ESTRUCTURA ENTRADA**	**ESTRUCTURA SALIDA**	**COTA RASANTE (msnm)**	**CONDICIÓN DE OBRA**
TRAMO HITO 2							
1	0+702.00	ALC. 36"	13.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	51.86	EXISTENTE
2	0+982.00	ALC. 36"	14.20	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	52.17	EXISTENTE
3	1+202.00	ALC. 36"	13.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	52.78	EXISTENTE
4	1+480.00	ALC. 36"	19.50	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	52.14	EXISTENTE
5	1+525.00	ALC. 36"	14.50	Poceta - Der	Cabezal - Izq	52.32	EXISTENTE
6	1+748.00	ALC. 36"	13.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	52.86	EXISTENTE
7	2+292.00	ALC. 36"	14.20	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	54.06	EXISTENTE
8	2+425.00	ALC. 36"	20.50	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	54.84	EXISTENTE
9	2+572.00	ALC. 36"	12.90	Poceta - Der	Cabezal - Izq	61.20	EXISTENTE
10	2+660.00	ALC. 36"	18.50	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	58.03	EXISTENTE
11	2+872.00	ALC. 36"	12.90	Poceta - Der	Cabezal - Izq	55.02	EXISTENTE
12	3+032.00	ALC. 36"	13.80	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	55.60	EXISTENTE
13	3+096.00	ALC. 36"	15.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	55.38	EXISTENTE
14	3+300.00	ALC. 36"	13.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	56.36	EXISTENTE
15	3+690.00	ALC. 36"	16.00	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	59.07	EXISTENTE
16	3+774.00	ALC. 36"	14.20	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	58.91	EXISTENTE
17	3+887.00	ALC. 36"	13.00	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	58.55	EXISTENTE

Tabla 2 *Localización definitiva de obras de drenaje tipo alcantarilla*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

3.2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS VOLÚMENES A DESARROLLAR.

A continuación, se comprende los siguientes volúmenes que se desarrollaron con el fin de conseguir los objetivos y alcances definidos para el estudio a realizar.

3.3 VOLUMEN I. ESTUDIO DE TRANSPORTE.

Mediante información primaria y secundaria se cuantifica y proyecta el TPD, se determina el No. de ejes de diseño. La capacidad y niveles de servicio definirán parámetros como la sección transversal, velocidad, pendiente, etc.

3.3.1 Contrato

Estudios y diseños a fase III para vías en la región del Catatumbo, para el programa Catatumbo sostenible, en el departamento de Norte de Santander.

3.3.2 Sector

Tibú – El tarra

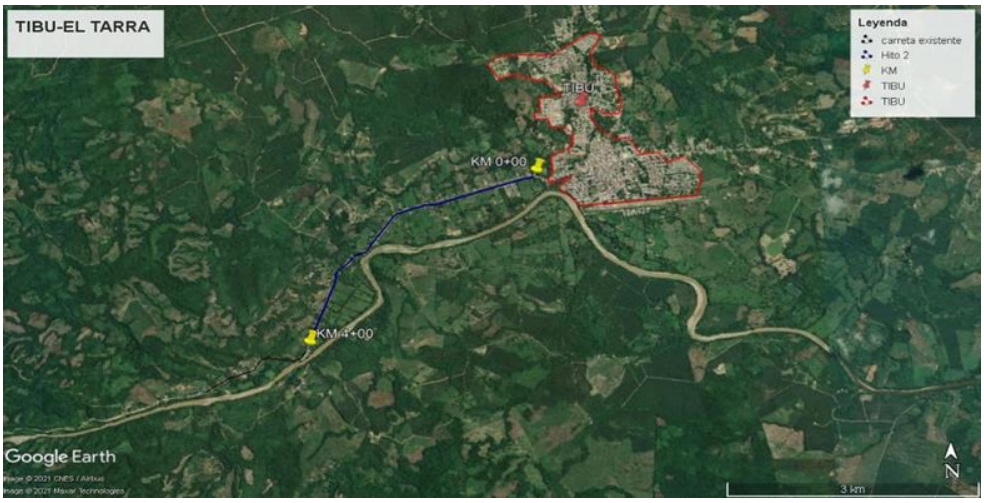
3.3.2.1 Localización y longitud

El proyecto se encuentra ubicado en El Catatumbo en una subregión colombiana ubicada en el noreste del departamento de Norte de Santander, que se extiende entre la Cordillera Oriental de Colombia y el Lago de Maracaibo, por lo cual se le ha llegado a considerar la región como "transfronteriza". Esta región en Colombia está conformada por 11 municipios: Ábrego, Convención, El Carmen, El Tarra, Hacarí, La Playa, Ocaña, San Calixto, Sardinata, Teorama y Tibú.

Los 4.0 km del proyecto van desde k 00+000 hasta el 04+000 de la vía que comunica de Tibú a él Tarra en el departamento de Norte de Santander.

La vía Tibú- El Tarra se encuentra en el Departamento de Norte de Santander, Tibú está situado al nordeste del país, en la frontera con Venezuela, a orillas del río Tibú. Dentro de las ciudades más pobladas de Colombia es el número 160, y es la sexta ciudad del departamento después de Cúcuta, Ocaña, Villa del Rosario, Los Patios y Pamplona. Cuenta con una terminal aérea y se conecta por carretera nacional con Cúcuta, Ocaña y El Tarra. Según el censo realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (2005) la población de Tibú asciende a 34.733 habitantes, de los cuales 11.925 viven en la cabecera municipal propiamente dicha y el resto habita en corregimientos como La Gabarra, Campo Dos, Tres Bocas, Pachelli, La Cuatro,

entre otros. Geográficamente se encuentra ubicada en el valle del río Catatumbo y sus diferentes afluentes. Su extensión territorial es de 2.696 km², su altura de 75 m. sobre el nivel del mar y su temperatura promedio es de 32° C. Limita hacia el norte y oriente con Venezuela, hacia el sur con los municipios de Cúcuta y Sardinata, y hacia el occidente con los municipios de Teorama, El Tarra y San Calixto.







3.3.3 Objetivo

3.3.3.1 Objetivo general

Evaluar el tránsito que pueda influir en la estructura de pavimento y establecer el TPD actual y proyectado, el número de ejes equivalente, como también determinar la capacidad y niveles de servicio del corredor vial Tibú – El Tarra K 0+000 al K 4+000.

3.3.3.2 Objetivo específico

- ✓ Realizar aforos vehiculares para establecer la cantidad y tipos de vehículos que transitan en la zona.
- ✓ Determinar el tiempo de servicio del corredor vial a evaluar.
- ✓ Cuantificar la cantidad de vehículos que pasan por la zona permitiendo obtener información que servirá para realizar los diseños de pavimentos.
- ✓ Determinar la tasa de crecimiento del tránsito.
- ✓ Determinar la capacidad y niveles de servicio del tramo objeto de estudio de acuerdo a las características geométricas del corredor vial.

3.3.4 Alcance

El alcance esencial de este Estudio de Transporte es la obtención mediante información primaria de campo (aforos), complementada con la información secundaria existente del INVIAS u otras fuentes como lo son las series históricas de tránsito (TPD) a nivel nacional, datos del crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) a nivel nacional, crecimiento del PIB Servicio de Transporte a nivel nacional, y el crecimiento poblacional que sirven de complementación para el cálculo de la tasa de crecimiento anual, necesaria para el determinar el Número de Ejes Equivalentes (N). Se contemplarán aforos de tránsito local a doble sentido vial, en zonas rurales de alta densidad poblacional se identificará puntos críticos, con los cuales se evaluará, cuantificará, y servirá como parámetro para el estudio de señalización, seguridad vial y diseño geométrico de la vía objeto de estudio.

La toma de información vehicular se realizará durante 7 días en dos puntos específicos de cada tramo durante 15 horas, por las condiciones del orden público que establece

la región, las horas restantes se calcularan por medio métodos estadísticos para el cálculo de las 24 horas tomando en cuenta datos de una estación maestra de un corredor vial con características semejantes. Se procesará toda la información de aforo vehicular obtenida de campo, para obtener la cantidad de vehículos semanales (TPDS) por cada carril y también por ambos carriles. Con esto se realizará el cálculo de volúmenes horarios por cada día de aforo obteniendo así intervalos de hora críticos de flujo vehicular y el factor horario de máxima demanda.

El cálculo del tránsito promedio diario (TPD), se determinará según los datos de aforo y evaluación de tránsito. Mediante tabulaciones y gráficos circulares se especificará el número de vehículos diarios por carril y totales por calzada, los cuales se distribuirán en los diferentes tipos de vehículos que se presenten y el porcentaje de autos, buses y camiones respecto al total del TPD.

La capacidad de niveles de servicio se determinará de acuerdo a los parámetros de diseño geométrico que presenta el estudio en el que tendrá énfasis a las zonas definidas como críticas como berma, ancho del carril, pendiente promedio, longitud del sector, y características del tránsito como distribución vehicular por sentido y carril, composición vehicular y volumen horario vehicular. Se planteará las características geométricas que servirán de parámetros para los niveles de servicio y capacidad.

El número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas por carril de diseño se determinará con los datos de Transito Promedio Diario (TPD), la distribución vehicular por carril y sentido, el porcentaje de camiones respecto al TPD, el número de años de diseño para los cuales se va a diseñar la estructura de pavimento, la tasa de crecimiento vehicular la cual permitirá proyectar el TPD a los años de diseño.

3.3.5 Resumen de estudios de campo realizados

El método empleado para aforar fue manual, utilizando formatos de campo que permiten acumular los vehículos cada 60 minutos, discriminados por sentido y por el tipo de vehículo (Auto, bus, camión **(C2, C3, C5, >5).**

3.3.6 Información del tránsito para el año 2021

Zona	AFORO ESTACION			Clasificación	
Sentido	Doble Sentido				
Tipo de vehículo	Cantidad	TPD	% TPD		
Autos	2475	354	37.70%	37.7%	Autos
Bus y buseta	457	66	7.03%	7.0%	Buses

Camión 2 ejes - C2P	2102	301	32.06%	55.3%	Camiones
Camión 2 ejes - C2G	1074	154	16.40%		
Camión 3 ejes	331	48	5.11%		
Tractor - Camión C2 - S1	81	12	1.28%		
Camión de 4 ejes	17	3	0.32%		
Tractor - Camión C3 - S1	6	1	0.11%		
Camión de 5 ejes	0	0	0.00%		
Camión > 5 ejes	0	0	0.00%		
Total	**6543**	**939**	**100.00%**	**100.0%**	

Tabla 3 *TPDS según el tipo de vehículo general, a doble sentido*
Fuente*: Ingesuelos de Colombia 2021*

3.3.7 Puntos críticos (Peatones – Horario crítico)

Se entiende como punto crítico en este tramo vial, las zonas rurales de alta densidad poblacional o aquellas en las que se ubican establecimientos tanto públicos como privados y que por su generación o atracción de viajes demandan especial atención tanto en el diseño geométrico como en las medidas de seguridad vial con el fin de minimizar los riesgos de ocurrencia de siniestros viales, aplicando un procedimiento de mejora en los temas de señalización, diseño geométrico, velocidad y tránsito.

El tramo vial que corresponde a los 4 km de vía que van desde la salida del Tibú KM 0+000 hasta el KM 4+000, se aclara que todo el corredor vial debido a su alta densidad poblacional, es una zona crítica. Sin embargo, se designó un punto de aforo peatonal, que se muestra a continuación.

PUNTO AFORO	**Magna Sirgas Colombia Bogotá Zone**	
	Este	**Norte**
Coordenada	1145156.23	1446355.22
Accisa	K1+790	

Tabla 4 *TPDS según el tipo de vehículo general, a doble sentido*
Fuente*: Ingesuelos de Colombia 2021*

El aforo peatonal arrojo los siguientes resultados:

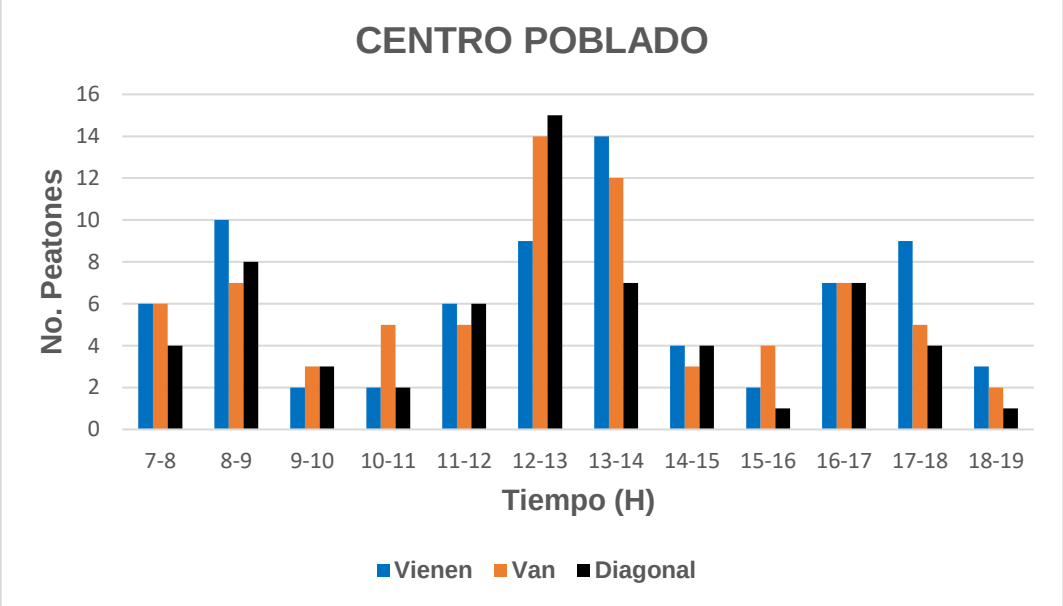


Figura 1 *Diagrama de aforo peatonal en cada dirección, Centro Poblado*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*



Imagen 1 *Movimientos peatonales en cada dirección, Centro Poblado*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

3.3.8 Ejes equivalentes

Para la proyección del tránsito se utilizó el software propuesto en el manual de diseño de pavimentos de bajo volúmenes de tránsito, teniendo en cuenta que según la serie histórica del tránsito otorgada por el INVIAS nos arroja como resultado una tasa de crecimiento del tránsito objeto de estudio del 2.98%.

INFORMACIÓN DE EJES EQUIVALENTES EN EL CORREDOR TIBÚ – LA GABARRA	
Ejes equivalentes de 8.2 Ton – 15 años	**4.34 x10^6**

3.3.9 Sección típica vial

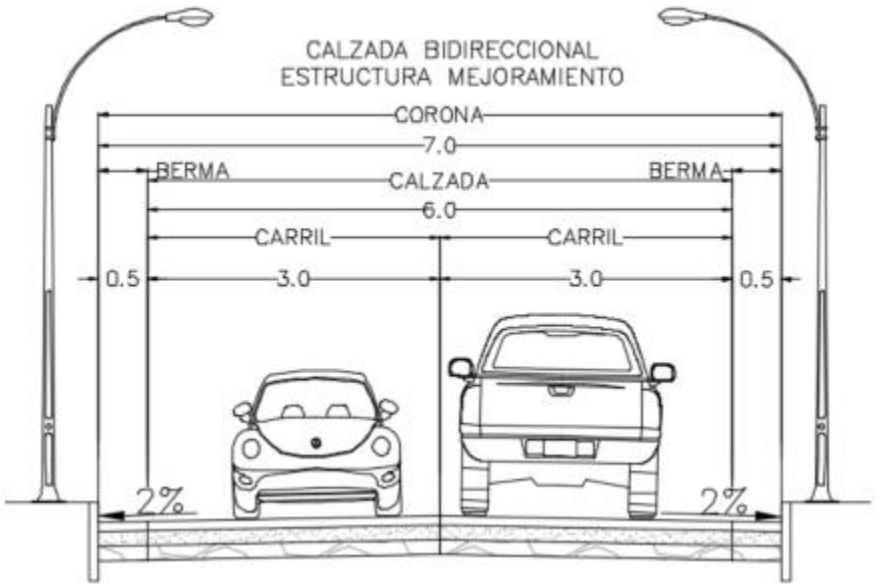


Imagen 2 Sección Típica con Bordillo
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

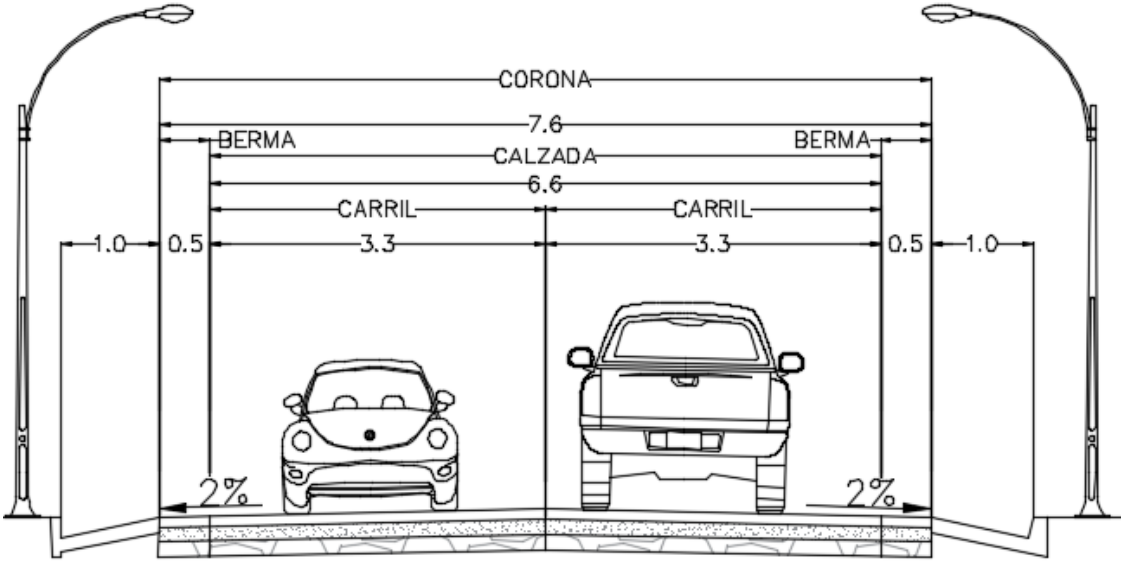


Imagen 3 Sección Típica
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

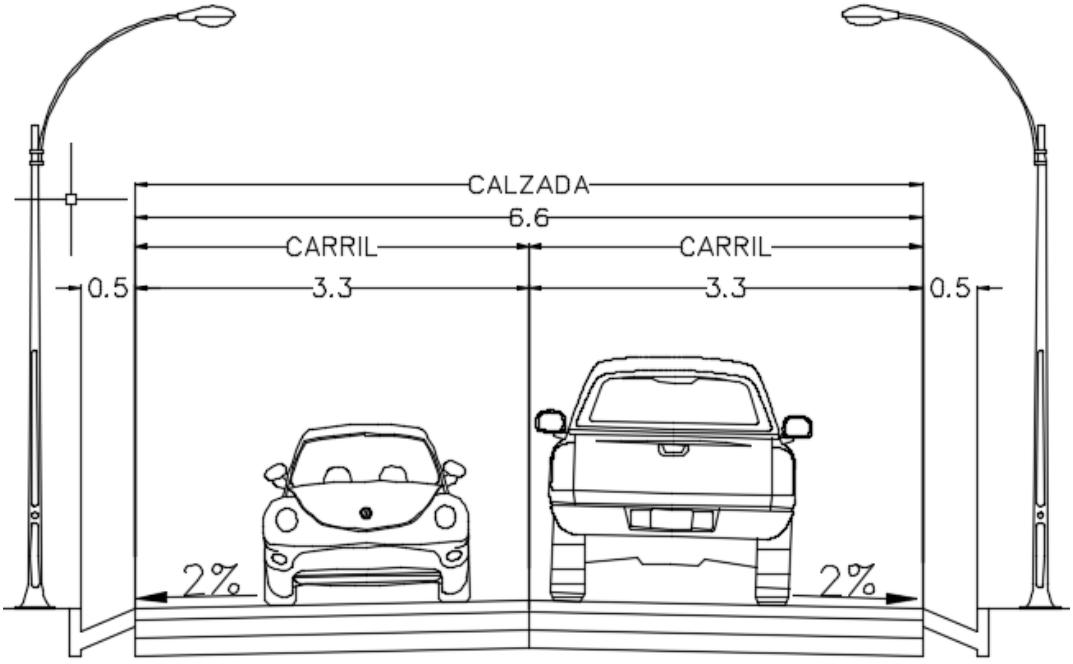


Imagen 4 Sección Típica sin berma
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

SECCION	PK INICIAL	PK FINAL
TIPICA CON BORDILLO	0+000	0+084
TIPICA	0+084	3+070
TIPICA SIN BERMA	3+070	3+210
TIPICA	3+210	4+000

Tabla 5 Tabla de localización de las secciones típicas
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

3.3.9.1 Señales verticales para los puntos críticos

ABSCISA	VELOCIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN	PICTOGRAMA	LADO
1+299		SR-01	PARE		D
01+800		SP-03	Curva pronunciada a la izquierda		D

Imagen 5 *Señales de tránsito verticales para la prevención de accidentes y aumento en la seguridad vial*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

3.3.9.2 Señales horizontales para los puntos críticos

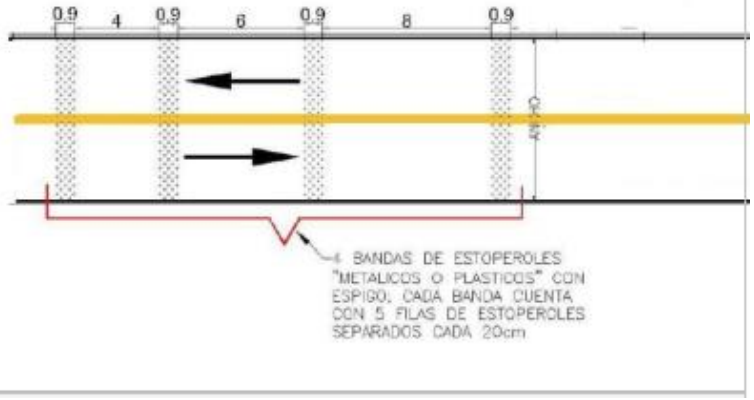
01+985	02+215	

Imagen 6 *Señales de tránsito horizontales para la prevención de accidentes y aumento en la seguridad vial*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

3.3.10 Conclusiones y recomendaciones

- El número de ejes equivalentes de 8.2 Ton. en el carril de diseño es de **4.34 x10^6** para un periodo de diseño de 15 años.

- El número de ejes equivalentes de 8.2 Ton. para transito normal en el carril de diseño proyectado para 15 años es la siguiente:

Proyección Años	N
15	4.11 x10^6

- El número de ejes equivalentes de 8.2 Ton. para transito normal más generado en el carril de diseño proyectado para 15 años es la siguiente:

Proyección Años	N
15	4.34 x10^6

- Para el tramo de vía perimetral que va desde la Tibú – El Tarra, del departamento del Santander no se cuenta con una serie histórica del tramo vial objeto de estudio, pero se toma un patrón de crecimiento del tránsito registrado en estaciones de conteo vehicular localizadas en la región (Estación 182 Sardinata - Astilleros), como lo indica el manual de bajos volúmenes de tránsitos del INVIAS.

- Los aforos vehiculares se realizaron durante 15 horas, es menester precisar que no se realizan en la jornada completa debido a los problemas de orden público y como responsabilidad de la organización con el compromiso de la seguridad y salud de los trabajadores reglamentada en Colombia bajo el artículo 2.2.4.6.8 del título 2 capítulo IV del decreto 1072 de 2015, se resalta que la seguridad y salud es un derecho del trabajador dentro de las condiciones que debe brindar el empleador, por lo tanto para protección de los mismos, se emplea una alternativa demostrando el método estadístico por el cual se expande y se ajusta el aforo diario de vehículos de 15 horas realizadas hasta las 24 horas que deberían ser. Esto se dio mediante datos obtenidos por una estación maestra la cual se realiza un conteo a 24 horas, en el que se obtiene los porcentajes de vehículos que circulan en horarios prohibidos, respecto al total aforado del día. Porcentajes que servirán para expandir y ajustar el tráfico en las horas donde no se hizo el aforo por los temas ya mencionados.

- El aforo vehicular se realizó durante 7 días teniendo en cuenta días típicos y atípicos (día de mercado) donde se discrimino por movimiento y por el tipo de vehículo Autos, buses y busetas, C2P, C2G, C3, C2-S1, C4, C3-S1, C5, >C5.

- Según el aforo realizado del tramo vial, tenemos un Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) aforado de 939 vehículos, compuesto por 37,7% de automóviles, 7% de buses y 55,3% camiones.

- Según el aforo realizado por carriles de diseño tenemos un Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) en el sentido Tibú – El Tarra de 451 vehículos, compuesto por 41,2% de automóviles 6,7% de buses y 52,1% camiones.

- Según el aforo realizado por carriles de diseño tenemos un Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) en el sentido El Tarra – Tibú de 493 vehículos, compuesto por 34,3% de automóviles 7,5% de buses y 58,2% camiones.

- La tasa de crecimiento anual establecida en los cálculos de factores, se tomaron de acuerdo a la ecuación lineal dándonos una tasa de r= 2.98%.

- La velocidad de operación del corredor vial es $40km/h$, establecidos en el volumen II (Diseño geométrico) con parámetros de entrada como la categoría de la vía y su tipo de terreno.

- No se realizará encuestas Origen Destino debido a que la intervención que se realizará en el corredor vial no es nueva, donde esta toma de información es necesaria para la construcción de un proyecto vial nuevo, como tampoco estos diseños no están enfocado a un estudio de movilidad y transporte.

- El nivel de servicio del corredor vial del tramo evaluado que va desde el Km 1+400 – Km 2+400 es de tipo "**D**" el flujo todavía es estable y se presentan restricciones de geometría y pendiente.

- El cálculo de la capacidad (C_{60}) = **2265 Veh/h** y el cálculo de capacidad C_5 expresada por el volumen mixto máximo que debe circular durante la hora pico es de Capacidad (C_5) = C_{60} * FHMD = **1676 Veh/h.**

3.4 VOLUMEN II. ESTUDIO DE TRAZADO DEFINITIVO CON TOPOGRAFÍA DE

DETALLE.

El siguiente capítulo describe la ejecución de los estudios topográficos que complementan la información existente, para desarrollar la fase III del estudio de trazado y diseño geométrico correspondientes al contrato 035 de 2021, en el documento se describen procedimientos que se realizaron para la recopilación de la información complementaria, los equipos a utilizar y los productos generados con las precisiones a obtener para los estudios y diseños del mejoramiento y/o pavimentación del corredor del Catatumbo sectores comprendido entre los puntos K0+000 y K4+000 HITO II (Tibú – el tarra), a fase III para vías en la región del Catatumbo.

3.4.1 Objetivos y alcances

3.4.1.1 Objetivos

3.4.1.1.1 General

El Estudio de Trazado y Diseño Geométrico, consiste en la definición del trazado de la vía teniendo en cuenta las características solicitadas y condiciones que se espera tener en cuanto a capacidad y velocidades de operación. Este deberá ser definido, integrando la geología, geotecnia, hidráulica ambiental y la definición de las obras principales necesarias para garantizar la estabilidad del proyecto.

3.4.1.1.2 Específicos

- Desarrollar la conceptualización del trazado teniendo en cuenta los criterios, especificaciones y limitaciones a aplicar en el desarrollo del proyecto.

- Llevar a cabo el diseño geométrico final para el tramo a evaluar, cumpliendo con las normas y especificaciones establecidas en el Manual de Diseño Geométrico.

- Efectuar estudio de seguridad vial a lo largo del corredor vial propuesto, para identificar riesgos, amenazas y vulnerabilidad de operación de la vía existente.

3.4.1.2 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 para desarrollar la fase III del estudio de trazado y diseño geométrico correspondientes al contrato 035 de 2021 comprendido entre los puntos K0+000 y K4+000 sector HITO II (Tibú-el tarra).

Realizar el replanteo de la línea de ceros, seguidamente la toma detallada de topografía ya sea por la metodología convencional o por sistemas alternos cuyo resultado se encuentre dentro de las tolerancias admisibles para levantamientos topográficos de esta índole (Norma Técnica Colombiana para Estudios Topográficos NTC-6271).

El trazado se deberá integrar e interactuar con los estudios geológicos, geotécnicos, hidrológicos, ambientales, sociales y prediales, restricciones u otros sobre el corredor, con el propósito de garantizar condiciones de estabilidad y sostenibilidad; de esta manera se hará necesario efectuar modificaciones al trazado (si las condiciones particulares del proyecto lo permiten) de manera repetitiva hasta conseguir que cumpla con todas las condiciones.

El consultor deberá realizar un análisis de amenaza a procesos de remoción en masa e identificación de sitios críticos sobre el corredor objeto de estudio, para que estos sean un condicionante del trazado y para que todas las obras apunten a la solución de estas problemáticas del mejoramiento y/o pavimentación del corredor del Catatumbo sectores de HITO II (Tibú – el tarra), a fase III para vías en la región del Catatumbo.

3.4.2 Información geográfica y georreferenciación

3.4.2.1 Georreferenciación

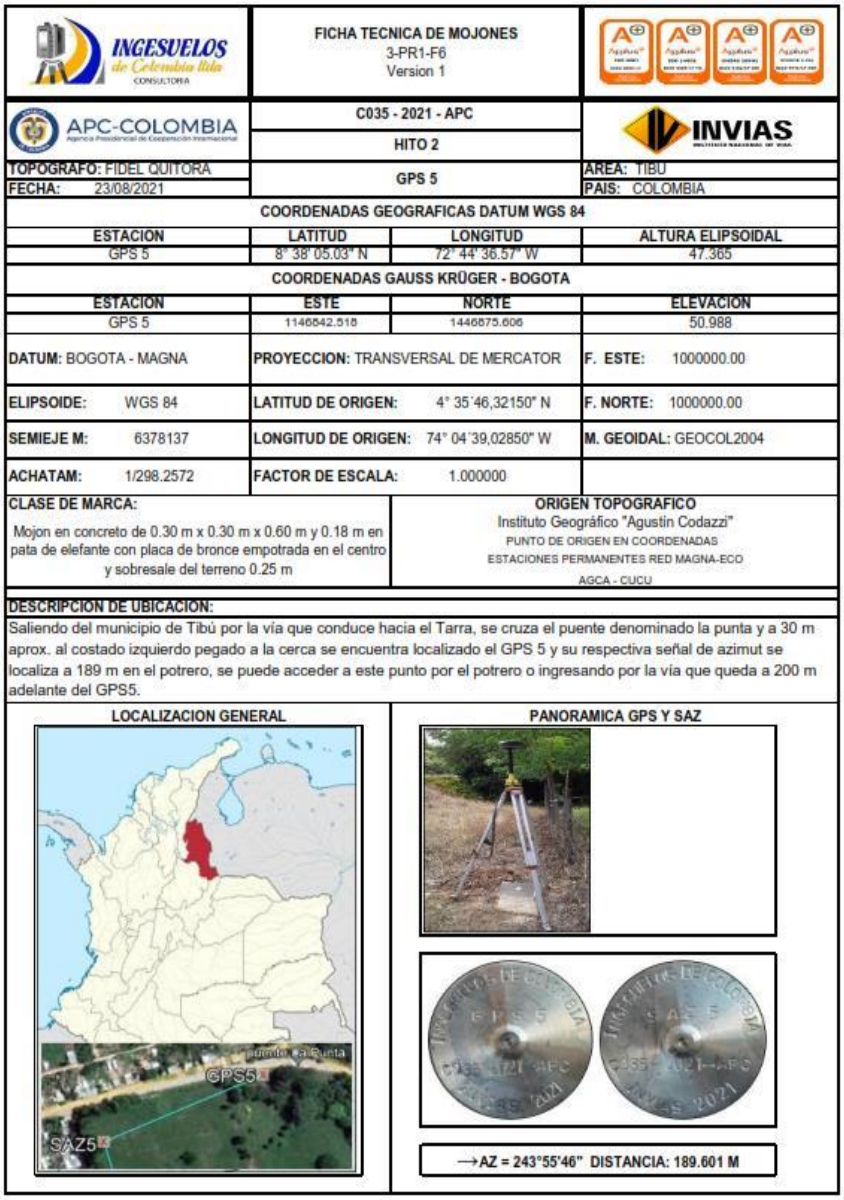
Las labores dan inicio con la elaboración de tres (3) pares de mojones localizados uno en el inicio, uno en el centro y uno al final del tramo de vía del proyecto, y se complementó con la georreferenciación de los mismos utilizando como punto de apoyo un vértice del IGAC.

Los equipos utilizados para la toma de datos de las sesiones son antenas de doble frecuencia L1+L2 GNSS. El sistema de coordenadas utilizado es el **MAGNA SIRGAS BOGOTA ZONE**.

El procesamiento de la red fue realizado mediante los programas LEICA INFINITY V3.0, MagnaSirgas 5.0 (IGAC) y el software SPECTRA PRECISION SURVEY OFFICE V3.81.

3.4.2.2 Materialización de mojones

Los mojones materializados se construyeron en concreto con dimensiones de 0.30 m x 0.30 m x 0.60 m, con una placa de bronce empotrada en su centro, marcada en bajo relieve con la información del proyecto, estos mojones sobresalen del terreno 0.25 m, garantizando la perdurabilidad, confiabilidad, distancia y visual entre ellos.



FICHA TECNICA DE MOJONES
3-PR1-F6
Version 1

APC-COLOMBIA | C035 - 2021 - APC | HITO 2 | INVIAS

TOPOGRAFO: FIDEL QUITORA	GPS 5	AREA: TIBU
FECHA: 23/08/2021		PAIS: COLOMBIA

COORDENADAS GEOGRAFICAS DATUM WGS 84

ESTACION	LATITUD	LONGITUD	ALTURA ELIPSOIDAL
GPS 5	8° 38' 05.03" N	72° 44' 36.57" W	47.365

COORDENADAS GAUSS KRÜGER - BOGOTA

ESTACION	ESTE	NORTE	ELEVACION
GPS 5	1146642.516	1446875.606	50.988

DATUM: BOGOTA - MAGNA	PROYECCION: TRANSVERSAL DE MERCATOR	F. ESTE: 1000000.00
ELIPSOIDE: WGS 84	LATITUD DE ORIGEN: 4° 35'46,32150" N	F. NORTE: 1000000.00
SEMIEJE M: 6378137	LONGITUD DE ORIGEN: 74° 04'39,02850" W	M. GEOIDAL: GEOCOL2004
ACHATAM: 1/298.2572	FACTOR DE ESCALA: 1.000000	

CLASE DE MARCA:
Mojon en concreto de 0.30 m x 0.30 m x 0.60 m y 0.18 m en pata de elefante con placa de bronce empotrada en el centro y sobresale del terreno 0.25 m

ORIGEN TOPOGRAFICO
Instituto Geográfico "Agustin Codazzi"
PUNTO DE ORIGEN EN COORDENADAS
ESTACIONES PERMANENTES RED MAGNA-ECO
AGCA - CUCU

DESCRIPCION DE UBICACION:
Saliendo del municipio de Tibú por la vía que conduce hacia el Tarra, se cruza el puente denominado la punta y a 30 m aprox. al costado izquierdo pegado a la cerca se encuentra localizado el GPS 5 y su respectiva señal de azimut se localiza a 189 m en el potrero, se puede acceder a este punto por el potrero o ingresando por la vía que queda a 200 m adelante del GPS5.

LOCALIZACION GENERAL

PANORAMICA GPS Y SAZ

→AZ = 243°55'46" DISTANCIA: 189.601 M

Imagen 7 *Ficha Técnica de mojones*
Fuente: Ingesuelos de Colombia 2021

3.4.2.3 Amarre geodésico

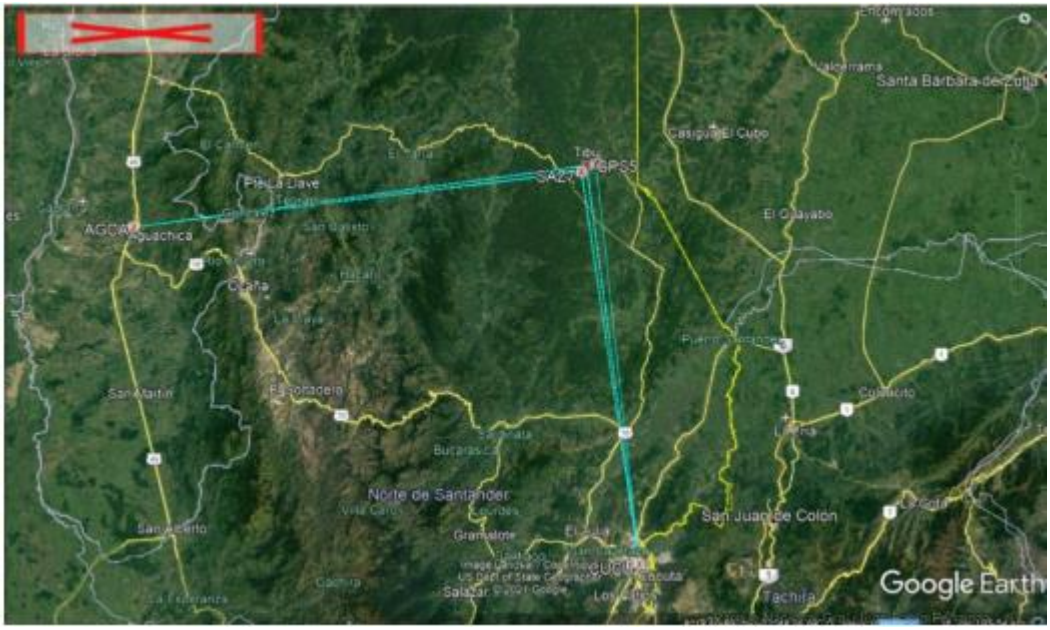


Imagen 8 *Antenas L1+L2 GNSS*
Fuente: *Google Earth*

Para el amarre geodésico se contó con los vértices Geodésicos pertenecientes a la red permanente MAGNA-ECO del IGAC que se encontraban más cercanos al área de estudio, estos fueron los puntos AGCA y CUCU.

Para obtener las coordenadas de los mojones del proyecto se realizó la georreferenciación por medio de las antenas permanentes L1+L2 GNSS conforme a los Manuales de Procedimientos establecidos por el IGAC.

3.4.2.4 Levantamiento topográfico

Se inicia con el levantamiento topográfico convencional del hito 2, utilizando una estación total Topcon ES105, amarrado a las coordenadas de los mojones localizados en la zona, durante la toma de información se detallan todos los aspectos relevantes existentes en la vía como alcantarillas, pontones, construcciones, estructuras, árboles, taludes y detalles principales de los niveles del terreno.

Para el levantamiento topográfico se siguieron todos los requerimientos y recomendaciones que nos da la norma NTC-6271.

3.4.3 Criterios de diseño

3.4.3.1 LIMITES DE DISEÑO

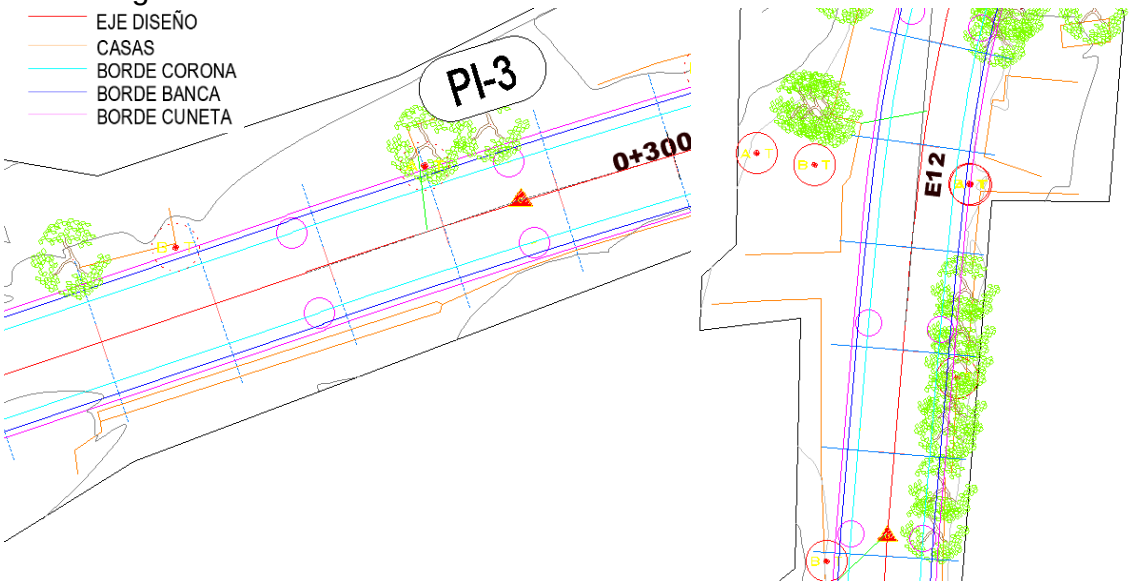
El diseño de la vía, correspondiente al contrato N°035 del 2021, que conduce de Tibú a El Tarra correspondiente al PK 0+000 al PK 4+000, en el departamento de Norte de Santander, se verá limitado según las reuniones que integraron el INVIAS, interventoría e Ingesuelos de Colombia LTDA, en la cual se acordó como aspecto importante:

- ✓ Se estableció que era necesario mantener el corredor vial existente sin afectación de predios ya que el presupuesto destinado contempla la construcción de la vía y no la adquisición de predios.

