



**Título del trabajo de grado**

Formulación del proyecto para el mejoramiento de la terciaria vía terciaria Mónoga - Chona del Municipio de Labateca, Norte de Santander

**Cristhian Javier Parada García**

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Agosto de 2024

# MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

Formulación del proyecto para el mejoramiento de la terciaria vía terciaria Mónoga - Chona del  
Municipio de Labateca, Norte de Santander

**Cristhian Javier Parada García**

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de  
Proyectos

Asesor(a)

HENRY ALBERTO RODRIGUEZ GUZMAN

Título académico

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Agosto de 2024.

**Contenido**

Lista de tablas ..... 5

Lista de figuras ..... 6

Lista de anexos..... 8

Resumen ..... 9

Abstract..... 9

Introducción..... 10

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 12

    1.1 Descripción del problema ..... 12

    1.2 La pregunta de investigación ..... 13

    1.3 Los objetivos de investigación..... 13

        1.3.1 Objetivo general..... 13

        1.3.2 Objetivos específicos..... 13

    1.4 Justificación de la investigación ..... 14

2. MARCO DE REFERENCIA..... 16

    2.1. Marco de Antecedentes..... 16

    2.2. Marco Teórico ..... 16

    2.3. Marco normativo ..... 17

    2.4 Marco conceptual ..... 18

3. METODOLOGÍA ..... 29

    3.1. Enfoque y alcance de la investigación ..... 31

    3.2. Población y muestra..... 32

        3.2.1. Definición de la población..... 32

        3.2.2. Cálculo y selección de la muestra ..... 32

    3.3. Instrumento(s) ..... 33

        3.3.1. Trabajo de Campo: Exploración Geotécnica ..... 33

        3.3.2. Descripción visual de los apiques ..... 36

    3.4. Descripción de procedimientos ..... 41

    3.5. Análisis de información ..... 41

# MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

3.5.1. Resultados de los ensayos: .....	42
3.5.1.1 Resultados de ensayo de caracterización de suelos: .....	42
3.5.1.2 Potencial Expansivo: .....	43
3.5.1.3 Resultados de la relación peso unitario- humedad en los suelos (Ensayo modificado de compactación).....	44
3.5.1.4 Resultados de soporte del suelo en el laboratorio (CBR de laboratorio) .....	45
3.5.1.5 Resultados de penetrómetro de cono dinámico (PDC).....	45
3.5.1.6 Análisis de la subrasante.....	47
4. RESULTADOS .....	53
4.1. Diseño de la vía en base al estudio y análisis del suelo .....	53
4.1.2 Condiciones específicas de los tramos viales.....	54
4.2. Diseño de pavimentos: .....	55
4.2.1 Diseño de berma cuneta .....	56
4.2.2 Curvas tipo: .....	57
4.3 Diseño geométrico .....	60
4.3.1 Descripción de la vía a intervenir .....	60
4.3.2 Metodología:.....	64
4.3.3 Solución definitiva .....	65
4.3.4 Criterios de diseño .....	65
4.3.5 Diseño geométrico proyectado.....	72
5. CONCLUSIONES .....	87
Referencias.....	90
Anexos.....	92

**Lista de tablas**

Tabla 1 Localización de los apiques realizados.....	32
Tabla 2 Localización de los apiques realizados.....	34
Tabla 3 Ensayos de laboratorio realizados para las muestras recuperadas en el área de estudio.....	42
Tabla 4 Ensayos de caracterizaciones de la exploración geotécnica. ....	43
Tabla 5 Clasificación de potencial de hinchamiento. ....	43
Tabla 6 Resultados de ensayos de Proctor modificado.....	44
Tabla 7 Resultados de ensayos de CBR de laboratorio. ....	45
Tabla 8 Resultados de penetrómetro de cono dinámico. ....	46
Tabla 9 Requisitos de los materiales para terraplenes. ....	48
Tabla 10 Resultado zonificación CBR de laboratorio. ....	50
Tabla 11 Resultado zonificación de CBR a partir de la correlación del ensayo de PDC.....	51
Tabla 12 Descripción de los parámetros de diseño.....	54
Tabla 13 Selección de la Velocidad de Diseño – Vía Mónoga – Chona.....	66
Tabla 14 Selección del Coeficiente de Fricción Transversal Máximo para los Tramos Viales aIntervenir – Vía Mónoga – Chona. ....	67
Tabla 15 Selección del Radio Mínimo en Función de un Peralte Máximo del 6% – VíaMónoga – Chona. ....	68
Tabla 16 Selección de la Pendiente Longitudinal Máxima de la Vía – Mónoga – Chona. ....	69
Tabla 17 Asignación de Valores de Visibilidad de Parada, Valor K para Curvas Cóncavas yConvexas y Longitud Mínima de Curva Vertical – Vía Mónoga – Chona. ....	70
Tabla 18 Resumen de Parámetros de Diseño – Vía Mónoga – Chona.....	71
Tabla 19 Tabla con resultados de sobreancho – Vía Mónoga – Chona. ....	74
Tabla 20 Selección de Ancho de Calzada – Vía Mónoga – Chona.....	76
Tabla 21 Selección de Ancho de Berma-Cuneta – Vía Mónoga – Chona. ....	77
Tabla 22 Selección del Bombeo de la Vía .....	77
Tabla 23 Volumen de tierra tramo 1 – Vía Mónoga – Chona.....	80
Tabla 24 Volumen de tierra tramo 2 – Vía Mónoga – Chona. ....	81
Tabla 25 Volumen de tierra tramo 3 – Vía Mónoga – Chona.....	82
Tabla 26 Volumen de tierra tramo 4 – Vía Mónoga – Chona.....	83
Tabla 27 Volumen de tierra tramo 5 – Vía Mónoga – Chona.....	84
Tabla 28 Volumen de tierra tramo 6 – Vía Mónoga – Chona.....	85
Tabla 29 Volumen de tierra tramo 6 – Vía Mónoga – Chona.....	86

**Lista de figuras**

<b>Figura 1</b> Localización del municipio de Labateca, departamento de Norte de Santander.....	25
Figura 2 Ubicación de las vías en estudio.....	26
Figura 3 Metodología de trabajo.....	29
Figura 4 Etapas del estudio técnico.....	30
Figura 5 Localización de la exploración geotécnica.....	35
Figura 6 Exploración geotécnica ejecutada en campo.....	35
Figura 7 Descripción Apique 1.....	36
Figura 8 Descripción Apique 2.....	37
Figura 9 Descripción Apique 3.....	37
Figura 10 Descripción Apique 4.....	38
Figura 11 Descripción Apique 5.....	39
Figura 12 Descripción Apique 6.....	39
Figura 13 Descripción Apique 7.....	40
Figura 14 Descripción Apique 7.2.....	41
Figura 15 Ensayo de penetrómetro de cono dinámico ejecutado en campo.....	46
Figura 16 Correlación AASTHO. Clasificación del suelo Vs CBR.....	49
Figura 17 Resultados de CBR de laboratorio.....	50
Figura 18 Resultados de CBR a partir del ensayo de PDC.....	51
Figura 19 Sección de la placa huella en recta.....	55
Figura 20 Sección de la cuneta proyectada.....	56
Figura 21 Sección de la placa huella curva tipo 1.....	57
Figura 22 Sección de la placa huella curva tipo 3.....	57
Figura 23 Sección de la placa huella curva tipo 4.....	58
Figura 24 Sección de la placa huella curva tipo 5.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 25 Sección de la placa huella curva tipo 6.....	58
Figura 26 Sección de la placa huella curva tipo 7.....	59
Figura 27 Sección de la placa huella curva tipo 8.....	59
Figura 28 Sección de la placa huella curva tipo 11.....	59
Figura 29 Sección de la placa huella curva tipo 12.....	60
Figura 30 Sectorización de la Intervención Vial – Vía terciaria Mónoga – Chona tramos 1, 2,3y4 .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 31 Sectorización de la Intervención Vial – Vía terciaria Mónoga – Chona tramos 5, 6y 7. .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 32 Sobreancho para curva tipo.....	71
Figura 33 Sección Transversal Típica de la Vía Tramo 1 – Vía Mónoga – Chona.....	78
Figura 34 Sección Transversal Típica de la Vía Tramo 2, 3, 4, 5, 6 y 7 – Vía Mónoga –Chona.....	78
Figura 35 Volumen de tierra tipo tramo 1 – Vía Mónoga – Chona.....	79
Figura 36 Volumen de tierra tipo tramo 2 – Vía Mónoga – Chona.....	80

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

Figura 37 Volumen de tierra tipo tramo 3 – Vía Mónoga – Chona. ....	81
Figura 38 Volumen de tierra tipo tramo 4 – Vía Mónoga – Chona. ....	82
Figura 39 Volumen de tierra tipo tramo 5 – Vía Mónoga – Chona. ....	83
Figura 40 Volumen de tierra tipo tramo 6 – Vía Mónoga – Chona. ....	84
Figura 41 Volumen de tierra tipo tramo 7 – Vía Mónoga – Chona. ....	85

# MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

## Lista de anexos

Anexo 1 Planos diseño geométrico -Tramo 1 .....	92
Anexo 2 Planos diseño geométrico -Tramo 2 .....	92
Anexo 3 Planos diseño geométrico -Tramo 3 .....	92
Anexo 4 Planos diseño geométrico -Tramo 4 .....	92
Anexo 5 Planos diseño geométrico -Tramo 5 .....	92
Anexo 6 Planos diseño geométrico -Tramo 6 .....	92
Anexo 7 Planos diseño geométrico -Tramo 7 .....	92

## **Resumen**

### *Palabras clave:*

La presente investigación se basa en el uso de la normativa aplicable a la formulación diseño de vías en Colombia, principalmente establecida por el Instituto Nacional de Vias Invias y aplicada a las condiciones específicas de una una vía terciaria como los son topografía, condiciones geotécnicas y geológicas en la vía terciaria Monoga-Chona del municipio de Labateca, en el departamento de Norte de Santander, Colombia; Con el fin de establecer o estructurar los diseños de pavimentos y geométrico que planteen una alternativa de solución viable y factible para el mejoramiento de la vía terciaria.

## **Abstract**

### *Keywor*

This research is based on the use of the regulations applicable to the formulation of road design in Colombia, mainly established by the National Institute of Roads Invias and applied to the specific conditions of a tertiary road such as topography, geotechnical and geological conditions in the Monoga-Chona tertiary road in the municipality of Labateca, in the department of Norte de Santander, Colombia; In order to establish or structure the pavement and geometric designs that propose a viable and feasible alternative solution for the improvement of the tertiary road.

## **Introducción**

Uno de los principales factores que aporta al desarrollo socio-económico de las regiones rurales, son las vías debido a que son una fuente de gran importancia para la comunicación, el transporte de productos y el acceso a servicios básicos como la salud y la educación. El municipio de Labateca le apuesta al desarrollo de sus comunidades; Por lo que se busca el mejoramiento de la vía terciaria a través de la construcción de placa huella en la vía terciaria Monoga-Chona.

El pavimento con Placa-huella es una alternativa de solución para el mejoramiento de vías terciarias que presentan un tránsito vehicular bajo. (Instituto nacional de vías, 2017)

Es por ello que el municipio de Labateca, cuenta con un Plan de Desarrollo 2020 - 2023 “Unidos Construimos Oportunidades” el cual es una herramienta de programación y orientación para las acciones de los gobernantes y habitantes que busca satisfacer las necesidades de la comunidad.

Que, el Plan de desarrollo 2020 - 2023 en su línea estratégica 6. EN LABATECA CON INFRAESTRUCTURA PARA EL DESARROLLO CONSTRUIMOS OPORTUNIDADES contempla entre otros objetivos Mejorar la conectividad del municipio con las diferentes veredas y barrios que permitan garantizar la comercialización de los productos de la región y el desplazamiento de sus habitantes. Dando cumplimiento al al programa A6.2 “CON VÍAS CONSTRUIMOS OPORTUNIDADES” de igual forma al producto Placa huella construida (2402042). (Alcaldia de Labateca, 2020)

## MEJORAMIENTO DE LA TERCARIA VÍA TERCARIA MÓNOGA - CHONA

Es así como este anteproyecto pretende implementar una propuesta para el mejoramiento de las vías terciaria, para disminuir los efectos causados por esta situación.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción del problema

El municipio de Labateca ubicado en Norte de Santander cuenta con infraestructura vial terciaria en condiciones precarias, lo cual afecta directamente la competitividad para el desarrollo socioeconómico debido a que se obstaculiza la intercomunicación rural, se presenta alta susceptibilidad de accidentes y se disminuye el panorama alentador para el sector productivo local.