Lo mencionado anteriormente, se evidencia en el acta No. 8 del 06 de octubre del 2021, que se presenta como anexo al final de este documento y en la carpeta de ANEXOS 3 con nombre “ACTA DE REUNION No. 8 FECHA-06.10.2021”.

Por esto, se especifica que:

1. El corredor vial correspondiente al Hito II (Tibú- El Tarra) es categorizada como vía secundaria y se encuentra presente en un terreno ondulado, por tanto, se debe diseñar con un ancho de calzada 7.0m, 3.5m por carril; y de berma 1.0m, dando como resultado un diseño como se plantea en las imágenes.



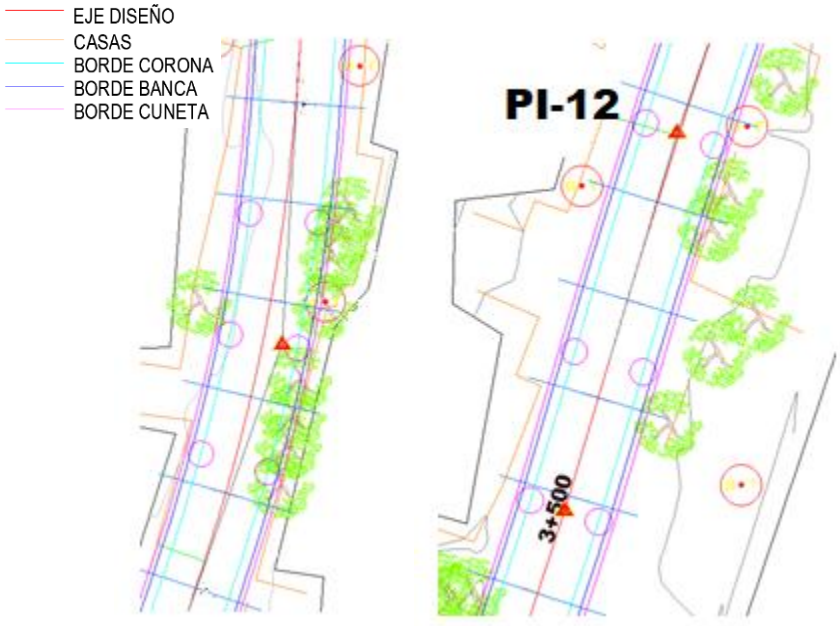


Imagen 9 *Calzada de 7.0 m*
Fuente: Ingesuelos de Colombia 2021

Cabe resaltar, que el sector donde se localizan los 4km de vía correspondientes al Hito II, es a la salida del municipio de Tibú y se encuentran varias construcciones de viviendas cercanas a la vía, motivo por el cual se requiere del diseño de una franja de circulación Peatonal que de acuerdo a la cartilla de andenes Bogotá D.C debe tener un ancho mínimo de 2.0m, al diseñar el corredor con los anchos de calzada propuestos por el manual, el ancho de la franja peatonal sería reducido a anchos inferiores a 0.5m o siendo este nulo, lo que pone en riesgo la vida de los peatones primero por la cercanía que tiene la vía a las casas y segundo por no contar con una franja para el paso peatonal.

Se debe mantener el diseño propuesto por esta consultoría, reduciendo la calzada y velocidad con el fin de proteger la vida de los peatones que circulan en el sector. Adicionalmente a eso, si se construye el diseño con el ancho de banca de 9m, sin contar la base de las cunetas que es de 0.5m, implicaría desde el componente ambiental debe existir un aprovechamiento forestal de árboles aledaños a la vía, algo que no está contemplado desde el componente ambiental.

1. La velocidad de Diseño asignada fue de $40 km/h$, ya que las condiciones iniciales como lo son la necesidad de mantener el corredor actual y que no exista afectación de predios, se trabaja con una calzada reducida a lo que

estipula el manual para este tipo de terreno, todo esto con el fin de diseñar con una velocidad que haga el corredor vial cómodo, confortable y seguro.

2. Las curvas cuyas deflexiones estén entre 2º y 6º, tienen un radio de 1000 ya que si se diseña con radios establecidos en numeral 3.6 y la tabla 3.10 del MDG2008, se afectarían a los predios aledaños al corredor.
   Un claro ejemplo de esta afectación es el caso de la curva que se muestra en la imagen, la deflexión que tiene la curva PI-9es de 2°40’23’’, deflexión para la cual el manual establece un radio de 9000m, sin embargo, al ampliar el radio con el fin de dar cumplimiento a lo establecido, implicaría desplazar o quitar PIs del diseño, que para el caso específico del PI-9 no puede ser posible ya que se encuentra cerca al puente.

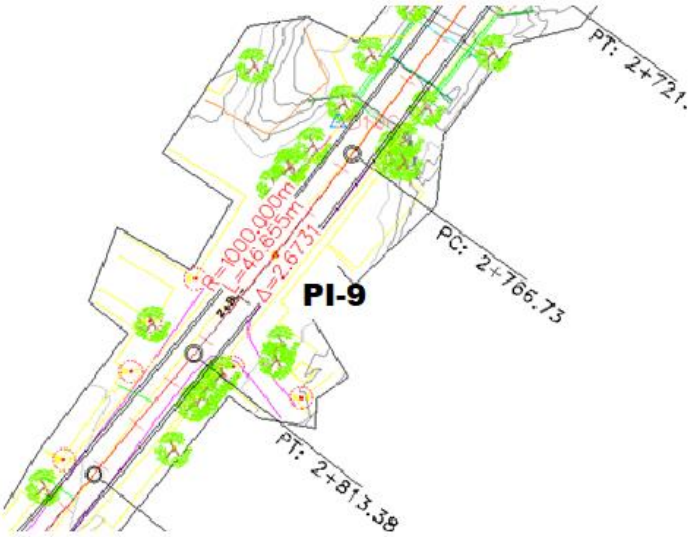


Imagen 10
Fuente: Ingesuelos de Colombia 2021

Otro ejemplo, se puede observar en el PI-3 el cual con radio de 2000m alcanza a afectar los predios aledaños, por lo que se reduce a 1000m, evitando así el problema con los predios.

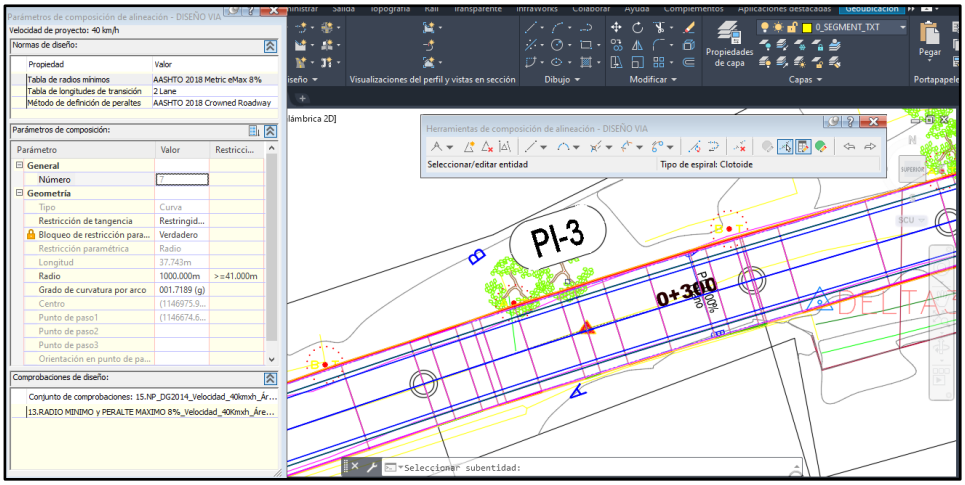


Imagen 11
Fuente: Ingesuelos de Colombia 2021

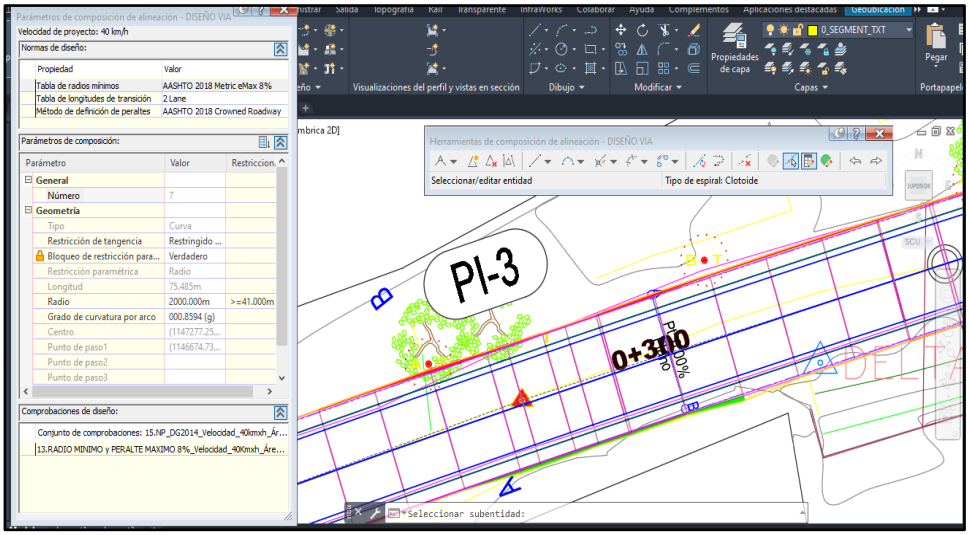


Imagen 12
Fuente: Ingesuelos de Colombia 2021

4. Para el tramo correspondiente al P.K. 3+070 al P.K. 3+210 en el cual hay una reducción del ancho de banca al eliminarse la berma debido a la cercanía en la que se encuentran algunas construcciones se estima que en cuanto a la seguridad vial de vehículos con la señalización vertical preventiva SP-28 “reducción de calzada”, SR-26 “No Adelantar” y demarcación horizontal “línea continua”, con el fin de disminuir el riesgo de accidentabilidad vehicular.

5. Además, en el artículo 2° del Código Nacional de Tránsito. Ley 769 del 2002, define la berma como: *"parte de la estructura de la vía, destinada al soporte lateral de la calzada para el tránsito de peatones",* con el fin de proteger a los peatones se recomienda instalar un paso peatonal "cruce de cebra" acompañado de señalización vertical para garantizar que el peatón tenga un espacio seguro donde circular.

3.4.3.2 TIPO DE TERRENO

Para definir el terreno se determinó por medio de la topografía que se tenía un suelo donde predominan pendientes transversales que se encuentran entre 5º y 13º, por lo cual se clasifica como terreno Ondulado, las pendientes presentadas en el terreno son en porcentaje y se realiza conversión de las mismas como se muestra en el ejemplo:

$$100\% \rightarrow 45º$$

$$\text{fórmula para hallar el Angulo en } ° = \text{Arctan angulo en } \%100$$

$$\text{Angulo en } ° = \text{Arctan} 12.83\%100 = 7.311°$$

$$\text{Angulo en } ° = \text{Arctan} 14.68\%100 = 8.351°$$

3.4.3.3 VELOCIDAD DE DISEÑO

El corredor vial del Catatumbo sector Tibú- El Tarra está categorizada como vía secundaría y de acuerdo a los datos del levantamiento topográfico, se puede evidenciar que se encuentra en un terreno ondulado, de acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta la tabla 2.1 del manual de diseño geométrico de vías, la velocidad de diseño para una vía secundaria y un terreno ondulado es de 50km/h.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano							▨	▨	▨	▨
	Ondulado							▨	▨	▨	▨
	Montañoso						▨	▨	▨	▨	
	Escarpado						▨	▨	▨		
Primaria de una calzada	Plano							▨	▨	▨	
	Ondulado						▨	▨	▨		
	Montañoso					▨	▨	▨	▨		
	Escarpado					▨	▨	▨			
Secundaria	Plano					▨	▨	▨			
	Ondulado				■	▨	▨	▨			
	Montañoso			▨	▨	▨	▨				
	Escarpado			▨	▨	▨					
Terciaria	Plano			▨							
	Ondulado		▨	▨							
	Montañoso	▨	▨	▨							
	Escarpado	▨	▨								

Tabla 6 *valores de la velocidad de diseño de los tramos homogéneos en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno*
Fuente: *Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Bogotá, 2008*

3.4.3.4 ANCHO DE LA CALZADA

El ancho mínimo de calzada para una vía secundaria, con terreno ondulado y velocidad de diseño de $50\,^{km}/_{h}$ de acuerdo a la tabla 5.2 del manual de diseño geométrico de vías corresponde a 7 m, quiere decir que por carril se cuenta con un ancho de 3.5 m.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}) (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Montañoso	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
Terciaria	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 7 *Ancho de la Calzada en metros*
Fuente: *Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Bogotá, 2008*

Sin embargo, se hace necesario diseñar el corredor vial reduciendo la calzada a 6.6m, es decir, cada carril tenga 3.3m de ancho, ya que al diseñar la vía con calzada de 7m, implicaría una afectación a los predios aledaños a la misma.

3.4.3.5 ANCHO DE BERMAS

El ancho de las bermas para una vía secundaria, de terreno montañoso y con velocidad de diseño de $50\,{}^{km}/_{h}$ de acuerdo a la tabla 5.4 del manual de diseño geométrico de vías corresponde a 1.0m a cada lado, quiere decir que se debe tener una corona de 8.0 m.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}), km/h									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas[1]	Plano	-	-	-	-	-	-	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Montañoso	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	2.0/1.0	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	2.00	2.00	2.50	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	1.80	2.00	2.00	2.50	-
	Montañoso	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	1.00	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Montañoso	-	-	0.50	0.50	1.00	1.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-
Terciaria[2]	Plano	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	0.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-

[1] Berma derecha/Berma izquierda
[2] Berma cuneta

Tabla 8 *Ancho de Bermas en metros*
Fuente: *Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Bogotá, 2008*

Sin embargo, se hace necesario diseñar el corredor vial reduciendo la berma a 0.5 m, porque al diseñar la vía con bermas de 1m se tiene como resultado una corona de 8.0m lo que implicaría una afectación a los predios aledaños a la misma.

3.4.3.6 RADIOS MINIMOS

De acuerdo al manual de diseño geométrico de vías que especifica en el numeral 3.1.3.2.1 el peralte máximo para carreteras primarias y secundarias debe ser 8%, esto implica que el radio mínimo de curvatura para poder cumplir con ese requisito para velocidad de $50\ ^{km}/_{h}$ debe ser de 73m, valor que está especificado en la tabla 3.2 del manual de diseño geométrico de carreteras.

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{Tmáx}$	TOTAL $e_{máx} + f_{Tmáx}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
40	8,0	0,23	0,31	40,6	41
50	8,0	0,19	0,27	72,9	73
60	8,0	0,17	0,25	113,4	113
70	8,0	0,15	0,23	167,8	168
80	8,0	0,14	0,22	229,1	229
90	8,0	0,13	0,21	303,7	304
100	8,0	0,12	0,20	393,7	394
110	8,0	0,11	0,19	501,5	501
120	8,0	0,09	0,17	667,0	667
130	8,0	0,08	0,16	831,7	832

Tabla 9 *Radios mínimos para peralte máximo $e_{máx}$ = 8 % y fricción máxima*
Fuente: *Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Bogotá, 2008*

Sin embargo, la velocidad de Diseño asignada es de $\mathbf{40}\boldsymbol{km}/\boldsymbol{h}$, ya que las condiciones iniciales, presentadas en el ACTA DE REUNION No. 8 FECHA-06.10.202, como lo son la necesidad de mantener el corredor actual y que no exista afectación de predios, se diseña con una velocidad que haga el corredor vial cómodo, confortable y seguro, ya que su corona es inferior a la mínima requerida para velocidad de $50km/h$ en vías secundarias con terrenos ondulados.

3.4.3.7 PENDIENTE MINIMA

La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas. El manual de diseño geométrico de vías en el Numeral 4.1.1 establece que para garantizar lo mencionado anteriormente se deben tener pendientes mínimas de 0.5% o de 0.3% cuando las condiciones del terreno no sea posible adquirir pendiente superior.

3.4.3.8 PENDIENTE MAXIMA

La pendiente longitudinal máxima para velocidades de diseño de $50\,{}^{km}/_{h}$ establecida por la tabla 4.1 y 4.2 del manual de diseño geométrico de vías es del 7% para el Tramo Homogéneo, pero del 9% para la velocidad específica en la tangente vertical.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)									
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5
Primaria de una calzada	-	-	-	-	7	7	6	6	5	-
Secundaria	-	-	7	7	7	7	6	-	-	-
Terciaria	7	7	7	-	-	-	-	-	-	

Tabla 10 *Pendiente Media Máxima del corredor de ruta (%) en función de la Velocidad de Diseño del Tramo homogéneo (VTR)*
Fuente: *Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Bogotá, 2008*

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL V_{TV} (km/h)											
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5	4	4
Primaria de una calzada	-	-	-	-	8	7	6	6	5	5	5	-
Secundaria	-	-	10	9	8	7	6	6	6	-	-	-
Terciaria	14	12	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 11 *Relación entre la pendiente máxima (%) y la Velocidad Específica de la tangente vertical (VTV)*
Fuente: *Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Bogotá, 2008*

3.4.3.9 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO

Distancia de visibilidad de adelantamiento: Se determina con base en lo establecido en la Tabla 2.9 manual de diseño geométrico de vías. La mínima distancia de visibilidad de adelantamiento definida por el Manual para velocidades de $50\,{}^{km}/_{h}$ es 345m.

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA ENTRETANGENCIA HORIZONTAL EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA V_{ETH} (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO D_A (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20 [1]	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

[1] Valor obtenido por extrapolación

Tabla 12 *Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos*
Fuente: *Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Bogotá, 2008*

Sin embargo, como se diseñó el corredor vial con velocidad de $40\ ^{km}/_{h}$, puesto que las condiciones iniciales establecen mantener el corredor existente, , entonces la mínima distancia de visibilidad de adelantamiento seria de 270m.

3.4.3.10 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

Distancia de visibilidad de adelantamiento: La mínima distancia de visibilidad de parada definida por el Manual para velocidades de $50\ ^{km}/_{h}$ en lo establecido en la tabla 2.7 del manual de diseño geométrico de vías.

VELOCIDAD ESPECÍFICA Ve (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m) D_P					
	DESCENSO			ASCENSO		
	- 3%	- 6%	- 9%	+ 3%	+ 6%	+ 9%
20	20	20	20	19	18	18
30	32	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	263	281	304	234	223	214
130	302	323	350	267	254	243

Tabla 13 *Distancias de visibilidad de parada en tramos con pendiente*
Fuente: *Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Bogotá, 2008*

Sin embargo, la velocidad de Diseño asignada es de $^{40km}/_{h}$.para garantizar un corredor vial confortable y seguro, con el fin de mantener el corredor actual y que no exista afectación de predios, se concluye que las mínimas distancia de visibilidad de parada deben trabajar con la velocidad de $^{40km}/_{h}$.

3.4.3.11 OPORTUNIDADES DE ADELANTAMIENTO

Las oportunidades de adelantamientos especificadas en la tabla 2.10 del manual de diseño geométrico de vías a una velocidad de diseño de $50\ ^{km}/_{h}$corresponde al 20% por tramos de cinco kilómetros.

VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)	20-50	60-80	90-100
PORCENTAJE MÍNIMO DE LA LONGITUD CON DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO (%)	20%	30%	40%

Tabla 14 *Oportunidades de adelantar por tramos de cinco kilómetros*
Fuente: *Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Bogotá, 2008*

3.4.3.12 SECCIÓN TIPICA

De acuerdo a los parámetros definidos anteriormente y teniendo en cuenta las condiciones de la zona, se requiere de realizar ajustes en zonas por motivos de predios existentes.

SECCION	PK INICIAL	PK FINAL
TIPICA CON BORDILLO	0+000	0+084
TIPICA	0+084	3+070
TIPICA SIN BERMA	3+070	3+210
TIPICA	3+210	4+000

Tabla 15 *Ubicación de las secciones típicas por tramos*
Fuente: Ingesuelos de Colombia 2021

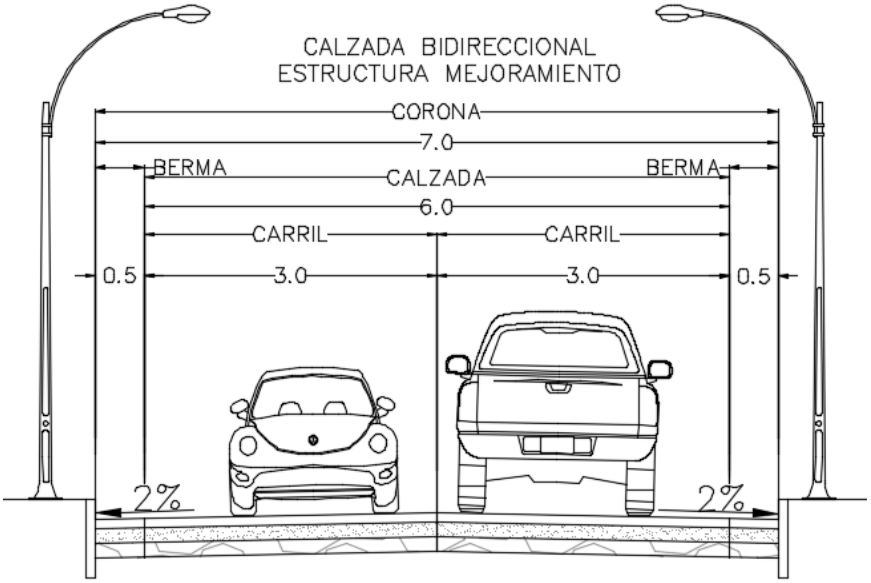


Imagen 13 *Sección Típica con Bordillo*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

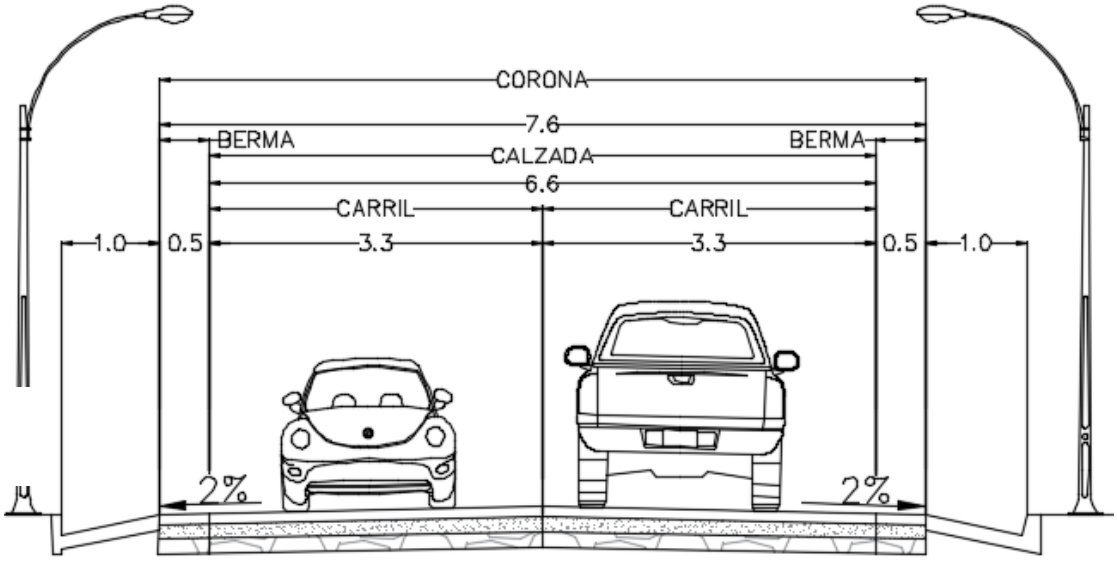


Imagen 14 *Sección Típica*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

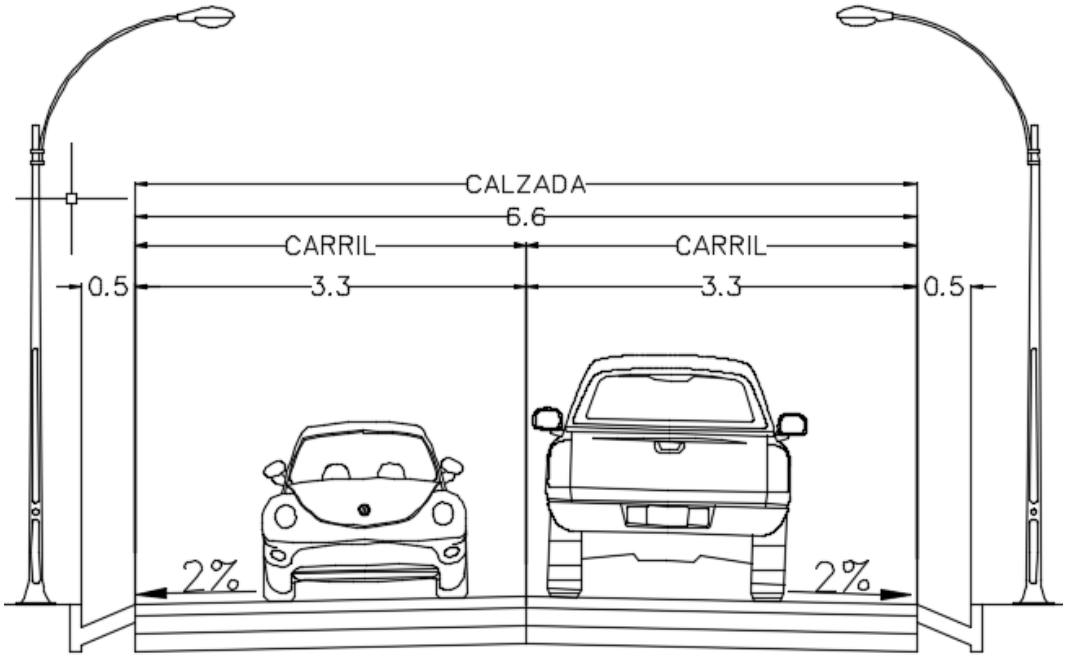


Imagen 15 *Sección Típica sin berma*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

3.4.4 Parámetros mínimos de diseño geométrico

USO	URBANO	Numeral Manual INVIAS 2008
TERRENO	**ONDULADO**	
VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h	**40**	**Tabla 2.1**
APLICACIÓN	**TRAZADO GENERAL**	**Adoptado**
Ancho calzada (m)	6.6m	Tabla 5.2
Ancho Bermas (m)	0.5m	Tabla 5.4
DVA (m)	270	Tabla 2.7 y Tabla 2.9
DVP (m)	44	
% min. Adelantamiento	20%	Tabla 2.10
Pendiente Max Relativa	0.96%	Tabla 3.6
Pendiente Min. Relativa	0.33%	
Peralte Max	8.0%	Numeral 3.1.3.2.1.
Bombeo de la Calzada	2%	Tabla 5.3
Radio Mínimo (m)	73m	Tabla 3.2
Pendiente Lon. Mínima	0.3%	Numeral 4.1.3
Pendiente Lon. Máxima	10%	Tabla 4.2
Longitud Mínima CV (m)	24	Tabla 4.4
Kmín. C. vertical Convexa (m) y vertical Cóncava	4.0 y 9.0 Respectivamente.	

Tabla 16 *Tabla de Resumen de los requisitos mínimos del Manual de Diseño Geométrico de vías*
Fuente*: Ingesuelos de Colombia 2021*

3.4.5 Conclusiones y recomendaciones

- De acuerdo con la reunión con el invias e interventoría se estipulo como condiciones iniciales que se iba a conservar el estado actual de la rasante.
- De acuerdo a las condiciones del terreno y de la zona, se diseña el corredor vial con una velocidad de $\mathbf{40km/h}$.
- El diseño geométrico del corredor vial cuenta con los siguientes anchos de calzada 6.6m, corona 7.6m, además el diseño cuenta con sistema de drenaje de cunetas.
- En el diseño geométrico del corredor vial se cuenta con talud de corte de 0.5:1 y de terraplén de 1.5:1.
- La pendiente longitudinal mínima utilizada en el diseño es de 0.3% y la máxima es 7.83%

- El peralte Máximo del corredor vial es de 8%y el mínimo es de 2%.
- Para los radios de curvaturas amplios y se considera peraltes de -2%.
- En la vía se propone una estructura de pavimento compuesta por una subbase granular, base granular y la capa de rodadura corresponde a una carpeta asfáltica con MDC-19, motivo por el cual se cuenta con un bombeo del 2.0%
- De acuerdo al diseño geométrico del corredor vial requiere de movimientos de tierra

TOTAL	944.29	24.75	9411.29	207.48
	AREA EN CORTE (m^2)	AREA EN TERRAPLEN (m^2)	VOLUMEN EN CORTE (m^3)	VOLUMEN EN TERRAPLEN (m^3)

- Se recomienda realizar una demarcación horizontal de línea continua en el tramo 3+070-3+210 para garantizar seguridad vial en este tramo
- Se recomienda la construcción de un reductor de velocidad en el tramo 3+070-3+210 para el paso seguro de peatones, además de un cruce de cebra.

3.5 VOLUMEN III. ESTUDIO DE GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA PARA INGENIERIA DE DETALLE

El estudio de geológico y geomorfológico presenta una síntesis de las observaciones realizadas durante la visita a la vía Tibú-El Tarra, entre las abscisas 0+000 y 4+000 en la cual se muestra la identificación y caracterización de las unidades geológicas, geomorfológica y las estructuras presentes en el área, así como los procesos erosivos que afectan dichas unidades, y el levantamiento de perfiles de meteorización con base en el modelo Deere & Patton, 1971 y Dearman, 1974, para ello se tomó como referencia un estudio realizado anteriormente por medio de la concesionaria San Simón S.A que tiene como objeto “ALCANCE PROGRESIVO DEL PROYECTO VÌAL ÁREA METROPOLITANA DE CÚCUTA Y NORTE DE SANTANDER ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL TRAMO TIBÚ – EL TARRA CONFORME A LA LEY 105 DE 1993”
Se pudo identificar el tramo vial predominan el Depósitos aluviales, y del k2+635 a k2+810 se encuentra la formación carbonera, a nivel geomorfológico se encuentran la planicie de inundación (Fpi) y colinas alargadas (Ca). Se encontraron tres zonas homogéneas a lo largo del corredor.

3.5.1 Objetivo y alcances

3.5.1.1 Objetivo

General

Definir las características geológicas (tectónica, geomorfológica e hidrogeológica) a la vía departamental que conecta El Municipio de Tibú con la Cabecera Municipal de El Tarra (Norte de Santander) con una longitud aproximada de 4 kilómetros, partiendo del K0+000 hasta el K4+000 respectivamente, con el fin de seleccionar el alineamiento más conveniente, presentar alternativas para los tramos de estabilidad críticas y cruces de corrientes de agua

Específicos

- Recopilar información de estudios realizados con anterioridad complementarios, así como información disponible en el Servicio Geológico Colombiano, que sirva como base del presente estudio en donde se halla adelantado la caracterización geológica (tectónica, geomorfológicas e hidrogeológicas) del sector Tibú-El Tarra.
- Reconocer los principales problemas del corredor tramo vial KM 0+000 y KM 4+000, a partir de cartografía geológica, técnicas geofísicas, y en caso de

requerirse, perforaciones y excavaciones de ensayo que permitan definir los sistemas de investigación más apropiados para ser empleados en los estudios definitivos.

- Incluir para aquellos puntos críticos y/o zonas inestables a lo largo del corredor de estudio un capítulo descriptivo de hidrogeología reconociendo y caracterizando las unidades hidrogeológicas, zonas de recarga, transferencia y confluencia con definición de red de flujo subterráneo, el cual estará relacionado con el flujo de agua subterránea (estratos profundos de suelos) y superficial, así como la posición del nivel freático y su variabilidad a lo largo de las épocas del año.

3.5.1.2 Alcances

En el presente estudio se realizará una identificación preliminar de las UGI de acuerdo a su origen, que se complementará con la descripción litológica para cada uno de sus capas o estratos. Las UGI antes identificadas deben delimitarse con base en la clasificación del terreno en unidades geomorfológicas, con el apoyo de la información de tipo secundaria. La caracterización de esta UGI incluirá levantamiento en terreno de datos estratigráficos y datos que puedan incidir en el comportamiento mecánico de los materiales, litología y rasgos estructurales (unidades de roca, unidades de suelo); lo anterior complementado con sondeos exploratorios (básicos y/o detallados), ensayos de laboratorio (ensayos que permitan la caracterización de los materiales); esta campaña exploratoria deben estará ubicadas en zonas estratégicas de la zona de estudio, las cuales serán representativas del área en particular.

Los resultados cartográficos que se obtengan o produzcan estarán referidos al sistema de coordenadas Magna Sirgas, al igual se deben dejar referencias para poder previo a la implementación de las soluciones planteadas.

La estructura geológica adoptada para el diseño se debe mostrar en las secciones seleccionadas para el análisis. Por medio de un mapa de geología para ingeniería mostrar la información sobre la distribución y propiedades físicas y mecánicas de las rocas y los suelos, el agua subterránea, las características del relieve y los procesos geodinámicas actuales, que son considerados los componentes básicos del ambiente geológico, de suma importancia en estudios de geología aplicada a la ingeniería”

3.5.2 Método de trabajo

Una vez revisada la información de proyectos anteriores, se procederá a realizar las siguientes actividades:

• **Visita de reconocimiento de campo:** Inspección visual de toda la zona aferente al alineamiento correspondiente a la zona de estudio identificando características topográficas, geomorfológicas, sitios críticos, procesos erosivos, sitios donde se presenten movimientos en masa, afloramientos, examen de los sitios de puentes y alcantarillas.

• **Plan de trabajo de campo:** Una vez realizada la inspección visual de la zona e identificado zonas donde requieran exploraciones de campo se establecerá un plan de trabajo para la ejecución de sondeos, apiques y toma de información en estaciones geológicas.

• **Ejecución de plan de trabajo de campo:** Esta actividad consiste en la ejecución de un programa exploratorio necesario de acuerdo a lo programado y cumpliendo con la normatividad vigente.

• **Seguimiento y control:** Se realizará un seguimiento del plan de trabajo y verificación de la ejecución de actividades.

• **Procesamiento de muestras en laboratorio:** Siguiendo los procedimientos establecidos por el INVIAS se realizará el muestreo en cada sitio de exploración, para su posterior procesamiento en el laboratorio.

• **Informe final:** Con los resultados obtenidos en las estaciones geológicas, exploración geotécnica y análisis de la información secundaria, se procederá con evaluar la información y desarrollar el volumen de estudio de geología y geomorfología.

Recursos con que se cuenta para los trabajos a realizar:

• Profesionales y especialistas.

• Mano de obra para ejecución de trabajos de campo

• Equipos y herramientas manuales de acuerdo a procedimientos INVIAS

• Laboratorio de suelos con sus respectivos equipos y herramientas.

• Recurso económico establecido en el contrato.

3.5.3 Geología de alineamiento

El área de estudio está comprendida en el municipio de Tibú, Norte de Santander, al Este de la Cordillera Oriental, que a nivel regional corresponde al valle Catatumbo y hace parte de la Cuenca de Maracaibo, en donde afloran rocas que abarcan desde el Pre-Mesozoico hasta el Pleistoceno como se observa en la **Figura 2.**

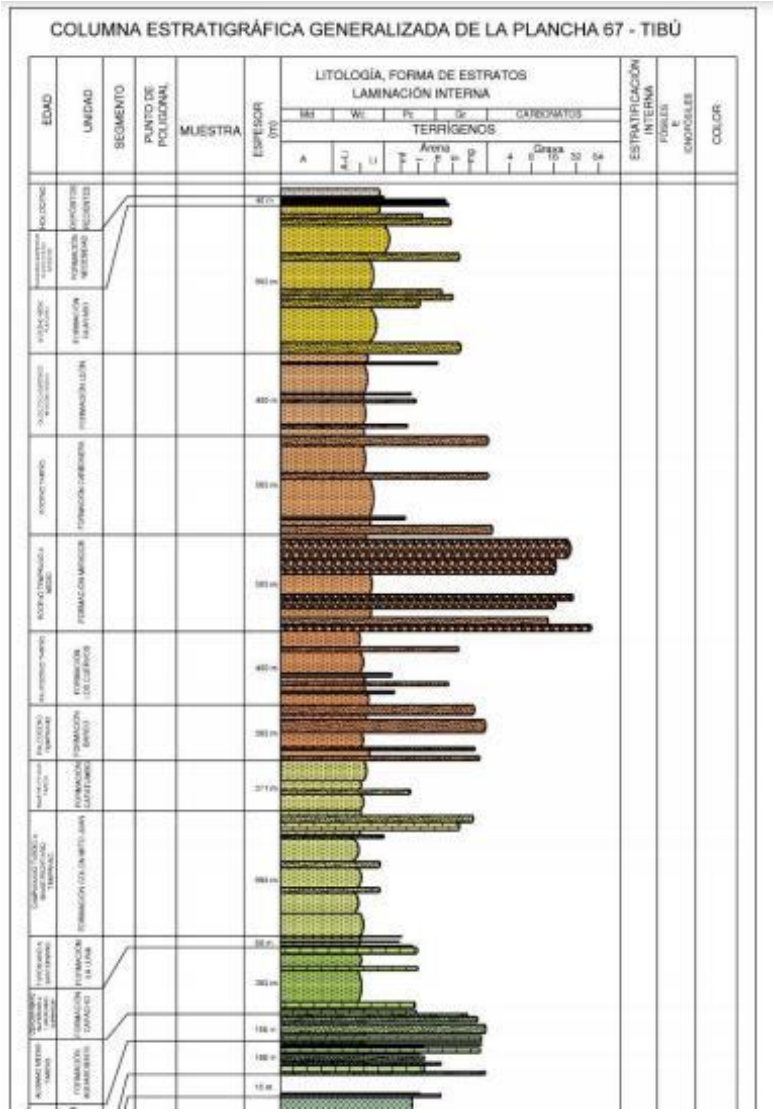


Figura 2 *Columna estratigráfica de la región del Catatumbo.*
Fuente: *Tomada de la geología del cuadrángulo F-13 TIBÚ, SGC 1967*

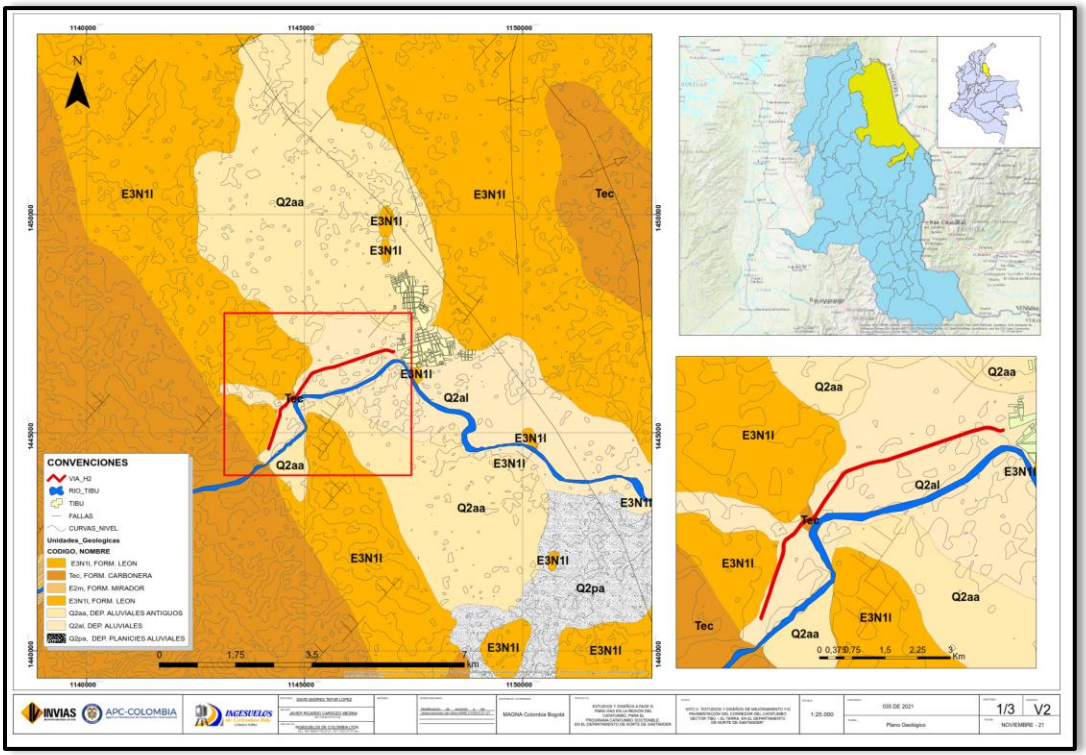


Figura 3 *Mapa geológico, modificado de Mapa geológico Zona Norte, Tibú Depto. Nte. De Santander.*
Fuente: *Estudios anteriores, IGAC, e Ingesuelos de Colombia LTDA*

3.5.4 Geomorfología pragmática

El área de estudio está ubicada geográficamente dentro del municipio de Tibú, pero de acuerdo con el esquema de jerarquización geomorfológica (Figura 15), se encuentra dentro de la gran geomorfoestructura de la cuenca de Maracaibo en la parte Oriental de la Cordillera Oriental, en la provincia del valle de los ríos Catatumbo y Zulia, en un ambiente estructural que se traza de acuerdo al contorno del Sinclinal de Socuavo.