Dichas oportunidades se ven debilitadas debido al estado intransitable y precario de la vía debido al deterioro de la capa de rodadura, a la altas lluvias que han azotado la región los últimos años, falta de mantenimiento y conservación de la misma, siendo esta vía la única comunicación entre esta vereda y el casco urbano del municipio, de esta manera se ve la necesidad de realizar el mejoramiento de las vías que conducen a esta vereda mediante la construcción de placa huella con el fin de mejorar los puntos más críticos presentes. La población se ve afectada en temporadas de lluvia debido a la dificultad del paso de los automotores por los tramos contemplados para el presente proyecto.

Es por ello que en el plan de desarrollo Municipal “Unidos construimos oportunidades” se evidencia que las vías terciarias se encuentran principalmente sin capa de rodadura o en estado regular o mal, dificultando la transitabilidad y la movilidad, generando así afectación a la calidad de vida de la población. Así mismo, la información para el mejoramiento y mantenimiento de las vías se ve limitado debido a que se cuenta con muy poca información del estado de la red vial.

La vía terciaria Monoga- Chona que actualmente forma parte del inventario vial municipal y en el Sistema Integral Nacional de Información de carreteras, (Sistema Integral Nacional de Información de carreteras, 2022) se encuentra en mal estado, principalmente destapada con presencia de hundimientos y desniveles haciendo difícil el tránsito vehicular, generando aumento en recorridos, demoras en acceso a servicios de salud e incremento en costos de transporte de carga y pasajeros.

## **1.2 La pregunta de investigación**

¿Qué alternativa de solución es la adecuada para el mejoramiento de la infraestructura vial que comunica las veredas Monoga-Chona del municipio de Labateca, Norte de Santander en base a los estudios y análisis del suelo?

## **1.3 Los objetivos de investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Realizar el diseño de pavimentos y diseño geométrico para el mejoramiento de la vía terciaria Mónoga - Chona del Municipio de Labateca, Norte de Santander.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Realizar el análisis y estudio de suelos en la vía terciaria Mónoga – Chona.
- Definir la alterinativa de solución más adecuada para el mejoramiento de la vía terciaria Mónoga – Chona.
- Realizar diseño de pavimentos y el diseño geométrico de la placahuella sobre la vía terciaria Mónoga – Chona.

### **1.4 Justificación de la investigación**

El estado actual de la vía Mónoga - Chona ha generado efectos negativos en la productividad, competitividad y movilidad del sector, ocasionando dificultades en la intercomunicación terrestre, aumento en los tiempos de viaje, demoras en el acceso a servicios de salud, baja comercialización y producción de productos.

Por tanto, se hace fundamental la toma de decisiones que permitan realizar mejoras en la transitabilidad y calidad de vida de las comunidades, reducir brechas de pobreza, aportar al desarrollo socioeconómico del país, de ahí la importancia de la inversión en el sector transporte.

La presente investigación busca beneficiar la población de las veredas de Mónoga, chona, Cánchica y jove que transitan por esta vía rural; Por otra parte con la formulación el proyecto para la construcción de placahuella en la vía terciaria Mónoga - Chona también se puede beneficiar el municipio como ente administrativo para que a través del proyecto pueda realizar las gestiones pertinentes para la ejecución de esta obra.

Bajo esta prioridad y con el objetivo de dar cumplimiento a las metas establecidas en el programa “En Labateca con infraestructura para el desarrollo construimos oportunidades” del Plan de Desarrollo Municipal (2020-2023) “Unidos construimos oportunidades”, (Alcaldía de Labateca, 2020). De igual forma contribuyendo así con el programa “Plan Vial Departamental con más oportunidades” del Plan de Desarrollo Departamental de Desarrollo (2020-2023) “Más oportunidades para todos. (Gobernación del Norte de Santander, 2020)

A través del proyecto se podrán conocer los tipos de mejoramiento o alternativas de solución que se podrían ejecutar sobre la vía para darle viabilidad según criterios como costos, beneficios, sostenibilidad y durabilidad.

Con la necesidad de aumentar el nivel de vida de los habitantes, se hace necesario el mejoramiento de las vía terciaria Mónoga - Chona para desplazarse en las diferentes áreas de la zona rural y hacia el

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

casco urbano, generando así un incremento en la movilidad rural, ahorros en costos de mantenimiento vehicular, disminución en traslados, y aumento en el desarrollo socioeconómico del municipio.

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1.Marco de Antecedentes**

Las vías de tercer orden o vías terciarias son de gran importancia para la comunicación de las comunidades que viven en la zona rural con el casco urbano de los municipios, lo que permite mejorar la economía de las comunidades campesinas y permitiendo la movilidad de estas comunidades como el transporte de insumos y producciones agropecuarias.

El Instituto Nacional de Vías (INVIAS) es la institución de nuestro país, que está encargada de ejecutar proyectos de mejoramiento, rehabilitación y pavimentación de la red terciaria, la principal metodología aplicada es el uso de placahuella, aunque existen diversas alternativas.

El Instituto Nacional de Vías, Invías, tendrá como objeto la ejecución de las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de la infraestructura no concesionada de la Red Vial Nacional de carreteras primaria y terciaria, férrea, fluvial y de la infraestructura marítima, de acuerdo con los lineamientos dados por el Ministerio de Transporte. (Instituto Nacional de Vías - INVIAS, 2022)

De acuerdo a lo anterior una de las funciones de dicha institución es realizar investigaciones, estudios, orientaciones, guías técnicas en el sector transporte y demás competencias conforme a las orientaciones del gobierno nacional.

Es por ello que la investigación se rige a documentos técnicos como: Especificaciones generales de construcción de carreteras, (Instituto Nacional de Vías - INVIAS, 2022) La Guía de Diseño de Pavimentos con Placa – huella y el Manual de diseño geométrico lo que nos brinda un conocimiento teórico, técnico y prácticos sobre las diversas alternativas de solución para pavimentaciones.

#### **2.1.2 RESULTADOS DE OTROS ESTUDIOS:**

### **2.2.Marco Teórico**

Para el mejoramiento de la vía terciara en estudio, se siguen los lineamientos de las normas Técnicas del INVIAS para ensayo de materiales, y como materiales de referencia la Guía de Diseño de Pavimentación mediante Placa huella (2017).

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

El INVIAS propone el mejoramiento de vías terciarias, a través de mejoramiento de la superficie mediante la construcción de placa huella, las cuales deben ir acompañadas de cunetas y la construcción de alcantarillas de acuerdo al estudio hidrológico e hidráulico.

De acuerdo con el INVIAS se deben seguir las siguientes condiciones para la implementación de la placa huella: vía terciaria para mejorar con tránsito interrumpido o suspendido, estudios de suelos y ensayo de California Bearing Ratio – CBR mayor o igual al 3%, no deben existir condiciones críticas que llevaron la vía a su deterioro y si existen deben estar controladas con obras de operación.

Para poder implementar el proyecto tipo del INVIAS se debe conocer los siguientes estudios:

- Estudio topográfico. Localización de las zonas y vías que presentan problemática mediante coordenadas a un punto referenciado por el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi).
- Estudio de suelos: debe incluir la investigación de la subrasante, recomendaciones de ingeniería y propuesta de obras, obtención de la capacidad de soporte y caracterización del mismo, el cual debe ser mayor del 3% de CBR.

### **2.3.Marco normativo**

- Instituto Nacional de Vías – INVIAS. (2012). Normas y Especificaciones.
- Instituto Nacional de Vías – INVIAS. (2015). Guía de diseño de Pavimentos con Placa-huella.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR – 10.
- Manual de servicio de consultoría para estudios y diseños, Interventoría de Estudios y Diseños y Gerencia de Proyector en INVIAS-2014.
- Guía de diseño de Pavimentos con Placa Huella, INVIAS-2017.

## 2.4 Marco conceptual

**Carreteras o Vías Terciarias:** Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias funcionan en general en afirmado. Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Carril:** Es la franja longitudinal de una calzada, con ancho suficiente para la circulación segura y confortable de una sola fila de vehículos terrestres automotores. . Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Concreto Asfáltico:** Es el material resultante de la mezcla de cemento asfáltico convencional y/o modificado y agregados pétreos. . Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Concreto Hidráulico:** Es el material resultante de la mezcla de cemento portland, agua y agregados pétreos. . Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Concreto Hidráulico Reforzado:** Es el material resultante de la mezcla de cemento portland, agua, agregados pétreos y/o aditivos y acero de refuerzo. Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Estabilización de Taludes:** Se refiere al diseño y/o construcción del conjunto de obras de contención, movimiento de tierras, obras de drenaje superficiales y subsuperficiales y obras de protección requeridas para garantizar la estabilidad de taludes de corte, terraplén y laderas naturales. . Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Estructura:** Es un ensamblaje de elementos, diseñados para soportar las cargas gravitacionales y resistir las fuerzas horizontales. Las estructuras pueden ser catalogadas como estructuras de edificaciones o estructuras diferentes a las de las edificaciones. . Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Placa Huella:** Es la estructura conformada por placas de concreto hidráulico reforzado separadas por franjas de concreto ciclópeo, confinadas por bordillos y/o cunetas construidas sobre una base de afirmado y/o material seleccionado compactado. . Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Perfil Vial:** Representación gráfica de una vía que esquematiza, en el sentido perpendicular al eje, el conjunto de elementos urbanísticos que la comprenden entre los paramentos de los inmuebles. . Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Proyectos de construcción vial:** Es la construcción de una vía completamente nueva en un espacio físico en el cual no existía una y representa un aumento en la malla vial disponible, no se trata de intervenciones sobre vías existentes. Como proyectos de construcción se consideran así mismo, las segundas calzadas, pares viales o calzadas adosadas a calzadas existentes. En todo caso, además de las actividades propias de la intervención inicial deberá haberse efectuado la pavimentación de los kilómetros que se pretendan hacer valer como experiencia en el presente proceso. . Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Proyectos de infraestructura vial:** Son aquellos proyectos con los cuales se constituyen un conjunto de elementos que permiten el desplazamiento de vehículos en forma confortable y segura desde un punto a

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

otro. . Agencia Nacional de contratacion publica Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Proyectos de mejoramiento:** Es el cambio de especificaciones y dimensiones de la obra; para lo cual, se hace necesaria la construcción de obras en infraestructura ya existente, que permitan una adecuación de la obra a los niveles de servicio requeridos por las condiciones actuales y proyectadas. Para este proceso deben comprender como mínimo las actividades de rectificación (alineamiento horizontal y vertical), ampliación de la sección de la vía, construcción de obras de drenaje, construcción de capas granulares para estructura de pavimento y construcción de superficie de rodadura en concreto asfáltico o hidráulico. . Agencia Nacional de contratacion publica Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Proyectos de rehabilitación:** Son las actividades que tienen por objeto reconstruir o recuperar las condiciones estructurales y funcionales iniciales de la obra de manera que se cumplan las especificaciones técnicas con que fue diseñada. Para este proceso deben comprender como mínimo las actividades de construcción de capas granulares para estructura de pavimento y construcción de superficie de rodadura en concreto asfáltico o hidráulico. No serán tenidas en cuenta las actividades de mantenimiento periódico ni de mantenimiento rutinario, tales como parcheos, bacheos, sello de fisuras, desmonte y limpieza. . Agencia Nacional de contratacion publica Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Proyectos de pavimentación:** Es la actividad cuyo propósito es la materialización de la estructura de pavimento constituida por concreto asfáltico y/o hidráulico y una o varias capas granulares. (Subbases y/o bases). . Agencia Nacional de contratacion publica Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Red Vial:** Es el conjunto de vías terrestres vehiculares urbanas y rurales. . Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Sardinell o Bordillo:** Elemento que separa una calzada del andén o del separador de una vía. . Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Señalización:** Conjunto de señales destinado a regular el tránsito. Dichas señales pueden ser señales verticales y señalización horizontal o demarcaciones. . Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Señalización Vertical:** Dispositivos físicos que indican la forma correcta como deben transitar los usuarios de las vías; se instalan para transmitir órdenes o instrucciones mediante palabras o símbolos. . Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024) Documentos tipo de infraestructura del transporte.

**Vías Rurales:** Son las vías que permiten el acceso o entrada a fincas, haciendas o campos, las cuales se encuentran localizadas dentro del perímetro rural de la población. (Departamento Nacional de Planeación, 2022)

**Alcantarilla:** Tipo de obra de cruce o de drenaje transversal, que tienen por objeto dar paso rápido al agua que, por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Banca:** Distancia horizontal, medida normalmente al eje, entre los extremos exteriores de las cunetas o los bordes laterales. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Base de topografía:** Punto del corredor de ruta, de coordenadas x, y y z conocidas, que sirve como estación para el levantamiento topográfico de dicho corredor y eventualmente en las etapas de localización del proyecto (Ministerio de Transporte, 2022)

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Berma:** Fajas comprendidas entre los bordes de la calzada y las cunetas. Sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodadura, controlan la humedad y las posibles erosiones de la calzada. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Bombeo:** Pendiente transversal en las entre tangencias horizontales de la vía, que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua. Está pendiente, va generalmente del eje hacia los bordes. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Carretera:** Infraestructura del transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma (Ministerio de Transporte, 2022)

**Cuneta:** Zanjas, revestidas o no, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. Su geometría puede variar según las condiciones de la vía y del área que drenan. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Curva de transición:** Son aquellas que proporcionan una transición o cambio gradual en la curvatura de la vía, desde un tramo recto hasta una curvatura de grado determinado, o viceversa. Son ventajosas porque mejoran la operación de los vehículos y la comodidad de los pasajeros, por cuanto hacen que varíe en forma gradual y suave, creciente o decreciente, la fuerza centrífuga entre la recta y la curva circular, o viceversa. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Curva horizontal:** Trayectoria que une dos tangentes horizontales consecutivas. Puede estar constituida por un empalme básico o por la combinación de dos o más de ellos.

Curva vertical. Curvas utilizadas para empalmar dos tramos de pendientes constantes determinadas, con el fin de suavizar la transición de una pendiente a otra en el movimiento vertical de los vehículos;

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

permiten la seguridad, comodidad y la mejor apariencia de la vía. Casi siempre se usan arcos parabólicos porque producen un cambio constante de la pendiente. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Obras de drenaje:** Obras proyectadas para eliminar el exceso de agua superficial sobre la franja de la carretera y restituir la red de drenaje natural, la cual puede verse afectada por el trazado. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Pavimento:** Conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la Subrasante de una vía y deben resistir adecuadamente los esfuerzos que la carga repetida del tránsito le transmite durante el período para el cual fue diseñada la estructura y el efecto degradante de los agentes climáticos. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Pavimento flexible:** Tipo de pavimento constituido por una capa de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre capas de material no ligado. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Pavimento rígido:** Es aquel que fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido (Ministerio de Transporte, 2022)

**Pendiente relativa de la rampa de peraltes:** Máxima diferencia algebraica entre las pendientes longitudinales de los bordes de la calzada y el eje de la misma.

Pendiente transversal del terreno. Corresponde a las inclinaciones naturales del terreno, medidas en el sentido transversal del eje de la vía. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Peralte:** Inclinación dada al perfil transversal de una carretera en los tramos en curva horizontal para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre un vehículo en movimiento. También contribuye al escurrimiento del agua lluvia.

Pontón. Estructura de drenaje cuya luz medida paralela al eje de la carretera es menor o igual a diez metros (10m). (Ministerio de Transporte, 2022)

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Puente:** Estructura de drenaje cuya luz mayor, medida paralela al eje de la carretera, es mayor de diez metros (10 m). (Ministerio de Transporte, 2022)

**Puerto seco:** Sitio geográfico existente en las divisorias de aguas entre vertientes. Generalmente se establecen como puntos de control secundarios para el trazado de corredores de ruta ya que corresponden a los lugares de menor cota, posibilitando la disminución de las pendientes y lo desarrollo del eje de la carretera. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Replanteo:** Actividades topográficas encaminadas a localizar un proyecto vial en el terreno para su posterior construcción. Se apoya en los planos de diseño y en las bases de topografía empleadas previamente en el levantamiento del corredor vial (Ministerio de Transporte, 2022)

**Señalización vertical:** Placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

**Sobreechancho.** Aumento en la sección transversal de una calzada en las curvas, con la finalidad de mantener la distancia lateral entre los vehículos en movimiento. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Subrasante:** Superficie especialmente acondicionada sobre la cual se apoya la estructura del pavimento. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Talud:** Paramento o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un terraplén (Ministerio de Transporte, 2022)

**Vehículo de diseño:** Tipo de vehículo cuyo peso, dimensiones y características de operación se usan para establecer los controles de diseño que acomoden vehículos del tipo designado. Con propósitos de diseño geométrico, el vehículo de diseño debe ser uno, se podría decir que imaginario, cuyas dimensiones y radio mínimo de giro sean mayores que los de la mayoría de vehículos de su clase (Ministerio de Transporte, 2022)

**Vehículo:** Todo aparato montado sobre ruedas que permite el transporte de personas o mercancías de un punto a otro. (Ministerio de Transporte, 2022)

**Velocidad de diseño:** Velocidad guía o de referencia de un tramo homogéneo de carretera, que permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado, en condiciones de seguridad y comodidad. (Ministerio de Transporte, 2022)

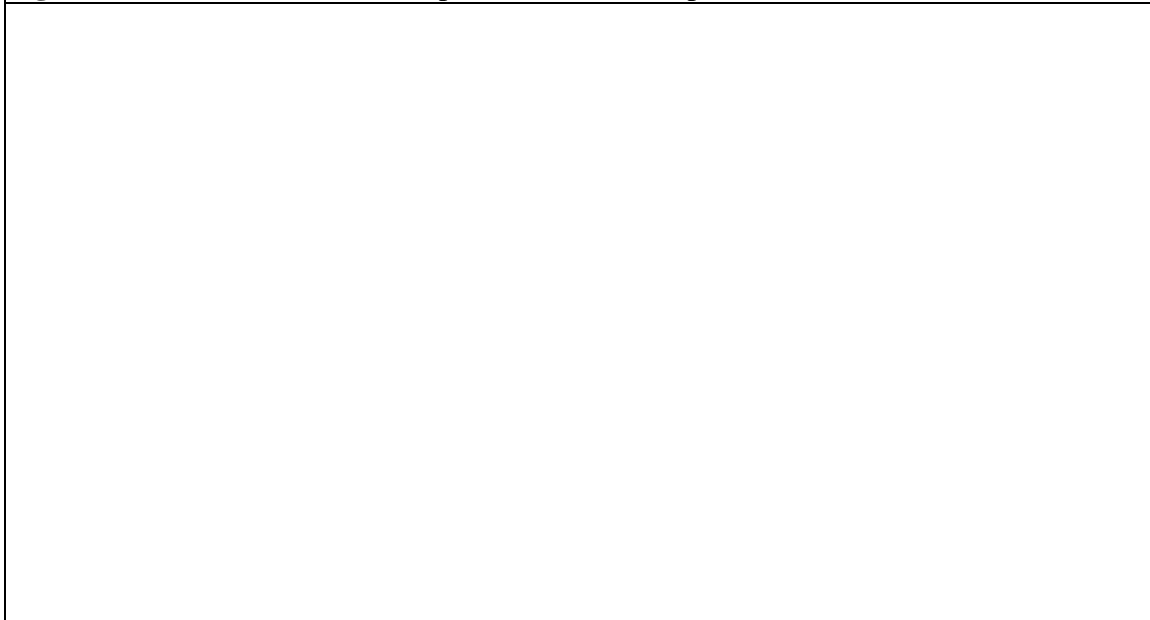
## 2.5 Marco Contextual

### Geografía:

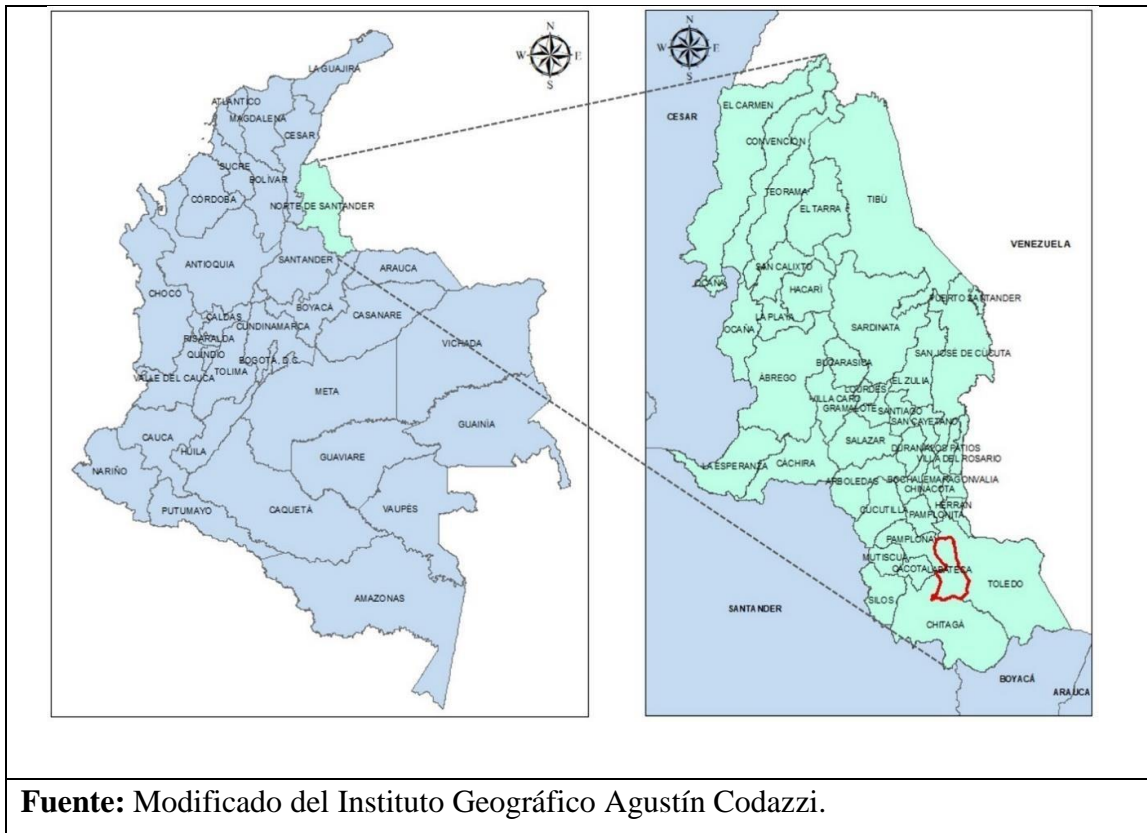
El municipio de Labateca se ubica al sureste del departamento de Norte de Santander, a 113Km de la capital del departamento, en las coordenadas Magna Sirgas con origen Este:  $X_1=1.282.540$  y  $X_2=1.310.742$  y  $Y_1=830.052$  y  $Y_2=843.046$ . Cuenta con una extensión territorial de 25.567,7 Hectáreas.

Se encuentra limitado con los municipios de Toledo y Pamplonita al norte, con el municipio de Toledo al este, con el municipio de Chitagá por el sur, y con los municipios de Chitagá y Pamplona al oeste (Figura 1).