Los procesos geodinámicos presentes en el área, son de carácter exógeno, encargados de remodelar las geoformas preexistentes a través de meteorización y erosión, ambos favorecidos por los la baja cementación de la roca y la naturaleza de sus componentes.

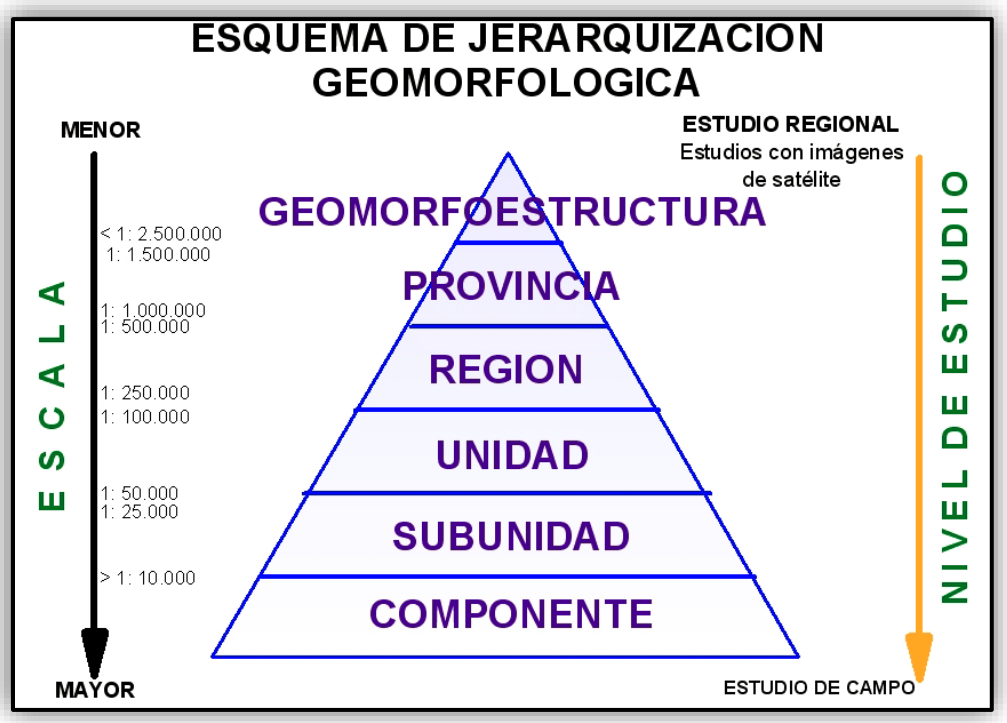


Figura 4 *Esquema de jerarquización geomorfológica.*
Fuente: *SGC (2012) con base en Velásquez (1999), Carvajal (2002, 2003, 2005) y Carvajal et al. (2003).*

3.5.5 Hidrogeología

El proyecto a desarrollar, se encuentra ubicado sobre la provincia hidrogeológica Catatumbo, donde los tipos de acuíferos son libres a semiconfinados en terrazas y aluviones recientes, y confinados en niveles arenosos de las formaciones Mirador, Carbonera y Guayabo.

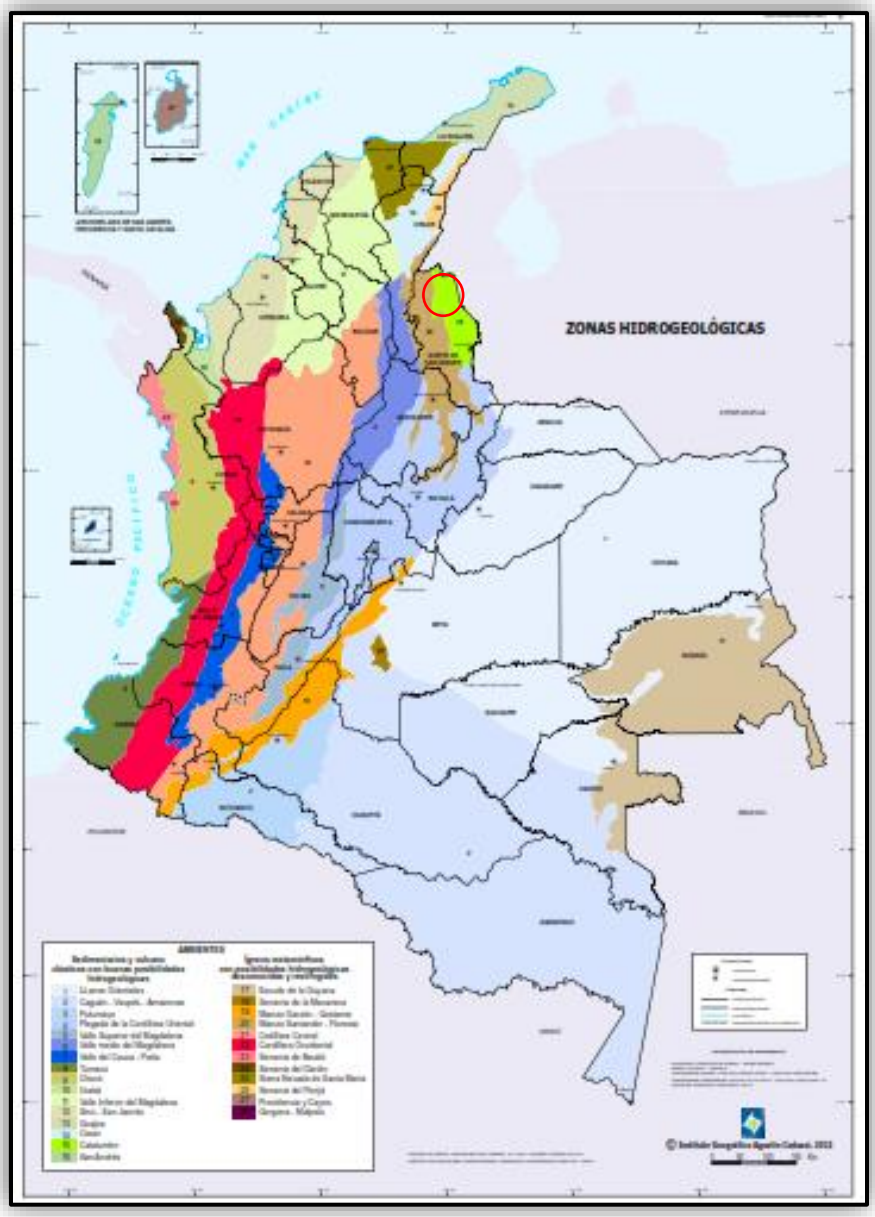


Figura 5 *Mapa de Zonas hidrogeológicas en Colombia*
Fuente: *Instituto Geográfico Agustín Codazzi,2012*

3.5.6 Geología para ingenieros

Durante el reconocimiento de campo se identificaron problemas relacionados con procesos erosivos ocasionado generalmente por el mal manejo de aguas de escorrentía, el suelo de la zona debido a su composición con contenidos importantes de arenas.

3.5.7 ZONAS HOMOGENEAS

En la vía Tibú-El Tarra se cartografiaron tres (3) zonas homogéneas, diferenciadas por características geomorfológicas y geológicas y algunas de ellas con características similares. Dentro de cada zona homogénea se evidenciaron procesos de inestabilidad asociados a socavación lateral del río Tibú y a cárcavas remontantes por flujos desordenados de aguas de escorrentía en el corredor de la vía, en ocasiones generando escarpes verticales hacia la margen izquierda, limitando una posible ampliación.

3.5.8 Zona Homogénea 1 (ZH1)

Trayecto de la vía de 2,5 km aproximadamente que transcurre sobre un terraplén de 0,5 a 1.0 m de alto, sobre la superficie plana aluvial, compuesta principalmente de arenas cuarzosas de tamaño de grano fino a medio, que suprayacen el basamento de las Formaciones Carbonera y León. Presenta encharcamiento en ambas márgenes durante las épocas de lluvias, conformando cubetas pequeñas a lo largo de la vía, por represamiento.

3.5.9 Zona Homogénea 2 (ZH2)

Trayecto de la vía que va en corte en relieve de colinas alargadas (Figura 20), modeladas en una secuencia sedimentaria de capas de areniscas (0.1 m) y arcillolitas (0.15 m) de la Formación Carbonera, dispuestas en sentido N25ºW/8ºNE (Figura 21), ligeramente meteorizadas. En el talud de la margen derecha no se presentan problemas de inestabilidad, pero hacia la margen izquierda se observan problemas de inestabilidad asociadas a socavación lateral del río Tibú.

En este pequeño tramo solo hay posibilidad de ampliación hacia la margen derecha, ya que en la margen izquierda las pendientes son casi verticales, con problemas de inestabilidad por erosión remontante en la banca. La vía nueva esta entre las abscisas k2+635 y k2+810.



Figura 6. *Zona homogénea 2. Al fondo zona de corte en colinas alargadas modeladas en la Formación Carbonera.*
Fuente: *Estudios anteriores*

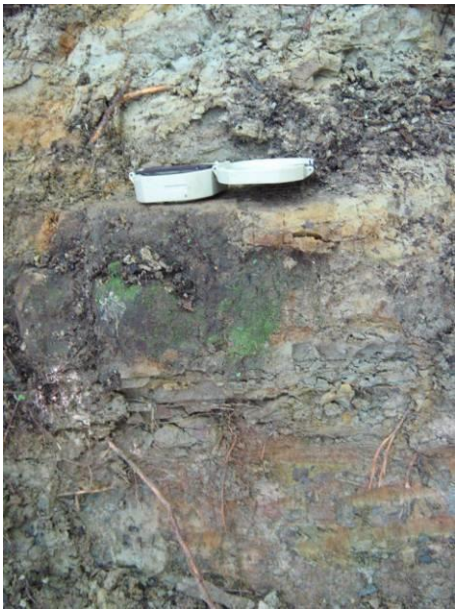


Figura 7. *Zona homogénea 2. Secuencia de areniscas y arcillolitas de la Formación Carbonera buzando en sentido contrario a la inclinación del talud.*
Fuente: *Estudios anteriores*

3.5.10 Zona Homogénea 3 (ZH3)

Corresponde a un trayecto rectilíneo de la vía, que va sobre una superficie plana aluvial interdigitada con depósitos coluvio aluviales, los cuales reposan sobre basamento de rocas de la Formación Carbonera. En este tramo hay posibilidad de ampliación en ambas márgenes del corredor vial, pero siempre teniendo en cuenta las viviendas al borde de la vía. La vía nueva en esta zona va entre las abscisas k2+810 y k4+000.

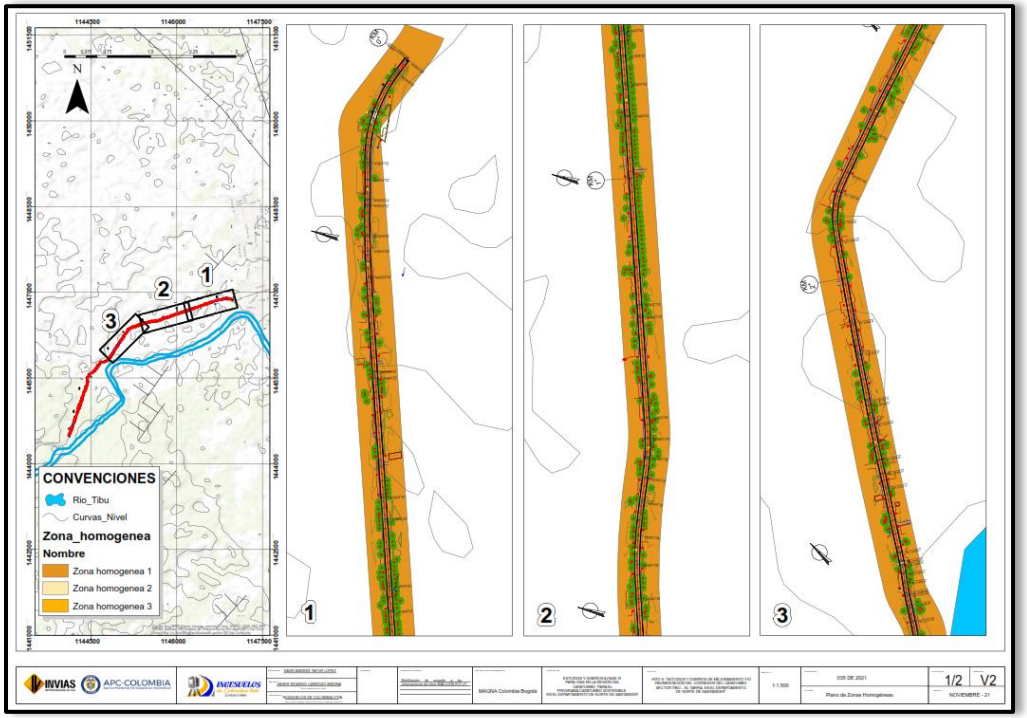


Figura 8. *Plano de Zonas Homogéneas para las vistas 1-2-3. Escala 1:1500.*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia*

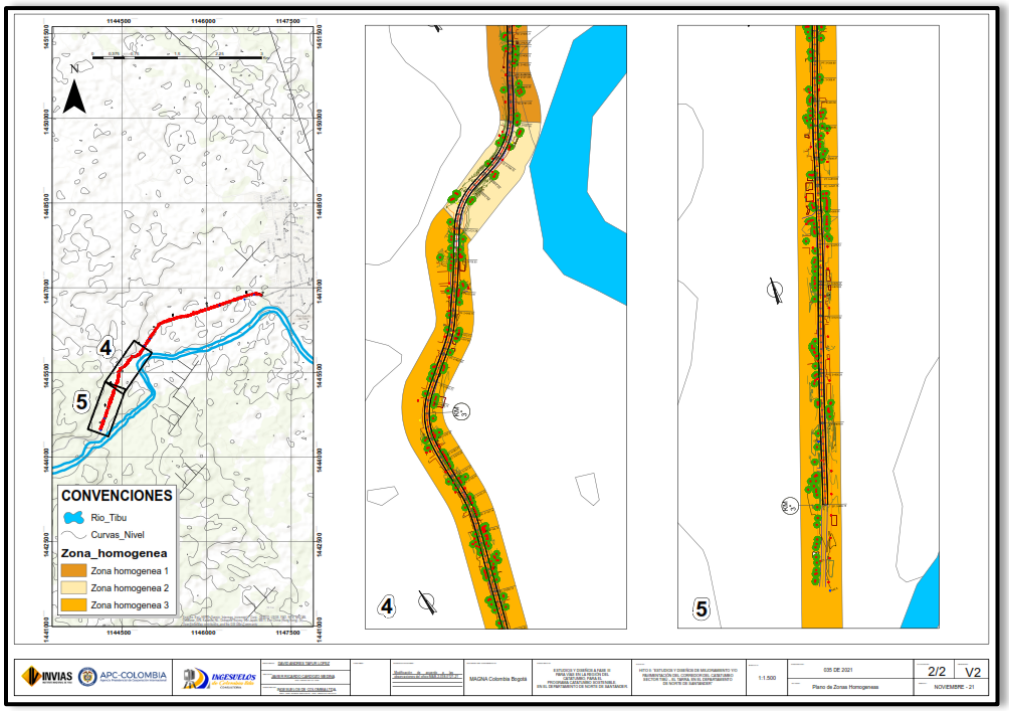


Figura 9. *Plano de Zonas Homogéneas para las vistas 4-5. Escala 1:1500.*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia*

3.5.11 Conclusiones y recomendaciones.

- Se identificaron en campo las unidades litoestratigráficas aflorantes en la vía Tibú – El Tarra, que corresponden a Depósitos Aluviales (Q2al) y la Formación Carbonera (Tec).

- El corredor vial presenta media amenaza de remoción en masa, por la parte sísmica, presenta una amenaza intermedia, no presenta amenaza por vulcanismo y tiene un alto riesgo de inundación debido a su acercamiento al río.

- El corredor atraviesa por una secuencia sedimentaria poco afectada por movimientos tectónicos, ya que no se observan fallas, lineamientos o problemas de fracturas tipo diaclasas en el macizo rocoso.

- Dentro de la hidrogeología, el corredor vial no se encuentra en un acuífero y tampoco en una zona de recarga.

- En el área cruzada por el corredor vial, la principal amenaza está asociada con los procesos morfodinámicos desarrollados e incrementados a partir de actividades antrópicas en las que no se realiza un adecuado manejo de la escorrentía.

- Los depósitos de la llanura aluvial del río Tibú están constituidos principalmente por arenas con presencia de gravas y bolas de roca en una variedad de tamaños y composición litológica muy amplia. Se encuentran granitos con cristales rosados de ortosa, granodioritas, basaltos, cuarzo, neises, cuarcitas entre otras litologías. Los tamaños para las arenas oscilan entre 1/20 a 2 mm de diámetro, con tamaños medios alrededor de 1/2mm. Las arenas observadas no contienen partículas de limo ni arcilla. Se encuentran gravas y bolas de roca fresca, dura, con tamaños de 30, 50, 70, 100 mm de diámetro y bolas de roca entre 250 y 800 mm de diámetro. De las arenas con presencia de gravas se obtienen arenas para pañete, gravas, piedra para muros y gaviones. La utilización de las arenas y gravas en agregados para concretos asfálticos e hidráulicos debe evaluarse mediante pruebas de laboratorio.

- A nivel geomorfológico se identificaron una planicie de inundación donde la pendiente es plana y se encuentran inundados permanentemente y se extienden por alrededor de 100 km2. Está compuesta de arenas cuarzosas de tamaño fino a medio color pardo, con ocasionales gravas y cantos. Y colinas alargadas, Modeladas en una secuencia de arcillolitas y areniscas de la formación Carbonera, ligeramente meteorizadas, las cuales se encuentran dispuestas en sentido N25ºW/8ºNE.

- En las zonas homogéneas 2, la ampliación de la vía, solamente es posible hacia la margen derecha, debido a que la ampliación en la margen izquierda es imposible por las pendientes tan fuertes y la alta presencia de procesos erosivos tipo cárcavas.

- Se recomienda conducir adecuadamente el flujo hídrico captado por las obras de arte a través de las alcantarillas en la parte inferior de la vertiente para evitar fenómenos de erosión remontante.

3.6 VOLUMEN IV. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.

En el comunicado 041 se planteó que el volumen IV Estudio de suelos para diseño de fundaciones de puentes y otras estructuras de contención, se desarrolle en el Hito III en lugar del Hito II, lo cual es lo más viable técnicamente por las necesidades de cada hito, sin afectar de ninguna manera el presupuesto establecido en el contrato.

INGESUELOS de Colombia ltda CONSULTORIA	**CORRESPONDENCIA** 5-PR1-F1 Versión 3.0	**Vigencia: 17-Jun-19**

Neiva, 05 de febrero de 2022 041-INV-22

Ingeniero
PABLO EMILIO MORALES
Director de interventoría – MAB

Referencia: Contrato de Consultoría No. 035 de 2021: "Estudios y diseños a fase III para vías en la región del Catatumbo, para el programa Catatumbo sostenible, en el departamento de norte de Santander"

Asunto: Respuesta al comunicado MAB-2-038-0062-21

Cordial Saludo,

A continuación, se da respuesta a lo expresado en el comunicado MAB-2-038-0062-21 (Asunto: GT – Respuesta a su comunicación 031-INV-22 (Respuesta al Página 1 de 2 comunicado MAB-2-038-0051-22 - HITO II - TIBÚ EL TARRA (Volúmenes IV).). ESTUDIOS Y DISEÑOS.)

De acuerdo a lo establecido en el apéndice técnico 2_Hito II del presente contrato, para el volumen IV Estudio de suelos para diseño de fundaciones de puentes y otras estructuras de contención. Su objetivo establece: "Comprende la realización de la exploración y caracterización de los suelos en los sitios en que se ubicarán obras a lo largo del trazado, de tal manera que permitan obtener información mediante ensayos y correlaciones para estimar las principales variables del diseño de cada una de las respectivas obras".

En virtud de lo anterior, y teniendo en cuenta las dos situaciones expresadas en el oficio 031-INV-22, se propone lo siguiente:

En el formulario 1 del presente contrato para los hitos II y III se tienen pagos por una unidad de volumen por el mismo valor.

En el formulario 1 del presente contrato para los hitos II y III se tienen contratados las siguientes cantidades a ejecutar de sondeos: 22 ml de sondeos en suelo y 11 ml de sondeos en roca y/o conglomerado y/o aluviones.

Carrera 5 No 11-08 Of. 400-403 Neiva-Huila. Tel: (098) 8712808 - 3114911945
www.ingesuelosdecolombia.com – Email: gerencia@ingesuelosdecolombia.com

De acuerdo a lo establecido en el apéndice técnico de Hito II se contemplan 15 volúmenes de los informes técnicos entregables.

Para el Hito II no se proyecta ninguna obra que requiera exploración de suelo de fundación.

De acuerdo a lo establecido en el apéndice técnico de Hito III se contemplan 8 volúmenes de los informes técnicos entregables, de los cuales no contempla el desarrollo del Volumen de estudio de suelos para diseño de fundaciones de puentes y otras estructuras de contención, sin embargo, debido a la necesidad de construcción de obras de contención en el corredor vial de Astilleros Tibú (Hito III) se ejecutaron sondeos de acuerdo a las cantidades contratadas.

Por todo lo anterior, se propone que el volumen IV Estudio de suelos para diseño de fundaciones de puentes y otras estructuras de contención, se desarrolle en el Hito III en lugar del Hito II, lo cual es lo más viable técnicamente por las necesidades de cada hito, sin afectar de ninguna manera el presupuesto establecido en el contrato.

Quedamos atento a la respuesta a la solicitud planteada en el presente comunicado.

Link del drive:
https://drive.google.com/drive/u/4/folders/1AK3ZjBMuGjzykWh-565YFlwPi0s18Alf

ANEXOS

Carpeta anexos

Oficio 041-INV-22 y su radicado

Imagen 16 *Comunicado 041*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

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

El estudio de estabilidad de taludes comprende la aplicación integrada de conocimientos provenientes de distintas disciplinas como lo son la geotecnia, geología, hidrología y topografía; la base fundamental del análisis se basa en la interacción de dos tipos de fuerzas que actúan sobre el talud como sistema: las que tienden a conservar su condición de estabilidad y aquellas que tienden a modificar dicha condición.

3.7.1 Objetivo y alcances

3.7.1.1 Objetivo

De ser requerido realizar los estudios geológicos y geotécnicos tendrán como fin determinar de manera general las condiciones de estabilidad de las laderas existentes, la geometría de los taludes de corte y terraplenes, y las condiciones geotécnicas de las zonas de disposición de sobrantes.

3.7.1.2 Alcance

- De ser posible establecer de manera general las características geomecánicas de los suelos y rocas para la definición de los taludes de corte, terraplenes.

- De ser necesario plantear tipologías de propuestas de solución y atención de las zonas inestables, recomendando para cada sitio crítico, las obras de estabilización necesarias para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad y operación durante el periodo de diseño de la vía.

3.7.2 Metodología empleada

- Análisis de información de estudios anteriores
- Visitas de reconocimiento de campo, para inspección visual y determinar la
- presencia de puntos críticos.
- Planeación y ejecución de programa exploratorio.
- Análisis de la información

- Propuesta de recomendaciones y obras requeridas para taludes.

3.7.3 Trabajo de campo

La situación que se presenta en el corredor vial correspondiente al hito 2 de Tibú – El Tarra, desde el PR 00+000 hasta el PR 04+000, donde no se realizaron sondeos debido a que no se presentaban diseños de estructuras en todo el corredor vial y el personal encargado de realizar los trabajos de campo informa del temor que se presenta a la hora de ejecutar los sondeos, debido a que puede haber presencia de artefactos explosivos (minas) en el terreno o taludes a intervenir que atenten contra su vida, por consiguiente Ingesuelos de Colombia en aras de preservar la vida y seguridad de sus trabajadores informa que en ese tramo no es posible realizar sondeos en este tramo por lo cual se colocan como evidencia el oficio 217-INV-21 y su radicado el cual hace constancia sobre la realización de este volumen.

INGESUELOS de Colombia ltda CONSULTORIA	**CORRESPONDENCIA** 5-PR1-F1 Versión 3.0	**Vigencia: 17-Jun-19**

Neiva, 29 de septiembre de 2021 217-INV-21

Ingeniero
Ricardo Mancilla G.
Director de interventoría – MAB

Referencia: **Contrato de Interventoría No. 035 de 2021:** "Estudios y diseños a fase III para vías en la región del Catatumbo, para el programa Catatumbo sostenible, en el departamento de norte de Santander"

Asunto: Notificación de seguridad tramo TIBÚ - EL TARRA desde el PR 00+000 hasta el PR 04+000.

Cordial Saludo,

La presente, es para notificar a la interventoría MAB de la situación que se está presentando en el corredor vial correspondiente al hito 2 de Tibú – El Tarra, desde el PR 00+000 hasta el PR 04+000, donde el personal encargado de realizar los trabajos de campo informa del temor que se presenta a la hora de ejecutar sondeos, debido a que puede haber presencia de artefactos explosivos (minas) en el terreno o taludes a intervenir que atenten contra su vida, por consiguiente Ingesuelos de Colombia en aras de preservar la vida y seguridad de sus trabajadores informa que en ese tramo no es posible realizar sondeos en este tramo

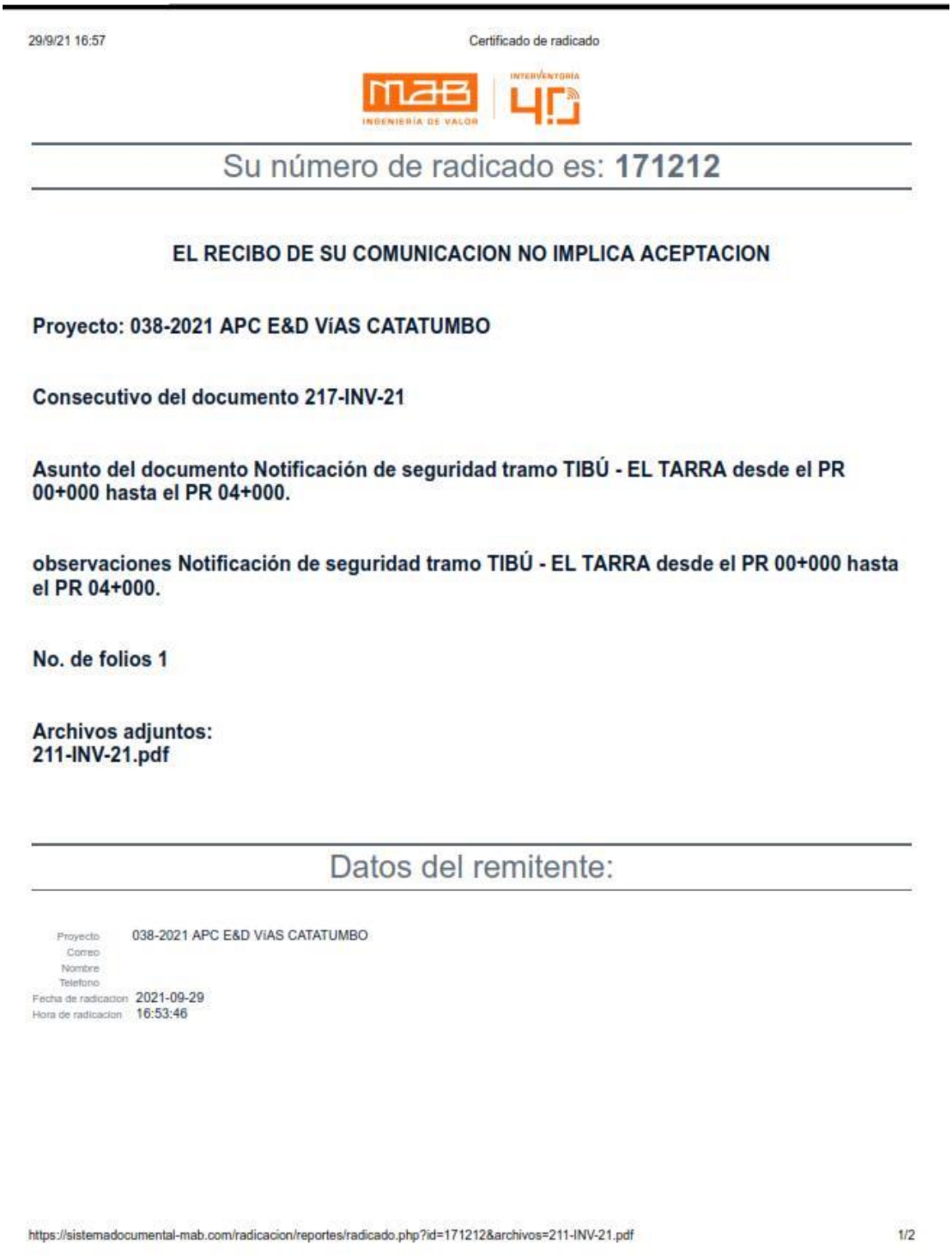
Atentamente;

MARIO TRUJILLO CALDERÓN
Gerente

Transcriptor: Javier Santos Peralta Padilla
Especialista
Verificó: Waldo Camilo Cabrera
Asistente de proyectos

Radicado - Recibido
Nombre: _____
Cédula: _____
Fecha y Hora: _____

Página **1** de **1**



29/9/21 16:57 Certificado de radicado

Su número de radicado es: **171212**

EL RECIBO DE SU COMUNICACION NO IMPLICA ACEPTACION

Proyecto: 038-2021 APC E&D ViAS CATATUMBO

Consecutivo del documento 217-INV-21

Asunto del documento Notificación de seguridad tramo TIBÚ - EL TARRA desde el PR 00+000 hasta el PR 04+000.

observaciones Notificación de seguridad tramo TIBÚ - EL TARRA desde el PR 00+000 hasta el PR 04+000.

No. de folios 1

Archivos adjuntos:
211-INV-21.pdf

Datos del remitente:

Proyecto	038-2021 APC E&D ViAS CATATUMBO
Correo	
Nombre	
Telefono	
Fecha de radicacion	2021-09-29
Hora de radicacion	16:53:46

https://sistemadocumental-mab.com/radicacion/reportes/radicado.php?id=171212&archivos=211-INV-21.pdf 1/2

Imagen 17 *Radicado 171212*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

3.7.4 Resumen de recomendaciones y obras requeridas para los taludes de corte, terraplenes y zonas de disposición de sobrantes

Según el diseño geométrico se utiliza en su totalidad la vía existente sin que exista afectación de predios, por lo tanto, no se proyectan cortes, terraplenes ni obras de contención.

A lo largo de toda la vía se proyectan cunetas.

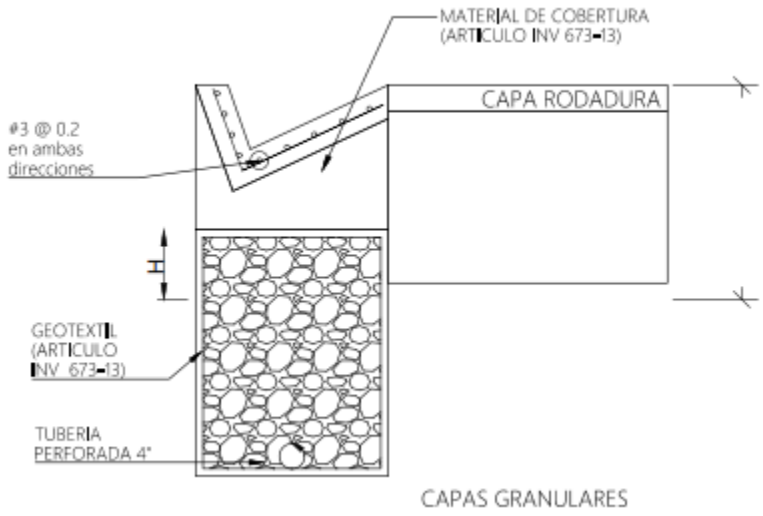


Figura 10. *Cuneta con disipador*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia*

Cantidades estimadas de obras adicionales requeridas:

- Longitud total de cunetas: 8 Km

ZODMES

Para el corredor Tibú – El Tarra se identificaron 2 lugares que se pueden utilizar para zona de disposición de sobrantes. Teniendo en cuenta que son predios privados no es posible la realización de exploración geotécnica en cada zona.

Para los Zodmes se recomiendan las siguientes especificaciones:

ÍTEM	OBSERVACIONES
Taludes	Desde 1H: 1V - 2H: 1V Perfilados y revegetalizados.
Obras de drenajes	Filtros longitudinales y transversales en la base, cunetas de corona y otras obras para el manejo de aguas.
Altura máxima	cada terraza de tres metros (3m) de altura
Bombeo de la corona	1 a 2%
Relleno	Por capas compactadas con buldócer en espesor definido con el geotecnista.

Tabla 17 *Especificaciones generales para Zodmes*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

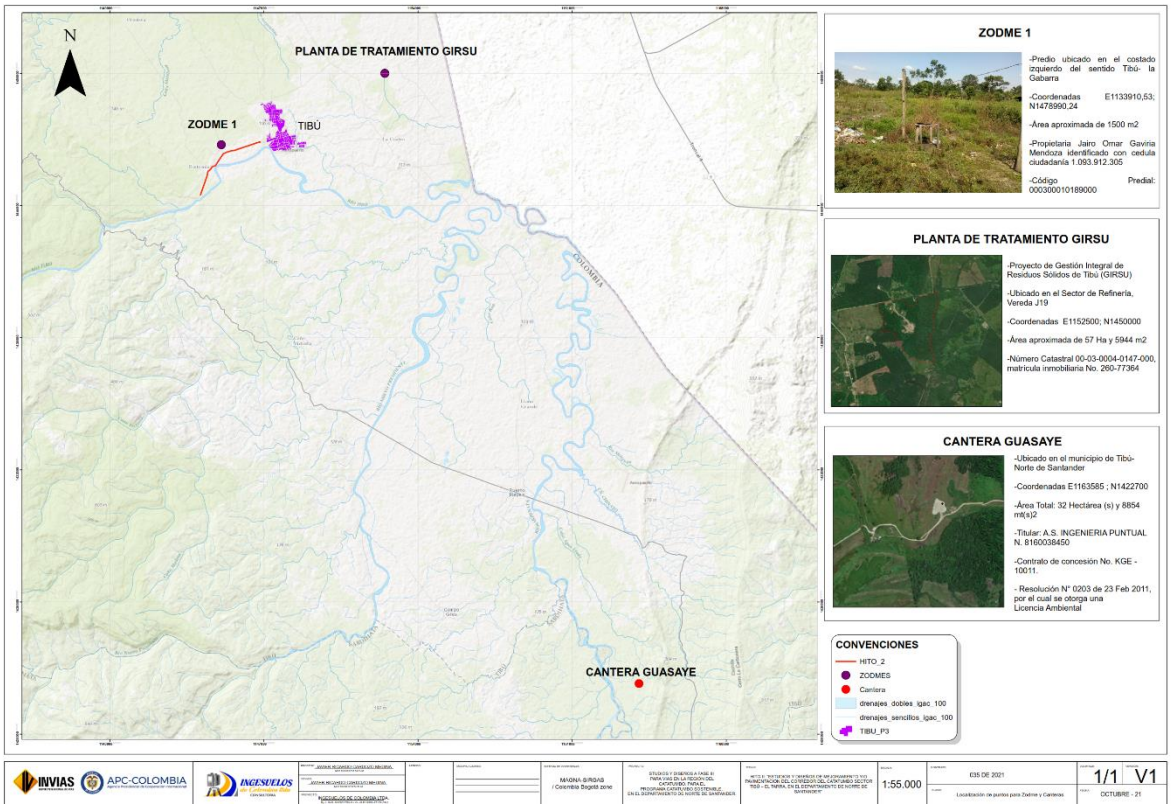


Figura 11. *Plano de Zonas Homogéneas para las vistas 1-2-3. Escala 1:1500.*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia*

El movimiento de tierras se refiere a la acción de realizar excavaciones, cortes de suelo, rellenos o nivelaciones de terrenos necesarios para ejecutar la construcción de cada uno de los componentes del proyecto, incluyendo en este caso su respectiva vía de acceso.

Para cuantificar el impacto por este aspecto el diseñador deberá contemplar lo siguiente:
- Volúmenes de material de excavación.

- El sistema de excavación a utilizar (manual o mecánico).
- Volúmenes de rellenos.
- Niveles freáticos en el área de afectación directa.
- Tipo de suelos e inclinación de los taludes.
- Interferencias con drenajes de aguas de escorrentía superficial.
- Mantenimiento de la fauna.
- Remoción de masa vegetal.

Manejo de sobrantes

Una vez determinada la cantidad de materiales sobrantes a disponer, teniendo en cuenta que los diseños deberán contemplar en lo posible la maximización del uso de cortes como rellenos para disminuir el volumen sobrante a disponer, se debe como primera alternativa estudiar la posibilidad de utilizar Zodmes ya existentes, los cuales deberán poseer las autorizaciones ambientales respectivas.

En caso de que las zonas de disposición de materiales sobrantes de excavación requieran de su implementación, ya sea por la no existencia de las mismas en zonas cercanas al área del proyecto que hagan viable desde el punto de vista técnico y económico y/o porque las existentes cercanas no posean la capacidad suficiente de disposición se deberá adecuar una nueva zona de disposición que formará parte integral del proyecto de construcción.

Cuando las características del material excavado y los escombros producidos sean compatibles con los requerimientos de la obra, se contemplar su reutilización y para el material sobrante prever su disposición en zonas autorizadas por la autoridad ambiental en caso de existir (botaderos con licencia ambiental o planes de manejo ambiental establecidos por la autoridad ambiental competente o en áreas dentro del mismo proyecto manejadas por el constructor, y avaladas por la autoridad ambiental se tuvieron en cuenta los siguientes lineamientos para seleccionar el sitio de disposición final:

- Las Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación (Zodme) se localizaron primordialmente en áreas de cárcavas, socavones, o zonas bajas que no sean áreas inundables de drenaje o alimentación de fuentes de agua superficiales o que estén en las rondas de protección ambiental de cuerpos de agua.

- En todos los casos se garantizó que la capacidad del Zodme sea mayor o igual a la producción del material de excavación y que las distancias de transporte sean las menores previendo la afectación de la vía de interconexión.

- Para la disposición de sobrantes de las excavaciones el CONTRATISTA debe solicitar y tramitar el respectivo permiso ambiental ante la autoridad competente, el cual debe ser presentado previo al inicio de la actividad, sin que esto genere costo ni tiempo adicional.

- En los Zodmes se deben evitar fallas por deslizamiento de la masa colocada y de ésta en conjunto con el terreno de fundación.

- Se debe evitar la obstrucción de nacederos y corrientes de agua o la contaminación de éstas con residuos térreos.

- Se debe evitar la disposición de materiales en áreas especiales, tales como parques naturales, zonas de reserva o áreas críticas por estabilidad.

Conformación y estabilidad de ZODME

No fue posible la caracterización de materiales en las zonas de disposición de materiales identificados a la zona y cercanos al proyecto, sin embargo, se les comunico a cada propietario de estos predios funcionales como Zodme llegando a un conjunto acuerdo la disponibilidad de los mismos para la disposición de material de la vía a intervenir.

Para la conformación y estabilidad de Zodme se requiere lo siguiente:

Descapotar previamente un espesor mínimo de 0.25 a 0.30 m para retirar la capa vegetal. Los materiales de descapote se acordonarán en el borde de la zona del botadero.

El material a depositar en el Zodme deber ser extendido en capas de máximo 30 cm y compactado con el paso del Bulldozer, se deben realizar entre 4 a 5 pasadas del equipo.

Los materiales de desecho se irán extendiendo en el área ya preparada, en capas de espesor máximo de 0.30m y compactado con el paso del Bulldozer entre 4 a 5 veces hasta lograr la compactación óptima.
Terminada la disposición de sobrantes en el área, se debe proceder a empradizar y arborizar la superficie del Zodme.