**Figura 1** Localización del municipio de Labateca, departamento de Norte de Santander.



## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA



El corredor vial en estudio corresponde a la vía terciaria Mónica – Chona, ubicada al surestedel casco urbano del municipio de Labateca. De acuerdo con la cartografía del EOT del municipio de Labateca (2018), presenta una longitud total de 3,405 Km localizados entre las coordenadas Magna Sirgas con origen Este punto inicial: 845774,88 Este – 1296068,79 Norte, y punto final: 845003,67 – 1293901,91, (Figura 2).

**Figura 2** Ubicación de las vías en estudio.



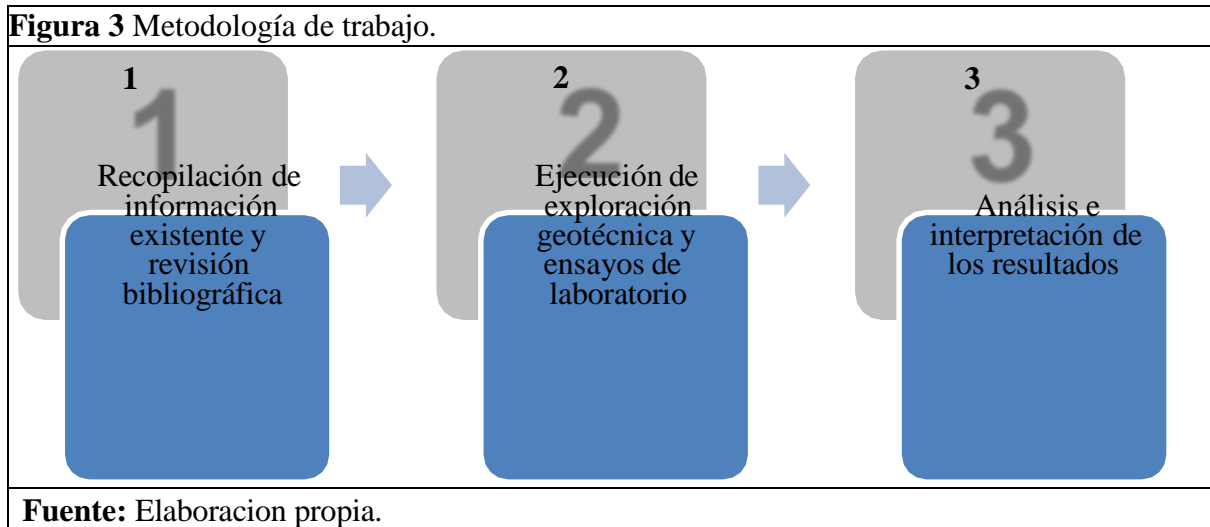
**Hidrología:**

Hidrográficamente el área de estudio hace parte de la subcuenca de río Culagá, subzona hidrográfica río Chitagá (Código IDEAM: 3701) en la zona hidrográfica Arauca (Código IDEAM: 37) y este a su vez al área hidrográfica del Orinoco (Código IDEAM: 3). Se encuentran localizadas en la microcuenca de la parte baja del río Culagá.

La microcuenca de la parte baja del río Culagá se caracteriza por presentar una extensión superficial de 1042 Ha, alcanzando alturas variables entre 2935 m.s.n.m. y 1248 m.s.n.m.

### 3. METODOLOGÍA

La metodología del desarrollo del estudio geológico-geotécnico sobre el área de construcción de la placa huella se presenta a continuación.



#### **Ejecución de exploración geotécnica y ensayos de laboratorio**

Se efectúan los trabajos de exploración directa con el fin de caracterizar los materiales del subsuelo por medio de apiques y ensayos PDC. Con las muestras recuperadas de los apiques propuestos se procede a realizar los ensayos de laboratorio para la estimación de propiedades físicas que permitan definir el comportamiento del suelo, correspondientes a granulometría, humedad natural y límites de Atterberg, y la caracterización de la subrasante mediante ensayos de CBR y Proctor.

#### **Análisis e interpretación de resultados**

Mediante los resultados de laboratorio e información adquirida en campo se caracteriza la subrasante.

#### **Normatividad**

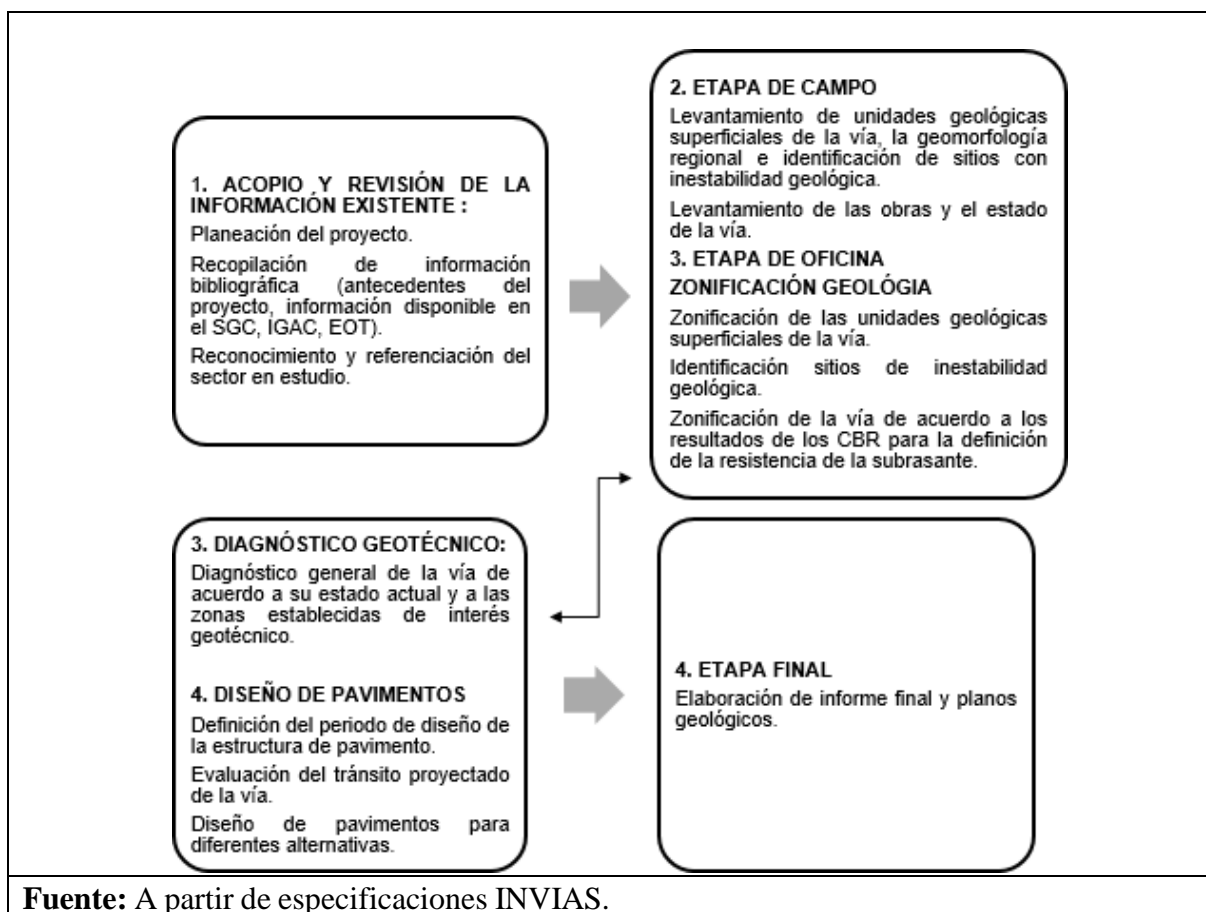
- I.N.V.E 122: Determinación en el laboratorio del contenido de humedad.

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

- I.N.V.E 123: Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos.
- I.N.V.E 125: Determinación del límite líquido de los suelos.
- I.N.V.E 126: Límite plástico e índice de plasticidad.
- I.N.V.E 142: Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos equipo modificado.
- I.N.V.E 148: CBR de laboratorio.
- Manual de drenajes para carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS.

A continuación, se presenta la metodología con las etapas mediante las cuales se desarrolló el estudio técnico.

**Figura 4** Etapas del estudio técnico



- Manual de servicio de consultoría para estudios y diseños, Interventoría de Estudios y Diseños y Gerencia de Projector en INVIAS-2014.
- Guía de diseño de Pavimentos con Placa Huella, INVIAS-2017

### 3.1. Enfoque y alcance de la investigación

#### 3.1.1 Cuantitativo:

La presente investigación enfocada en el análisis y diseño de una vía terciaria en Colombia presenta un enfoque cuantitativo, es secuencial y probatorio, se centra en la recolección y análisis de datos numéricos para evaluar y predecir el comportamiento de las vías.

Cada etapa de este enfoque precede a la siguiente y no podemos eludir pasos. Esta investigación parte de una idea que va reduciéndose hasta delimitarse o definir su alcance, se procede a derivar los objetivos y la pregunta de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco teórico. De la pregunta se establece la hipótesis y se determinan variables; se traza un plan para probarlas por medio del diseño; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones

#### 3.1.2 Características:

Algunos aspectos o características clave de este enfoque son:

- **Medición de variables:** Se miden variables como como las condiciones del suelo, la topografía de la vía, tráfico, velocidad, capacidad, seguridad, entre otras.
- **Análisis estadístico:** Se utilizan técnicas estadísticas para analizar los datos y identificar patrones y tendencias.
- **Modelos matemáticos:** Se desarrollan modelos matemáticos para predecir el comportamiento de las vías bajo diferentes condiciones.
- **Simulación:** Se utilizan simulaciones para evaluar el impacto de diferentes escenarios en el comportamiento de las vías.
- **Optimización:** Se busca optimizar el diseño adecuado de las vías para mejorar su eficiencia y seguridad.

### 3.2.Población y muestra

#### 3.2.1. Definición de la población

La población se considera a la totalidad de la vía terciaria, de las veredas de Monoga-Chona del municipio de Labateca, Norte de Santander que cuenta con una longitud de presenta una longitud total de 3,405 Km localizados entre las coordenadas Magna Sirgas con origen Este punto inicial: 845774,88 Este – 1296068,79 Norte, y punto final: 845003,67 – 1293901,91.

#### 3.2.2. Cálculo y selección de la muestra

A partir de la longitud total de 3,405 Km de los cuales se van a estudiar siete tramos con una longitud total de 1.700 metros.

No.TRAMO	TIPO	COORDENADAS	
		NORTE	ESTE
1	Apique 1	1295660,91	845850,311
2	Apique 2	1295403,54	845705,606
3	Apique 3	1295265,91	845693,215
4	Apique 4	1294952,58	845359,011
5	Apique 5	1294597,27	845221,661
6	Apique 6	1294115,79	845369,621
7	Apique 7	1293861,67	845169,994
8	Apique 7.2	1293900,90	845004,721

**Fuente:** Elaboración propia.

➤ **Tipo de muestreo:**

Muestreo no Probabilístico: se realizó esta técnica de muestreo en la cual el investigador selecciona muestras basadas, en el juicio subjetivo y en priorización de los tramos más críticos de la vía terciaria de las veredas de Monoga-Chona del municipio de Labateca, Norte de Santander.

➤ **Tamaño de la muestra:**

<b>Figura 5</b> Fórmula para calcular el tamaño de la muestra
$n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{(N - 1) e^2 + \sigma^2 Z^2}$
<b>Fuente:</b>

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

O=Desviación estándar de la

población que, generalmente cuando no se tiene su valor,

suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

### **3.3.Instrumento(s)**

#### **3.3.1. Trabajo de Campo: Exploración Geotécnica**

En los tramos de la vía terciaria en estudio se realiza la exploración geotécnica mediante la ejecución de siete (8) apiques manuales y siete (8) ensayos de penetrómetro de cono dinámico (PDC), esto con el fin de caracterizar el subsuelo y la subrasante. En este volumen se incluye la descripción visual de los apiques y el resultado de las caracterizaciones. Ensayos adicionales efectuados como ensayo PDC en campo, ensayo Proctor y CBR en laboratorio, son explicados con mayor detalle en el volumen V - Estudio de suelos.