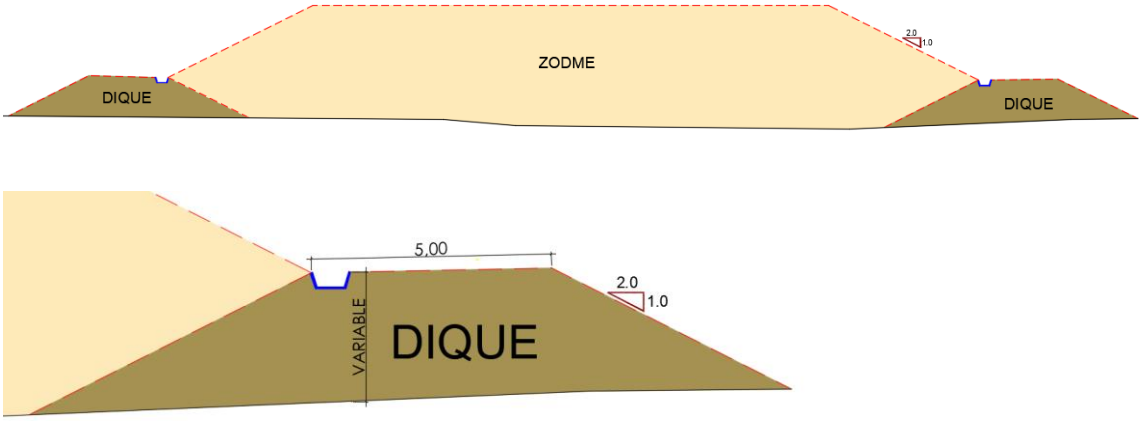


Figura 12. *Detalle de Zodme hito II*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

.

Análisis de estabilidad Zodme para condiciones estáticas

Para el caso del Zodme al realizar el análisis para la condición normal, se obtienen superficies de falla con un factor de seguridad mínimo de 1.567.

Como se muestra en la siguiente figura, siendo evidente que la sección es estable.

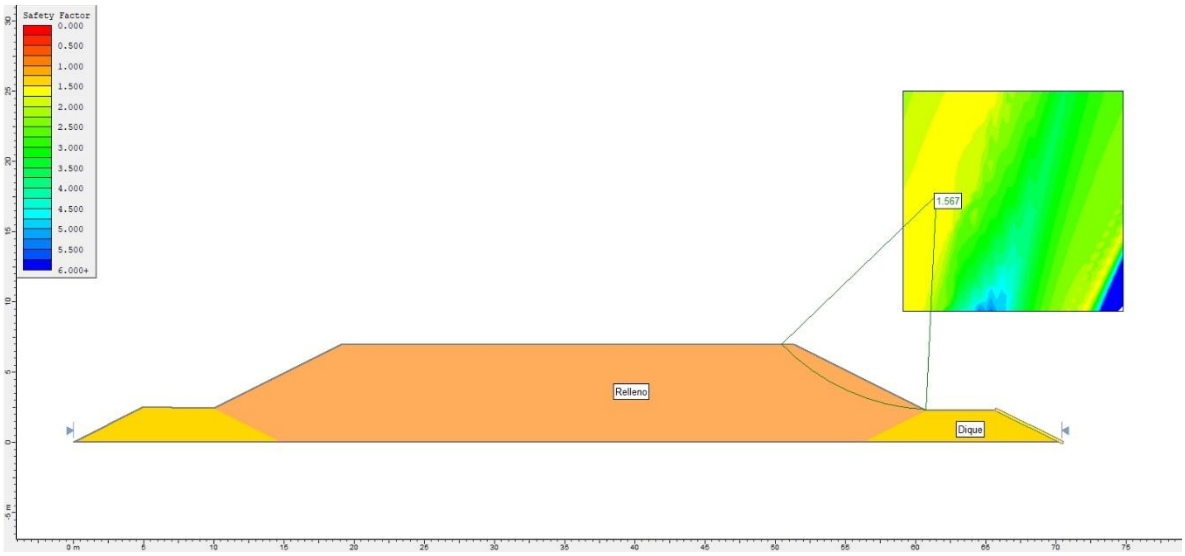


Figura 13. *Análisis de estabilidad Zodme en condiciones normales*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

Análisis para condición pseudoestática

Al realizar el análisis para la condición extrema de tener agua y sismo, para el Zodme se obtienen superficies de falla con un factor de seguridad mínimo de 1.034. Como se muestra en la siguiente figura, siendo evidente que la sección es estable.

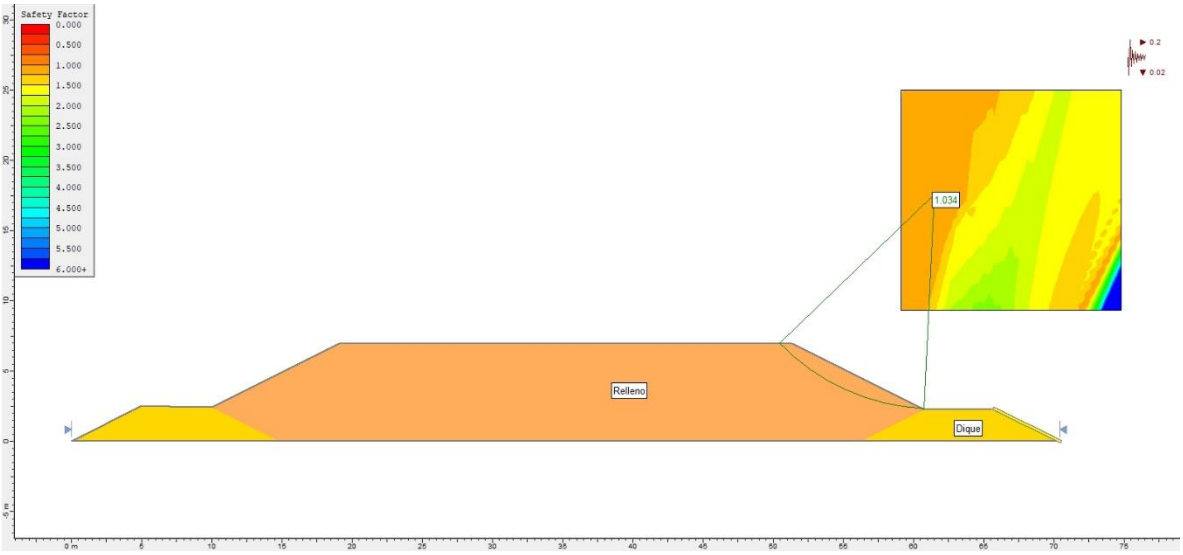


Figura 14. *Análisis de estabilidad Zodme en condiciones pseudoestática*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

Drenajes

Se deben construir un drenaje principal en la zona en donde existe un flujo de escorrentía con el propósito de evacuar las aguas de infiltración y de escorrentía a través del cuerpo del Zodme, y así mismo, garantizar su estabilidad, este drenaje está compuesto de material filtrante y tubo perforado Ø=6" que facilite eficientemente la evacuación del agua; los drenes o filtros se tapan por transporte y sedimentación de las partículas más finas del suelo, para evitar este fenómeno se deberá colocar material del filtro revestido con geotextil NT1600.

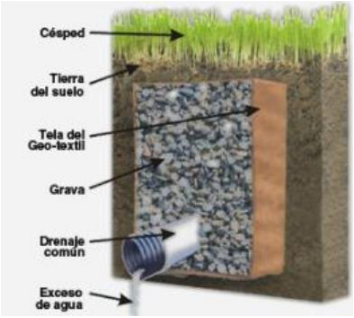


Figura 15. *Estructura del dren*

Sistemas para revegetalización

Arriba del sistema de contención se coloca un filtro de geotextil o biomanto, se rellena con suelo y se siembra la barrera de vegetación.

Propagación vegetativa con rizoma (cespedón)

El rizoma es una estructura especializada del tallo, en la cual el eje principal crece horizontalmente, justo abajo o sobre la superficie del suelo tal como el pasto kikuyo, el pasto puntero, el pasto liendre de puerco, el pasto pelo de burro, el trébol, el pasto brachiaria y el pasto trenza. En estas especies, el tallo aparece segmentado por la
presencia de nudos y entrenudos.

En cada uno se inserta una vaina de aspecto foliar que envuelve al tallo y que al expandirse forma el follaje de la planta. En las cercanías del nudo se desarrollan raíces adventicias y puntos de crecimiento lateral, dirigidos horizontalmente, formando grupos continuos de plantas de aspecto semejante a tapetes o almohadillas.

Para la propagación vegetativa, estos tapetes se separan manual o mecánicamente, técnica conocida con el nombre de cespedón.

3.7.5 Conclusiones y recomendaciones

- La situación que se presenta en el corredor vial correspondiente al hito 2 de Tibú – El Tarra, desde el PR 00+000 hasta el PR 04+000, donde no se realizaron sondeos debido a que no se presentaban diseños de estructuras en todo el corredor vial y el personal encargado de realizar los trabajos de campo informa del temor que se presenta a la hora de ejecutar los sondeos, debido a que puede haber presencia de artefactos explosivos (minas) en el

terreno o taludes a intervenir que atenten contra su vida, por consiguiente Ingesuelos de Colombia en aras de preservar la vida y seguridad de sus trabajadores informa que en ese tramo no es posible realizar sondeos en este tramo por lo cual se colocan como evidencia el oficio 217-INV-21 y su radicado el cual hace constancia sobre la realización de este volumen.

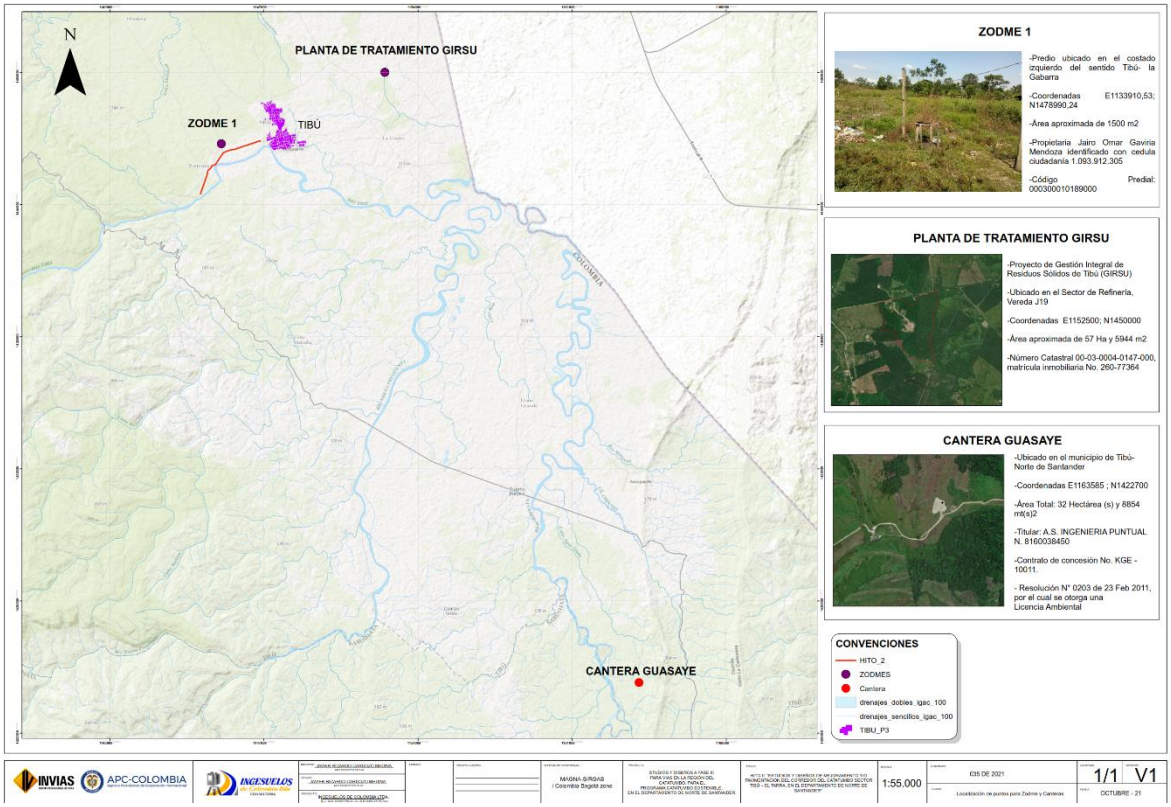
- De acuerdo con la caracterización sísmica se adopta para la modelación un coeficiente de diseño Aa = 0.2.

- Durante el reconocimiento de campo se identificaron problemas relacionados con procesos erosivos ocasionado generalmente por el mal manejo de aguas de escorrentía por lo que es indispensable la construcción de obras de drenaje longitudinal en ambos costados de la vía.

- Para los Zodmes se recomiendan las siguientes especificaciones:

ÍTEM	***OBSERVACIONES***
Taludes	*Desde 1H: 1V - 2H: 1V Perfilados y revegetalizados.*
Obras de drenajes	*Filtros longitudinales y transversales en la base, cunetas de corona y otras obras para el manejo de aguas.*
Altura máxima	*cada terraza de tres metros (3m) de altura*
Bombeo de la corona	*1 a 2%*
Relleno	*Por capas compactadas con buldócer en espesor definido con el geotecnista.*

- No fue posible la caracterización de materiales en las zonas de disposición de materiales identificados a la zona y cercanos al proyecto, sin embargo, se les comunico a cada propietario de estos predios funcionales como Zodme llegando a un conjunto acuerdo la disponibilidad de los mismos para la disposición de material de la vía a intervenir.



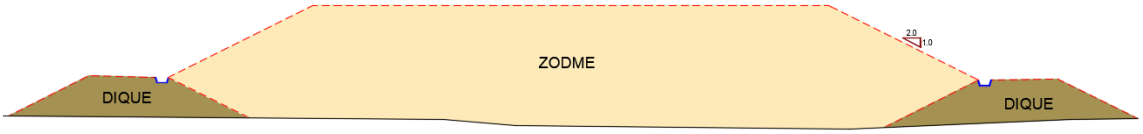
- Para la conformación y estabilidad de Zodme se requiere lo siguiente:

  Descapotar previamente un espesor mínimo de 0.25 a 0.30 m para retirar la capa vegetal. Los materiales de descapote se acordonarán en el borde de la zona del botadero.

  El material a depositar en el Zodme deber ser extendido en capas de máximo 30 cm y compactado con el paso del Bulldozer, se deben realizar entre 4 a 5 pasadas del equipo.

  Los materiales de desecho se irán extendiendo en el área ya preparada, en capas de espesor máximo de 0.30m y compactado con el paso del Bulldozer entre 4 a 5 veces hasta lograr la compactación óptima.
  Terminada la disposición de sobrantes en el área, se debe proceder a empradizar y arborizar la superficie del Zodme.

CRA 5 No. 11-08 OF 400 Neiva - Huila – Colombia TEL: 098-8712808-8721721 Cel. 311 491 1945
www.ingesuelosdecolombia.com E-mail: gerencia@ingesuelosdecolombia.com



- Para el caso del Zodme al realizar el análisis para la condición normal, se obtienen superficies de falla con un factor de seguridad mínimo de 1.567 y en condiciones pseudoestáticas se obtiene un factor de seguridad de 1.034. garantizando la estabilidad general a largo plazo.

- Es necesario que en el proceso constructivo se cuente con la asesoría y supervisión de un Geotécnista para establecer parámetros geotécnicos en la construcción y que estos sean consistentes con los de la etapa de diseño. Los parámetros geotécnicos fueron obtenidos con razonable precisión.

3.8 VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO.

Para el estudio geotécnico de pavimento de la vía se requiere de una compleja estrategia de mejoramiento que obedece principalmente a las necesidades de la comunidad y a las necesidades estructurales de la vía, la cual necesita ser construida para un periodo de diseño de 15 años, teniendo en cuenta las condiciones geotécnicas del terreno y el estudio de tránsito empleado.

El objetivo de este estudio es poder diseñar una estructura económica capaz de absorber eficientemente los esfuerzos y deformaciones generadas por el transito durante el periodo de diseño.

Según la extensión del tramo y sus características geotécnicas y de tránsito, se obtuvieron dos unidades de diseño, así como también un número de ejes equivalente (N) respectivamente.

El pavimento se diseñará por el método AASHTO y se validará por el método racional.

3.8.1 Objetivos

3.8.1.1 Objetivo General

Con base en la información obtenida para los estudios y en los trabajos complementarios realizados dentro de la exploración geotécnica, identificar, analizar y evaluar mediante guías, ensayos y metodologías, los requerimientos necesarios para determinar los diseños tanto para estructuras de pavimentos para las diferentes soluciones a las problemáticas presentadas en todos los puntos críticos encontrados, para la construcción de un tramo vial de 4000 m que está comprendido en el corredor Tibú – El Tarra del municipio de Tibú del departamento de Norte de Santander.

3.8.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar mediante técnicas de exploración y muestreo los materiales que conforman la sub-rasante en todo el corredor del proyecto, esto basado en ensayos de laboratorio en el que se analizan las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

- Determinar por medio de ensayos de Penetración Dinámico de Cono (PDC) los CBR (California Bearing Ratio) que servirá de parámetro para el diseño de la estructura de pavimento.
- Definir mediante la estratigrafía y resistencia de los resultados del PDC la identificación de tramos homogéneos para el análisis de las unidades de diseño.
- Determinar las condiciones geotécnicas del terreno por medio de ensayos y análisis del suelo.
- Por medio de apiques caracterizar la subrasante y las capas del terreno.
- Evaluar el tránsito, volumen y las cargas a las que el pavimento será sometido durante el periodo de diseño.
- Determinar los espesores de las capas del pavimento, por medio del método de la AASHTO.
- 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.

3.8.2 Alcance

El proyecto comprende el diseño de la estructura de pavimento flexible por el método AASHTO, validado por el método Racional del tramo Tibú – El Tarra en el departamento de Norte de Santander. Los lineamientos que se consideran para el diseño corresponden a los consignados en los manuales de diseño de pavimentos del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), para la realización de los estudios de suelos, tránsito y la caracterización de la subrasante, se realiza por medio de las exploraciones geotécnicas y del tránsito argumentadas en el Volumen I (Estudio de Tránsito).

3.8.3 Metodologías a empleados.

Para el diseño de las estructuras de pavimento, se realiza dos unidades de diseño que corresponden a dos estructuras, este proceso se realiza para que aquellos lugares que poseen características similares posean una estructura de pavimento semejante, a continuación, se presentan algunas de las variables analizadas.

3.8.3.1 Investigación geotécnica

Se realizaron 5 apiques, con dimensiones aproximadas de 0,60m x 0,50m con una profundidad mínima de 1,5m a partir de la cota rasante de la vía existente. Una vez realizada la excavación y recuperadas las muestras de cada estrato, se realiza el relleno y compactación con el fin de dejar el terreno en las condiciones iniciales.

Estos apiques tienen por objeto identificar la estructura existente, espesores de las capas y/o estratos, la calidad de sus materiales.

A continuación, se muestra la metodología para el muestreo y exploración geotécnica en general para obtener buenos resultados de laboratorio.

3.8.3.2 MÉTODO AASHTO

El método AASHTO para el diseño de pavimentos flexibles, se basa primordialmente en identificar un "número estructural (SN)" para el pavimento, que pueda soportar el nivel de carga solicitado.

Para determinar el número estructural, el método se apoya en una ecuación que relaciona los coeficientes, con sus respectivos números estructurales, los cuales se calculan con ayuda de un software, (AASHTO 93) el cual requiere unos datos de entrada como son el número de ejes equivalentes, el rango de serviciabilidad.

3.8.3.3 MÉTODO RACIONAL PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

El método racional consiste en asumir unos espesores para cada una de las capas de la estructura del pavimento. A partir del módulo resiliente y los espesores asumidos, se caracterizan dichas capas.

El método racional, al igual que el método de la AASHTO, se apoyan en modelos computacionales, para determinar las deformaciones de la estructura del pavimento ante las cargas de diseño. Para el método racional se usará el método de la SHELL, mediante el software CEDAP y se compararán los resultados obtenidos, con las leyes de fatiga.

3.8.4 Tipo de ensayos de laboratorio realizados.

Los resultados de todos los ensayos y clasificación para identificar las condiciones del suelo a lo largo del corredor del proyecto fueron realizados de acuerdo con las normas vigentes de ensayo de materiales del instituto nacional de vías INVIAS.

Normatividad:

ENSAYO	NORMA No
Análisis Granulométrico	ASTM D 422-63 – AASHTO T 88 INV E 106-13; INV E 123-13

Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en suelo, roca y Mezcla de suelo agregado	ASTM 2216 y/o I.N.V.E 122-13
Relaciones de peso unitario – Humedad en los suelos	I.N.V E – 141 y/o ASTM D 698
Determinación de límites Atterberg	ASTM D 4318 – AASHTO T 89-90 INV E 125-13; INV E 126-13; INV E 127-13
Determinación del CBR	ASTM 4429 y/o I.N.V.E 169
Clasificación de suelos (SUCS)	ASTM D 2487 y/o I.N.V.E 181
Clasificación de suelos (AASHTO)	AASHTO M145-91 y/o I.N.V.E 180
Penetración Estándar (SPT)	ASTM D 1586 y/o I.N.V.E 111-13
Penetración Dinámica (DCP)	ASTM D-6951 y/o INV E–172–07
Densidad	ASTM D 698 y/o I.N.V.E 141-13.

Tabla 18 *Normatividad vigente ensayos de suelos*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

3.8.5 Fuente de materiales

Debido a que en la zona cerca al Proyecto existen canteras y plantas de asfalto, se opta por hacer uso de estas con la finalidad de optimizar los recursos disponibles del Proyecto.

Dentro de esta área se cuenta con sitios de explotación de materiales granulares que se pueden suministrar al constructor según su requerimiento. La verificación del cumplimiento del material estará a cargo del ejecutor, así mismo con las exigencias solicitadas por las especificaciones de INVIAS.

A continuación, se relaciona los sitios y materiales encontrados, así mismo se *anexa* a este documento (***ver anexo 4 de volumen VI***), las características de cada material basados en los ensayos realizados en laboratorio:

Cantera: Guasaye

Distancia a sitio de obra: 81km

Materiales: Base-Granular, Sub-base Granular.

Material Certificado: *Si*

Cantera: Campo tres

Distancia a sitio de obra: 57.7km

Materiales: Base-Granular, Sub-base Granular.

Material Certificado: *No*

3.8.6 CBR DE DISEÑO

3.8.6.1 Determinación de CBR de diseño

Los CBR se realizaron por medio del ensayo de Penetración Dinámico de Cono (PDC) con el que se relacionó los valores de resistencia In-Situ tales como el CBR (California Bearing Ratio). Los resultados están representados en el anexo 1 (CBR a partir del PDC mediante el software UK DCP 3.1).

Se ordenaron de menor a mayor los valores de CBR del tramo y para cada valor se determinó el número total mayores e iguales expresado en porcentaje, realizando la gráfica de CBR vs porcentaje de valores.

3.8.6.2 Percentil (Instituto de Asfalto)

3.8.6.3 Unidad de diseño N° 1

ABSCISA	CBR %	CBR % Ordenados	CANTIDA CBR >=	PERCENTIL
PR 00+500	17.9	17.9	1	7.7
PR 00+500	8.3	15	2	15.4
PR 00+800	8	14.7	3	23.1
PR 01+500	14.7	9	4	30.8
PR 01+500	7.4	8.3	5	38.5
PR 02+500	7.3	8	6	46.2
PR 02+500	5.1	7.9	7	53.8
PR 03+200	15	7.4	8	61.5
PR 03+500	2.7	7.3	9	69.2
PR 03+500	2.1	5.9	10	76.9
PR 04+000	9	5.1	11	84.6
PR 04+500	7.9	2.7	12	92.3
PR 04+500	5.9	2.1	13	100.0

Tabla 19 *CBR percentil (Instituto de asfalto)*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

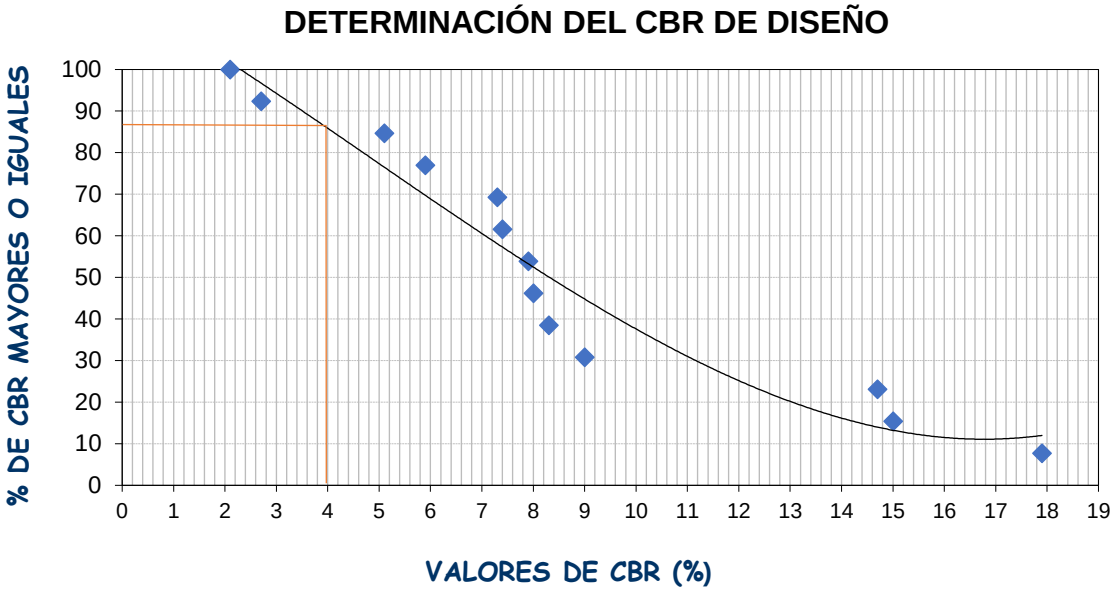


Figura 16. *CBR de diseño unidad 1*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

Tomando el percentil para determinar el CBR de diseño, que de acuerdo con el estudio de tránsito que nos arroja un N° de ejes equivalentes de 4.34x106 tenemos una variable de 87.5%, Lo que indica la figura que tenemos un CBR de diseños en esta de 4%.

3.8.6.4 Análisis de sensibilidad CBR

De acuerdo al análisis realizado, se determina que el CBR de diseño de una estructura de pavimentos, la metodología más acorde es la del Instituto de asfalto, metodología utilizada con el percentil de diseño.

CRITERIO DE LA MEDIA	% CBR DE DISEÑO
	Tramo A
PERCENTIL (87.5%)	4
PROMEDIO ARITMÉTICO	8.6

CRITERIO DE LA MEDIA	4.49

Tabla 20 *CBR de diseño para cada tramo homogéneo teniendo en cuenta las metodologías en estudio*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

3.8.7 PAVIMENTO (Unidad de diseño "1")

3.8.7.1 Parámetros de diseño del pavimento

De acuerdo a lo obtenido en los estudios geotécnicos y de Transito se obtienen los siguientes datos:

- CBR DISEÑO = 4.0 %
- N Ejes equivalentes a 8,2 ton = $4.34x10^6$

3.8.7.2 Capa de subrasante del pavimento

El módulo de resiliencia de la subrasante es una medida de la rigidez del suelo de la subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación que correlaciona el módulo con el valor de CBR, recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide): De acuerdo al análisis del estudio geotécnico se obtuvo un CBR = 4.0%, por correlación calculamos el módulo resistente de la subrasante.MR = 2555 * $CBR^{0,64}$

MR = 2555 * $CBR^{0,64}$
MR = 436.22 Kg/cm2
MR = 6204.53 PSI
Otros parámetros necesarios para el diseño nuevo:

- Índice de serviciabilidad inicial Iso = 4,2
- Índice de serviciabilidad final Isf = 2,0
- Coeficiente de desviación S0 = 0,45
- Nivel de confianza = 90%
- Coeficiente de drenaje Sub-base = 0,95
- Coeficiente de drenaje Base = 0,95

- N. ejes equivalentes = $7.43x10^5$

3.8.7.3 Número estructural requerido

DATOS BÁSICOS PARA EL CÁLCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		
Número previsto de ejes equivalentes de 18,000 lb (18kips=8,2tn), a lo largo del periodo de diseño, $N_{8,2t}$	**7.43E+05**	
Valor de la desviación normal estándar asociado al nivel de confiabilidad con el que se desea diseñar el pavimento, Z_r, en función del nivel de confianza.	**90%**	**-1.282**
Desviación estándar, S_o	**0.45**	
Índice de servicio inicial, P_o	**4.20**	
Índice de servicio final, P_t	**2.00**	
ΔISP	**2.20**	
Módulo de resiliente de la capa sobre la cual se apoya el pavimento (PSI), **Mr**	**15722.00**	
$Log\ N_{8,2t} = Z_r \cdot S_o + 9{,}36 \cdot Log(SN+1) - 0{,}20 + (Log(\Delta ISP/(P_o - 1{,}5))/(0{,}40+(1094/(SN+1)^{5{,}19})) + 2{,}32 \cdot Log(Mr) - 8{,}07$		
Número estructural calculado para el transito de diseño	***2.44***	

Kg/cm² => PSI	500	*7,112*
Kg/cm³ => PCI	3	*108*

Número estructural SN	***Log $N_{8,2t}$***	***$N_{8,2t}$***	***CHEQUEO***
2.44	***5.871***	***7.44E+05***	***O K***

Figura 17. *Numero estructural requerido*
Fuente: *AASHTO 93*

3.8.7.4 Dimensionamiento de la estructura propuesta para el pavimento



Figura 18 *Estructura propuesta unidad de diseño "1" MDC 19*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

3.8.7.5 Número estructural calculado

Para el cálculo de los números estructurales de las capas se emplea la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Dónde

SN = Numero Estructural

$D_{1,2,3}$ = Espesores de capas asfálticas, Base y Sub-base respectivamente (Pulg)
a_i = Coeficiente estructural de capa i, dependiente de su módulo
m_i = Coeficientes de drenaje para capas no estabilizadas, dependiente del tiempo requerido para drenar y del tiempo en que la humedad se encuentre en niveles cercanos a la saturación

El número estructural calculado con el dimensionamiento de la estructura propuesta arrojó el siguiente valor:

Capa	Espesor (cm)	Espesor (in)	Coeficiente de capa ai	Coeficiente de drenaje mi	SN calculado
Carpeta Asfáltica	15	5,90	0,29	1	1,71
Base Granular	25	9.84	0,17	0,95	1,59
Sub-base Granular	30	11.81	0,10	0,95	1,12
TOTAL					**4,42**

Tabla 21 *Numero Estructural Calculado*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

El cual es ligeramente mayor al requerido, por lo tanto, se espera que el pavimento tenga un buen desempeño durante la vida de servicio.

3.8.8 PAVIMENTO (Unidad de diseño "2")

3.8.8.1 Parámetros de diseño del pavimento

De acuerdo a lo obtenido en los estudios geotécnicos y de Transito se obtienen los siguientes datos:

- CBR DISEÑO = 4.0 %
- N Ejes equivalentes a 8,2 ton = $4.34*10^6$

3.8.8.2 Capa de subrasante del pavimento

El módulo de resiliencia de la subrasante es una medida de la rigidez del suelo de la subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación que correlaciona el módulo con el valor de CBR, recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide): De acuerdo al análisis del estudio geotécnico se obtuvo un **CBR = 4.0%**, por correlación calculamos el módulo resistente de la subrasante.

MR = $2555 * CBR^{0,64}$

MR = 436.22 Kg/cm^2

MR = 6204.53 PSI

Otros parámetros necesarios para el diseño nuevo:

- Índice de serviciabilidad inicial Iso = 4,2
- Índice de serviciabilidad final Isf = 2,0
- Coeficiente de desviación S0 = 0,45
- Nivel de confianza = 90%
- Coeficiente de drenaje Sub-base = 0,95
- Coeficiente de drenaje Base = 0,95
- N. ejes equivalentes = $4.34x10^6$

3.8.8.3 Número estructural requerido

DATOS BÁSICOS PARA EL CÁLCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	
Número previsto de ejes equivalentes de 18,000 lb (18kips=8,2tn), a lo largo del periodo de diseño, $N_{8,2t}$	**4.34E+06**
Valor de la desviación normal estándar asociado al nivel de confiabilidad con el que se desea diseñar el pavimento, Z_r, en función del nivel de confianza.	**90% -1.282**
Desviación estándar, S_o	**0.45**
Índice de servicio inicial, P_o	**4.20**
Índice de servicio final, P_t	**2.00**
ΔISP	**2.20**
Módulo de resiliente de la capa sobre la cual se apoya el pavimento (PSI), **Mr**	**6204.54**
$Log\ N_{8,2t} = Z_r \cdot S_o + 9{,}36 \cdot Log(SN+1) - 0{,}20 + (Log(\Delta ISP/(P_o-1{,}5))/(0{,}40+(1094/(SN+1)^{5{,}19})) + 2{,}32 \cdot Log(Mr) - 8{,}07$	
Número estructural calculado para el transito de diseño	***4.38***

Kg/cm^2 => PSI	500	*7,112*
Kg/cm^3 => PCI	3	*108*

Número estructural SN	*Log $N_{8,2t}$*	*$N_{8,2t}$*	*CHEQUEO*
4.38	*6.638*	*4.34E+06*	*O K*

Figura 19 *Número Estructural Requerido*
Fuente: *AASHTO 93*

3.8.8.4 Dimensionamiento de la estructura propuesta para el pavimento



Figura 20 *Estructura propuesta unidad de diseño "2" MDC 19*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

3.8.8.5 Número estructural calculado

Para el cálculo de los números estructurales de las capas se emplea la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Dónde

SN = Numero Estructural

$D_{1,2,3}$ = Espesores de capas asfálticas, Base y Sub-base respectivamente (Pulg)
a_i = Coeficiente estructural de capa i, dependiente de su módulo
m_i = Coeficientes de drenaje para capas no estabilizadas, dependiente del tiempo requerido para drenar y del tiempo en que la humedad se encuentre en niveles cercanos a la saturación

El número estructural calculado con el dimensionamiento de la estructura propuesta arrojó el siguiente valor:

Capa	Espesor (cm)	Espesor (in)	Coeficiente de capa ai	Coeficiente de drenaje mi	SN calculado
Carpeta Asfáltica	16	6,29	0,22	1	1,39
Base Granular	30	11.81	0,17	0,95	1,907
Sub-base Granular	30	11.81	0,10	0,95	1,12
TOTAL					**4,42**

Tabla 22 *Numero Estructural Calculado*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

El cual es ligeramente mayor al requerido, por lo tanto, se espera que el pavimento tenga un buen desempeño durante la vida de servicio.

3.8.9 VALIDACIÓN POR EL MÉTODO RACIONAL

3.8.9.1 Unidad de diseño "1"

3.8.9.1.1 Modelación de la estructura de Pavimento

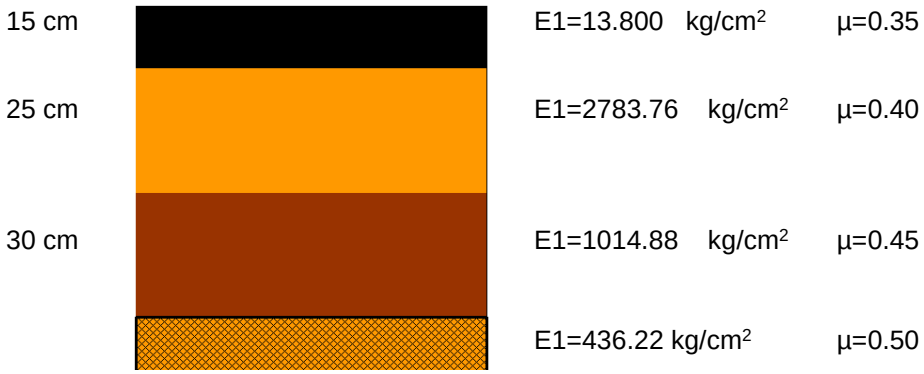


Figura 21 *Modelación de la estructura de pavimento unidad de diseño "1"*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

3.8.9.1.2 Cuadro comparativo

PARAMETRO	ADMISIBLE	CALCULADO	F.S.	OBSERVACION
Deformación por tracción (μm/m)	4.431E-04	2,400E-04	1,84	CUMPLE
Deformación por compresión (μm/m)	4.601E-04	3,130E-04	1,46	CUMPLE
Esfuerzo por compresión (MPa)	4.863E-02	1,509E-02	3,22	CUMPLE
Deflexión en la Superficie del Pavimento (1/100) mm	8.385E-01	5,661E-01	1,48	CUMPLE

Tabla 23 *Parámetros admisible Vs calculados*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

3.8.9.2 Unidad de diseño "2"

3.8.9.2.1 Modelación de la estructura de Pavimento

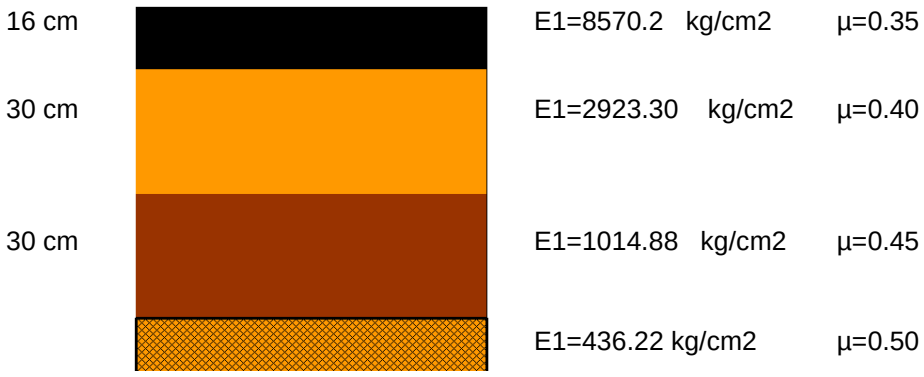


Figura 22 *Modelación de la estructura de pavimento unidad de diseño "2"*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

3.8.9.2.2 Cuadro comparativo

PARAMETRO	ADMISIBLE	CALCULADO	F.S.	OBSERVACION
Deformación por tracción (µm/m)	5.027E-04	2,480E-04	2,02	CUMPLE
Deformación por compresión (µm/m)	4.601E-04	2,830E-04	1,62	CUMPLE
Esfuerzo por compresión (Kg/cm^2)	4.959E-01	1,366E-01	3,63	CUMPLE
Deflexión en la Superficie del Pavimento (1/100) mm	8.385E-01	5,485E-01	1,53	CUMPLE

Tabla 24 *Parámetros admisible Vs calculados*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia 2021*

3.8.10 Conclusiones y recomendaciones

- Se logró diseñar una estructura económica capaz de absorber eficientemente los esfuerzos y deformación generadas por el tránsito durante el periodo de diseño.

- El número de ejes equivalentes de 8.2 ton es de 4.34x106 de acuerdo al estudio de tránsito (Anexo 7).

- El periodo de diseño es de 15 años, lo que supone que el pavimento tendrá un buen comportamiento durante este periodo, sin embargo, eso es netamente teórico lo que induce a pensar que efectivamente el pavimento tendría un buen comportamiento con un buen proceso constructivo que garantice alcanzar las variables de diseño, también un apropiado mantenimiento rutinario y periódico como también un buen mantenimiento de las estructuras de drenaje.

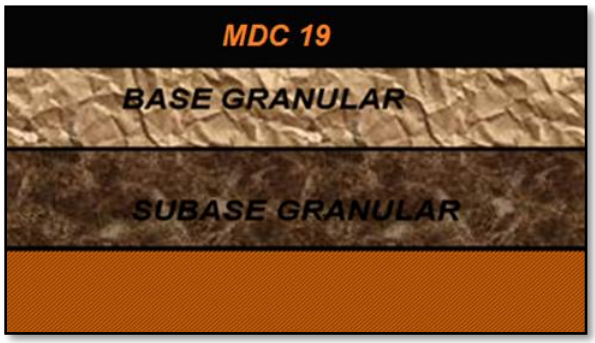
- Se propone una unidad de diseño de acuerdo a las características geotécnicas y la resistencia evaluada con el PDC, a lo largo del tramo vial, teniendo en cuenta la homogeneida en su estratigrafía y resistencia.

- Se determinó un %CBR de diseño es de 4.0%, el criterio utilizado para el CBR de diseño fue el del intituto de asfálto, basados en un análisis sensibilidad se determina que es la metodología más acorde. Adicionalmente soportado en el estudio “Análisis de las distintas metodologías de CBR de diseño para el cálculo de espesores en pavimentos flexibles”.

- El diseño de pavimentos plantea dos alternativas estructurales en todo su corredor, como se muestran a continuación:

Alternativa 1

DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA PROPUESTA



15 cm

25 cm

30 cm

Alternativa 2

DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA PROPUESTA



16 cm

30 cm

30 cm

- La consultoría Ingesuelos de Colombia Ltda. recomienda adoptar la alternativa N°1 MDC 19, ya que cuenta con mejores características técnicas cómo el módulo dinámico y ley de la fatiga.

- El contratista antes de iniciar la construcción de pavimento debe realizar el ensayo de módulo dinámico de la mezcla asfáltica, así mismo antes de iniciar el proceso constructivo se debe garantizar que el módulo dinámico de la mezcla asfáltica a utilizar sea cómo mínimo el adoptado en el diseño de la estructura con la temperatura respectiva, por lo mismo se recomienda que se realice el ensayo respetivo para su comprobación, en caso de ser inferior realizar los ajustes correspondientes.

- Teniendo en cuenta los ensayos de CBR obtenidos han sido de materia aleatoria se recomienda que el constructor durante el proceso constructivo obteniendo la capa de subrasante definitiva, realice unos ensayos de CBR de inmersión con el propósito de evaluarlos con el CBR de diseño que sirvió

de base para el diseño estructural y en caso de alguna variación realizar los ajustes correspondientes.

- La cantera Guasaye que suministra el material de base y subbase granular del corredor vial Tibú – El Tarra, es una cantera licenciada y se encuentra a una distancia de 43 km aproximadamente.

- El criterio utilizado para el CBR de diseño fue el del instituto de asfálto, basados en un análisis sensibilidad se determina que es la metodología más acorde. Adicionalmente soportado en el estudio “Análisis de las distintas metodologías de CBR de diseño para el cálculo de espesores en pavimentos flexibles”.

- El contratista antes de iniciar la construcción de pavimento debe realizar el ensayo de módulo dinámico de la mezcla asfáltica, asi mismo antes de iniciar el proceso constructivo se debe garantizar que el módulo dinámico de la mezcla asfáltica a utilizar sea cómo mínimo el adoptado en el diseño de la estructura con la temperatura respectiva, por lo mismo se recomienda que se realice el ensayo respectivo para su comprobación, en caso de ser inferior realizar los ajustes correspondientes.

- Los materiales de base y sub-base deben cumplir con las especificaciones INV320-13 y INV330-13.

- Se recomienda un buen sistema de drenaje, que funcionen de manera eficiente y evite la acumulación de agua que puede afectar la resistencia de los suelos y por ende del paquete estructural.

- Se recomienda el mantenimiento periódico de las obras de drenaje y subdrenaje que se destina a recibir el agua acumulada por las precipitaciones con fin de evitar la colmatación que provocaría el deterioro de la estructura vial.

- Para conservar el periodo de diseño del pavimento se recomienda realizar actividades de mantenimientos periódicos y rutinarios de pavimentos asfalticos como lo indican en el manual de mantenimientos de INVIAS del 2016 volumen II.

- Se puede concluir según los resultados de laboratorio que, para las muestras tomadas en el corredor vial, su clasificación en los estratos superiores son suelos granulares (Gravas y arenas) a partir de los 45 cm de profundidad excepto en el punto de exploración K03+000 y K04+000, a partir de la profundidad mencionada encontramos variedad de suelos tipo finos, limos (ML) y arcillas (CL), como también suelos granulares tipo arena limosa (SM).

- Lo suelos granulares de acuerdo al análisis puede ser parcialmente aprovechados para la construcción de terraplenes.

- No se evidencia Nivel freático en las exploraciones realizadas en este corredor vial.

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

En este capítulo se presenta el estudio en detalle de las obras de drenaje actualmente existentes sobre la vía (con el fin de evaluar la capacidad hidráulica de las mismas) y de aquellas que requieran ser construidas con el propósito de evacuar los caudales de agua generados por lluvias de diseño en tiempos de invierno, dado que la vía requiere de drenaje y conducir el agua generada por precipitaciones por medio de cunetas perimetrales localizadas a lo largo de la vía y por ende se deben proyectar y construir obras apropiadas para el correspondiente drenaje. Los drenajes transversales de las carreteras se realizan mediante alcantarillas, puentes, box, o caídas según el caso.

3.9.1 Objetivos

Efectuar los estudios hidrológicos e hidráulicos, requeridos para dimensionar las obras de drenaje mayores y menores (puentes, pontones, box coulvert, alcantarillas, cunetas, etc.), así como las de subdrenaje (filtros, trincheras, drenantes, drenes horizontales, etc.) necesarias para el proyecto del tramo vial entre el K00+000 – K04+000 en el sector Tibú- El Tarra.

Consignar 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 para realizar los respectivos análisis y diseños.

Presentar análisis climatológicos del área aferente del corredor considerando los análisis temporales y espaciales de los parámetros más relevantes entre otros precipitación, temperatura y humedad relativa, etc.

Se adjuntarán las condiciones especiales del subsuelo y aguas subterráneas.

3.9.2 Alcances

Realizar los estudios hidrológicos, climatológicos, hidráulicos y de socavación de acuerdo con los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto. Obteniendo en lo posible los registros históricos completos, y no limitarse a los últimos años. Asegurando que la serie histórica analizada presente registros de los años en que se haya presentado las mayores olas invernales en el país por los fenómenos inducidos por el cambio climático.

Con estos estudios se determinará las cuencas, subcuencas y/o drenajes que atravesará el corredor vial, analizando las características de las cuencas como son área, pendiente de la cuenca y del cauce principal, uso actual y tipo de suelo entre otros; así mismo, se calculara los caudales y se definirán de cada una, las curvas intensidad duración frecuencia (IDF) de cada una de las cuencas y/o corrientes, en especial para puntos críticos hasta el sitio aproximado de cruce y se diseñarán las obras de drenaje mayores y menores y las obras de protección necesarias para el proyecto.

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

Determinar la localización de las obras de drenaje mayores y menores y subdrenaje, como resultado del análisis de las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidráulicas y de diseño geométrico del corredor vial.
La georreferenciación, abscisado y los niveles de las obras de drenaje mayores y menores se presentarán en concordancia con las rasantes y planta del diseño geométrico.

Revisar y complementar los diseños de las obras de drenaje existentes en concordancia con el diseño geométrico del corredor vial. Adicionalmente, 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.

Evaluar la existencia de proyectos existentes en el área de influencia directa del proyecto que afecte las características hidráulicas de las corrientes de agua que atraviesen el corredor vial.

Adelantar los respectivos estudios de socavación.

3.9.3 Metodología

Los pasos adoptados para obtener los caudales de diseño, las velocidades de flujo en las corrientes, las socavaciones predecibles y en general los parámetros requeridos para organizar el drenaje vial se ajustaron al siguiente orden y metodología:

- Análisis de la información existente y adquisición de nueva información en particular en el IDEAM y en el IGAC.

- Análisis de los usos del suelo mediante la revisión de fotografías aéreas y el inventario de campo efectuado.

- Consulta de la cartografía de la zona de estudio.
- Definición, en formato digital, de las cuencas, y estimación de las áreas aferentes de cada cauce interceptado.

- Definición de zonas de drenaje y cobertura vegetal.

- Cálculos meteorológicos. Comprende la identificación de las estaciones meteorológicas de utilidad, especialmente las de aforo y precipitación, para, a partir de los registros disponibles, determinar las precipitaciones de diseño, las curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) y los hietogramas de diseño para los diferentes periodos de retorno considerados. La distribución temporal de la lluvia se asumió constante dado el reducido tamaño de las cuencas analizadas.

- Cálculo de caudales. En base a las especificaciones del Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS, las hoyas con áreas de drenaje de menos de 2.5 km2 se calcularon aplicando el Método Racional. Por su parte, las cuencas entre 2.5 y 20 km2 se examinarán en base a la aplicación de las teorías de los Hidrogramas Unitarios Sintéticos del SCS, mientras que los caudales máximos instantáneos de las hoyas hidrográficas con áreas aferentes superiores a los 20 km2 también se modelaran en base los Hidrogramas Unitarios Sintéticos del SCS, si bien ha sido precisa la aplicación del Método de Tránsito de Avenidas al fragmentarse en sub-cuencas de menor extensión.

- Los periodos de retorno aplicados derivan de la tipología y la sección de las obras de paso, siendo de 100 años para los puentes y pontones con luces

igual o mayor a 50 metros, de 10 años para las alcantarillas en tubería con diámetros de 36" o en efecto obras tipo boxcoulvert y de 5 años para cunetas.

- Cálculo de parámetros hidráulicos de las secciones de los cauces en las zonas de cruce, de utilidad para el diseño de las estructuras: alturas de lámina, anchos, velocidades, rugosidades, pendientes, etc.

- Comprobación hidráulica de estructuras de paso en cajón (box-Culverts), en tubería (alcantarillas), drenes laterales, cunetas y drenes de fondo de cunetas. Propuesta de obras hidráulicas a ejecutar para la definición de la geometría definitiva de las nuevas alcantarillas y/o cajones.

- Adicionalmente se estimaron los flujos correspondientes a las áreas laterales, se calcularon las cunetas típicas para esos tramos y los elementos típicos de drenaje superficial. Para el dimensionamiento de estos elementos, se han utilizado los caudales correspondientes a un período de retorno de 5 años.

- La identificación de los cauces interceptados por la vía y la representación de las cuencas aferentes de cada uno de ellos se realizó, en base a la información aportada por el inventario de campo realizado, sobre las planchas 1:25000 del IGAC. Sobre la restitución del tramo efectuada, y basándose en el inventario, se identificó la totalidad de obras de paso existentes actualmente en la vía.

3.9.4 Obras de drenaje

OBRAS DE DRENAJE TIPO ALCANTARILLAS							
Obra No.	ABSCISA	SECCIÓN MÍNIMA DE DISEÑO	LONG (m)	ESTRUCTURA ENTRADA	ESTRUCTURA SALIDA	COTA RASANTE (msnm)	CONDICIÓN DE OBRA
TRAMO HITO 2							
1	0+702.00	ALC. 36"	13.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	51.86	EXISTENTE
2	0+982.00	ALC. 36"	14.20	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	52.17	EXISTENTE
3	1+202.00	ALC. 36"	13.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	52.78	EXISTENTE
4	1+480.00	ALC. 36"	19.50	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	52.14	EXISTENTE
5	1+525.00	ALC. 36"	14.50	Poceta - Der	Cabezal - Izq	52.32	EXISTENTE
6	1+748.00	ALC. 36"	13.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	52.86	EXISTENTE
7	2+292.00	ALC. 36"	14.20	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	54.06	EXISTENTE
8	2+425.00	ALC. 36"	20.50	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	54.84	EXISTENTE
9	2+572.00	ALC. 36"	12.90	Poceta - Der	Cabezal - Izq	61.20	EXISTENTE
10	2+660.00	ALC. 36"	18.50	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	58.03	EXISTENTE
11	2+872.00	ALC. 36"	12.90	Poceta - Der	Cabezal - Izq	55.02	EXISTENTE
12	3+032.00	ALC. 36"	13.80	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	55.60	EXISTENTE
13	3+096.00	ALC. 36"	15.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	55.38	EXISTENTE
14	3+300.00	ALC. 36"	13.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	56.36	EXISTENTE
15	3+690.00	ALC. 36"	16.00	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	59.07	EXISTENTE
16	3+774.00	ALC. 36"	14.20	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	58.91	EXISTENTE
17	3+887.00	ALC. 36"	13.00	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	58.55	EXISTENTE

Tabla 25 *Caudales de diseño para obras de drenaje-Alcantarillas existentes*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda*

Para efectos de procurar el agua de las escorrentías en la zona del proyecto sean eficazmente evacuadas se diseñan cunetas perimetrales a la vía en diseño a lo largo de la vía.

CUNETAS PERIMETRALES				
ABSCISA		MARGEN	LONGITUD (m)	TIPO DE OBRA
DE	A			
TRAMO HITO 2				
0+000.00	0+270.00	DER-IZQ	270	CUNETA
0+270.00	0+440.00	DER-IZQ	170	CUNETA
0+440.00	0+702.00	DER-IZQ	262	CUNETA
0+702.00	0+982.00	DER-IZQ	280	CUNETA
0+982.00	1+202.00	DER-IZQ	220	CUNETA
1+202.00	1+480.00	DER-IZQ	278	CUNETA
1+480.00	1+525.00	DER-IZQ	45	CUNETA
1+525.00	1+748.00	DER-IZQ	223	CUNETA
1+748.00	2+050.00	DER-IZQ	302	CUNETA
2+050.00	2+292.00	DER-IZQ	242	CUNETA
2+292.00	2+425.00	DER-IZQ	133	CUNETA
2+425.00	2+572.00	DER-IZQ	147	CUNETA
2+572.00	2+660.00	DER-IZQ	88	CUNETA
2+660.00	2+872.00	DER-IZQ	212	CUNETA
2+872.00	3+032.00	DER-IZQ	160	CUNETA
3+032.00	3+096.00	DER-IZQ	64	CUNETA
3+096.00	3+300.00	DER-IZQ	204	CUNETA
3+300.00	3+690.00	DER-IZQ	390	CUNETA
3+690.00	3+774.00	DER-IZQ	84	CUNETA
3+774.00	3+887.00	DER-IZQ	113	CUNETA

Tabla 26. *Localización de obras de drenaje perimetral*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda*

3.9.5 Conclusiones y recomendaciones

Los pasos adoptados para obtener los caudales de diseño, las velocidades de flujo y en general los parámetros requeridos para organizar el drenaje vial se ajustaron al siguiente orden y metodología:

- Análisis de la información existente y adquisición de nueva información en particular en el IDEAM y en el IGAC.

- Definición, en formato digital, de las cuencas, y estimación de las áreas aferentes de cada uno de los tramos analizados.

- La distribución temporal de la lluvia se asumió constante dado el reducido tamaño de las áreas aferentes analizadas.

- Cálculo de caudales. En base a las especificaciones del Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS, las hoyas con áreas de drenaje de menos de 2.5 km2 se calcularon aplicando el Método Racional. Los periodos de retorno aplicados derivan de la tipología y la sección de las obras de paso, siendo de 10 años para las alcantarillas en tubería y de 5 años para las cunetas perimetrales a la vía.

- Teniendo en cuenta que los caudales considerados para el análisis hidráulico realizado a las obras de drenaje tipo alcantarillas obedecieron a los estimados en el dimensionamiento de las cunetas perimetrales, los mismos fueron ajustados asumiendo un valor adicional de 0.20 m^3/s considerando el periodo de retorno con el que fueron estimados para las cunetas y a la posibilidad de que un caudal adicional procedente de taludes escurra directamente a las estructuras de entrada de las estructuras transversales.

- Adicionalmente se estimaron los flujos correspondientes a las áreas laterales, se calcularon las cunetas típicas para esos tramos y los elementos típicos de drenaje superficial. Para el dimensionamiento de estos elementos se han utilizado los caudales correspondientes a un período de retorno de 5 años.

- En lo que respecta al estudio hidráulico de las obras, en primer lugar, a partir de los datos de las alcantarillas obtenidos en el inventario de campo realizado y de la cartografía (ubicación geográfica, sección hidráulica, longitud y cotas a la entrada y a la salida) y con base en los caudales calculados para cada cuenca aferente, se ha determinado las secciones definitivas que tendrán estas obras.

- Para determinar la validez de las alcantarillas se ha considerado una condición de altura de agua máxima a la entrada/altura de la obra igual a 1.2 (He/D=1.2). con respecto a esto se resalta que las alcantarillas con sección 600mm y/o menores fueron reemplazadas por alcantarillas de sección 900 mm.

- Adicionalmente, se realizan las siguientes recomendaciones:

- Deberán ser llevadas a cabo limpiezas adecuadas y periódicas de las estructuras de drenaje de la vía proyectada, de tal manera que no se produzcan remansos de agua que puedan ocasionar desbordes sobre las calzadas.

- Se recomienda que, en el diseño geométrico de las vías, dejar la cota de la rasante de la vía sobre las obras de drenaje tipo alcantarilla de acuerdo a las que se recomiendan en las tablas de diseño que fueron presentadas en el desarrollo del presente estudio.

- Se resalta que, para la estabilidad de la vía, el interventor podrá evaluar la necesidad de hacer más obras o de relocalizar las recomendadas a medida que se presenten cambios de construcción.

- Por último, se recomienda la construcción de las obras de aliviadero igualmente proyectadas en las tablas de diseño presentadas con el fin de evitar caudales mayores a los estimados y que por el contrario puedan aliviar hidráulicamente las cunetas generando un mejor drenaje de la vía y por consiguiente mayor seguridad.

3.10 VOLUMEN VIII. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS.

En este capítulo, se presenta un informe de los datos obtenidos de la inspección y auscultación de las estructuras existentes en el tramo de estudio de la vía Tibú – El Tarra, además de la actualización y complementación de los estudios y diseños existentes para las distintas estructuras necesarias para evitar daños tempranos que perjudiquen la vida útil de la misma.

3.10.1 Objetivos y alcances

3.10.1.1 Objetivo

Realizar la inspección y auscultación de las estructuras existentes en el tramo vial entre K00+000 y el K04+000 en el sector Tibú- El Tarra, así mismo actualizar y complementar los estudios y diseños existentes o si es necesario diseñar todas aquellas obras estructurales para evitar daños prematuros a la vía de estudio y poder cumplir con la vida útil para la cual fue diseñada; y que estas sean el resultado del trabajo integrado de las diferentes áreas de la ingeniería, que a su vez teniendo en cuenta diferentes variables (Técnicas, Ambientales, Económicas, y/o las demás que se considere), se pueda obtener la alternativa más favorable para el proyecto, en cada condición particular.

Es decir, a partir del conocimiento de todos los parámetros establecidos en los estudios requeridos como el estudio de topografía, diseño geométrico, urbanismo y basado en criterios de geología para ingeniería, criterios de impacto ambiental, y criterios de geotecnia para fundaciones, criterios hidráulicos y otras estructuras de contención, se deberán realizar los diseños estructurales de las estructuras viales complementarias, de la alternativa seleccionada.

3.10.1.2 Alcances

En el presente documento se prevé la actualización y complementación a los estudios y diseños existentes del contrato N° 2160492, no solo desde el punto de vista de diseño geométrico, sino también desde el punto de vista geotécnico, geomorfológico, de suelos y demás aspectos técnicos que permitan materializar y construir las alternativas seleccionadas.

Definir las características básicas o esenciales de las estructuras y/o obras complementarias y/o cimentación de la infraestructura necesaria para el proyecto, entendiéndose para este nivel de Fase III que se debe llegar a despieces tipo. Se deberá definir, lo siguiente:

- Longitud total, luces y tipo de estructura.
- Dimensiones de las secciones transversales típicas.
- Tipo de estribos y cimentación, anotando las dimensiones básicas.
- Longitud de accesos.
- Procedimientos constructivos.
- Metodologías de cálculo.
- Costos estimados y presupuestos.
- Planos topográficos de ubicación de estructuras con indicación de los puntos de referencia y niveles.
- Criterios de Hidrología, Hidráulica y Geotecnia que justifique la solución adoptada.
- Criterios de Diseño y Normativas

3.10.2 Normas aplicables

En el análisis y dimensionamiento de todas las estructuras, cumplirá como mínimo, con los requerimientos pertinentes establecidos en los siguientes documentos vigentes al momento de la elaboración de los estudios:

- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras emanadas del INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS.
- Código Colombiano de puentes CCP 2014.

Código de edificaciones NSR-10 o C.23 Tanques y Estructuras de ingeniería ambiental de concreto.

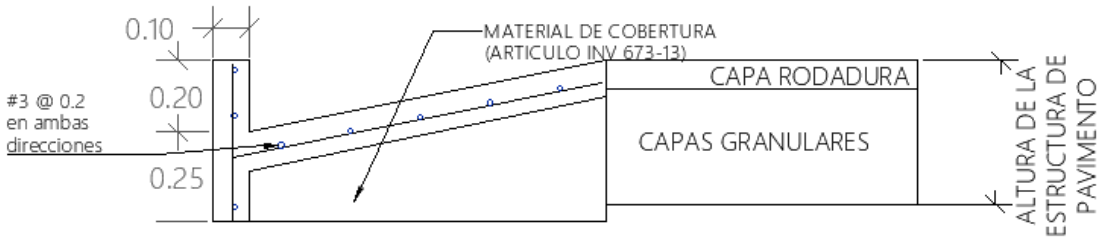
- Invias manual de servicios de consultoría para estudios y diseños, interventoría de estudios y diseños y gerencia de proyectos en Invias.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR-10
- ICONTEC

- ASTM
- AWS Asociación Americana de Soldadura Especificación AWS D1.5 Bridge Welding Code versión vigente.

Se utilizarán otras normas vigentes si es necesario para las estructuras a diseñar.

3.10.1 Descripción de las estructuras

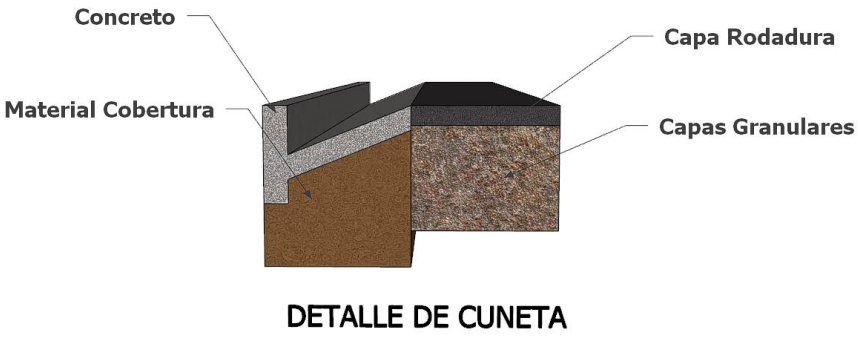
3.10.2 Cuneta



Donde el ancho de cuneta es de 1 m

El concreto es estructural por ende su resistencia es de 21 MPa

La resistencia del acero corrugado es de Fy=420 MPa



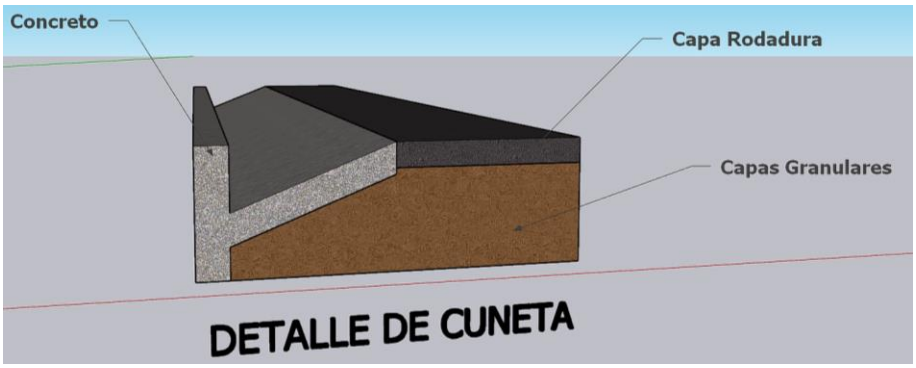


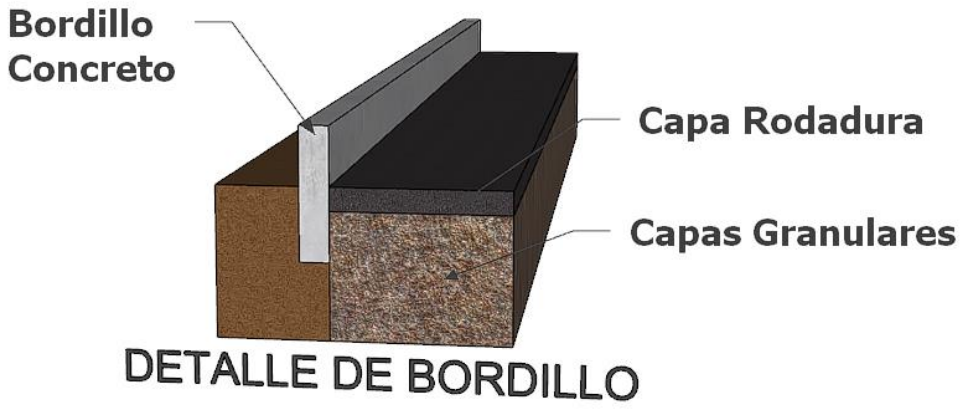
Figura 23 *Detalle de cuneta*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda*

En el tramo de estudio correspondiente a la vía que conduce de Tibú - El tarra del hito 2, se ha diseñado un elemento longitudinal, quien se encarga de recibir el agua superficial y conducirla hacia lugares donde no produzcan daños (cuneta), sus medidas se podrán verificar según los planos de detalles y se construirá in situ.

A continuación, se registra el cuadro de despiece:

DESPIECE CUNETA POR METRO LINEAL							
POSICIÓN	#	NÚM. PIEZAS	LONGITUD m	FORMA L=cm	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO kp
1	3/8"	5	0.44	44	2.20	0.56	1.23
2	3/8"	5	1.05	105	5.25	0.56	2.94
3	3/8"	8	1.00	100	8.00	0.56	4.48
				ø3/8"	15.45	0.56	8.65
Grado 60				Peso total			8.65
				Peso total con desperdicios (10.00%)			9.51

3.10.3 Bordillo



DETALLE DE BORDILLO

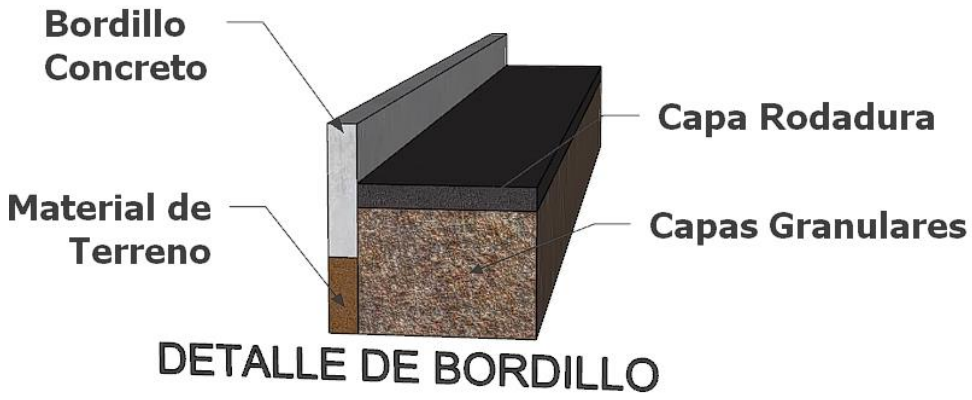
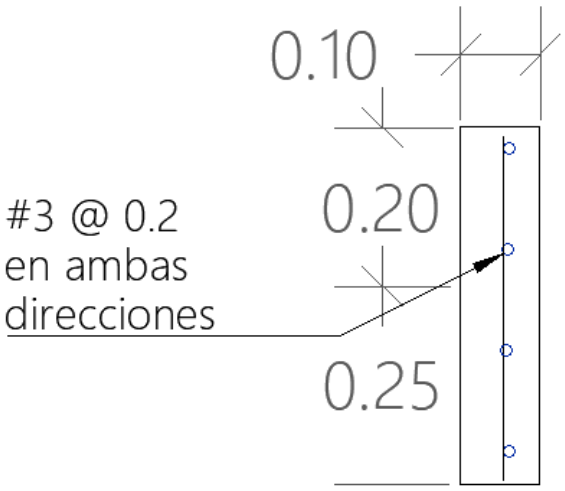


Figura 24 *Detalle de bordillo*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda*



En la vía que comunica de Tibú- a El Tarra, en el tramo que va desde el PR 00+000 hasta el PR 00+084 (justo antes del conocido popularmente puente de caño picho) se ha reducido el ancho de banca al eliminar la cuneta y la berma debido a que, el trazado existente es de este tamaño y no permite la ampliación del mismo ya que incurriría en conflictos con predios aledaños, es por esto que se ha decidido colocar en el diseño un bordillo con espesor de 10 cm y 45 cm de altura, el cual se construirá in situ y sirve para conducir de manera esporádica las aguas superficiales y confinamiento de la estructura del pavimento.

El concreto es estructural por ende su resistencia es de 21 MPa

La resistencia del acero corrugado es de Fy=420 MPa

DESPIECE BORDILLO POR METRO LINEAL

POSICIÓN	#	NÚM. PIEZAS	LONGITUD m	FORMA L=cm	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO kg
1	3/8"	5	0.44	44	2.20	0.56	1.23
2	3/8"	4	1.00	100	4.00	0.56	2.24
				Ø3/8"	6.20	0.56	3.47
Grado 60				Peso total			3.47
				Peso total con desperdicios (10.00%)			3.82

3.10.4 Estudio de alternativas

En el estudio de alternativas se dispone la construcción de cunetas en los externos de la calzada de la vía para el manejo y drenaje de aguas superficiales, estas cunetas fueron diseñadas según hidrología y basadas en el libro “Obras menores de drenaje y estructuras viales Programa Colombia Rural”.

Debido a que no hay diseños de estructuras de gran envergadura que sirvan para estabilizar taludes y demás que perjudiquen la proyección de la vía, no aplica este capítulo.

3.10.5 Conclusiones y recomendaciones

- En el tramo de estudio de la vía que comunica al Municipio de Tibú con el corregimiento de el Tarra, en el Departamento de Norte de Santander con longitud de 4 Km, desde el punto de inicio PR 00+000 hasta el PR 04+000, no se estimaron puntos críticos por ende no se realizó el diseño de grandes estructuras.

- En términos generales se requiere tomar una acción preventiva y correctiva como lo es un mantenimiento a todas las estructuras existentes, esto, para conservación y alargar la vida útil de las estructuras existentes, es de precisar que el mantenimiento es de limpieza y protección con productos de alta permeabilidad, para la conservación de los concretos expuestos a la intemperie y aumentar la dificultad de penetración del oxígeno del aire hasta la armadura.

- Durante el recorrido realizado en la zona se encontraron dieciséis (16), alcantarillas simples y una (1) doble en condiciones de deterioro normal, identificando algunos puntos importantes para mantenimientos preventivos y correctivos, para así poder prolongar la vida útil de dichas estructuras.

- Se encontraron dos (2) puentes en condiciones de deterioro normal, identificando algunos puntos importantes para mantenimientos preventivos y correctivos, para así poder prolongar la vida útil de dichas estructuras.

3.11 VOLUMEN IX. ESTUDIO Y DISEÑO DE URBANISMO Y PAISAJISMO.

En este capítulo, se presenta los aspectos que se considerarán para la evaluación y alternativas de diseño de los componentes de Urbanismo y Paisajismo que se incluirán en el diseño integral del corredor vial del Catatumbo sector Tibú – el Tarra, en el departamento de norte de Santander"

3.11.1 Objetivo y alcances

3.11.1.1 Objetivo

El Estudio de Urbanismo y Paisajismo pretende garantizar una interacción funcional entre la vía y los usuarios de esta, para el tramo vial entre PR 0+000 y el PR 4+000 de la vía que conduce de Tibú – a El Tarra identificando las dinámicas del área de influencia del proyecto, para incorporar y articular soluciones que generen conectividad, accesibilidad, seguridad, sostenibilidad del Corredor.

3.11.1.2 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.

- Se establece el potencial de interacción funcional entre la infraestructura vial objeto de diseño y los usos identificados, en cuanto a flujos de tránsito vehicular, peatonal, particularmente en zonas con alta densidad de población o actividades socioeconómicas.

- Se Identifica los posibles puntos de conflicto entre la infraestructura vial objeto de diseño y los usos identificados para cada uno de los flujos de tránsito.

- Se establecen criterios para el diseño paisajístico para los diferentes componentes de la vía, con base en las características de las unidades de paisaje regional, teniendo en cuenta disposición y arquitectura de la arborización, recomendar nuevas zonas verdes y arbóreos y de zonas (duras, blandas, verdes), puentes y otras estructuras, áreas de derecho de vía.

- Se Define y delimita el conjunto de sitios en los cuales se requiere la elaboración de diseño urbanístico paisajístico específico con criterios de sostenibilidad ambiental del lugar.

- Se Desarrollan los diseños y especificaciones urbanístico - 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.

3.11.2 Breve descripción de la información básica

Tibú Municipio de Norte de Santander ubicado en la región norte según regionalización del departamento, se halla a una distancia de 122 Km por vía terrestre al norte de la ciudad de Cúcuta. Tiene una extensión de 2696 Km y representa el 12.44% del área total del Norte de Santander. Limita al norte con la república de Venezuela, al sur con los municipios de Cúcuta, el Zulia y Sardinata, al oriente con la república de Venezuela, al occidente con San Calixto, Teorama y el Tarra.

“Esta región, tradicionalmente dominada por la selva húmeda tropical, de flora y fauna silvestres, pertenece a la cuenca del río Catatumbo que confluye en el Lago de Maracaibo en la República de Venezuela; está conformada por suaves montañas entre los 200 y los 2.000 metros de altitud en un terreno muy quebrado, con pequeños valles en las riberas de los ríos y arroyos que en gran número cruzan el territorio.

Esta región puede alcanzar unas 160.000 hectáreas; 95.000 corresponden a los resguardos Motilón Barí y Catalaura, y en su mayor parte están cubiertas por selva. Unas 30.000 hectáreas hacen parte de la zona invadida por los colonos sobre las reservas indígenas y forestales.

La precipitación pluvial es en general abundante. Las lluvias pueden presentarse todo el año, aunque las intensidades varían a manera de estaciones. En la zona de Tibú fue de 1.882 milímetros entre 1974 y 1976. La precipitación media anual en la zona de bosque tropical húmedo, durante el mismo período fue de 2.000 a 4.000 mm. Interesa de manera general señalar la abundancia, de palmas y helechos, balsas y ceibas, que se encuentran en la región

El nacimiento de Tibú como Corregimiento se debe a la explotación Petrolera que existía en grandes yacimientos en áreas inhóspitas del Catatumbo, llevadas a cabo por

el general Virgilio Barco. Es así como se empiezan a ver movimientos poblacionales desde casi todos los Municipios del Departamento y de otras regiones del territorio nacional con el propósito de encontrar nuevas posibilidades para sus vidas. La base de la economía del municipio son la explotación petrolera y los productos agrarios.

El municipio administrativamente está dividido en cuatro zonas: La Gabarra, Pachelly, Campo Dos y Tibú, lo integran once corregimientos. Río de Oro, Versalles, Campo Dos, Pachelly, La Gabarra, La Silla, La Angalia, La Llana, Petrólea, Tres Bocas, agrupando un total de 167 Núcleos Comunitarios.

Tibú se encuentra a una altura de 75 m. sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 32º centígrados y con una humedad del 77%, la precipitación anual es de 2071 mm, dentro de la clasificación climatológica se identifica como bosque húmedo tropical.

3.11.3 Intervención ambiental y paisajística

Se aprecia el reconocimiento de la estructura ecológica principal en la vía como un factor fundamental en la proyección de la vía. La parte paisajística existente crea una transición entre dos ambientes dentro de un mismo trayecto (borde – vía-borde), también se identifican algunas zonas donde se requiere intervención en sitios específicos de revegetalización con especies nativas.

Los sectores donde se evidencia lo descrito anteriormente son los siguientes:



Imagen 18 *Zona de transición 1 (K 0+700 A K 1+100)*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*



Imagen 19 *Zona de transición 2 (K 0+500 A K 1+400)*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*



Imagen 20 *Zona de transición (2 K 2+930 A K 3+250)*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*

Para el tipo de reforestación a plantear se requiere utilizar los árboles nativos de la región, dentro de los cuales se destacan los siguientes:

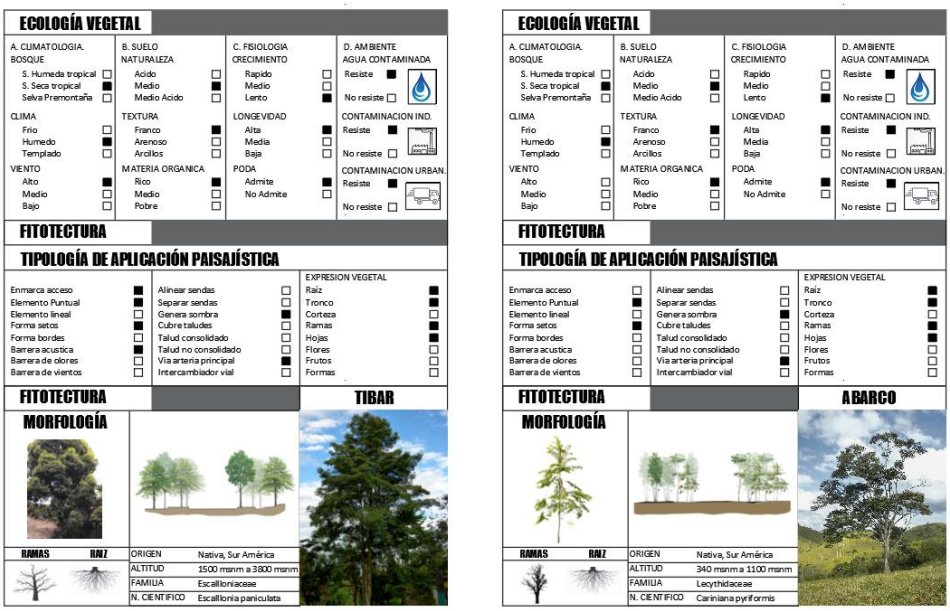


Imagen 21 *Arborización recomendada*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*

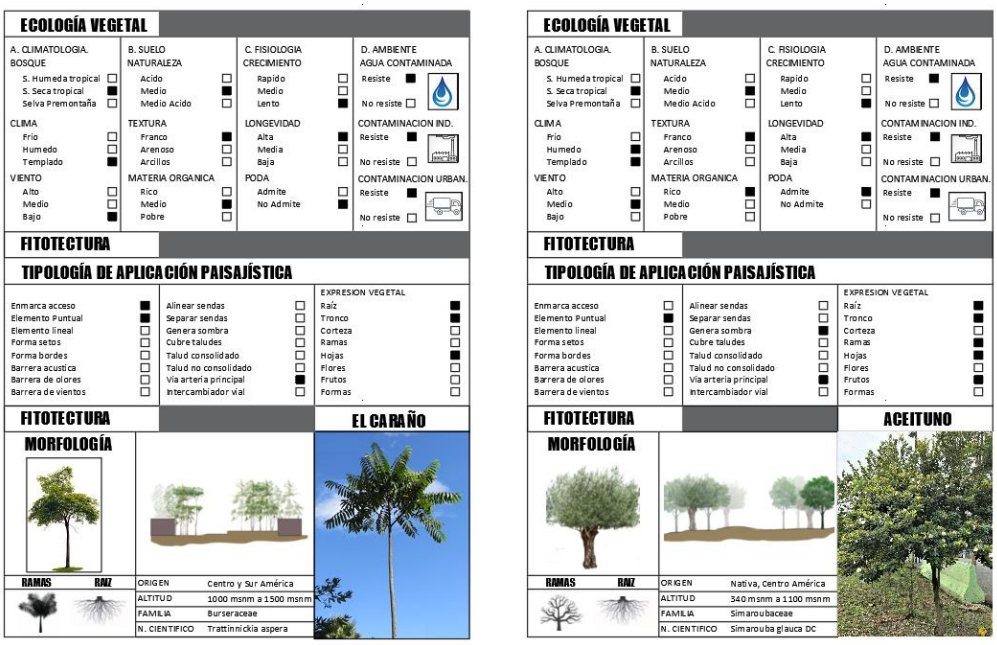


Imagen 22 *Arborización recomendada*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*

Como resultado se elaboró el presente informe, el cual contiene el diagnóstico de los en la parte ambiental y paisajística, así como las conclusiones y recomendaciones generales, constituyéndose en una herramienta de apoyo para la toma de decisiones por parte de las entidades competentes, los cuales en futuro se proponer respetar la estructura ecológica ya que puede provocar una fracturación del perfil vial.

3.11.4 Planteamiento de diseño urbanístico sobre el corredor vial específicos

Los andenes peatonales diseñados para el tramo de vía desde K 0+200 a 0+700 son de 2,0 m de ancho hacia los dos costados de la vía, con paso peatonal en K 0+300 y K 0+640. Del K 0+700 a 1+100 se propone anden a un solo borde de la vía ya que en este tramo hacia el costado oriente solo se encuentra presencia de estructura ecológica y no de vivienda, desde K 1+100 se retoma el andén a lado y lado de la vía ya que hay presencia o existencia de viviendas hacia los dos costados hasta K 1+265, con paso peatonal en K 1+130, en todo este tramo se plantea para el piso del andén material de loseta lisa prefabricada tipo IDU. La siguiente intervención de anden comienza desde K 1+950 hasta 2+160 donde el ancho del andén disminuye a 1.60m ya que se encuentran viviendas precarias que se ubican casi invadiendo el borde de la vía, con paso peatonal en K 1+990. La última intervención de anden va desde K 3+200 a 3+335 donde el ancho del andén también es de 1,60 m y el material para estos tramos es de concreto fundido estampado, con paso peatonal en K 3+230.

Loa andenes se diseñaron cumpliendo los requisitos necesarios para los transeúntes de ese sector. Al ser una zona donde se encuentra vivienda y alto flujo de peatones, se respeta la medida mínima para los andenes de 1,50m la cual permite el paso libre de manera constante de peatones. A lo largo de las 3 intervenciones de andén se diseñan pasos peatonales pensados en la seguridad de los habitantes de la zona.