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

En la Tabla 2 se presentan las coordenadas de los apiques realizados en sitios de interés geotécnico, esto con el objeto de definir el perfil del suelo y la obtención de muestras para la realización de ensayos de laboratorio.

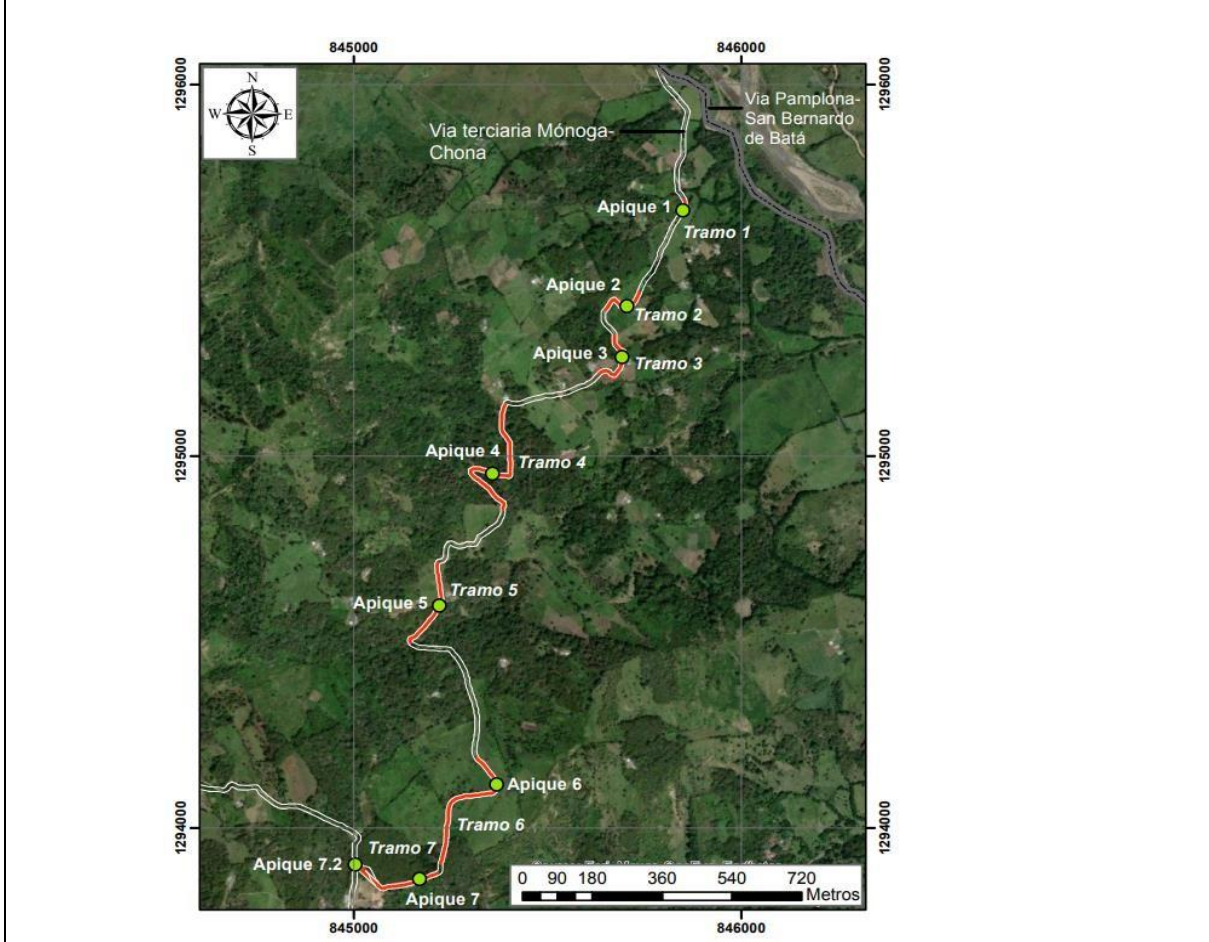
No.	TIPO	COORDENADAS	
		NORTE	ESTE
1	Apique 1	1295660,91	845850,311
2	Apique 2	1295403,54	845705,606
3	Apique 3	1295265,91	845693,215
4	Apique 4	1294952,58	845359,011
5	Apique 5	1294597,27	845221,661
6	Apique 6	1294115,79	845369,621
7	Apique 7	1293861,67	845169,994
8	Apique 7.2	1293900,90	845004,721

**Fuente:** Elaboracion propia.

La ubicación de los apiques realizados en la vía terciaría Monoga- Escuela La Chona se presenta en la Figura 5.

# MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Figura 6** Localización de la exploración geotécnica



**Fuente:** Elaboracion propia.

**Figura 7** Exploración geotécnica ejecutada en campo.

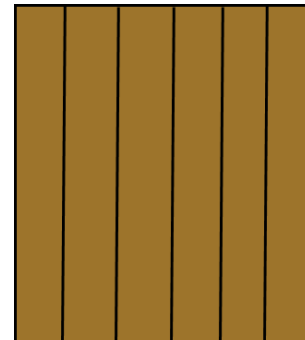


### 3.3.2. Descripción visual de los apiques

A continuación, se presentan las descripciones de los apiques realizados.

**Figura 8** Descripción Apique 1.

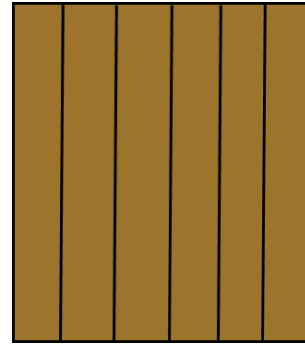
El apique expone una capa inicial de material de recebo, de aproximadamente 30 cm de espesor, conformada por un material granular (arenas) de tamaño medio a grueso. Lo subyace un nivel de suelo limoso, ocasionalmente con arenas de tamaño de grano medio y gravas, de tonalidades marrones claras.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 9** Descripción Apique 2.

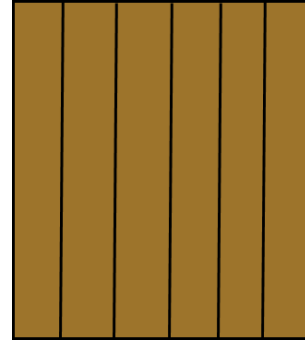
El apique expone una capa inicial de material de recebo, de aproximadamente 35 cm de espesor, conformada por un material granular (arenas) de tamaño medio a grueso. Lo subyace un nivel de suelo limoso, ocasionalmente con arenas de tamaño de grano medio y gravas, de tonalidades marrones claras.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 10** Descripción Apique 3.

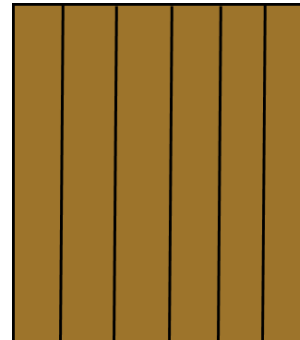
El apique expone una capa inicial de material de recebo, de aproximadamente 35 cm de espesor, conformada por un material granular (arenas) de tamaño medio a grueso. Lo subyace un nivel de suelo limoso, ocasionalmente con arenas de tamaño de grano medio, de tonalidades marrones claras, con moderada humedad.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 11** Descripción Apique 4.

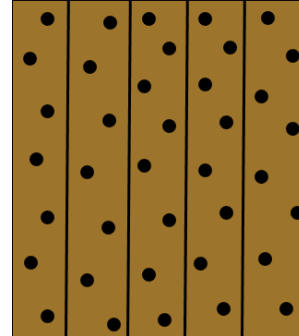
El apique expone una capa inicial de material de recebo, de aproximadamente 30 cm de espesor, conformada por un material granular (arenas) de tamaño medio a grueso. Lo subyace un nivel de suelo limoso, ocasionalmente con arenas de tamaño de grano medio, de tonalidades marrones claras, con moderada humedad.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 12** Descripción Apique 5.

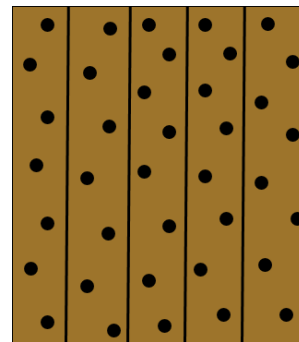
El apique expone una capa inicial de material de recebo, de aproximadamente 40 cm de espesor, conformada por un material granular (arenas) de tamaño medio a grueso, y algunas gravas de composiciones variables. Lo subyace un nivel de suelo arenoso de tamaño fino a medio, ocasionalmente con limos de tonalidades marrones claras.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 13** Descripción Apique 6.

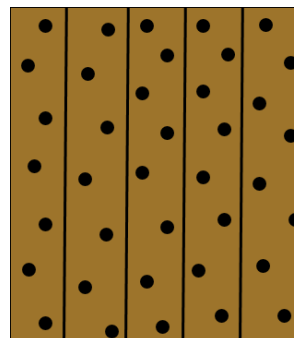
El apique expone una capa inicial de material de recebo, de aproximadamente 35 cm de espesor, conformada por un material granular (arenas) de tamaño medio a grueso, y algunas gravas de composiciones variables. Lo subyace un nivel de suelo arenoso de tamaño fino a medio, ocasionalmente con limos de tonalidades marrones claras.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 14** Descripción Apique 7.

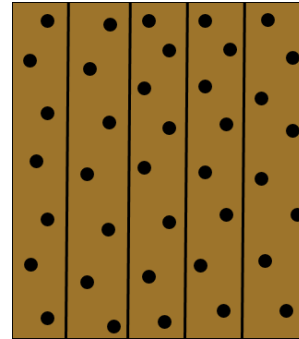
El apique expone una capa inicial de material de recebo, de aproximadamente 30 cm de espesor, conformada por un material granular (arenas) de tamaño medio a grueso, y algunas gravas de composiciones variables. Lo subyace un nivel de suelo arenoso de tamaño fino a medio, ocasionalmente con limos de tonalidades marrones claras.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 15** Descripción Apique 7.2.

El apique expone una capa inicial de material de recebo, de aproximadamente 40 cm de espesor, conformada por un material granular (arenas) de tamaño medio a grueso, y algunas gravas de composiciones variables. Lo subyace un nivel de suelo arenoso de tamaño fino a medio, ocasionalmente con limos de tonalidades marrones claras.



**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.4. Descripción de procedimientos

Describa de manera precisa y puntual como aplicará los instrumentos de recolección de información, indicando tiempo, lugar, si es necesario contar con autorizaciones, procedimientos, capacitaciones, etc.; en general todo lo que sea necesario precisar para poder realizar el levantamiento de la información.

### 3.5. Análisis de información

Explique cómo se procesará y analizará la información recolectada. Mencione las herramientas informáticas, software y aplicación de medidas estadísticas de acuerdo con el alcance del estudio. Detalle como realizará el procedimiento.

### 3.5.1. Resultados de los ensayos:

#### 3.5.1.1 Resultados de ensayo de caracterización de suelos:

En el análisis de las propiedades de los materiales se tiene en cuenta los ensayos directos en el terreno y toma de muestras de los apiques realizados durante la exploración geotécnica.

Los ensayos de laboratorio y de campo efectuados se presentan en la Tabla 3, indicándose la cantidad de muestras analizadas.

<b>Tabla 3</b> Ensayos de laboratorio realizados para las muestras recuperadas en el área de estudio.	
<b>ENSAYO</b>	<b>CANTIDAD REALIZADA</b>
Humedad	8
Granulometría	8
Límites de Atterberg	8
CBR de laboratorio	8
Proctor	8
Penetrómetro de cono dinámico	7
<b>Fuente:</b> Elaboración propia.	

Se presentan los resultados de los ensayos de campo y laboratorio para las vías en estudio.

Para la caracterización de los materiales se realizaron ensayos de humedad, granulometría y límites de Atterberg, esto con el objetivo de realizar un análisis granulométrico para la determinación cuantitativa de la distribución de las partículas del suelo y definir la clasificación, de determinar el contenido de humedad y el estado plástico del suelo.

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la caracterización de la exploración geotécnica, en donde W<sub>n</sub> (humedad), Prof. (profundidad), L.L. (Límite Líquido), L.P. (Límite Plástico), I.P. (Índice Plástico), I<sub>c</sub> (Índice de consistencia), S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) y la AASHTO (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes o por sus siglas en inglés American Association of State Highway and Transportation Officials).

**Tabla 4** Ensayos de caracterizaciones de la exploración geotécnica.

TIPO	PROF (m)	CLAS S.U.C.S	Wn %	LÍMITES ATTERBERG				GRADACIÓN			CLAS AASH TO
				L.L. %	L.P. %	I.P. %	Ic	GRAVA S %	ARENA S %	FINO S %	
Apique 1	1,50	ML	18.86	25.39	23.94	1.45	4.49	5.76	37.63	56.61	A-4
Apique 2	1,50	ML	18.96	21.43	19.27	2.16	1.14	4.48	42.29	53.23	A-4
Apique 3	1,50	ML	21.06	22.62	22.09	0.53	2.92	1.10	24.07	74.83	A-4
Apique 4	1,50	ML	18.02	24.83	22.58	2.24	3.03	0.00	49.76	50.24	A-4
Apique 5	1,50	SM	22.48	39.80	38.67	1.14	15.23	3.51	56.26	40.22	A-4
Apique 6	1,50	SM	5.23	27.53	22.56	4.97	4.49	12.46	67.00	20.53	A-2-4
Apique 7	1,50	SM	14.97	39.80	38.67	1.14	21.83	31.55	55.71	12.74	A-2-4
Apique 7.2	1,50	SM	14.19	27.11	22.89	4.22	3.06	0.20	83.94	15.86	A-2-4

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados anteriores, se observa que la subrasante en la vía terciaria proyectada en las veredas Monoga y Chona varía texturalmente entre un suelo limoso de baja plasticidad a un suelo areno limoso, ocasionalmente con gravas. Estos suelos presentan humedades moderadas.

### 3.5.1.2 Potencial Expansivo:

Para determinar el potencial del hinchamiento del suelo, se realiza el análisis del límite líquido e índice de plasticidad, definiendo la correlación existente entre los límites de consistencia vs el Potencial de expansión del suelo, dicha relación se realiza a partir de la siguiente tabla:

**Tabla 5** Clasificación de potencial de hinchamiento.

LL (%)	IP (%)	CLASIFICACION DEL HINCHAMIENTO POTENCIAL
> 60	> 35	Alto
50 – 60	25 – 35	Marginal
50 <	25 <	Bajo

**Fuente:** Guía diseño de Placa Huella, INVIAS. (2017).

Un suelo se considera con una clasificación marginal o alta de potencial de expansión si su límite líquido de tiene una magnitud por encima del 50% y el índice de plasticidad se encuentra sobre el 25%. Para el caso en estudio, de acuerdo a los resultados de los límites de consistencia del suelo, se identifica que la máxima magnitud determinada para el límite líquido corresponde a 39.80%, mientras que la máxima magnitud calculada para el índice de plasticidad corresponde a 4.97%; al comparar estos resultados con los límites establecidos se identifica que los suelos caracterizados no presentan potencial de expansión.

### 3.5.1.3 Resultados de la relación peso unitario- humedad en los suelos (Ensayo modificado de compactación)

Con el objetivo de establecer la humedad óptima de compactación y la densidad seca máxima para cada una de las muestras obtenidas se realiza el ensayo de Proctor modificado, los valores obtenidos de la ejecución del ensayo se indican en la Tabla 6.

<b>Tabla 6</b> Resultados de ensayos de Proctor modificado.			
<b>LUGAR</b>	<b>TIPO</b>	<b>HUMEDAD ÓPTIMA (%)</b>	<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Tramo 1	Apique 1	13.40	2.742
Tramo 2	Apique 2	17.00	2.465
Tramo 3	Apique 3	9.90	1,760
Tramo 4	Apique 4	17.60	2.444
Tramo 5	Apique 5	19.80	2.451
Tramo 6	Apique 6	19.10	2.478
Tramo 7	Apique 7	19.80	2.432
Tramo 7.2	Apique 7.2	18.40	2.424
<b>Fuente:</b> Elaboración propia.			

### 3.5.1.4 Resultados de soporte del suelo en el laboratorio (CBR de laboratorio)

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de humedad óptima del ensayo de Proctor modificado se realiza la conformación de los especímenes empleados para el ensayo de CBR, los datos obtenidos se presentan en la Tabla 5.

<b>Tabla 7</b> Resultados de ensayos de CBR de laboratorio.		
<b>LUGAR</b>	<b>TIPO</b>	<b>CBR 95 %</b>
Tramo 1	Apique 1	4.46
Tramo 2	Apique 2	4.85
Tramo 3	Apique 3	3.03
Tramo 4	Apique 4	3.47
Tramo 5	Apique 5	4.71
Tramo 6	Apique 6	4.86
Tramo 7	Apique 7	4.94
Tramo 7.2	Apique 7.2	4.74
<b>Fuente:</b> Elaboración propia.		

### 3.5.1.5 Resultados de penetrómetro de cono dinámico (PDC)

A continuación, se presenta el registro fotográfico de la ejecución del ensayo de penetrómetro de cono dinámico (PDC).

**Figura 16** Ensayo de penetrómetro de cono dinámico ejecutado en campo.



**Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados del ensayo de penetrómetro de cono dinámico (PDC) se presenta en la Tabla 8.

**Tabla 8** Resultados de penetrómetro de cono dinámico.

LUGAR	PROFUNDIDAD (m)	CBR SEGÚN CORRELACIÓN PDC (%)
Tramo 1 – PDC 1	1,10	12.50
Tramo 2 – PDC 2	1,10	42.78
Tramo 3 – PDC 3	1,10	3.65
Tramo 4 – PDC 4	1,10	3.65
Tramo 5 – PDC 5	1,10	27.17
Tramo 6 – PDC 6	1,10	7.94
Tramo 7 – PDC 7	1,10	22.15

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.5.1.6 Análisis de la subrasante**

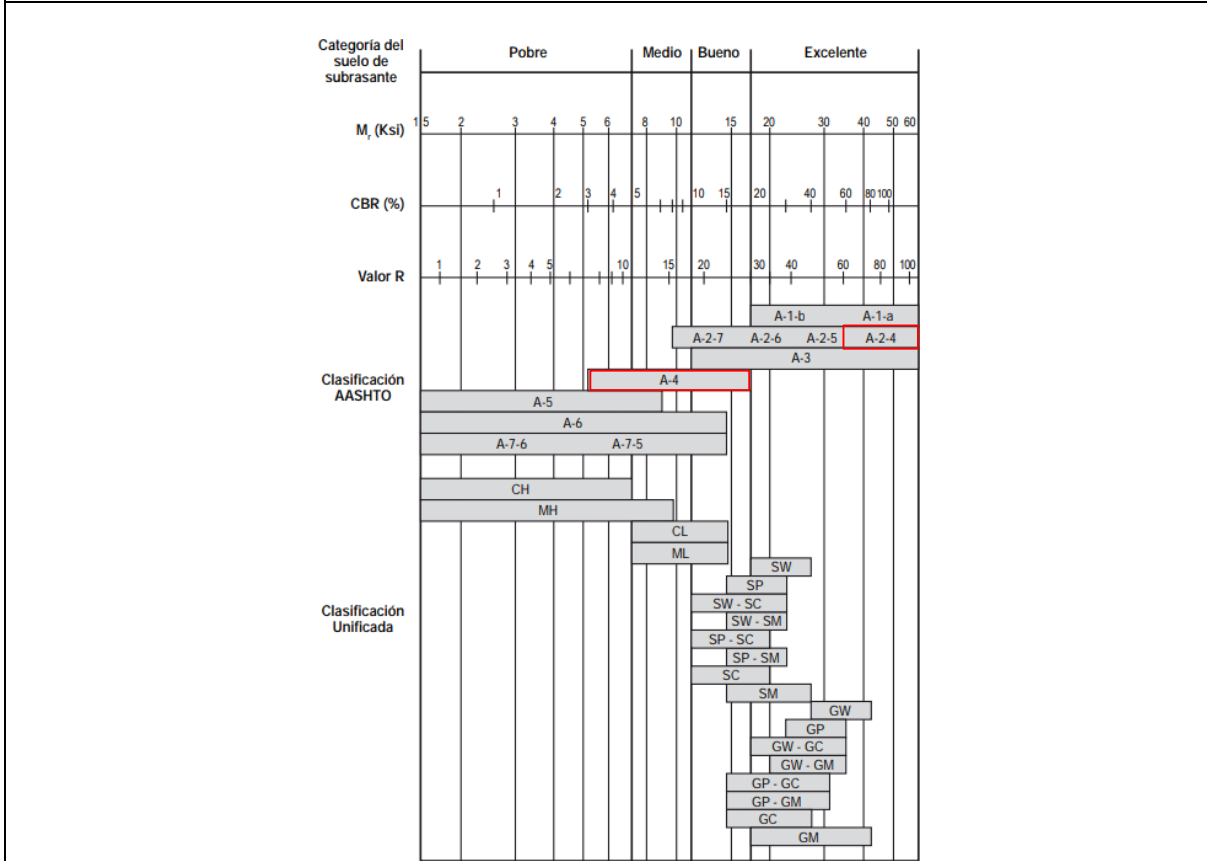
Con el análisis de los resultados obtenidos de la caracterización de la subrasante a partir de ensayos de campo y de laboratorio, se establece que los suelos de la vía terciaria Monoga- Chona son de carácter areno-limoso y limoso de baja plasticidad.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se puede observar que el % CBR de laboratorio para un CBR al 95 % son superiores al 3 %. De acuerdo a los requisitos establecidos en el Artículo 220 – 13 de las Normas y Especificaciones del INVIAS, los cuales se presentan en la Tabla 21, los materiales son tolerables.

<b>Tabla 9</b> Requisitos de los materiales para terraplenes.				
<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>NORM A ENSA YO INV</b>	<b>SUELOS SELECCIONA DOS</b>	<b>SUELOS ADECUADO S</b>	<b>SUELOS TOLERABLE S</b>
Partes del terraplén a las que se aplican	-----	Todas	Todas	Cimiento y núcleo
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-----
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1,0	1,0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-----
CBR de laboratorio, mínimo (%)	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0,0	2,0	2,0
Índice de colapso, máximo (%)	E-157	2,0	2,0	2,0
Contenido de sales solubles, máximo (%)	E-158	0,2	0,2	-----
<b>Fuente:</b> INVIAS, 2012.				

Se realiza la correlación según AASHTO – 93, identificándose la categoría del suelo de subrasante mediante la Figura 16.

**Figura 17** Correlación AASTHO. Clasificación del suelo Vs CBR.



**Fuente:** AASHTO – 93.

A partir de lo anterior, se puede establecer que el CBR en los tramos de la vía terciaria Monoga- Chona los suelos de la subrasante se categorizan de medio a excelente.