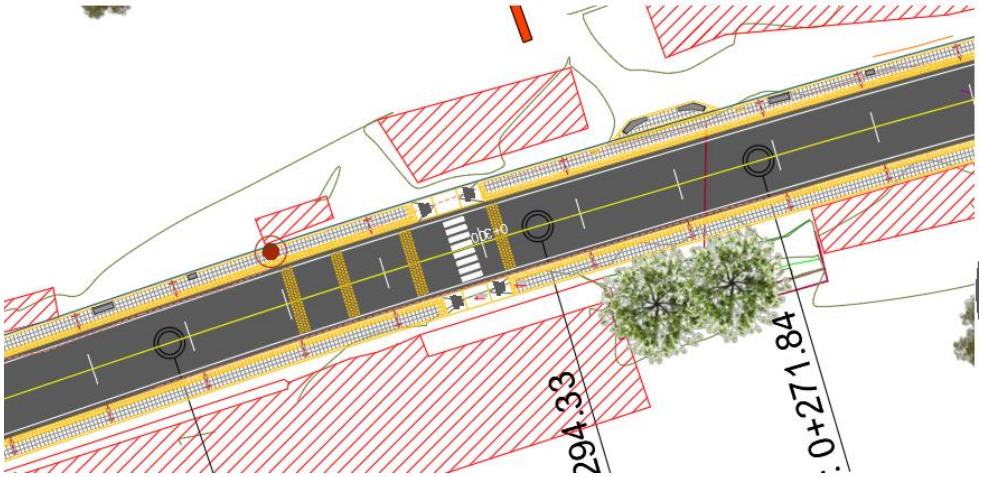


Imagen 23 *Planteamiento de diseño de andenes*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*

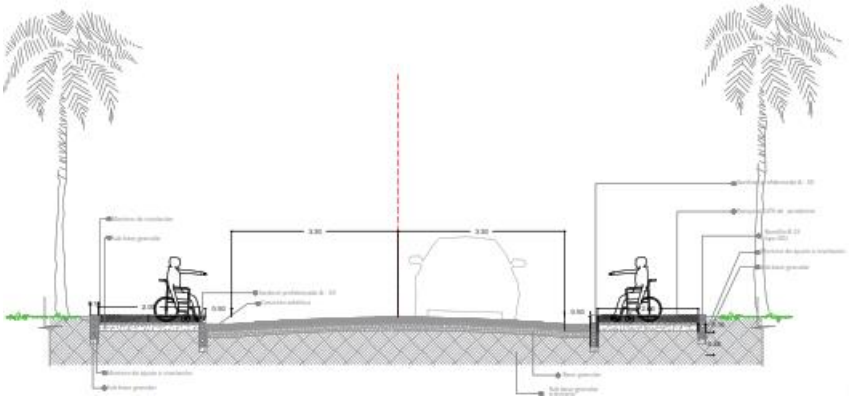


Imagen 24 *Planteamiento paso peatonal*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*

En cuanto a el mobiliario urbano se propone una bahía de descenso y ascenso de pasajeros de los buses intermunicipales, para evitar obstaculizar la vía, este paradero se propone únicamente al costado oriente ya que hacia el costado occidente se encuentra vivienda muy cercana a la zanja de la vía. Resolviendo la movilidad para el cruce de peatón hacia el otro costado se planteó un paso peatonal 30,0 m antes de la bahía con su debida señalización y reductores de velocidad, el cual permite proteger el pasajero al esperar su recorrido y su paso.

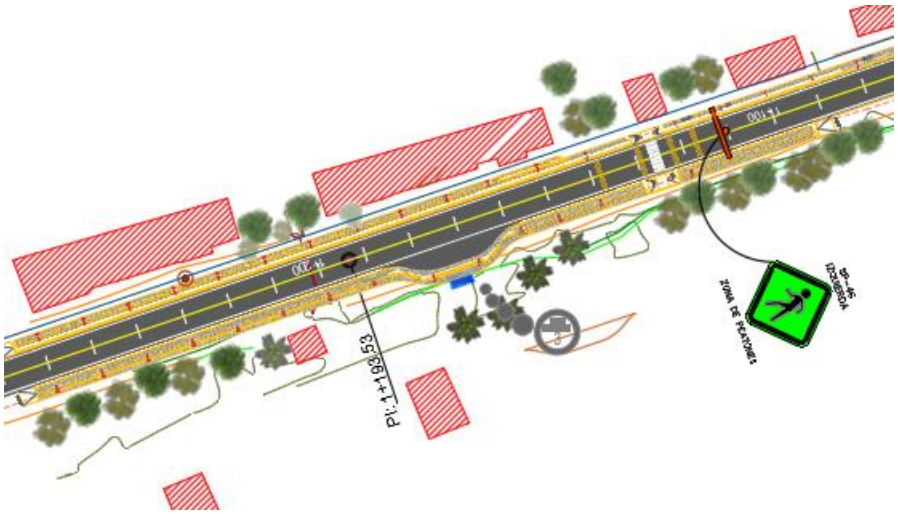


Imagen 25 *Planteamiento diseño de bahía para pasajeros, con radio de giro de 10*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*

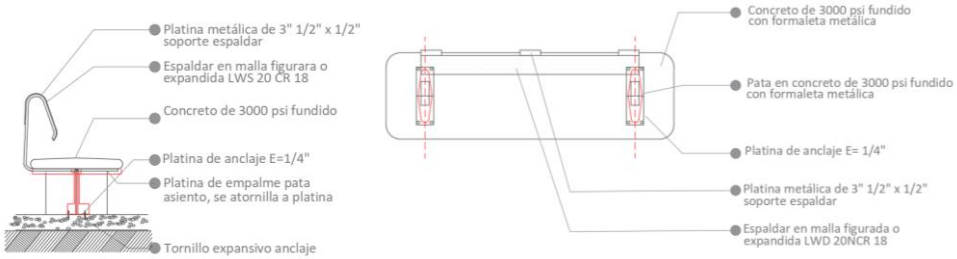


Imagen 26 *Detalle banca en concreto con espaldar metálico*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*

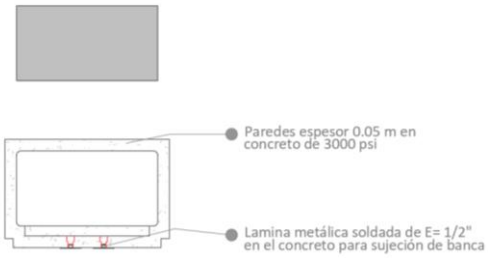


Imagen 27 *Detalle banca dado en concreto*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*

También se plantearon puntos estratégicos de zonas para el descanso y reposo de los habitantes llamada franja de paisajismo y mobiliario cuya función principal es aportar a la calidad ambiental y urbana, protegiendo principalmente al peatón, ya que la vía se encuentra bastante habitada hacia sus bordes. Estas zonas cuentan

con diferentes tipos de mobiliario urbano protegido por estructura ecológica existente, permitiendo generar sombra en estos espacios para las actividades urbanas, logrando así una calidad ambiental y el confort para los habitantes.

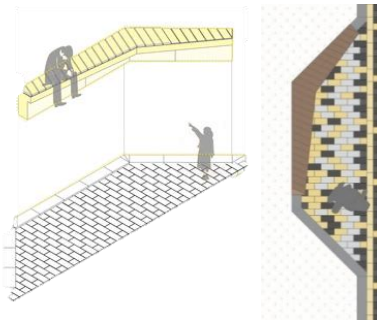


Imagen 28 *Detalle banca concreto y listones de madera*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*

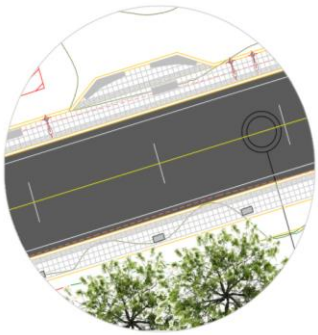


Imagen 29 *Franja de paisajismo y mobiliario*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*

La propuesta de acabado de piso, donde el ancho del andén es de 2,0m es a través de loseta prefabricada lisa para exteriores 40x40x60 tipo IDU, durante tramos largos en la vía, también loseta prefabricada podotáctil 40x40x60 tipo IDU para indicar la dirección del camino a personas con movilidad reducida visual parcial y loseta prefabricada táctil 40x40x60 tipo IDU para advertir la presencia de escalones, bordes de andén, escaleras, cambios de pendientes, fin de rampas, etc. Su uso es indispensable en los tramos de anden, especialmente cuando se presenta un cambio de nivel inesperado o una situación de advertencia, con la finalidad de confinar las zonas peatonales, de igual forma luminarias en sitios estraticos para una buena iluminación nocturna.

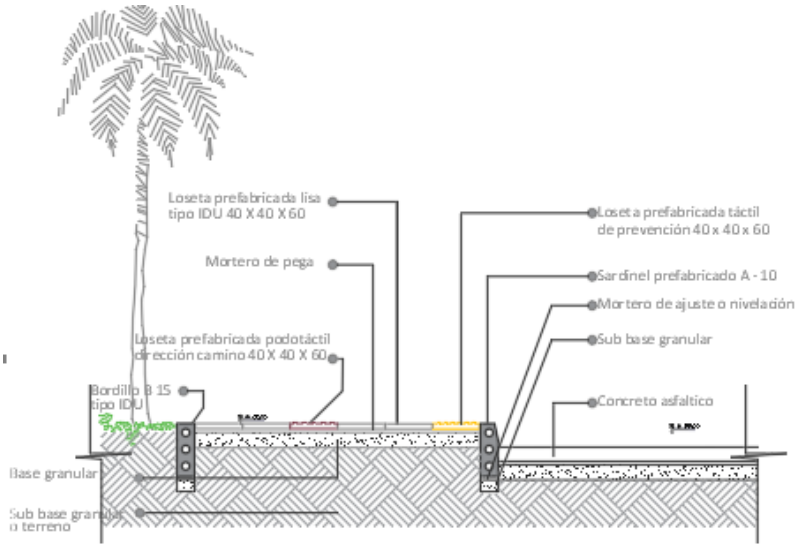


Imagen 30 *Detalle tipo anden*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*

Otro tipo de propuesta para acabado de piso del anden en diferentes zonas del tramo es concreto fundido estampado el cual permite cumplir con la medida minima y es de 1,50m de anden a lado y lado , ideal para caminos y vías en donde la forma rectangular admite su mejor uso. Su sencillez en el diseño permite ahorro en la mano de obra para su colocación y flexibilidad.

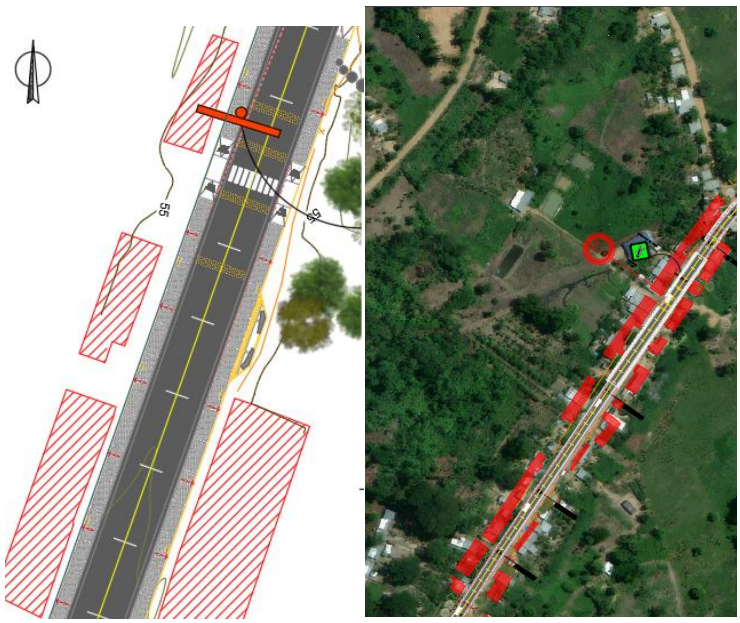


Imagen 31 *Planteamiento de diseño de andenes*

Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*

El resto de tramos donde no hay presencia de diseño de anden comienza desde K 0+000 A 0+180, ya que todavía esta zona no se encuentra habitada, el siguiente tramo es desde K1+270 a 1+946, desde K2+170 a K3+210 y desde K3+340 a 4+000 en estos últimos 3 tramos de la vía se evidencia que el tipo de vivienda actual irrumpe muy cerca de la vía.

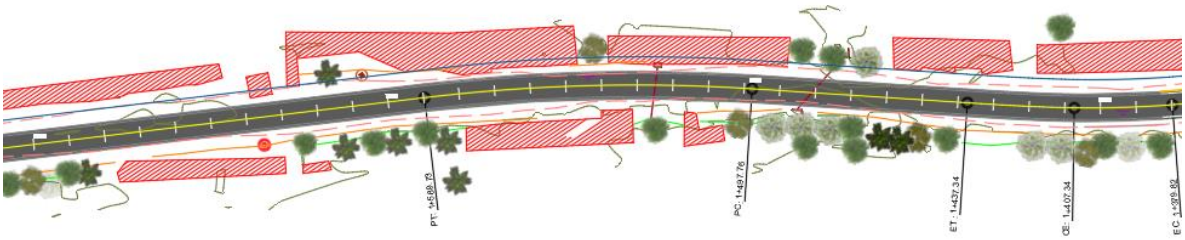


Imagen 32 *Tramo sin diseño de anden*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltad.*

3.11.5 Breve descripción de las soluciones a implementar

En el tramo de estudio se realizaron los diseños que se muestran a continuación, en los que se enfocan hacia el paisaje existente, en este sentido se propone:

- Se mantendrá la vegetación baja en la faja de retiro, para ello se tendrá que tener bastante cuidado a la hora de realizar el trabajo y los respectivos mantenimientos para no afectar la vegetación en el proceso, esto con el fin de mantener la infraestructura vial integrada con el paisaje.



Imagen 33 *Ejemplo de vegetación baja al borde de vía*

Fuente: *Sitios web*



Imagen 34 *Ejemplo de vegetación baja al borde de vía*
Fuente: *Sitios web*

- Establecer la protección de la infraestructura singular como elemento del paisaje, es decir, mantener limpios los bordes de la vía y cunetas con mantenimiento periódico, mejorando el paisaje urbano, ofreciendo una mejor visualidad en el recorrido de la vía como también seguridad.



Imagen 35 *Ejemplo de mantenimiento al borde de vía*
Fuente: *Sitios web*

- En los tramos en el que el terreno lo permita se potenciará el acceso, contemplación y disfrute del paisaje, es decir realizar obras y estructuras que permitan tener visualmente libre la vista, para el disfrute de la misma desde diferentes puntos, además de transmitir sensación de seguridad.



Imagen 36 *Ejemplo de vía visualmente libre para disfrute del paisaje*
Fuente: *Sitios web*

- Se instalarán como elementos de protección de canteras, mantos permanentes tanto en corte como en terraplen siempre y cuando sea necesario o las condiciones del terreno lo permitan, junto con estos mantos se pondrá vegetación con el fin de evitar erosiones que ocurren en el tramo debido al tipo de suelo granular y a las lluvias logrando un paisaje urbano integral.



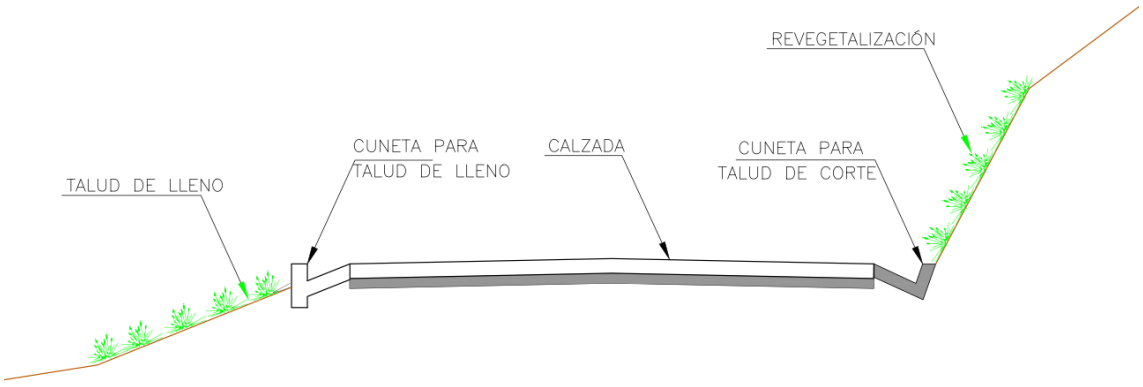
Imagen 37 *Ejemplo de mantos permanentes con revegetación*
Fuente: *Sitios web*



Imagen 38 *Ejemplo de mantos permanentes de contención de erosión*
Fuente: *Sitios web*



Imagen 39 *Ejemplo de mantos permanentes de contención de erosión con revegetación*
Fuente: *Sitios web*



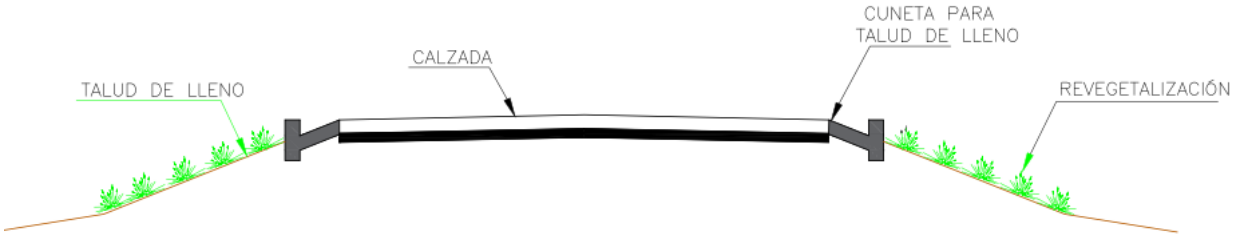


Imagen 40 *Diseños de la vía con revegetalización*
Fuente: *Cartilla Colombia rural-Invias*

- En los diseños del tramo de estudio de la vía Tibú- El tarra se harán las conexiones entre la vía de estudio y otras vías para realizar un adecuado empalme teniendo en cuenta el diseño geométrico como también integrándolo al paisaje rural del lugar, para lograr una unidad paisajística.

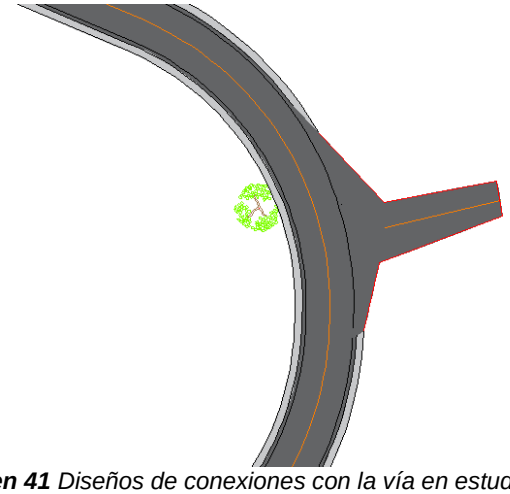


Imagen 41 *Diseños de conexiones con la vía en estudio*
Fuente: *Cartilla Colombia rural-Invias*

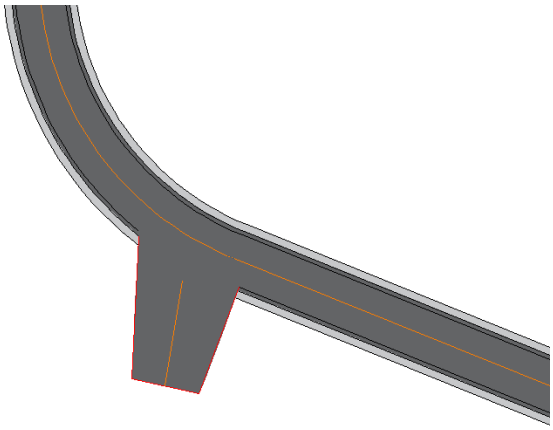


Imagen 42 *Diseños de conexiones con la vía en estudio*
Fuente: *Cartilla Colombia rural-Invias*

- La propuesta de paisajismo está observancia de la normatividad ambiental, realizando la identificación y caracterización de las especies que serán implantadas como parte del tratamiento de obras de estabilización y de diseño paisajístico, para las afectaciones y teniendo en cuenta las compensaciones. Se pretende utilizar las especies nativas y reforestar las zonas de ronda de ríos especialmente, se estudiará la posibilidad de arborización con especies nuevas.

- En el tramo de estudio de la vía Tibú – El Tarra se tienen tres distintas secciones, debido a distintas circunstancias que llevaron a realizar variaciones. A continuación, se ilustrará las tres distintas secciones, donde la primera, es la sección que se encontrará mayormente en el trayecto, la segunda sección se le eliminó la berma y se le redujo la sección de la cuneta a 0.5 m con el fin de reducir el ancho de banca para no afectar construcciones aledañas a la vía, y la última sección se le eliminó las cunetas y se dejó berma cuneta, también se redujo el carril a 3,0 m.

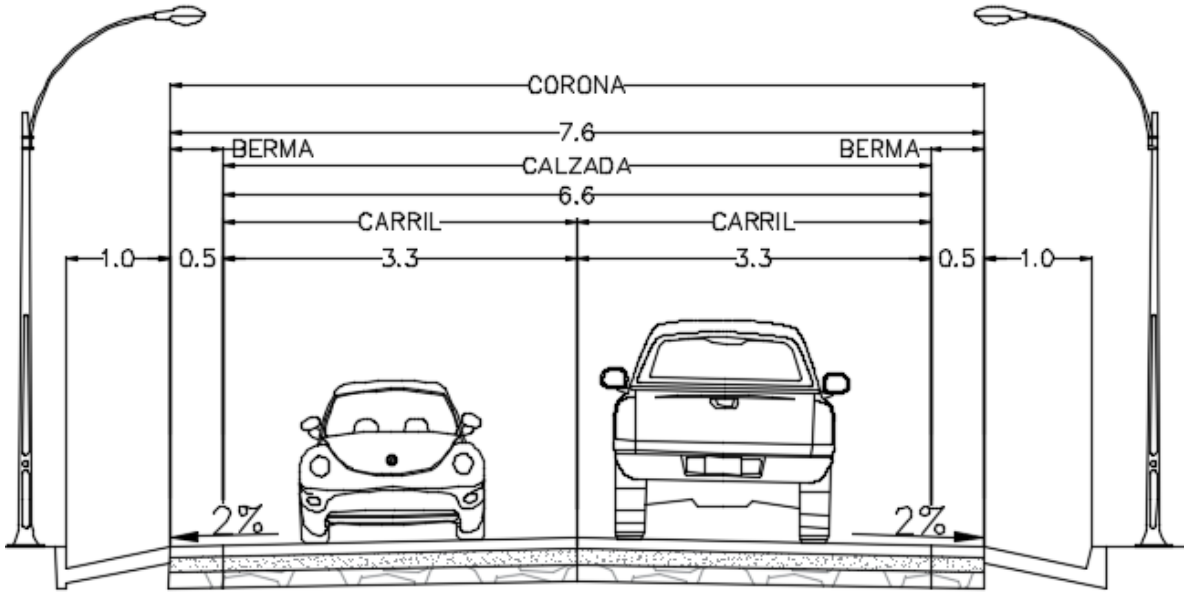


Imagen 43 *Diseños de la sección principal de la vía*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia LTDA 2021*

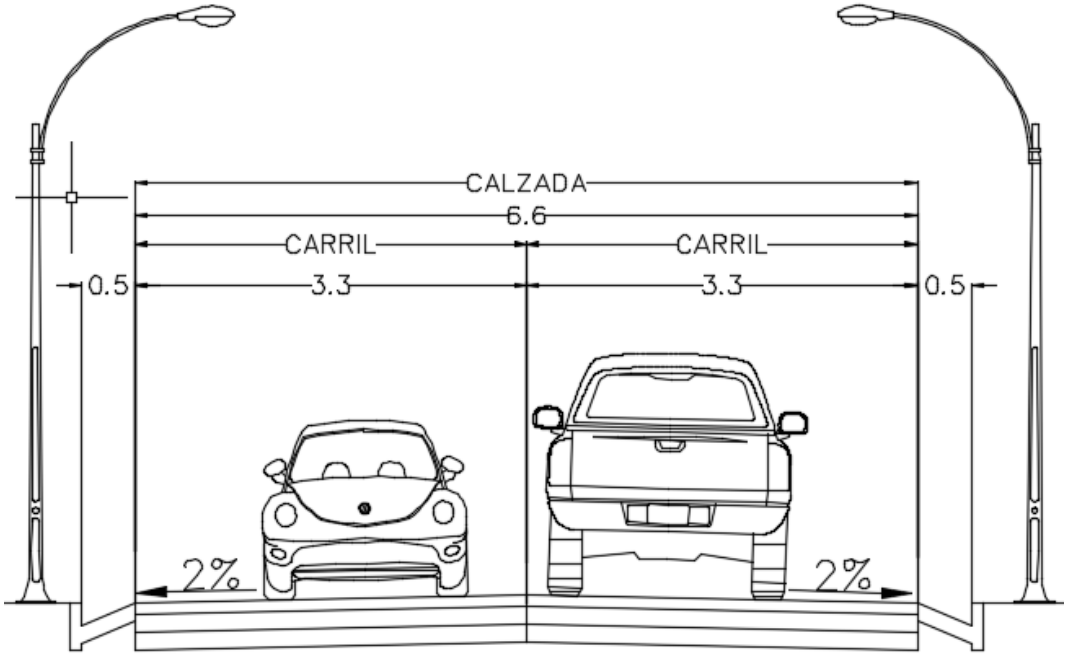


Imagen 44 *Diseños de la sección sin bermas*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia LTDA 2021*

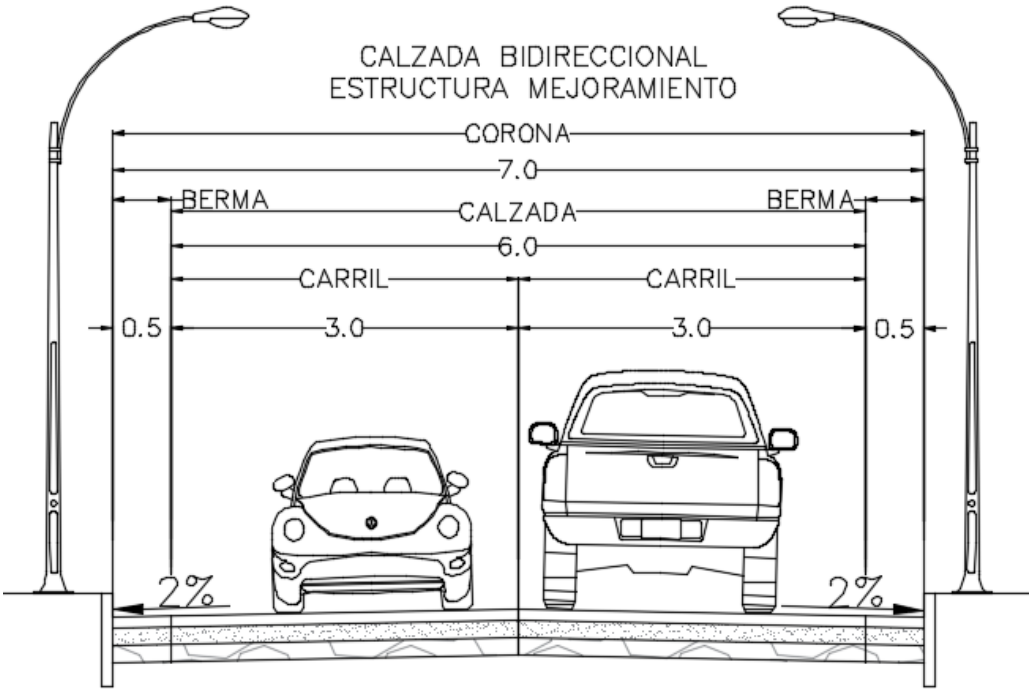


Imagen 45 *Diseños de la sección sin cunetas*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia LTDA 2021*

3.11.6 Conclusiones

- Los Estudios y diseños están proyectados a mejorar las condiciones de la vía, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas formuladas por el Instituto Nacional de Vías en el manual de Diseño Geométrico, la normativa vigente y aspectos particulares del corredor.

- En el tramo de estudio de la vía Tibú – El Tarra se contemplan 3 secciones típicas como se mencionó en el presente volumen, la sección típica principal tiene un ancho de banca de 7,6 m y el ancho de cada carril queda de 3,3 m debido a construcciones muy cercanas a la vía y al no tener contemplado dentro de los alcances la adquisición de bienes se decide que la sección típica con bordillo va desde K 0+000 a K 0+084, la sección típica principal con berma va desde K 0+084 a 3+070, en el siguiente tramo se planteó la sección típica sin berma desde K 3+070 a 3+210 y para la última sección se retoma la sección típica con berma desde K 3+210 a 4+000 con un ancho de 7,6 m, donde la berma tiene un ancho de 0,5m.

- Los tramos donde no se hace acto de diseño de anden es debido a que se localizan zonas donde la vivienda se encuentra muy cerca a la zanja de la vía y en tramos donde la presencia de cobertura vegetal es muy alta.

- En cuanto a la articulación del urbanismo rural y paisajístico, se busca integrar armónicamente la vía, la propuesta estará delimitada a mejorar la integración de las obras requeridas para el mejoramiento de infraestructura vial, así como su zona de dominio con el entorno existente y unidades paisajísticas definidas del lugar y las más adecuadas. Las especies serán las recomendadas en el área ambiental del estudio.

- En el caso de las construcciones de las viviendas a los lados de la vía y dentro de la faja de retiro, se propone que los análisis y diseños de las adecuaciones de accesos y retiros, para realizar procedimientos y acciones pertinentes se realicen por parte de la alcaldía o autoridades locales pertinentes, como también en el área donde existe continuidad de vivienda dejar el área para que se construya el andén para mayor seguridad del peatón y en estos puntos se articula del diseño vial con lo urbanístico y paisajístico.

3.12 VOLUMEN X. ESTUDIO COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL.

En este capítulo se definen parámetros que buscan la racionalización de los recursos, minimizar el impacto y riesgos ambientales. Se definirá las características, procesos y actividades a desarrollar, todo en búsqueda de identificar los riesgos de afectación, vulnerabilidad para el ecosistema y proponer soluciones que generen conectividad, accesibilidad, seguridad y sostenibilidad de la infraestructura existente, destinando estos parámetros en el plan de manejo ambiental.

3.12.1 Objetivos y alcances

3.12.1.1 Objetivos

Adaptar una guía ambiental para la vía K00+000 – K04+000, implementando las medidas de manejo en el desarrollo de las actividades de construcción y mejoramiento del proyecto de estudios y diseños al mejoramiento y pavimento del corredor del Catatumbo sector Tibú – El tarra, teniendo como finalidad la prevención, mitigación, corrección o compensación de los impactos y que se pueden generar sobre los recursos naturales y el medio ambiente, así mismo realizar una adecuada gestión social en la población de influencia directamente por el proyecto y potenciar los impactos positivos.

- Describir el medio ambiente en el cual se desarrollará el proyecto, y se establecerá el Área de Influencia Directa (AID).
- Realizar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto, utilizando la matriz de interacción simple de causa -efecto existente en el PAGA.
- Tramitar los permisos requeridos para la ejecución del presente proyecto, ante las autoridades ambientales competentes según sea el caso.
- Establecer el plan de contingencias para atender las emergencias ambientales que pudieran suceder durante la ejecución de las obras relacionadas con el proyecto.
- Adaptar los programas de manejo ambiental requeridos según la identificación previa del EIA.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales que se generan por causa del desarrollo del proyecto en cada uno de los componentes ambientales.

3.12.1.2 Alcances

El presente documento Plan de Adaptación de la Guía Ambiental (PAGA) está basado en el documento reglamentario de INVIAS, donde se definen los lineamientos que debe cumplir cualquier proyecto del subsector vial, en este se definen las características ecológicas, socioeconómicas y culturales de la zona, el grado de intervención, las características del proyecto, la demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales y el grado de impacto de las diferentes acciones que implica, de igual manera las posibilidades de adelantar acciones o actividades para la prevención, control, mitigación o restauración, esto con el fin de corregir, prevenir y mitigar los efectos adversos que se presenten de acuerdo a las actividades realizadas que comprende el Proyecto Estudios de mejoramiento y/o pavimentación del corredor del Catatumbo sector Tibú – El Tarra, en el departamento del Norte de Santander.

3.12.2 Metodologías empleadas

El presente documento se estructura en base en los lineamientos de la Guía de Manejo Ambiental para Proyectos de Estudios de mejoramiento y/o pavimentación del corredor del Catatumbo sector Tibú – El Tarra, en el departamento del norte de Santander.

El diseño del PAGA se elaboró mediante los estudios socio- ambientales del proyecto recopilando, procesando y analizando las condiciones de los diferentes medios físico, biótico y socioeconómico, para la trascendencia de los impactos a ocasionar con el proyecto. La información primaria la constituye el observar y registrar las visitas de campo con la participan de los profesionales en el proyecto, con base a eso se consultó la información secundaria en las bases de datos del IDEAM, SIAC, DANE, IGAC, SGC, el cual proporcionó información preliminar que fue verificada en campo, sobre áreas protegidas, reservas o parques, ecosistemas representativos, ecosistemas especiales o de alto valor, especies amenazadas, especies endémicas, especies migratorias, territorios étnicos, arqueología. A partir del procesamiento de la información, se determinó el área de influencia directa (AID) del proyecto y los impactos que generarán cada una de las actividades. Dichos impactos fueron evaluados a partir de la metodología de evaluación de impactos de Conesa.

Se realizó consulta de información secundaria en las entidades territoriales que se encuentren dentro del área de influencia del corredor a intervenir, con el objeto de obtener de primera mano los documentos de ordenamiento territorial (según aplique el PBOT) vigentes a la fecha de terminación del proyecto.

Después de realizar la evaluación de impactos, se adoptaron las medidas de manejo de zonificación ambiental dependiendo del grado de sensibilidad, potencialidad y fragilidad de las áreas a intervenir. Luego se determinaron los programas del plan de manejo y las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación. Seguidamente se elaboró el Plan de Manejo Transito que contiene los programas con sus metas y actividades. Se diseñaron los Planes de Seguimiento y Monitoreo para cada medio: biótico, abiótico y socioeconómico. Por último, se elaboró el Plan de Contingencia, el cual tiene como propósito establecer las acciones necesarias a fin de prevenir y controlar eventualidades naturales y accidentes laborales que pudieran ocurrir en el ámbito de influencia del proyecto.

3.12.2.1 Fases metodológicas

Conforme a los lineamientos de la Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura en el Subsector vial implementado por INVIAS se llevaron a cabo tres fases para la elaboración del Plan de Adaptación de la Guía Ambiental (PAGA):

- **Trabajo Preliminar:** se llevarán a cabo las siguientes actividades:
  - Radicación de cartas solicitud de información y recolección de información Secundaria en alcaldías municipales.
  - Levantamiento de directorio grupos de interés.
  - Identificación unidades territoriales.
  - Georreferenciación y registro fotográfico de infraestructura social.
  - Encuentro con líderes comunitarios para recolección de información primaria a través de la ficha de caracterización rural.
  - Recolección y revisión de información solicitada en las alcaldías



Alcaldía Municipal de Tibú
Departamento Norte de Santander
Secretaría de Planeación

Tibú, 20 de septiembre de 2021

Gerente
MARIO TRUJILLO CALDERON
INGESUELOS DE COLOMBIA LTDA
Consultoría
gerencia@ingesuelosdecolombia.com

REFERENCIA: Respuesta al Radicado en la unidad de correspondencia de la Alcaldía con el No. 03301 de fecha (02/09/2021).

Cordial y Atento saludo,

En atención al oficio con radicado en la Alcaldía No 03301 le informo que los datos requeridos conforme a la especificación técnica de la vía en mención (ancho de la calzada, bermas, cunetas, bordillos, andenes, anclo de derecho de la vía, zona peatonal) no se encuentran como registros de estudios previos realizados para la secretaría de planeación.

Anexo al oficio el certificado de Uso de Suelo para fines pertinentes.

Atentamente,

ING. CHARLES PEÑARANDA SÁNCHEZ
Secretario de Planeación Municipal

Página 1 de 1

¡SOMOS EL CAMBIO EN EL QUE PODEMOS CREER!



Alcaldía Municipal de Tibú
Departamento Norte de Santander
Secretaría de Planeación

EL SUSCRITO SECRETARIO DE PLANEACIÓN
DEL MUNICIPIO DE TIBÚ, NORTE DE SANTANDER

CERTIFICA

Que, el área colindante al corredor vial Tibú – El Tarra, localizado en el sitio PR 00+00 al PR 04+000 entre las coordenadas E:1140872,46 ; N: 1440866,28 y E: 1144130,62 ; N: 1444530,18, el cual está ubicado en la vereda **LA PERLA**, en el Municipio de Tibú, Norte de Santander; presenta un uso según la Zonificación Ambiental del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del Municipio de Tibú aprobado mediante Acuerdo No. 028 del 06 de diciembre de 2000 y con base al plano No. 15, mapa de uso potencial del suelo, correspondiente a:

Grandes Obras de equipamiento - Corredores viales:

- **Uso Principal:** Servicio de ruta, paraderos, restaurantes y estacionamiento.
- **Usos Compatibles:** Centro de acopio de productos agrícolas, Centro de acopio para almacenamiento y distribución de alimentos, artesanías, ciclovías y centros Recreacionales.
- **Usos Condicionados:** Agroindustrial, usos institucionales, estaciones de servicio y terminal de transporte de pasajero y carga.
- **Usos Prohibidos:** Industria, minería y parcelaciones.
- **Tratamiento:** desarrollo por construcción.

Dado en Tibú a los 17 días del mes de septiembre de 2021, solicitado con radicado de la Alcaldía No 03301 por **INGESUELOS DE COLOMBIA LTDA**.

ING. CHARLES PEÑARANDA SANCHEZ

Página 1 de 1

¡SOMOS EL CAMBIO EN EL QUE PODEMOS CREER!







- **Reconocimiento de Campo e Interpretación:** Realización de Scouting de reconocimiento de la zona, obtención de información en relación con el área de influencia del proyecto suministrada por la Gobernación y la Alcaldía.
- **Planteamiento y ejecución de los programas de manejo ambiental:** Se lleva a cabo la formulación del proyecto en el cual se reconocen las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas del área de influencia en donde se establecen las actividades y demás programas adecuados para realizar un control de los impactos ambientales generados en el proyecto y lograr prevenirlos, mitigarlos y compensarlos.
- **Métodos de determinación de impacto ambiental:** Se determinan las actividades vulnerables a causar impactos ambientales, la identificación de los impactos ambientales de acuerdo a elemento ambiental, impacto ambiental, y su descripción.
- **Métodos de determinación de plan de manejo ambiental:** Determinación del conjunto detallado de las actividades, que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluyendo planes de seguimiento, monitoreo, contingencia y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad. De acuerdo a los lineamientos de los programas ambientales, se especifica el contenido de las fichas de manejo ambiental.

3.12.3 Evaluación de impacto ambiental:

La metodología que se empleó para la elaboración del PAGA, fue la recopilación de información primaria en campo. Donde se realizó una inspección a los componentes social, físico y biótico de la zona, identificando el uso del suelo, comunidades presentes.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se tomó como base los parámetros de métodos reconocidos entre ellos la matriz de Leopold, este documento establece programas de gestión socio ambiental los que a su vez de desglosan en proyectos de gestión ambiental estas se presentan a manera de fichas, de acuerdo con lo dispuesto en el programa de adaptación de las guías ambientales.

3.12.3.1 Identificación de impactos ambientales

MATRIZ DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION							
		FASES DE CONSTRUCCION					
MEDIO AFECTADO	IMPACTO PRODUCIDO	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	CIMENTACION Y ESTRUCTURAS	INSTALACIONES DE OBRA	TRANSITO DE VEHICULOS PESADOS	EXTENDIDO Y COMPACTACION	TOTAL DEL MEDIO AFECTADO
ATMOSFERA	Calidad de aire	1	1	1	1	1	5
	Olores	1	1	1	1	1	5
	Ruido	5	1	1	5	1	13
SUELO	Geomorfologia	1	1	1	1	1	3
HIDROLOGIA	Aguas superficiales	5	1	1	1	1	9
	Aguas subterraneas	1	1	1	1	1	5
FAUNA	Avifauna	1	1	1	1	1	5
	Terrestre	1	1	1	1	1	5
	acuatica	1	1	1	1	1	5
FLORA	vegetacion salvaje	1	1	1	1	1	5
MEDIO SOCIO-CULTURAL	Comunidades	1	1	1	1	1	5
	paisaje	1	1	1	1	1	5
	Cambio en la calidad de vida	1	1	1	1	1	5
	nivel de empleo	1	1	1	1	1	5
	impacto total por actividades	19	12	12	16	11	80

Tabla 27. *Matriz sin proyecto – HITO II*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda*

IMPORTANCIA	VALOR ABSOLUTO DE LA IMPORTANCIA	COLOR
POSITIVO/IMPORTANTE	46-92	
IRRELEVANTE	<20	
BAJO	21-45	
MODERADO	46-70	
CRITICO	71-85	

Tabla 28. *Importancia*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda*

La gran mayoría de los impactos SIN proyecto tiene una importancia positiva ya que no hay ninguna alteración, salvo con tres fases de la construcción que se encuentra en moderado con relación a las actividades que se generan CON proyecto, ya que se muestra una alta importancia/positiva en cuanto al nivel de empleo en esa zona, también se puede apreciar que los medios más afectados son la atmosfera, suelo, hidrología, fauna y flora por consiguiente la gran mayoría ha sido clasificado como moderado.