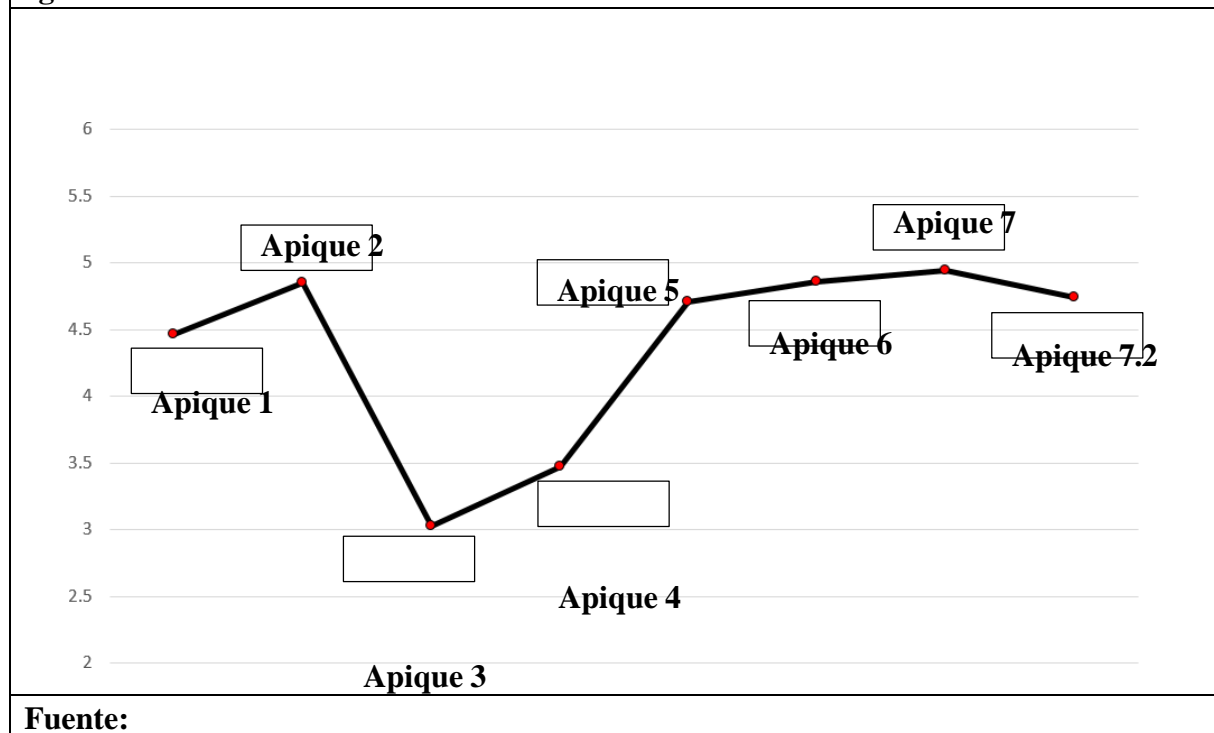
Los resultados de CBR de laboratorio se indican en la Tabla 10, los cuales se representan en la Figura 17, mostrándose la diferenciación de suelos tolerables

**Tabla 10** Resultado zonificación CBR de laboratorio.

LUGAR	ZONIFICACIÓN DE CBR	DESCRIPCIÓN
Apique 1	> 3%	Tolerables
Apique 2	> 3%	Tolerables
Apique 3	> 3%	Tolerables
Apique 4	> 3%	Tolerables
Apique 5	> 3%	Tolerables
Apique 6	> 3%	Tolerables
Apique 7	> 3%	Tolerables
Apique 7.2	> 3%	Tolerables

**Fuente:**

**Figura 18** Resultados de CBR de laboratorio.



De acuerdo con los ensayos de PDC se obtuvo la siguiente zonificación de la subrasante. Se observa que en todos los sectores los PDC son mayores a 3%, alcanzando máximos de 42.78% (Tabla 11), con respecto al CBR de laboratorio sus valores son superiores.

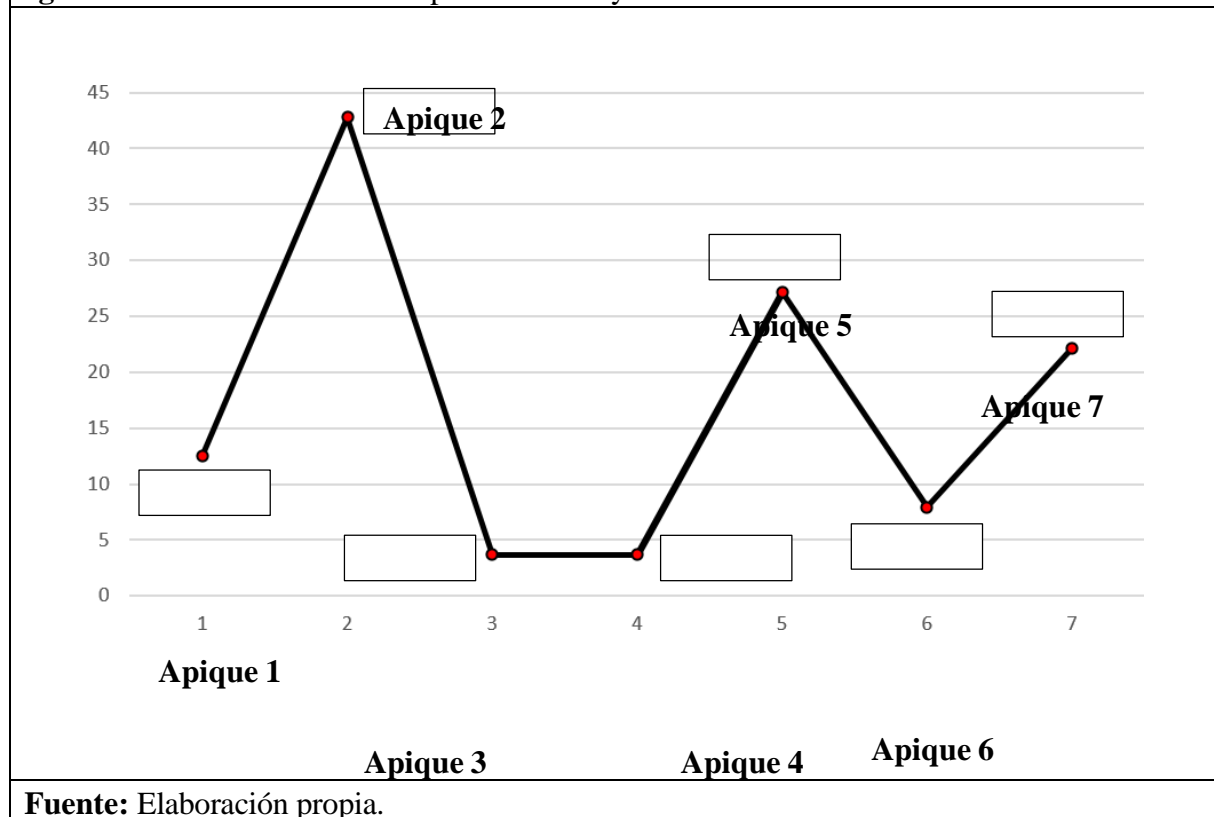
**Tabla 11** Resultado zonificación de CBR a partir de la correlación del ensayo de PDC.

LUGAR	ZONIFICACIÓN DE CBR
PDC 1	> 10%
PDC 2	> 20%
PDC 3	> 3%
PDC 4	> 3%
PDC 5	> 20%
PDC 6	> 3%
PDC 7	> 20%

**Fuente:** Elaboración propia.

En la Figura 18, se presenta los resultados obtenidos de la correlación del ensayo de penetrómetro de cono dinámico para la obtención del CBR.

**Figura 19** Resultados de CBR a partir del ensayo de PDC.



## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

Considerando que los valores de CBR determinados a partir del ensayo PDC son altos y ellos presentan una baja confiabilidad en comparación con los CBR de laboratorio, se tiene en cuenta para efectos del diseño de pavimentos y posterior construcción, los resultados obtenidos en los CBR de laboratorio ya que la metodología es más confiable y arroja datos más certeros para aplicar al diseño de la vía

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Diseño de la vía en base al estudio y análisis del suelo

#### 4.1.1. Criterios de diseño

De acuerdo a la metodología presentada por el INVIAS la placa huella se diseña con un periodo de 20 años (título 1.2), siendo la limpieza de las obras hidráulicas y la rocería de las zonas laterales el único mantenimiento necesario durante su etapa de operación.

- **Tránsito:** El eje de referencia para el diseño estructural del pavimento constituido por una sucesión de placas y riostras reforzadas utilizando la metodología de diseño por carga última debe ser el eje tándem de 22 toneladas de un camión C-3. El diseño debe ser tal que al desplazarse dicho eje sobre la superficie no se produzca en las placas- huella un nivel de esfuerzos que les genere la falla, es decir, su fractura.
- **Subrasante y Subbase:** se recomienda realizar una subbase granular de 15 cm, calidad exigida en las Especificaciones Generales de Construcción del Instituto Nacional de Vías - INVIAS. Dicho espesor obedece a razones constructivas como son el contribuir a lograr la lisura de la superficie de apoyo de las placas, que es la subbase granular, a poder lograr la compactación requerida cuando los suelos de apoyo sean de precaria calidad y a disponer de una superficie de trabajo limpia.

#### 4.1.2 Condiciones específicas de los tramos viales

Teniendo en cuenta las condiciones que debe cumplir una vía para realizar aplicación de placa huella se presentan los resultados del estudio de tránsito y el estudio de suelos en cada uno de los tramos.

<b>Tabla 12</b> Descripción de los parámetros de diseño.			
<b>No.</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>CBR LABORATORIO SEGÚN ESTUDIO DE SUELOS</b>	<b>TRÁNSITO SEGÚN ESTUDIO DE TRÁNSITO</b>
TRAMO 1	53.00	4.97%	Para 20 años: 988.212 ESALs - vehículos C2
TRAMO 2	133.00	4.85%	Para 20 años: 988.212 ESALs - vehículos C2
TRAMO 3	185.00	4.99%	Para 20 años: 988.212 ESALs - vehículos C2
TRAMO 4	449.00	4.80%	Para 20 años: 988.212 ESALs - vehículos C2
TRAMO 5	247.00	5.01%	Para 20 años: 988.212 ESALs - vehículos C2
TRAMO 6-7	633.00	4.53%	Para 20 años: 988.212 ESALs - vehículos C2
<b>Fuente:</b> Elaboracion propia.			

De acuerdo a los resultados del estudio de suelos, se identifica que la subrasante existente cuenta con un porcentaje de CBR en laboratorio superior al 3% límite tolerable establecido por la Guía de diseño del INVIAS; así mismo, se identifica que los vehículos de diseño corresponden a camión tipo C-2, los cuales con la condición definida por la guía siendo la carga última admisible camión C3 con eje tandem de 22 toneladas.

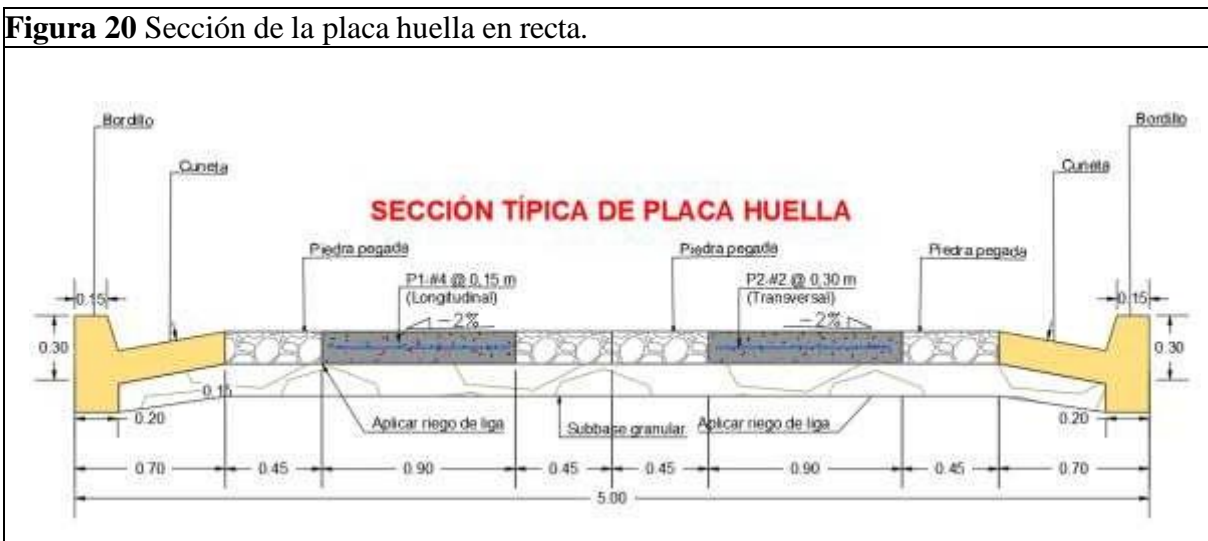
De acuerdo a los resultados del estudio de suelos, se identifica que la subrasante existente cuenta con un porcentaje de CBR en laboratorio superior al 3% límite tolerable establecido por la Guía de diseño del INVIAS; así mismo, se identifica que los vehículos de diseño corresponden a camión tipo C-2, los cuales con la condición definida por la guía siendo la carga última admisible camión C3 con eje tandem de 22 toneladas.