MATRIZ DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION							
		FASES DE CONSTRUCCION					
MEDIO AFECTADO	IMPACTO PRODUCIDO	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	CIMENTACION Y ESTRUCTURAS	INSTALACIONES DE OBRA	TRANSITO DE VEHICULOS PESADOS	EXTENDIDO Y COMPACTACION	TOTAL DEL MEDIO AFECTADO
ATMOSFERA	Calidad de aire	70	65	60	55	60	310
	Olores	25	21	21	25	30	122
	Ruido	65	55	30	68	65	253
SUELO	Geomorfologia	69	60	21	30	70	199
HIDROLOGIA	Aguas superficiales	65	55	25	25	65	185
	Aguas subterraneas	60	55	58	55	55	283
FAUNA	Avifauna	70	55	56	69	21	250
	Terrestre	69	59	60	65	65	318
	Acuatica	21	21	21	21	25	109
FLORA	Vegetacion salvaje	70	60	30	30	65	195
MEDIO SOCIO-CULTURAL	Comunidades	70	70	70	70	60	340
	Paisaje	60	55	60	55	68	298
	Cambio en la calidad de vida	50	62	65	65	50	292
	Nivel de empleo	92	50	70	46	46	304
	Impacto total por actividades	602	643	507	587	593	2850

Tabla 29. *Matriz de las actividades de construcción – Hito II*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda*

3.12.4 Determinación área de influencia

Se comprende como el lugar donde se sitúan los componentes del proyecto y de las áreas que son impactadas directamente (ambiental y socioeconómico) por las actividades desarrolladas. Está relacionada a las actividades de construcción y operación, en el sitio del proyecto y su infraestructura asociada.

El proyecto se desarrollará sobre el tramo de vía que conecta el Municipio de Tibú con el Corregimiento del Tarra, es su recorrido atraviesa la vereda los ángeles y algunos asentamientos, las cuales hacen parte del área de influencia directa ya que se pueden ver afectada por las actividades constructivas a desarrollar. Se ejecutó en el área que comprende Tibú, correspondiente al KM 0+00 hasta el KM 4+00, en los cuales es importante destacar las características sociales, ambientales, culturales y económicas de la zona, así como las condiciones de esta con el fin de prevenir efectos y/o impactos adversos de manera tal que se afecte la calidad de vida de la comunidad.

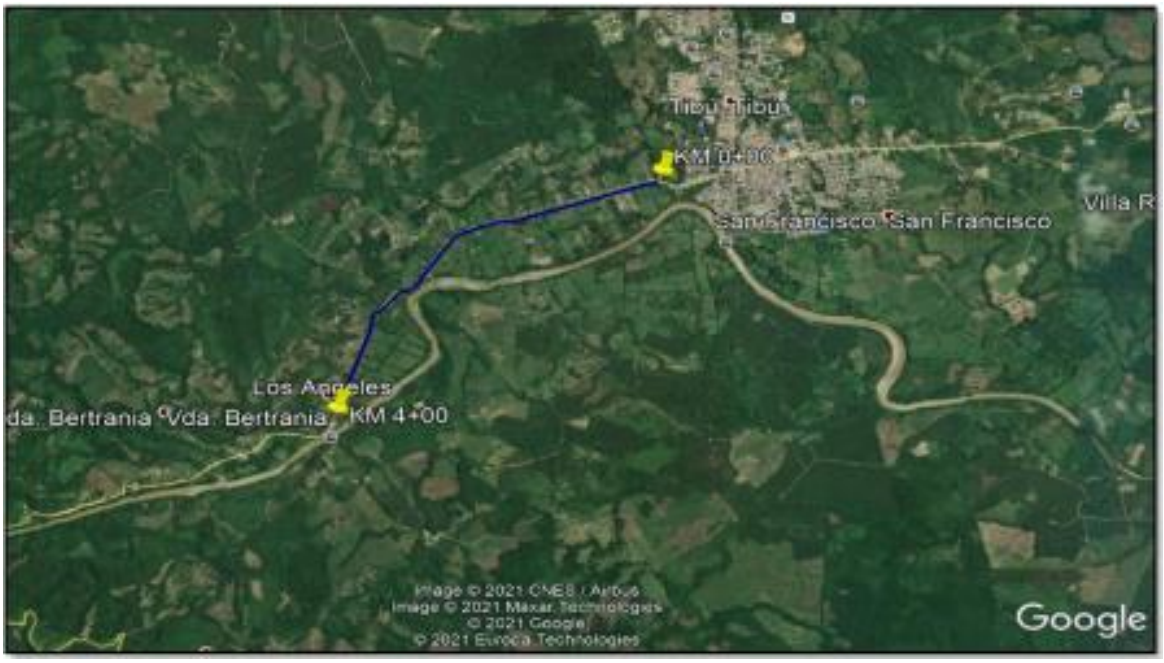


Figura 25 *Área de Influencia*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

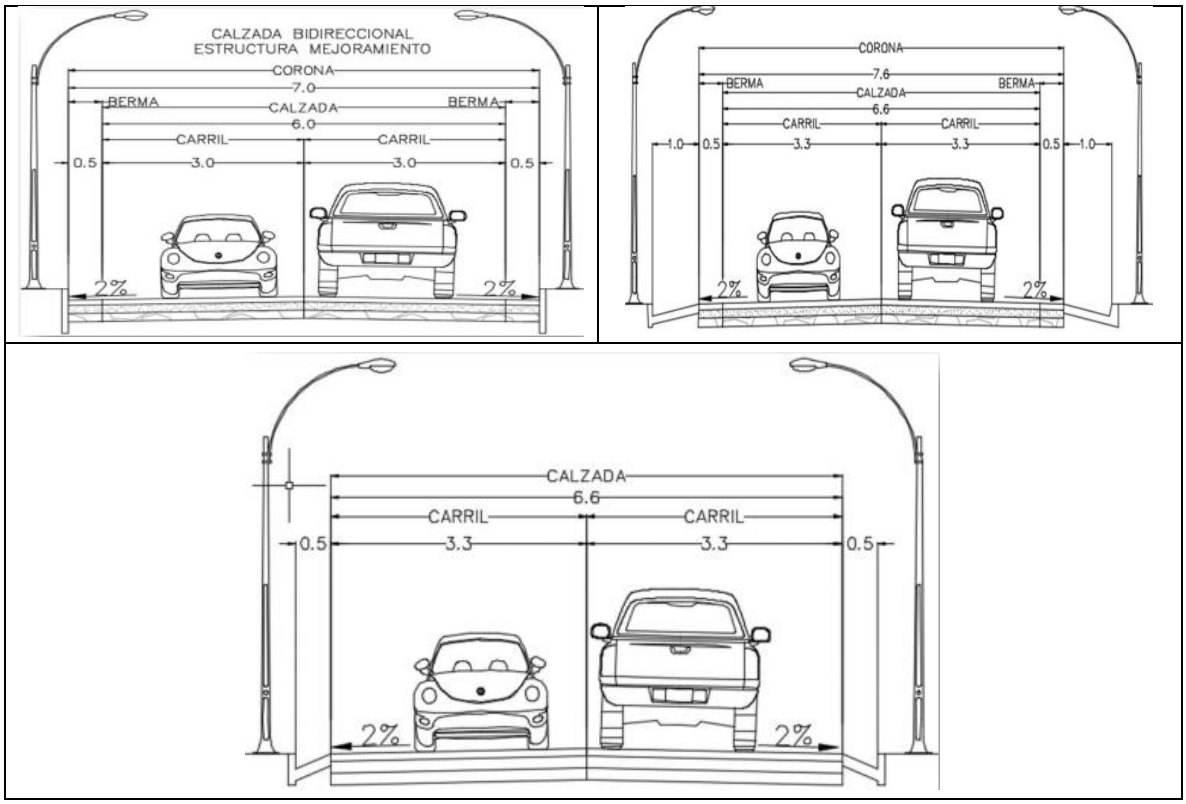


Figura 26 *Sección transversal*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda.*

CANTERAS



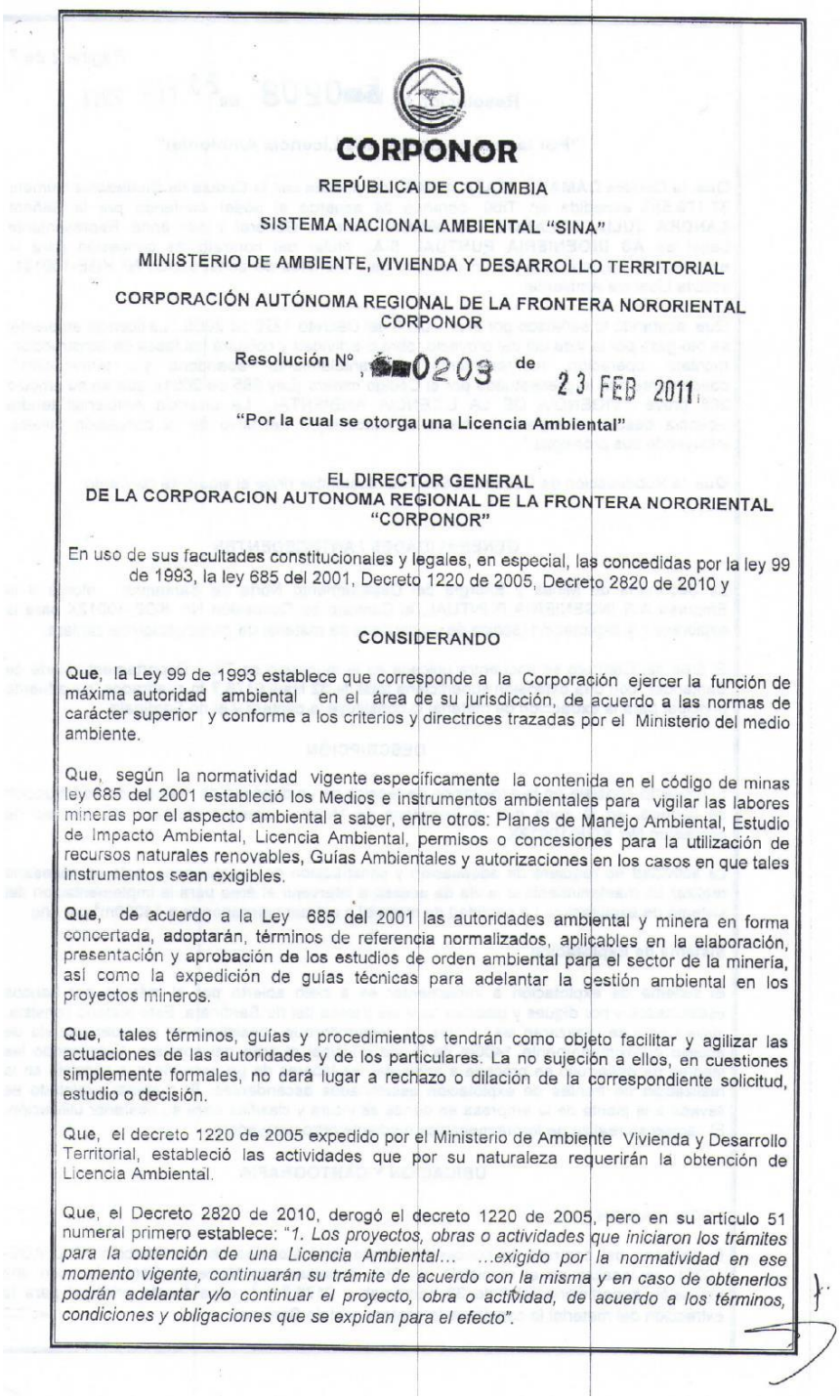
Debido a que en la zona cerca al Proyecto existen canteras y plantas de asfalto, se opta por hacer uso de estas con la finalidad de optimizar los recursos disponibles del Proyecto.

Dentro de esta área se cuenta con sitios de explotación de materiales granulares que se pueden suministrar al constructor según su requerimiento. La verificación

del cumplimiento del material estará a cargo del ejecutor, así mismo con las exigencias solicitadas por las especificaciones de INVIAS.

Cantera: Guasaye (vereda Ambato)
Distancia a sitio de obra: 43km
Materiales: Base-Granular, Subbase Granular.
Material Certificado: Si
Material amparado por el Contrato de Concesión KGE-10012X, Licencia Ambiental Resolución 203 de febrero 23 de 2011.

Desde el punto de las plantas de suministro de cantera y asfalto desde la vereda Bella vista Latitud 8°26'35.76"N Longitud 72°34'24.32"O contempla una distancia de 43.5 km aproximadamente al inicio de la obra pasando por las veredas de Petrolea, La Soledad, Campo Dos, Tibú.



CORPONOR

REPÚBLICA DE COLOMBIA

SISTEMA NACIONAL AMBIENTAL "SINA"

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA FRONTERA NORORIENTAL
CORPONOR

Resolución N° 0203 de 23 FEB 2011

"Por la cual se otorga una Licencia Ambiental"

EL DIRECTOR GENERAL
DE LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA FRONTERA NORORIENTAL
"CORPONOR"

En uso de sus facultades constitucionales y legales, en especial, las concedidas por la ley 99 de 1993, la ley 685 del 2001, Decreto 1220 de 2005, Decreto 2820 de 2010 y

CONSIDERANDO

Que, la Ley 99 de 1993 establece que corresponde a la Corporación ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo a las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio del medio ambiente.

Que, según la normatividad vigente específicamente la contenida en el código de minas ley 685 del 2001 estableció los Medios e instrumentos ambientales para vigilar las labores mineras por el aspecto ambiental a saber, entre otros: Planes de Manejo Ambiental, Estudio de Impacto Ambiental, Licencia Ambiental, permisos o concesiones para la utilización de recursos naturales renovables, Guías Ambientales y autorizaciones en los casos en que tales instrumentos sean exigibles.

Que, de acuerdo a la Ley 685 del 2001 las autoridades ambiental y minera en forma concertada, **adoptarán**, términos de referencia normalizados, aplicables en la elaboración, presentación y aprobación de los estudios de orden ambiental para el sector de la minería, así como la expedición de guías técnicas para adelantar la gestión ambiental en los proyectos mineros.

Que, tales términos, guías y procedimientos tendrán como objeto facilitar y agilizar las actuaciones de las autoridades y de los particulares. La no sujeción a ellos, en cuestiones simplemente formales, no dará lugar a rechazo o dilación de la correspondiente solicitud, estudio o decisión.

Que, el decreto 1220 de 2005 expedido por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, estableció las actividades que por su naturaleza requerirán la obtención de Licencia Ambiental.

Que, el Decreto 2820 de 2010, derogó el decreto 1220 de 2005, pero en su artículo 51 numeral primero establece: "*1. Los proyectos, obras o actividades que iniciaron los trámites para la obtención de una Licencia Ambiental… …exigido por la normatividad en ese momento vigente, continuarán su trámite de acuerdo con la misma y en caso de obtenerlos podrán adelantar y/o continuar el proyecto, obra o actividad, de acuerdo a los términos, condiciones y obligaciones que se expidan para el efecto*".

Figura 27 *Licencia ambiental*
Fuente: *Ministerio de ambiente vivienda y desarrollo*

COMUNIDADES EXISTENTES ALEDAÑAS AL CORREDOR VIAL

Las comunidades aledañas al corredor vial se identifican específicamente en el municipio de Tibú; estos resguardos son llamados Motilón- Bari y Catalaura lo cual por la gran distancia entre el área del proyecto y los resguardos este no afecta en ningún aspecto.

En la siguiente imagen podemos evidenciar el radicado de la solicitud del certificado de comunidad étnicas en la zona de influencia del proyecto en donde el constructor podrá consultarla



Figura 28 *Radicado solicitud certificada de comunidades étnicas*
Fuente: *Ministerio del Interior*

VIVIENDAS – HITO II

En las siguientes imágenes se identifican las viviendas encontradas en el Hito II, por medio de las tiras prediales.

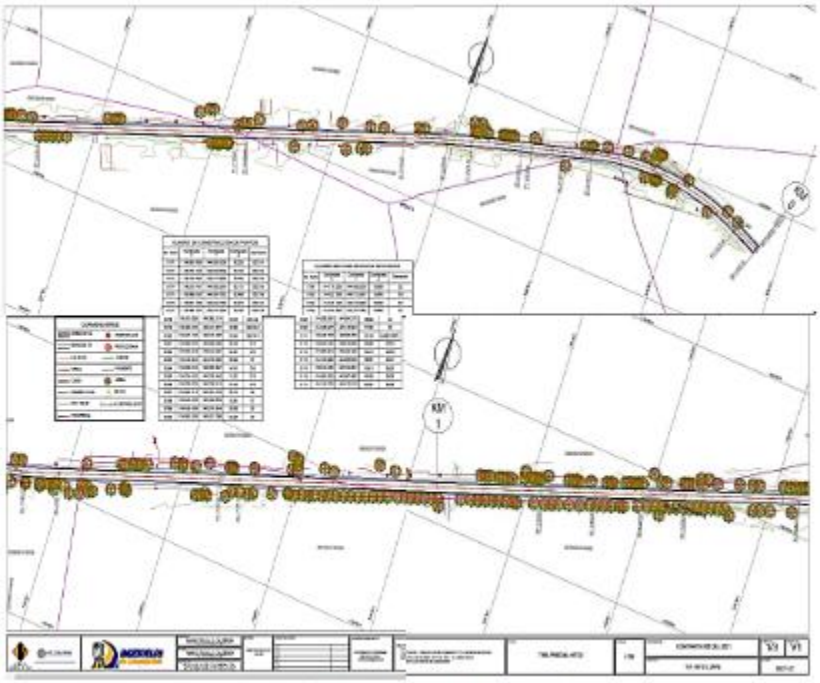


***Imagen 8.**: Ubicación de viviendas - HITO II*
***Fuente:** Ingesuelos de Colombia LTDA.*

3.12.5 Línea Base- Caracterización ambiental

Dentro de la caracterización ambiental encontramos el componente biótico, abiótico, físico.

- **Componente biótico:** Todo el Municipio hace parte de una de las reservas forestales más ricas del país como lo es el Catatumbo. Tanto el Casco Urbano como los Centros Poblados están limitados por extensas reservas fluviales y forestales; por tanto, es importante tener en cuenta, las determinaciones de las áreas de reserva y clasificar el territorio, así como determinar las zonas de alto riesgo en la zona urbana y áreas rurales que de muchas formas están influenciadas por el aspecto ambiental, al igual que las medidas para la protección del medio ambiente.
    - Composición florística.
    - Presencia de especies endémicas o en vía de extinción.
    - Zona de vida.
    - Cobertura vegetal

- **Componente abiótico:** Tibú es un municipio de Colombia ubicado en el departamento de Norte de Santander, en el nordeste del país, en la frontera con Venezuela y a orillas del río Tibú. Dentro de las ciudades más pobladas de Colombia es la número 160, y es la sexta ciudad del departamento después de Cúcuta, Ocaña, Villa del Rosario, Los Patios y Pamplona. Cuenta con una terminal aérea y se conecta por carretera con Cúcuta, Ocaña y El Tarra.

  El municipio de Tibú se encuentra ubicado en el valle delrío Catatumbo y sus afluentes, en la parte Nororiental del departamento de Norte de Santander. Su extensión territorial es de 2.696 km², su altitud es de 75 msnm. y su temperatura media es de 32°C. Se encuentra a una distancia de 125 km de la ciudad de Cúcuta, capital del departamento.
  Las principales fuentes hídricas de Tibú son los ríos Catatumbo, San Miguel, Socuavo Norte, Chiquito, Sardinata, Nuevo Presidente, Tibú, Socuavo Sur y Río de Oro, además de numerosas corrientes menores.

  Dentro del levantamiento del proyecto no se evidencian fuentes hídricas y tampoco cuerpos de agua que puedan cruzar por el tramo del proyecto.

  - Hídrico: Se encontró como cuenca el río Tibú, su forma es corrientosa.
  - Suelo: El uso de la tierra en el municipio está en conflicto de sobreutilización en un 11.03%, en conflicto de subutilización en un 9,1%, pero por otro lado se puede observar que el 62.80% de la tierra está en uso adecuado, lo que permite desarrollar programas y proyectos para el desarrollo económico y la productividad. Para el mejoramiento de vía se estima excavaciones 19138,87 m3 y de terraplén 1678,83 m3, para el cambio de suelo por las obras a ejecutar se estima un promedio de 46.000 m2, y un total 60individuaos para reforestar dentro del tramo.
  - Aire y ruido: no se evidencia fuentes fijas, por ende, no se evidenció la necesidad de efectuar monitoreos de calidad de aire que se deban controlar y seguidamente ocasionar gran contaminación atmosférica.

- **Componente físico:** Dentro de las variables que interactúan para formar los ecosistemas naturales, son de gran relevancia las geoformas como una manifestación final sobre la corteza terrestre de la confluencia de tipo roca, pendiente levantamiento de la corteza terrestre, clima. Esta última considerada independiente, por la importancia de los fenómenos

meteorológicos en los cultivos y en la cría de los animales domésticos. En el estudio realizado no existen estaciones meteorológicas e hidrológicas.

Para la línea base ambiental del componente físico, en el área de influencia directa de las obras de construcción y mejoramiento y para el tramo vial, se consideran aspectos como geología, geomorfología, hidrología y clima. y se presentan los aspectos físicos relacionados con el Municipio de Tibú – El Tarra.

Geografía: Es de geografía variada y está compuesta por serranías, páramos, mesetas, llanuras y cerros, con municipios de alturas muy variadas, esto lo hace inmensamente rico en paisajes y climas. A lo largo de su territorio lo recorren por ríos y lagunas. Está ubicado en la región nororiental de Colombia sobre la Cordillera Oriental. Limita al norte y el oriente con el departamento de Cúcuta, al sur con San Cayetano y Santiago, y al occidente con Gramalote y Sardinata.

- Límites del municipio:

NORTE	República de Venezuela
SUR	Cúcuta, el Zulia y Sardinata
ORIENTE	República de Venezuela
OCCIDENTE	Hacarí, San Calixto, El Tarra y Teorama.
EXTENSION TOTAL	2.737 Km2
ALTITUD DE LA CABECERA MUNICIPAL	75 M.S.N.M. (metros sobre el nivel del mar)
TEMPERATURA M	27, 3 Centígrados C
DISTANCIA DE REFERENCIA	125 Km2

- Geología: El casco urbano del municipio de Tibú está asentado sobre la unidad sedimentaria de edad Terciaria, la Formación León cuya geomorfología se caracteriza por presentar una topografía de colinas de pendiente suave a ligeramente empinada, disectadas por una red de caños y pequeños drenajes que atraviesan el casco urbano en forma aleatoria, litológicamente está compuesta por shale de color gris a gris verdoso con esporádicas intercalaciones de areniscas y láminas carbonosas.

- Clima: En Tibú, los veranos son cortos y tórridos, durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 23 °C a 36 °C y rara vez baja a menos de 21 °C o sube a más de 40 °C.

- Precipitación: Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Tibú varía considerablemente durante el año.
- Temperatura: su temperatura máxima promedio diaria es más de 36°C y la temperatura mínima promedio es de 26°C, en temporada calurosa y en temporada fresca, su temperatura máxima es de 31°C y la mínima de 23 °C.
- Brillo solar: La duración del día en Tibú no varía considerablemente durante el año, solamente varia 37 minutos de las 12 horas en todo el año. En 2022 el día más corto es el 21 de diciembre, con 11 horas y 37 minutos de la luz natural; el día más largo es el 20 de junio, con 12 horas y 38 minutos de la luz natural.
- Humedad relativa: En Tibú la humedad percibida varía levemente. El período más húmedo del año dura 10 meses, del 25 de agosto al 9 de julio, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 90 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 16 de noviembre, con humedad el 100 % del tiempo.

3.12.6 Componente social

Dentro de las características y la estructura de la población del Municipio de Tibú, encontramos grupos vulnerables representativos en las que se incluyen la población adulto mayor con más de 8900 adultos y dentro de ellos 3150 identificados en el cubo del adulto mayor del municipio; la población joven cuenta aproximadamente con 11.186 personas según la fuente de identificación SISBEN de la cual 35,5% se encuentra en la cabecera municipal y el restante en la zona rural así: 6.71% en centro poblado Pachelly, 20.36% en Campo Dos, 18.99% en la Gabarra 2.59% en otros centros poblados y el 15.82% en el resto de la población rural; además la población con discapacidad que cuenta con 2.217 habitantes con esta condición de los cuales el ciclo vital más representativo es el de mayor de 60 años con 1031, de la población productiva entre 15 a 49 años encontramos 1.134 en condición de discapacidad y de la población menor de 15 años encontramos 51 en esta condición, no obstante no se encuentran datos actuales de tipos de discapacidad. De otra parte, en el Municipio existen aproximadamente 5400 indígenas Motilón Bari cuyas características culturales, de habitad requieren un trato diferencial.

En la actualidad de acuerdo al censo presentado en el Plan de Vida se tiene un estimado de 3129 habitantes, los habitantes de la etnia se encuentran distribuido en 417 familias, las comunidades que presentan mayor número de población son Karicachaboquira (457 indígenas, 57 familias), Iquiacarora, Shubacbarina y Bridicaira, la comunidad indígena asentada en el resguardo Catalaura – La Gabarra del municipio de Tibú, cuenta con una población de 312 Barí, distribuidos en dos comunidades, Karikachaboquira con 59 familias y el de Bakuboquira con 6 familias; No obstante existente dos comunidades adicionales asentadas en zona de reserva del municipio.

- **Composición étnica:** De acuerdo al censo realizado por el DANE en 2005, Tibú tiene una población indígena que representa el 1,4% de la población total, distribuida en los dos resguardos indígenas en su jurisdicción, además cuenta con 1,3% de población afrocolombiana y una escasa presencia de raizales. En cuanto al empleo, la poca presencia de grupos étnicos en el municipio, sin embargo, debe garantizarse su participación si es el caso en los programas o proyectos para la protección de los derechos económicos planteados para la población general. según el informe final sobre territorio tradicional del pueblo indígena Bari, las que se encuentran en la región del Catatumbo, las comunidades en general se dividen las actividades cotidianas y tienen encargados y coordinadores de cada actividad, en este sentido existen figuras como coordinadores de la pesca y otros de la casa.

- **Reseña histórica:** El territorio del actual Municipio de Tibú estaba habitado ancestralmente por la población Barí, sometida primero por la invasión española, luego por la invasión de colonos, petroleros y el Estado que poco o nada ha hecho por salvar esta etnia. Por eso la historia del Catatumbo es una historia de invasión, colonización violenta y aniquilamiento, una historia de despojo y desprecio por la raza humana, de la cual sobrevive un puñado de indígenas, al borde la extinción, sumido en la pobreza, la explotación y el engaño estatal. La historia del poblamiento de la cabecera municipal de Tibú comenzó en 1945 cuando la ColombianPetroleumCompany (COLPET) destruyó una gran porción de selva para construir casas para familias de sus empleados. El 8 de marzo de 1945 el Concejo de Cúcuta mediante el Acuerdo No.5 creó el corregimiento de Tibú, y en ese mismo año se creó la misión San Luis Beltrán, entre el Obispo de Nueva Pamplona y el padre Alberto Ariza, provincial de Los Padres Dominicos.

- **Demografía:** Según datos DANE en el Municipio habitan 36.502 personas de las cuales 13.566 habitan en la cabecera y 22.936 en el sector Rural; No

obstante, estos datos difieren de la base del Sisbén, teniendo en cuenta que la población total sisbenisada del municipio 31 de diciembre del 2015 era de 44.680 habitantes (Urbana 16.008 y rural: 28.678). La población representa el 2.7% de la población del Departamento. Existen 17.325 hombres y 19.177 mujeres.

- **Entes de Orden Social:** Dentro de los entes del orden social encontramos: Inspección de policía, personería municipal, comisaría de familia, juntas de acción comunal, contraloría general de la república

3.12.7 Análisis DOFA

MATRIZ DOFA	
D	• *Falta de sensibilización en la comunidad en cuanto al manejo de basuras.* • *Falta de personal calificado en el municipio.* • *No hay una debida señalización de la vía.* • *No hay transporte las 24 horas el día.* • *Dificultades de orden público.* • *No se hacen pozos sépticos con los requerimientos técnicos.* • *Única vía para el ingreso a la zona.* • *Bajas productividad agrícola.*
O	• *Se cuenta con recurso humano MONC para trabajar en las diferentes actividades.* • *Pavimentación de la vía.* • *Mejoramiento en la calidad de vía.* • *Facilidad de acceso a los diferentes corregimientos.* • *Aumento en la seguridad vial.* • *Oportunidades de negocios.* • *Son zonas de bajo riesgo geológico.* • *Disminución de costos en transporte de materiales siempre y cuando exista certificación de extracción de materiales dentro del área de influencia.*
F	• *Convenios con instituciones para la capacitación del personal* • *Programas de concientización para el manejo de residuos sólidos a la población* • *Accesibilidad a recursos (maquinarias y equipos) en las áreas de influencia indirectamente de la zona.*
A	• *Ubicación geográfica: incrementa los costos de transporte de materiales y maquinaria.* • *No hay posibilidad de interconexión a futuro con conexiones a poblaciones vecinas por vía terrestre.* • *Situaciones de orden público*

3.12.8 Programas de manejo ambiental

El presente se estructura a través de los Programas de Manejo Ambiental con sus respectivas Fichas Ambientales, necesarias para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos generados por el proyecto de diseños hito II para vías en la región del Catatumbo sector Tibú (corregimiento La Gabarra), enmarcando el tema en los componentes físico, biótico y social.

- **Programa N° 1: Desarrollo y aplicación de la gestión Ambiental:** Este programa hace referencia a la planeación y elaboración del Programa de Adaptación de la Guía Ambiental, en el cual se llevan a cabo aspectos sociales y ambientales necesarios para el desarrollo del proyecto. Así mismo, capacitar a las personas vinculadas laboralmente al proyecto de adecuación de la vía sobre la legislación vigente en cuanto a seguridad social y salud ocupacional, para que cada vez tengan un desempeño más consciente durante el ejercicio de sus deberes y derechos como trabajadores.
    - Proyecto N°1: Conformación del grupo de Gestión Ambiental
    - Proyecto N°2: Capacitación Ambiental del Personal en Obra
    - Proyecto N°3: Cumplimiento de Requerimientos Legales
- **Programa N° 2: Actividades de construcción:** El desarrollo del proyecto propone 3 actividades constructivas principales que se componen de actividades específicas para cada una de ellas. Cada una de las actividades ejecutadas, tiene entradas y salidas las cuales generan impactos al medio ambiente como se relaciona en las siguientes tablas.

Diagrama para la construcción y pavimentación

ENTRADAS		ACTIVIDAD	SALIDAS	
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL		ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Consumo de combustible, aceites y lubricantes	Agotamiento de los recursos naturales	**1. Utilización de Maquinaria**  	Emisión de gases de combustión	Contaminación del aire
				Afectación de la salud
			Emisión de material particulado	Contaminación del aire
				Afectación de la salud
Utilización de mano de obra	Mejoramiento de la calidad de vida		Generación de ruido	Afectación de la salud
				Auyentamiento de la fauna
			Derrame de combustibles,	Contaminación del suelo
			aceites y lubricantes	Contaminación de agua
				Afectación a la flora y fauna
				Afectación de la salud
Consumo de recursos naturales (retiro de árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caidas)	Agotamiento de los recursos naturales	**2. Desbroce**  DESBROCE Y ESCARIFICADO	Generación de residuos orgánicos	Contaminación del suelo
				Afectación de la salud
Consumo de recursos naturales (retiro de la capa de tierra vegetal)	Agotamiento de los recursos naturales		Generación de ruido	Afectación de la salud
				Auyentamiento de la fauna
Utilización de mano de obra	Mejoramiento de la calidad de vida		Emisión de material particulado	Contaminación del aire
				Afectación de la salud

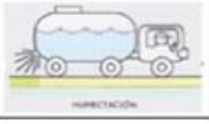
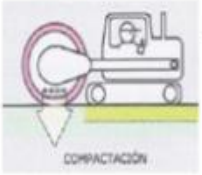
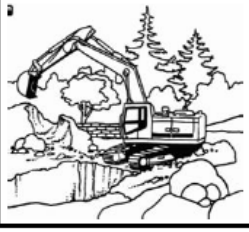
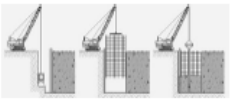
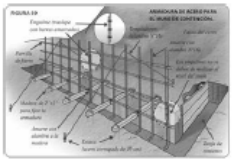
ENTRADAS		ACTIVIDAD	SALIDAS	
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL		ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Consumo de recursos naturales (conglomerados: cal y cemento)	Agotamiento de los recursos naturales	3. Escarificado 	Generación de ruido	Afectación de la salud
				Auyentamiento de la fauna
Utilización de mano de obra	Mejoramiento de la calidad de vida		Emisión de material particulado	Contaminación del aire
				Afectación de la salud
Consumo de recursos naturales (suelo)	Agotamiento de los recursos naturales	4. Extendido 	Emisión de material particulado	Contaminación del aire
				Afectación de la salud
Utilización de mano de obra	Mejoramiento de la calidad de vida		Generación de ruido	Afectación de la salud
				Auyentamiento de la fauna
Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	5. Humectación o Desecación 	Emisión de material particulado	Contaminación del aire
Consumo de recursos naturales (materiales secos o cal viva)	Agotamiento de los recursos naturales			Afectación de la salud
Utilización de mano de obra	Mejoramiento de la calidad de vida			
Utilización de mano de obra	Mejoramiento de la calidad de vida	6. Compactación 	Generación de ruido	Afectación de la salud
				Auyentamiento de la fauna
			Generación de vibraciones	Afectación de la salud
				Auyentamiento de la fauna
				Cambios en la calidad del suelo

Tabla 20: *Diagrama para la construcción y pavimentación*
Fuente: *Documento Cemosa*

Actividad de construcción de estructuras

ENTRADAS		ACTIVIDAD	SALIDAS	
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL		ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Consumo de combustible, aceites y lubricantes	Agotamiento de los recursos naturales	**1. Utilización de Maquinaria** 	Emisión de gases de combustión	Contaminación del aire
				Afectación de la salud
			Emisión de material particulado	Contaminación del aire
				Afectación de la salud
Utilización de mano de obra	Mejoramiento de la calidad de vida		Generación de ruido	Afectación de la salud
				Auyentamiento de la fauna
			Derrame de combustibles, aceites y lubricantes	Contaminación del suelo
				Contaminación de agua
				Afectación a la flora y fauna
				Afectación de la salud
Utilización de mano de obra	Mejoramiento de la calidad de vida	**2. Excavación** 	Generación de residuos	Auyentamiento de la fauna
				Contaminación del suelo
			Generación de ruido	Afectación de la salud
				Auyentamiento de la fauna
			Emisión de material particulado	Contaminación del aire
				Afectación de la salud

ENTRADAS		ACTIVIDAD	SALIDAS	
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL		ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Consumo de materia prima	Agotamiento de los recursos naturales	**3. Construcción Cimentación** 	Generación de residuos	Auyentamiento de la fauna
				Contaminación del suelo
			Derrame de materia prima - concreto	Contaminación del suelo
Utilización de mano de obra	Mejoramiento de la calidad de vida		Generación de ruido	Afectación de la salud
				Auyentamiento de la fauna
			Emisión de material particulado	Contaminación del aire
				Afectación de la salud
Consumo de materia prima	Agotamiento de los recursos		Generación de residuos	Auyentamiento de la fauna

	naturales	**4. Construcción del Muro** 		Contaminación del suelo
			Derrame de materia prima - concreto	Contaminación del suelo
Utilización de mano de obra	Mejoramiento de la calidad de vida		Generación de ruido	Afectación de la salud
				Auyentamiento de la fauna
			Emisión de material particulado	Contaminación del aire
				Afectación de la salud

- Proyecto No.1: Manejo Integral De Materiales de construcción
- Proyecto No.2: Fuentes de Materiales
- Proyecto No 3: Señalización Y Aislamiento De La Obra
- Proyecto No.4: Manejo y disposición final de escombros
- Proyecto 5: Manejo de residuos sólidos convencionales y especiales.

- **Programa 3: gestión recurso hídrico:** Este programa, se compone de dos proyectos: a) medidas ambientales para el manejo de las aguas superficiales; b) adecuado manejo a los residuos líquidos tanto domésticos como industriales, que se generen por las actividades propias de cada proyecto.
  - Proyecto No.1: Manejo de aguas superficiales.
  - Proyecto No.2: Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales.
  - Proyecto No 3: Control de emisiones atmosféricas

- **Programa 4: Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos:** La política del INVIAS se orienta hacia la protección y conservación de la biodiversidad por las implicaciones sobre la viabilidad de la vida, el funcionamiento de los ecosistemas y la provisión de servicios a la humanidad.

Este programa además de cumplir con la normatividad, tiene como estrategia crear sinergias que permitan maximizar los beneficios con el fin de cumplir con la complejidad del objetivo de mantener y evitar la pérdida de biodiversidad. Lo anterior, en el marco del manejo y gestión de los impactos directos e indirectos generados por los proyectos viales.

- Proyecto No 1: Manejo del descapote y la cobertura vegetal.
- Proyecto No 2: Recuperación de áreas afectadas
- Proyecto No 3: Protección de fauna
- Proyecto No 4: Protección de ecosistemas sensibles

- **Programa 5: Manejo de instalaciones temporales** Este programa contempla las medidas mínimas que el contratista debe implementar para la instalación, el funcionamiento y el desmantelamiento de campamentos y sitios de acopio temporal que se requieren construir para la ejecución de las obras del proyecto y los lineamientos mínimos que el contratista debe implementar tanto para las actividades de instalación, funcionamiento como de desmantelamiento de las plantas que demandará el proyecto.
    - Proyecto No 1 Instalación, Funcionamiento Y desmantelamiento De Campamentos Y Sitios De Acopio Temporal.
    - Proyecto No 3 Manejo de maquinaria, equipos y vehículos
    - Proyecto No 4 Recuperación del derecho de vía

- **Programa 6: Plan de gestión social**

En el presente capítulo se muestra la propuesta de Plan de Abandono y Posterior Restauración, para las áreas e infraestructura intervenidas de manera directa por el proyecto después de la etapa de operación, con el fin de cumplir los requisitos legales aplicables, proteger la salud y seguridad de las comunidades presentes en la zona, eliminar o mitigar los efectos ambientales adversos y minimizar los impactos socio económicos en el área de influencia.

Se incluyen actividades como demoliciones de superficies duras, cierre y reconformación de terrenos, revegetalización de superficies, roturado, recolección y disposición de residuos, retiro de señales, desmantelamiento de campamentos de estructuras temporales, además de la nivelación y estabilización de terrenos (donde corresponda); todas las actividades se deben desarrollar con el mínimo riesgo a la salud y seguridad humana, con un mínimo o ningún impacto al ambiente y en cumplimiento con todas las leyes y reglamentos aplicables (consistente con todos las guías y prácticas recomendadas, así como con los requerimientos de las autoridades municipales y/o gubernamentales), sin perjudicar a los presentes o futuros propietarios de los terrenos, logrando que las obras sean estéticamente aceptables y se evite el deterioro al paisaje existente.

- PROYECTO No. 1: Atención a La Comunidad
- PROYECTO No. 2: Información Y Divulgación
- PROYECTO No. 3: Manejo de la infraestructura de predios y de servicios públicos.
- PROYECTO No.4: Recuperación del derecho de vía
- PROYECTO No.5: Cultura Vial Y Participación Comunitaria
- PROYECTO No. 6: Contratación Mano De Obra

- PROYECTO No. 7: Proyectos productivos
- PROYECTO No. 8: Protección del patrimonio arqueológico y cultural
- PROYECTO No. 9: Gestión social predial

- **PRESUPUESTO PROGRAMA DE APLICACIÓN AMBIENTAL**

PRESUPUESTO
PROGRAMA APLICACIÓN AMBIENTAL

PROGRAMA 1. DESARROLLO Y APLICACION DE LA GESTION AMBIENTAL

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PROYECTO No.1: Conformación del grupo de Gestión Ambiental	GL	1	$ 4.500.000	$ 4.500.000
PROYECTO No. 2: Capacitación Ambiental Del Personal de Obra	Un	1	$ 3.000.000	$ 3.000.000
PROYECTO No. 3: Cumplimiento de Requerimientos Legales	GL	1	$ 2.500.000	$ 2.500.000
DAGA-1.202 Capacitación ambiental al personal de obra				$ 10.000.000

PROGRAMA 2. PROGRAMA DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PROYECTO No. 1: Manejo Integral De Materiales de construcción (Polisombra de aislamiento de material particulado proteccion areas pobladas)	ml	800	$ 5.297	$ 4.237.600
PROYECTO 4: Manejo y disposición final de escombros	m2	100	$ 58.850	$ 5.885.000
PROYECTO No 3: Señalización y Aislamiento De La Obra Demarcación de Materiales kit (Colombinas con cinta reflectiva y cinta de seguridad preventiva)	Gl	1	$ 15.000.000	$ 15.000.000
Cercos en plástico con longitud de 3 m cada uno para cerramientos	Un	80	$ 15.000	$ 1.200.000
Carretillas	Un	4	$ 176.550	$ 706.200
PAC-2.1-04 Proyecto de manejo integral de materiales de construcción				$ 27.028.800

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Cercos en plástico con longitud de 3 m cada uno	Un	150	$ 15.000	$ 2.250.000
Plástico para cubrimiento de escombros negro	m2	200	$ 9.416	$ 1.883.200
PAC-2.4-07 Proyecto de manejo y disposición final de escombros y lodos				$ 4.133.200

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PROYECTO 5: Manejo de residuos sólidos convencionales y especiales. (Canecas de almacenamiento con capacidad de 55 galones) (Kit de Elementos de Aseo (Escobas, Palas, Bolsas para residuos) (Carretillas)	Glo	1	$ 3.000.000	$ 3.000.000
PAC-2.5-08 Manejo de residuos sólidos convencionales y especiales.				$ 3.000.000

PROGRAMA 3. Gestión Hídrica

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Malla traslucida	ml	60	$ 17.655	$ 1.059.300
Baños Portátiles (incluye instalación, limpieza y mantenimiento)	Un	4	$ 1.850.000	$ 7.400.000
Kit de Derrames	Un	4	$ 353.100	$ 1.412.400
PGH-3.1-09 Proyecto de manejo de aguas superficiales				$ 9.871.700

PROGRAMA 5. Manejo de Instalaciones Temporales, de Maquinaria y Equipos

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Adecuación del Campamento	Un	1	$ 6.000.000	$ 6.000.000
Punto Ecológico con 3 canecas (clasificación)	Un	2	$ 300.000	$ 600.000
Paquete de Bolsa Industrial de Cada Color x 10 Unidades	Paqx10	100	$ 5.885	$ 588.500
PMIT-5.1-15 Proyecto Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de campamentos y sitios de acopio temporal				$ 7.188.500

PROGRAMA 6. Programas de Gestión Social				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Volantes de invitación a reunión de concertación en materia ambiental (medidas de manejo)	Un	1000	$ 2.000	$ 2.000.000
Reuniones periódicas del Comité Ciudadano de Obra. Material necesario.	GL	1	$ 2.000.000	$ 2.000.000
PGS-6.1-16 Proyecto de Atención a la Comunidad				$ 4.000.000
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Diseño, impresión e instalación de Vallas informativas fijas de 6m X 4m (Ubicadas al Inicio y Final de Obra)	Un	2	$ 2.500.000	$ 5.000.000
Diseño, impresión e instalación de Vallas informativas fijas de 5m X 4m (Intermedio de la Obra)	Un	2	$ 1.059.300	$ 2.118.600
Volantes reuniones extraordinarias (incluye informador puerta a puerta)	Un	500	$ 500	$ 250.000
PGS-6.2-19 Proyecto de Información y Divulgación				$ 7.368.600
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Capacitación contratación mano de obra calificada y no calificada (MOC - MONC)	Un	1	$ 1.750.000	$ 1.750.000
PGS-6.6-23 Proyecto de Contratación Mano de Obra				$ 1.750.000
ANEXO 1. PLAN DE CONTINGENCIA				
Camilla Rígida con Inmovilizadores	Un	1	$ 382.468	$ 382.468
Inmovilizador de Cuello	Un	1	$ 68.000	$ 68.000
Botiquín básico para primeros auxilios	Un	2	$ 60.000	$ 120.000
Extintores de polvo químico seco ABC 20 lbs	Un	2	$ 120.000	$ 240.000
Extintores de Solkaflam	Un	2	$ 117.700	$ 235.400
Pitos	Un	2	$ 5.885	$ 11.770
Agenda y lápiz	Un	3	$ 8.239	$ 24.717
Baterías de repuesto	Un	3	$ 11.770	$ 35.310
Megáfonos	Un	1	$ 141.240	$ 141.240
Hachas	Un	1	$ 74.420	$ 74.420
Talleres de Capacitación y entrenamiento personal	Un	3	$ 330.000	$ 990.000
Equipos y herramientas del plan de contingencia	GL	1	$ 1.500.000	$ 1.500.000
PLAN DE CONTINGENCIA				$ 3.823.325
costos por evaluación y seguimiento de licencias, autorizaciones y/o permisos, tasas, regalías, arrendamientos, servidumbres, producción, trituración, clasificación, almacenamiento, cargue, transporte y descargue.	Un	1	$ 3.000.000	$ 3.000.000
TOTAL PROGRAMA APLICACIÓN AMBIENTAL				$ 81.164.125

INGESUELOS DE COLOMBIA LTDA.
MARIO TRUJILLO CALDERON
MP. No. 1920227179 CAUCA

- **Cronograma de actividades**

CODIGO	CRONOGRAMA DE EJECUCION	FASE DE CONSTRUCCION			
	PROGRAMA 1. DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL	1 MES	2 MES	3MES	4 MES
DAGA-1.1-01	Conformacion del grupo de gestion socioambiental				
DAGA-1.2-02	Capacitación y concienciación para el personal de la obra				
DAGA-1.3-03	Cumplimiento de requerimientos legales en el proyecto				
	PROGRAMA 2. PROGRAMA DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS	1 MES	2 MES	3MES	4 MES
PAC-2.1-04	Manejo integral de materiales de construcciónPAC-				
PAC-2.3-06	Manejo y disposición final de escombrosPAC				
PAC-2.4-07	Manejo de residuos sólidos convencionales y especiales				
	PROGRAMA 3. Gestión Hídrica	1 MES	2 MES	3MES	4 MES
PGH-3.1-08	Manejo de aguas superficiales				
PGH-3.2-09	Manejo de residuos líquidos domésticos e industriales				
	PROGRAMA 4. Programa de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos	1 MES	2 MES	3MES	4 MES
PBSE-4.1-10	Manejo del descapote y cobertura vegetal				
PBSE-4.2-11	Recuperación de áreas afectadas				
	PROGRAMA 5. Manejo de Instalaciones Temporales, de Maquinaria y Equipos	1 MES	2 MES	3MES	4 MES
PMIT-5.3-16	Manejo de maquinaria, equipos y vehículos				
	PROGRAMA 6. Programas de Gestión Social	1 MES	2 MES	3MES	4 MES
PGS-6.1-17	Proyecto de Atención a la Comunidad				
PGS-6.2-18	Información y Divulgación				
PGS-6.5-21	Cultura Vial y Participación Comunitaria				
PGS-6.6-22	Contratación de Mano de Obra				
PGS-6.8-24	Protección del Patrimonio Arqueológico y Cultural				

Página 1

3.12.9 Conclusiones

- La caracterización del Proyecto según la tipología de vía en cada uno de sus componentes, tipo de proyecto y las actividades constructivas a ejecutar según INVIAS, permitió establecer el cronograma a desarrollar donde los components bióticos, abióticos y socioculturales serian afectados, directa e indirecta mente.
- Teniendo en cuenta la caracterización del medio ambiente en el cual se desarrollará el proyecto para el mejoramiento y pavimentación, establecido en el Área de Influencia Directa (AID), fue fundamental para identificar los ecosistemas que serían afectados y la población que sería beneficiada o afectada por este desarrollo del proyecto.
- Los aspectos ambientales de mayor importancia estarán dentro de las etapas de construcción de la obra, con presencia de material particulado y afectación a las aguas superficiales creando así los controles requeridos para la mitigación de estos impactos.
- Se mejorará la calidad de vida debido a la reducción de las emisiones de material particulado generados por el transporte de las actividades del sector de hidrocarburos.
- Implementar todas las medidas que se plantean en el PMT para diferentes frentes de trabajo, con el fin de mitigar el impacto de las obras y reducir los riesgos de ocurrencia de accidentes.
- El ingeniero director de obra y/o el ingeniero residente son los responsables de implementar de manera adecuada el Plan de Manejo Del Tránsito que se ha propuesto en este documento para la construcción de las obras. El Grupo de Gestión Socio-Ambiental del proyecto es el responsable de llevar a cabo el seguimiento al Plan de Manejo de la Tránsito aquí planteado.
- La señalización que se ha considerado en el PMT contempla señales informativas, preventivas y reglamentarias, así como dispositivos especiales como son las barricadas, delineadores tubulares, cinta plástica, conos y maletines, las cuales recomienda el Manual de Señalización Vial dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en las calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia 2021.
- No se hará aprovechamiento forestal ya que el trazado de la vía no afectará especies arbóreas, ni afectará ecosistemas.

3.13 VOLUMEN XI. ESTUDIO GESTIÓN PREDIAL.

En el presente capítulo, se presentan los aspectos que se considerarán para la evaluación de afectación de los predios como consecuencia al diseño y trazado definitivo del corredor vial del Catatumbo sector Tibú – El Tarra, en el departamento de Norte de Santander"

3.13.1 Objetivos y alcances

3.13.1.1 Objetivos

- Identificar la afectación de los predios como consecuencia del desarrollo del trazado definitivo.
- Describir el tipo de zona en la cual se desarrollará la alternativa a partir del análisis territorial y normas de jerarquía superior.
- Cuantificar los costos estimados de gestión y adquisición para la alternativa seleccionada, a partir de la elaboración de las zonas homogéneas físicas y geoeconómicas.
- Diseñar una estrategia de adquisición predial de acuerdo con las características propias del proyecto e identificar y clasificar las amenazas al proceso de adquisición predial.
- Analizar la información de Planes de Ordenamiento Territorial y la identificación de áreas no desarrollables que serían objeto de adquisición.

3.13.1.2 Alcances

Se tiene como alcance actualizar y/o realizar un diagnóstico sobre la interacción entre la alternativa vial y el territorio de tal manera que se identifiquen los usos del suelo y la dinámica de desarrollo a lo largo del corredor vial analizado, las características físicas, jurídicas, económicas y urbanísticas del territorio, la información catastral disponible y la estimación del valor de los terrenos para su posible adquisición. Asimismo, la incidencia y el impacto sobre la infraestructura existente o proyectada, aspectos sociales, económicos, forma de tenencia de los predios, entre otros.

3.13.2 Metodología

La metodología a realizar para la elaboración del volumen de gestión predial va a ser la siguiente:

- **Visita de reconocimiento de campo:** Se realizará una visita de obra, para identificar las viviendas aledañas a la vía, predios y demás.

- Caracterización del área de estudio: De acuerdo a la información de campo, se realizará la ubicación de las viviendas aledañas existentes, los cercos, y de acuerdo a los diseños geométricos de la vía, se realizará la descripción y ubicación de las áreas requeridas para las infraestructuras del proyecto, su información catastral, diagnóstico predial, caracterización física y su respectiva información jurídica.

- Análisis económico: Realización de estimación de valoración de predios de manera sectorizada y siguiendo la normatividad vigente.

- Definición de la estrategia: Diseño de un cronograma del proceso de gestión y adquisición predial, de acuerdo a las características propias del proyecto a partir de la información recopilada considerando el alcance del proyecto, los riesgos, tiempos y costos.

3.13.3 Caracterización del área de estudio

A lo largo del corredor vial, se presentan tres secciones transversales típicas. Para el tramo PR 0+000 hasta el PR 0+083, se tiene una calzada de 6.0 metros, cada carril de 3.0 m, una berma de 0.5 m, no se colocan cunetas debido a que se reduce la corona, para evitar afectación predial.

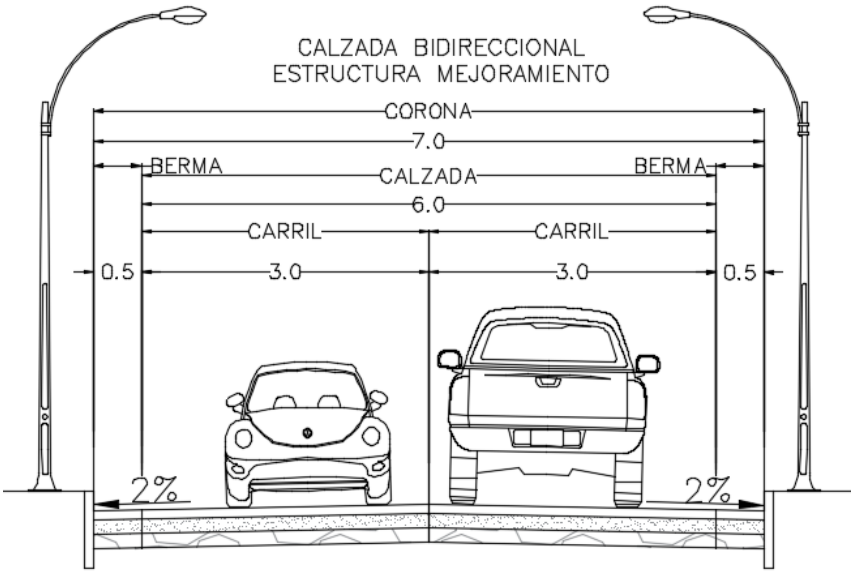


Figura 1 *Sección transversal para PR 0+000 hasta el PR 0+083, Hito 2*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia LTDA*

Para el tramo PR 0+083 hasta PR 3+070 y PR 3+210 – PR4+000, tenemos una ampliación de ancho de la vía, con un ancho de carril de 3.3 m, berma de 0.5 m, y cunetas de 1.0 m, para un total de ancho de banca de 9.6 m.

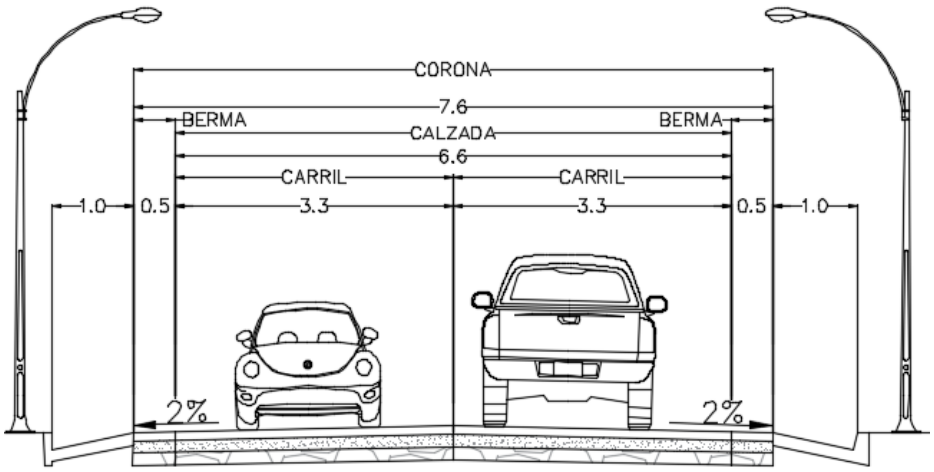


Figura 2 *Sección transversal modificada para el tramo PR 0+083 hasta PR 3+070 y PR 3+210 – PR4+000*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia LTDA*

Para el tramo PR 3+070 hasta PR 3+210, tenemos una nuevamente una reducción de ancho de la vía, con el fin de evitar la afectación predial. El ancho de carril de 3.3 m, cunetas de 1.0 m y eliminamos la berma, para un total de ancho de banca de 7.6 m.

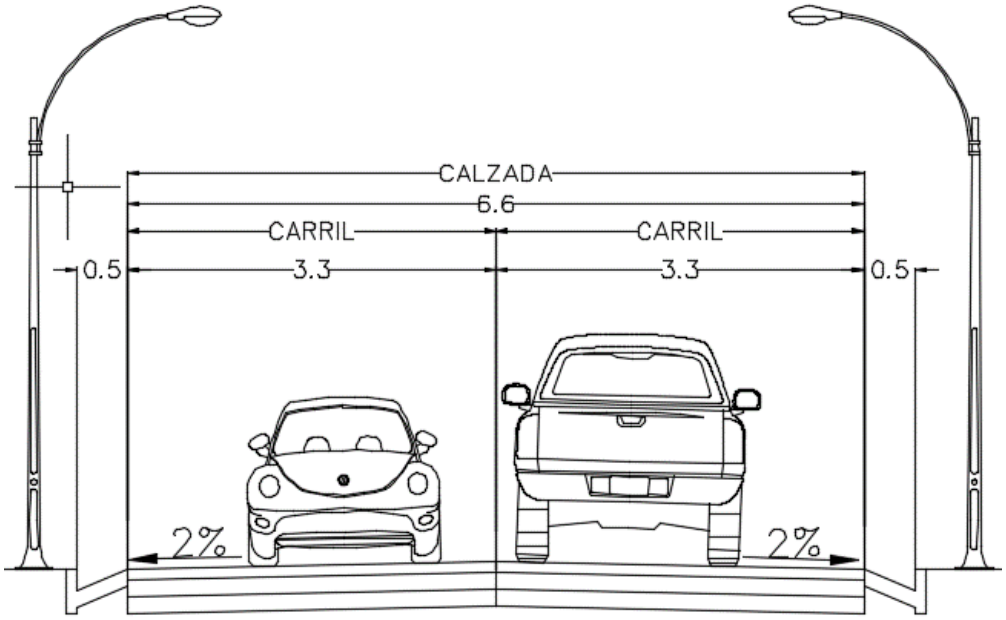


Figura 2 *Sección transversal modificada para el tramo PR 3+070 hasta PR 3+210*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia LTDA*

De acuerdo con levantamiento topográfico y de las secciones típicas de la vía para el corredor vial sector Tibú – El Tarra, no se requieren predios ni afectación de viviendas para el desarrollo del proyecto, es decir no se tendría afectación predial, debido a que el ancho de la vía está dentro del ancho de la vía existente; además que estaría dentro de la franja de vía de acuerdo a la Ley 1228 de 2008, donde estipula que para vías secundarías, el derecho de vía es de 45 m centrada en el eje de la misma.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, no aplica la elaboración de la información catastral, el diagnóstico predial, la caracterización física y la información jurídica debido a que no se requieren predios para el desarrollo del proyecto.

3.13.4 Conclusiones y recomendaciones

- Los diseños realizados, no generan cambios en la proyección horizontal del eje de la vía, por tal motivo no se produce afección o modificación al derecho de vía existentes, y donde se tenían casas muy cercanas a la vía, se realizó una reducción del ancho de banca del K 0+000 hasta el K 0+083 y K 3+070 hasta el K 3+210, para evitar la afectación predial. Si por inconvenientes constructivos o modificaciones a los diseños ajenos al producto de esta Consultoría, se procediera a modificar la proyección horizontal de dicho eje, se recomienda la elaboración de los as-built que reflejen esta modificación para su debida re-emisión a la entidad competente en temas prediales para que proceda a resolver los ajustes al derecho de vía que apliquen.

- Se recomienda en los casos más delicados de las viviendas que están construidas en material de madera de fácil remoción se debe reubicar, respetando la faja de seguridad que exige la Ley 1228 del 2008, como también la norma de Retie donde exige los aislamientos con respecto a la ubicación de las líneas de alta tensión, que en su mayoría pasan por encima de las viviendas o muy cerca de la fachada creando el problema de un accidente cuando existe unas descargas eléctricas en época de lluvias.

- También en el tramo de viviendas de barrio Largo se debe respetar la faja de seguridad y definir para construir un andén continuo para una mayor seguridad para el peatón y en ella se puede ubicar la infraestructura de servicios de energía y teléfonos.

- Es importante continuar con el seguimiento a la gestión predial, dado que esta es dinámica y pueden requerirse áreas adicionales por necesidades ambientales, sociales o técnicas, las cuales deben ser justificadas en su momento.

3.14 VOLUMEN XII. ESTUDIO DEL ANÁLISIS Y GESTIÓN DEL RIESGO Y LA SOSTENIBILIDAD.

El presente capítulo se especifican los riesgos asociados a cada uno de los sitios críticos de la vía Tibú – El Tarra entre el K 0+000 – K 04+000, para el mejoramiento de la misma en el departamento de Norte de Santander, en el marco del Contrato interadministrativo 213046.

De acuerdo a las visitas realizadas a la zona de estudio por los diferentes especialistas en las áreas como hidrología, geotecnia, geología y topografía; se determinó que los principales riesgos presentes en la zona y que pueden llegar a generar un impacto importante sobre la vía son *Inundación y Remoción en Masa*, de los cuales se realizó un análisis para cada uno de los sitios críticos sobre la vía Tibú – El Tarra.

3.14.1 Objetivos y alcances

3.14.1.1 Objetivo

Identificar, caracterizar y categorizar los riesgos predecibles del corredor K 0+000 y K 04+000 que afectaran el corredor vial; con el fin de implementar una alternativa para mitigar aquellos riesgos en un futuro, complementando los requerimientos de la matriz de riesgos, estableciendo una línea base del proyecto y diseñar los planes de monitoreo y control.

3.14.1.2 Alcance

En el presente estudio se validará los efectos de los riesgos identificados y categorizados que permitan proponer el plan de respuesta basados en los estudios técnicos, el análisis de necesidades, información secundaria y fuentes primarias, para disminuir las amenazas que afectan el proyecto.

Una vez identificados y categorizados los riesgos se elaborará estrategias para cada solución, así mismo se determinará cada uno de los riesgos identificados.

Se planteará un mecanismo de control y seguimiento que permita identificar, supervisar y monitorear nuevos riesgos que serán analizados cuantitativa y cualitativamente durante las diferentes etapas de construcción y operación.

3.14.2 Metodología

La metodología a utilizar será la de análisis cualitativos y cuantitativos de riesgos, esta nos permite priorizar, evaluar y valorar la probabilidad de ocurrencia del evento y su impacto respecto de los efectos de los riesgos identificados que permitan el logro de los objetivos del proyecto a nivel de pre factibilidad.

Se adjunta en los anexos la matriz de riesgo.

3.14.3 Gestión de pasivos y compromisos

Al realizar el análisis preliminar de riesgos de posibles pasivos ambientales, se concluye que no existe ningún tipo de pasivo que pueda afectar el libre y normal desarrollo del proyecto.

Para lo anterior se realizó un proceso cualitativo para la identificación de riesgos a la salud, a la vida y al medio ambiente.

3.14.4 Conclusiones y recomendaciones

- Con respecto al análisis de sostenibilidad se establecieron estrategias de sostenibilidad para el proyecto a realizar.
- Se tiene propuestos tres puntos para darle un punto de disposición final a los materiales de obra obtenidos del mismo proyecto.
- Para la infraestructura verde se implementarán Cunetas, disipadores; en los cortes de taludes, se implementarán mantos permanentes de erosión y para el control de berma se utilizará las zanjas de coronación.
- Para la protección de diversidad biológica se realizarán acciones para que el impacto residual en la biodiversidad ocasionado por el proyecto a desarrollar pueda ser compensado.
- Con respecto a la participación inclusiva se recomienda situar el campamento y las demás instalaciones temporales en una población cercana a Tibú; de acuerdo al diseño que se plasma, no se evidencia afectación de predios, ya que estos no se encuentran sobre el derecho de vía existente.

3.15 VOLUMEN XIII. ESTUDIO ESTIMACIÓN CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS.

En el presente capítulo se presenta el estudio de estimación de cantidades de obras, costos y presupuestos del corredor vial del Catatumbo sector Tibú – El Tarra, en el departamento de Norte de Santander"

3.15.1 Objetivos y alcances.

3.15.1.1 Objetivos

Proporcionar la información de ingeniería necesaria que permita a este nivel una estimación más aproximada del costo de ejecución del proyecto, tomando como base el cálculo más exacto de unas cantidades de obra.

3.15.1.2 Alcances

- Identificar las características técnicas del Proyecto a partir de las diferentes áreas técnicas: volúmenes de obra, posibles materiales a emplear, longitudes aproximadas de transporte de materiales de construcción y de materiales sobrantes, etc.

- Calcular las cantidades de Obra, sobre todo en lo relacionado con movimientos de tierra, requerimientos de materiales y las que resulten del dimensionamiento de estructuras.
- Estimar los Precios Unitarios
- Calcular el Presupuesto aproximado para la obra.
- Ingeniería de detalle

3.15.2 Resumen de presupuesto

PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA VÍA TIBÚ - EL TARRA
DESDE EL K0+000 HASTA K4+000

REGRESAR INDICE
REGRESAR A PORTADA

PRESUPUESTO Y CANTIDAD DE OBRA (ESTIMADO)

No	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL	VR. TOTAL
1	MOVIMIENTOS DE TIERRA					$ 1,547,085,292
2	SUBBASES Y BASES					$ 4,603,673,626
3	PAVIMENTO EN CONCRETO ASFALTICO					$ 4,099,457,001
4	OBRAS DE DRENAJE					$ 1,576,282,796
4.1	CUNETAS DE CONCRETO FUNDIDAS IN SITU					$ 1,522,613,977
4.2	ESTRUCTURAS ESCALONADAS DE CAÍDA EN CONCRETO CLASE D					$ 5,511,698
4.3	BORDILLO DE CONCRETO VACIADO IN SITU					$ 44,045,925
4.4	MANTENIMIENTO A LAS ALCANTARILLA EXISTENTE					$ 4,111,196
5	SEÑALIZACIÓN					$ 89,903,369
6	TRASLADO DE POSTE EN CONCRETO REFORZADO DE RED ELÉCTRICA, DESNUDO, DISTANCIA IGUAL O MENOR A 1KM (INCLUYE GRUA PUESTA EN SITIO DE 5 A 20 TON)					$ 11,433,726
7	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL					$ 81,164,160
8	PMT					$ 18,552,000
9	URBANISMO Y PAISAJISMO					$ 900,953,199
	TOTAL BASICO DE LA OBRA					$ 12,928,505,170
	TOTAL SIN A.I.U.					$ 9,945,003,977
	VALOR COSTOS INDIRECTOS A.I.U.					$ 2,486,250,994
	ADMINISTRACION	15%				$ 1,491,750,597
	UTILIDAD	5%				$ 497,250,199
	IMPREVISTOS	5%				$ 497,250,199
	VALOR IVA 19% SOBRE UTILIDAD	19%				$ 94,477,538
	INTERVENTORIA	7%				$ 904,995,362
	VALOR TOTAL ESTIMADO					$ 13,927,978,069

Nota: El precio unitario incluye el A.I.U.

Firma
Nombre: Mario Trujillo Calderón
Representante Legal de Ingesuelos de Colombia Ltda.
Matricula No. : ING. CIVIL M.P 19202-27179 CAU

Firma:
Nombre: ARIEL ALBERTO CORREDOR GÓMEZ
Representante legal suplente MAB INGENIERÍA DE VALOR S.A
Matrícula No.: 25202-52473 CND

Tabla 30. *Resumen presupuesto*
Fuente: *Ingesuelos de Colombia Ltda*

3.16 VOLUMEN XIV. ESTUDIO DE EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO.

En este capítulo se hará un análisis económico de los costos y beneficios de la implementación en el tramo de estudio de la vía Tibú – El Tarra.

3.16.1 Objetivo y alcances.

3.16.1.1 Objetivo

Realizar la Evaluación Económica y financiera de los estudios y diseños de mejoramiento y/o pavimentación del corredor del Catatumbo, sector K 0+000 y KM 04+000, con el fin de analizar y comparar en términos económicos los costos y beneficios de las alternativas que se generen para dar solución a problemas deficientes de la infraestructura vial que sean requeridos en la comunidad y en el transporte.

3.16.1.2 Alcances

Se dará un cubrimiento suficiente de las características de la zona de influencia del proyecto en donde se realizará el diagnóstico de las condiciones actuales de la vía y las necesidades de transporte y con las características del proyecto considerando las variables sociales y económica de la región.

Valorar, como principio de la evaluación, los costos de operación vehicular que se generan por la operación del sistema de transporte terrestre antes y después del proyecto con el fin de determinar los beneficios.

En cuanto se refiere a los aspectos del análisis o estimación de costos, los mismos mantendrán un referente valido, expresados bajo la consideración de los aspectos propios y singulares del sitio de la obra y los resultados de los estudios particulares.

Se deberá identificar todos los costos y beneficios posibles atribuibles al proyecto con la precisión que lo permita el nivel del estudio realizado. Para ello, se 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.

3.16.2 Metodología.

La metodología para la evaluación económica a seguir comprende los siguientes pasos:

1. Realizar el diagnóstico de la situación existente, el cual consiste en formular las características y condiciones actuales de la vía.
2. Determinar los tramos en función de la homogeneidad de las condiciones.
3. Diseñar y definir las alternativas de Inversión y mantenimiento.
4. Establecer los precios financieros y económicos de las obras.
5. Identificar y determinar los costos y beneficios del proyecto.
6. Optimizar las alternativas consiste comparar las distintas alternativas de mantenimiento para cada tramo homogéneo de la red vial.
7. Analizar y formular el plan de acción de las Intervenciones a realizar con la mejor alternativa.

3.16.3 Costo beneficio del proyecto.

En la generalidad de los casos, los estudios que tienen por objeto la Construcción y pavimentación de nuevas vías, así como el Mejoramiento de vías en cuanto a cambios de especificaciones, como la pavimentación de vías existentes, pero con superficie en afirmado, o cambios en las dimensiones, como la construcción de segunda calzada, y Rehabilitación de vías que tienen por objeto específico la reconstrucción o recuperación de las condiciones iniciales, dada la posibilidad de identificar en ellos costos y beneficios, deberá adelantarse la Evaluación Económica mediante la aplicación de la Metodología Análisis Costo Beneficio (ACB), utilizando para ello las herramientas que permitan la generación de informes como Costos de Operación Vehicular y Costos de Mantenimiento entre otros, para cada alternativa.

Para todos los efectos de realizar los Estudios de Evaluación, se deberá reunir la información pertinente a las condiciones existente de la vía y del proyecto. De forma general, a continuación, se indica la información que debe ser recaudada, con la salvedad en aquellos casos donde no existir vía, deberá considerar como tal la vía alterna por la cual se transita.

3.16.4 Conclusiones y recomendaciones.

- El reglón económico y productivo de Tibú – El Tarra está afectado por el mal estado del sistema de transporte de la carretera que se vuelve álgido durante la temporada de lluvias por las bajas especificaciones y la política de mantenimiento deficiente.

- La recuperación de la Soberanía, la Institucionalidad y el Orden público en el municipio de Tibú es un beneficio invaluable frente a la inversión.

- Los Costos de las Obras de Inversión del Proyecto de la vía Tibú – El Tarra serán alrededor de $ 37.800.000.000 millones de pesos.

- Se realizó el diagnóstico de las condiciones actuales de la vía y las necesidades de transporte y con las características del proyecto considerando las variables sociales y económica de la región.

- Se realizó un análisis de cada uno de los sectores donde se encuentra ubicado el proyecto.

- Se tiene que la base de la economía del Municipio de Tibú es la producción agrícola y pecuaria y la explotación minera, especialmente el petróleo.

3.16.5 Información del contrato de consultoría

Contrato Nº: 035 de 2021

Objeto: “ESTUDIOS Y DISEÑOS A FASE III PARA VIAS EN LA REGIÓN DEL CATATUMBO, PARA EL PROGRAMA CATATUMBO SOSTENIBLE, EN EL DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER”.

Consultoría: Ingesuelos de Colombia Ltda.

Fecha de inicio: 3 de mayo de 2021

Fecha de suspensión 1: 11 de mayo de 2021 – 25 de mayo de 2021

Fecha de ampliación 1: 26 de mayo de 2021 – 9 de junio de 2021

Fecha de reanudación: 10 de junio de 2021

Fecha de visitas con Interventoría, INVIAS para inicio de labores: 22, 23 y 24 de junio de 2021

Valor inicial: $2.754.256.404

Plazo: 5 meses

FICHA TECNICA

- **Descripción del alcance de los estudios y diseños:**

- Objeto del contrato: "ESTUDIOS Y DISEÑOS A FASE III PARA VIAS EN LA REGIÓN DEL CATATUMBO, PARA EL PROGRAMA CATATUMBO SOSTENIBLE, EN EL DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER".

- Localización y longitud de la meta física de estudios y diseños ejecutada: (alcance físico del corredor Tibú – El Tarra desde el (K 0+000 hasta K 04+000).

TPD

Zona	Hito I Corredor: Tibú – El Tarra			Clasificación	
Información del tránsito para el año 2021					
Tipo de vehículo	Cantidad	TPD	% TPD		
Autos	2475	354	37.70%	37.7%	Autos
Bus y buseta	457	66	7.03%	7.0%	Buses
Camión 2 ejes - C2P	2102	301	32.06%	55.3%	Camiones
Camión 2 ejes - C2G	1074	154	16.40%		
Camión 3 ejes	331	48	5.11%		
Tractor - Camión C2 - S1	81	12	1.28%		
Camión de 4 ejes	17	3	0.32%		
Tractor - Camión C3 - S1	6	1	0.11%		
Camión de 5 ejes	0	0	0.00%		
Camión > 5 ejes	0	0	0.00%		
Total, Mixtos	**6543**	**939**	**100.00%**	**100.00%**	

N Ejes equivalentes

N° Ejes equivalente	
Corredor Tibú – El Tarra	
Periodo de diseño	N
15	4.34x10^6

Puntos de alto conflicto

El tramo vial que corresponde a los 4 km de vía que van desde la salida del Tibú KM 0+000 hasta el KM 4+000, se aclara que todo el corredor vial debido a su alta densidad poblacional, es una zona crítica.

Georreferenciación

Zona crítica Tibú – El Tarra	Magna sirgas Colombia Bogotá Zone	
	Este	Norte
Inicio	1146863.42	1446919.66
Fin	1144117.76	1444467.24
Abscisa	K00+000 – K04+000	

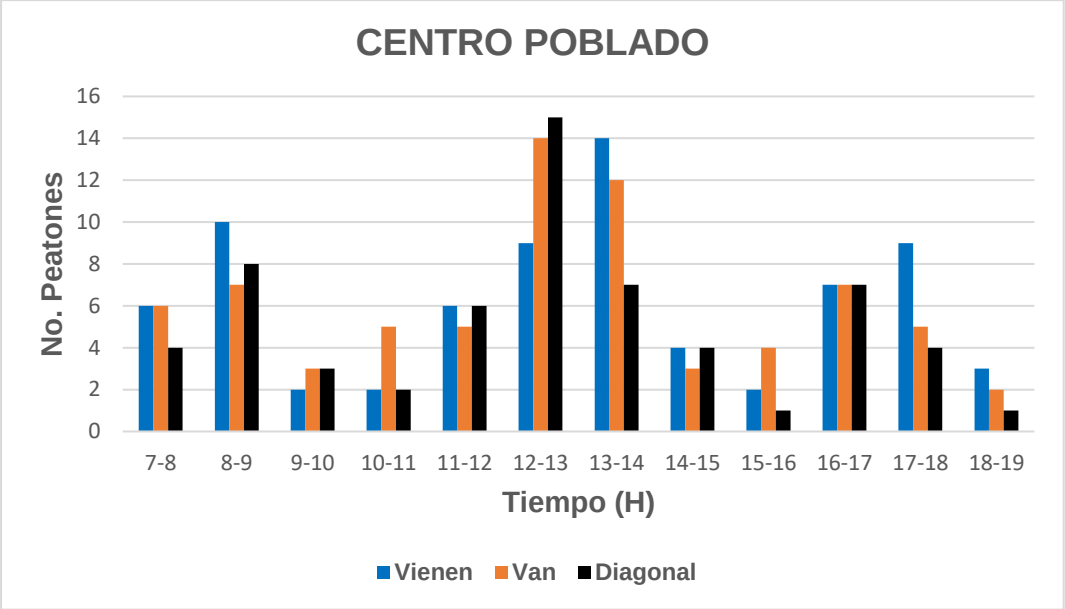
Aforo peatonal en cada dirección durante 12h: Centro Poblado

Estudio de Volúmenes Peatonales

Hora Inicio:	7:00 a.m.	Zona:	Hoja: 1
Hora Final:	7:00 p.m.	**Centro Poblado**	De: 1
Localización:	N 8°37'58.4" W 72°45'44.3"		Clima: Soleado

Tiempo [H]	*Movimiento Aforado*			
	Vienen	Van	Diagonal	Total
7-8	6	6	4	16
8-9	10	7	8	25
9-10	2	3	3	8
10-11	2	5	2	9
11-12	6	5	6	17
12-13	9	14	15	38
13-14	14	12	7	33
14-15	4	3	4	11
15-16	2	4	1	7
16-17	7	7	7	21
17-18	9	5	4	18
18-19	3	2	1	6
TOTAL	**74**	**73**	**62**	**209**

Diagrama de aforo peatonal



PARÁMETROS GEOMÉTRICOS		
Sección Típica de la carretera (0+084 – 3+070) (3+210 – 4+000)		**Velocidad de Diseño**
Número de Carriles	2	40
Ancho de Carril	3.3 m	
Ancho de Berma	0.5 m	
Ancho de Cuneta	1.0 m	
Ancho Total de la Corona	7.6 m	
Sección Típica de la carretera sin berma (3+070 – 3+210)		**Velocidad de Diseño**
Número de Carriles	2	40
Ancho de Carril	3.3 m	
Ancho de Berma	0 m	
Ancho de Cuneta	0.5 m	
Ancho Total de la Calzada	6.6 m	
Sección Típica de la carretera con bordillo (0+000 – 0+084)		**Velocidad de Diseño**
Número de Carriles	2	40
Ancho de Carril	3.3 m	
Ancho de Berma	0.5 m	
Ancho de Cuneta	0 m	

Ancho Total de la Corona	7.6 m	
Sección Típica de Pasos Urbanos		**Velocidad de Diseño**
Número de carriles	2	40
Ancho de Carril	3.3 m	
Ancho de Andén	1.5 m	
Ancho Total de la Corona	7.6 m	

ZODMES PROPUESTOS				
N°	**LOCALIZACIÓN**	**TRAMO**	**RUTA**	**CAPACIDAD (m3)**
1	E1145072,31 N1446755,06	Tibú- El Tarra	Tibú- El Tarra	1.500
2	E1152295,75 N1450002,72	Tibú- El Tarra	Tibú- El Tarra	575.944

Señalización:

ITEM	CANTIDAD	Unidad
Línea de demarcación con pintura en frío	12000	ml
Señalización vertical	20	Unidades
Marca vial con pintura en frío	42.25	m^2
Tacha reflectiva	250	und

Pavimentos:

Alternativa 1 – Unidad de diseño 1		
Capa A	MDC 19	15 cm
Capa B	BG	25 cm
Capa C	SBG	30 cm
Alternativa 1 – Unidad de diseño 2		
Capa A	MDC 19	16 cm
Capa B	BG	30 cm
Capa C	SBG	30 cm

Obras de drenaje, alcantarillas Existentes:

OBRAS DE DRENAJE TIPO ALCANTARILLAS							
Obra No.	ABSCISA	SECCIÓN MÍNIMA DE DISEÑO	LONG (m)	ESTRUCTURA ENTRADA	ESTRUCTURA SALIDA	COTA RASANTE (msnm)	CONDICIÓN DE OBRA
TRAMO HITO 2							
1	0+702.00	ALC. 36"	13.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	51.86	EXISTENTE
2	0+982.00	ALC. 36"	14.20	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	52.17	EXISTENTE
3	1+202.00	ALC. 36"	13.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	52.78	EXISTENTE
4	1+480.00	ALC. 36"	19.50	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	52.14	EXISTENTE
5	1+525.00	ALC. 36"	14.50	Poceta - Der	Cabezal - Izq	52.32	EXISTENTE
6	1+748.00	ALC. 36"	13.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	52.86	EXISTENTE
7	2+292.00	ALC. 36"	14.20	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	54.06	EXISTENTE
8	2+425.00	ALC. 36"	20.50	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	54.84	EXISTENTE
9	2+572.00	ALC. 36"	12.90	Poceta - Der	Cabezal - Izq	61.20	EXISTENTE
10	2+660.00	ALC. 36"	18.50	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	58.03	EXISTENTE
11	2+872.00	ALC. 36"	12.90	Poceta - Der	Cabezal - Izq	55.02	EXISTENTE
12	3+032.00	ALC. 36"	13.80	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	55.60	EXISTENTE
13	3+096.00	ALC. 36"	15.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	55.38	EXISTENTE
14	3+300.00	ALC. 36"	13.90	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	56.36	EXISTENTE
15	3+690.00	ALC. 36"	16.00	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	59.07	EXISTENTE
16	3+774.00	ALC. 36"	14.20	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	58.91	EXISTENTE
17	3+887.00	ALC. 36"	13.00	Cabezal - Der	Cabezal - Izq	58.55	EXISTENTE

Cunetas perimetrales a la vía en diseño a lo largo de la vía:

CUNETAS PERIMETRALES				
ABSCISA		MARGEN	LONGITUD (m)	TIPO DE OBRA
DE	A			
TRAMO HITO 2				
0+000.00	0+270.00	DER-IZQ	270	CUNETA
0+270.00	0+440.00	DER-IZQ	170	CUNETA
0+440.00	0+702.00	DER-IZQ	262	CUNETA
0+702.00	0+982.00	DER-IZQ	280	CUNETA
0+982.00	1+202.00	DER-IZQ	220	CUNETA
1+202.00	1+480.00	DER-IZQ	278	CUNETA

Cruces urbanos para los cuales se proyectó diseño urbanístico:

TRAMO	SECTOR	ABSCISA	TIPO DE CRUCE
Tibú- El Tarra	Tibú- El Tarra	0+300	Peatonal
Tibú- El Tarra	Tibú- El Tarra	0+640	Peatonal
Tibú- El Tarra	Tibú- El Tarra	1+130	Peatonal
Tibú- El Tarra	Tibú- El Tarra	1+990	Peatonal
Tibú- El Tarra	Tibú- El Tarra	3+230	Peatonal

Predial: No se requieren predios para la intervención.