#### 4.2. Diseño de pavimentos:

De acuerdo al manual de diseño los espesores a utilizar en la placa huella corresponden, 0.15 m para la capa de concreto y 0.15 m para la base granular (Según página 11 del manual de diseño de Placa Huella, INVIAS, 2017), las viguetas reforzadas que están confinadas con las placas en concreto tendrán 0.3 m de altura y 0.2 m de ancho, localizadas cada 2.8 metros de longitud e irán en todo el ancho hasta la cuneta. En la capa de relleno inferior de 15 cm de subbase granular se deberá considerar la conformación de una pendiente transversal mínima del 2% para generar el bombeo que facilitará el escurrimiento del agua sobre la placa huella hacia las cunetas, acorde a lo descrito en el manual de drenaje de carreteras.

De acuerdo a las condiciones del proyecto se propone un tipo de placa huella en función del ancho de la banca, ancho total 5.00 m, la cual estará compuesta por dos franjas de concreto reforzado de 0.9m, una franja de 0.9 m de concreto de 21 MPa en piedra pegada, dos franjas de 0.45 m de concreto de 21 Mpa en piedra pegada en los sobrecanchos y cunetas en los dos costados cada una con ancho total de 0.7 m, la cual acorde a su conformación permitirá la circulación de vehículos en un sentido, este tipo de placa huella podrá implementarse en los tramos rectos. En la curva, teniendo en cuenta el radio, se proyecta una curva tipo 8. Las siguientes figuras muestran la sección transversal y longitudinal de la placa huella proyectada

**Figura 20** Sección de la placa huella en recta.

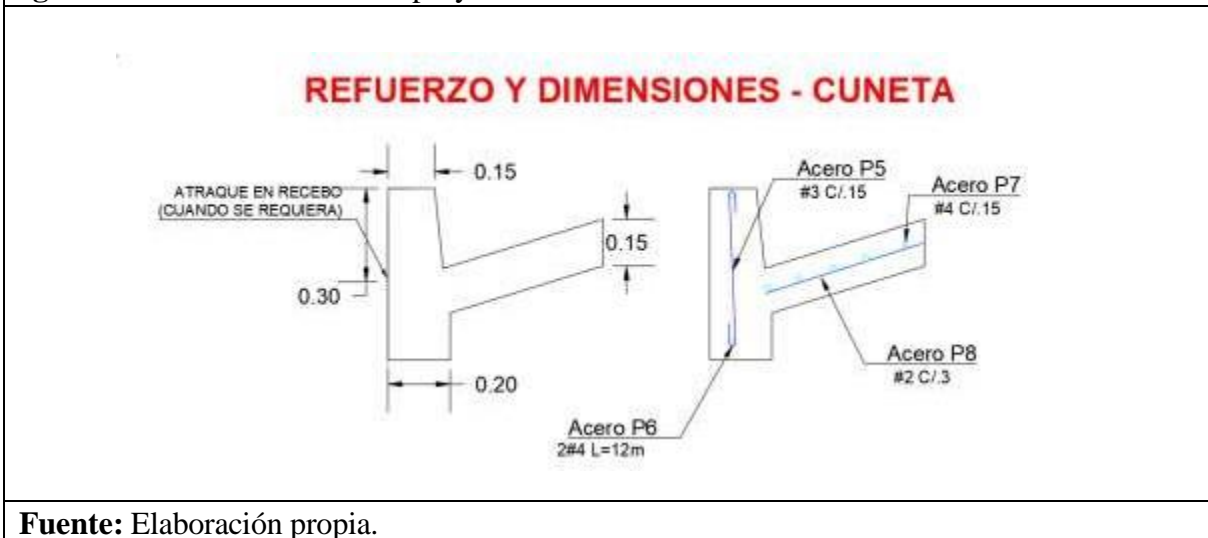


**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.2.1 Diseño de berma cuneta

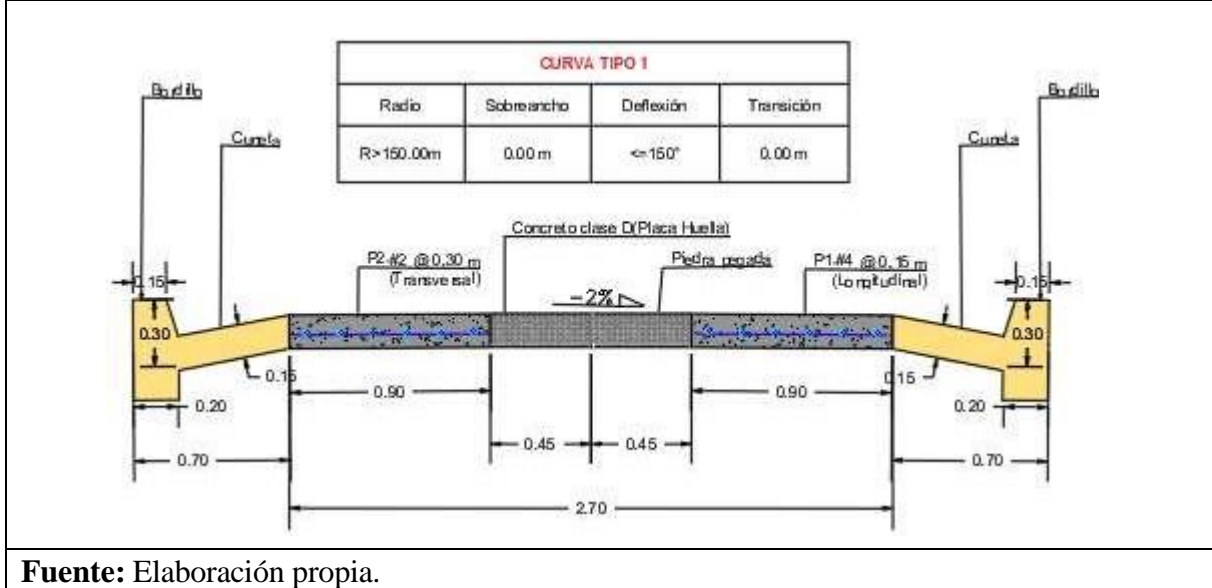
Según la guía de diseño de Placa Huella, se requiere la construcción de una berma cuneta, al cual permita el descole de la escorrentía y eventualmente permita soportar el vehículo de diseño, por esto está cuneta debe estar reforzada y contar con una riostra, teniendo en cuenta las condiciones hidráulicas del volumen hidrológico e hidráulico, se define la siguiente cuneta la cual garantiza el descole de la escorrentía y la resistencia requerida para soportar los vehículos, la verificación hidráulica en detalle se presenta en el volumen hidráulico.

**Figura 21** Sección de la cuneta proyectada.



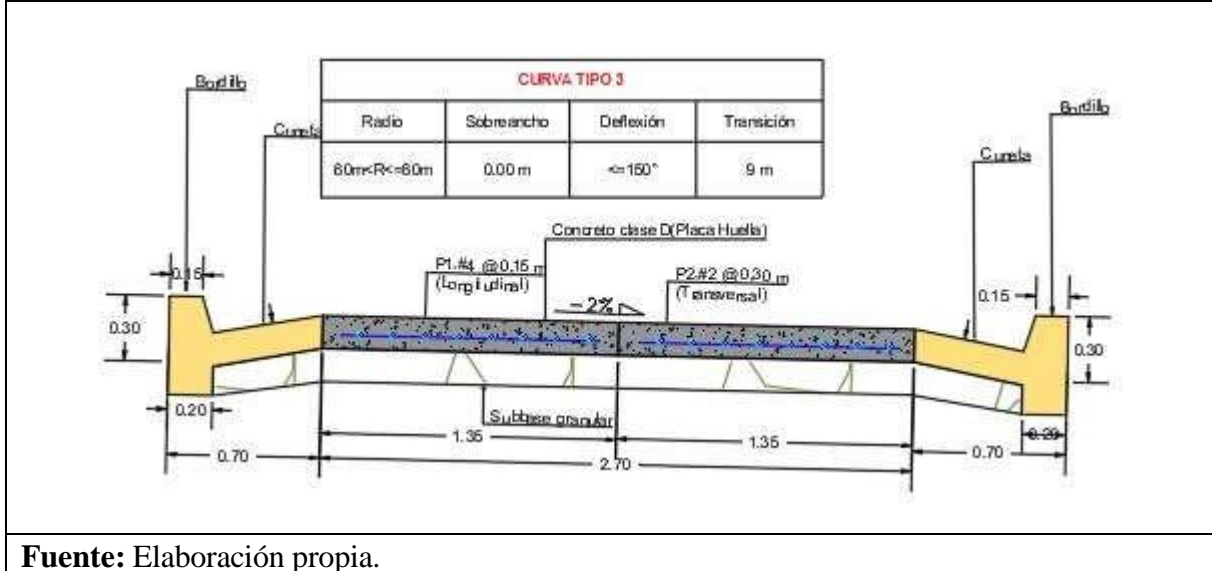
4.2.2 Curvas tipo:

Figura 22 Sección de la placa huella curva tipo 1.



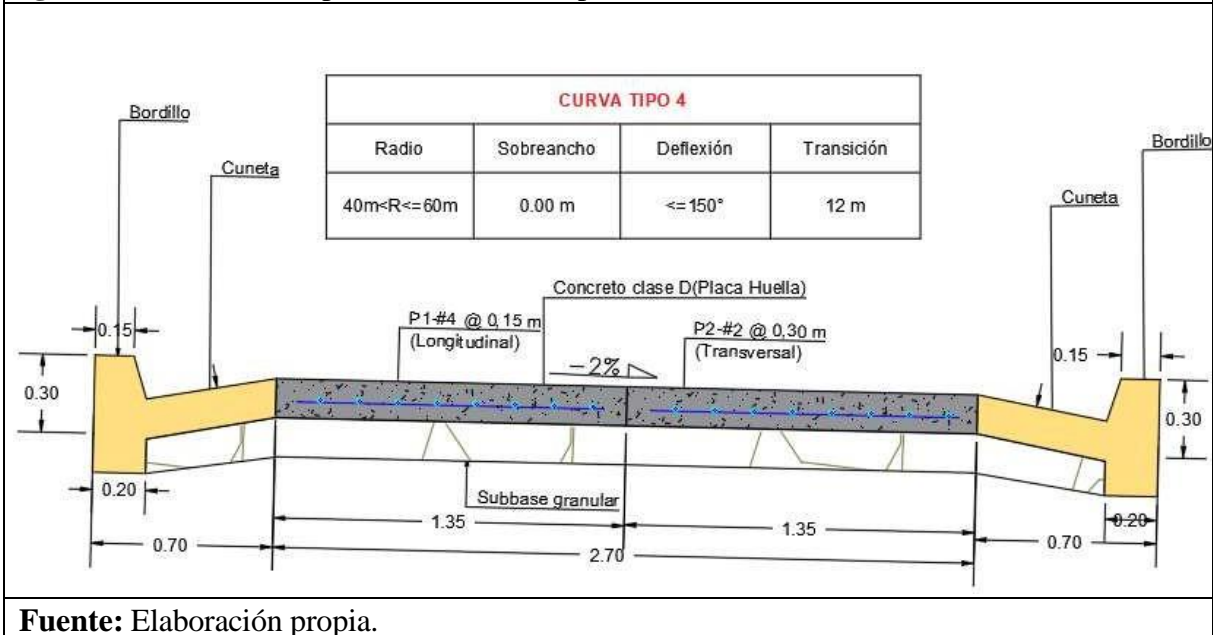
Fuente: Elaboración propia.

Figura 23 Sección de la placa huella curva tipo 3.

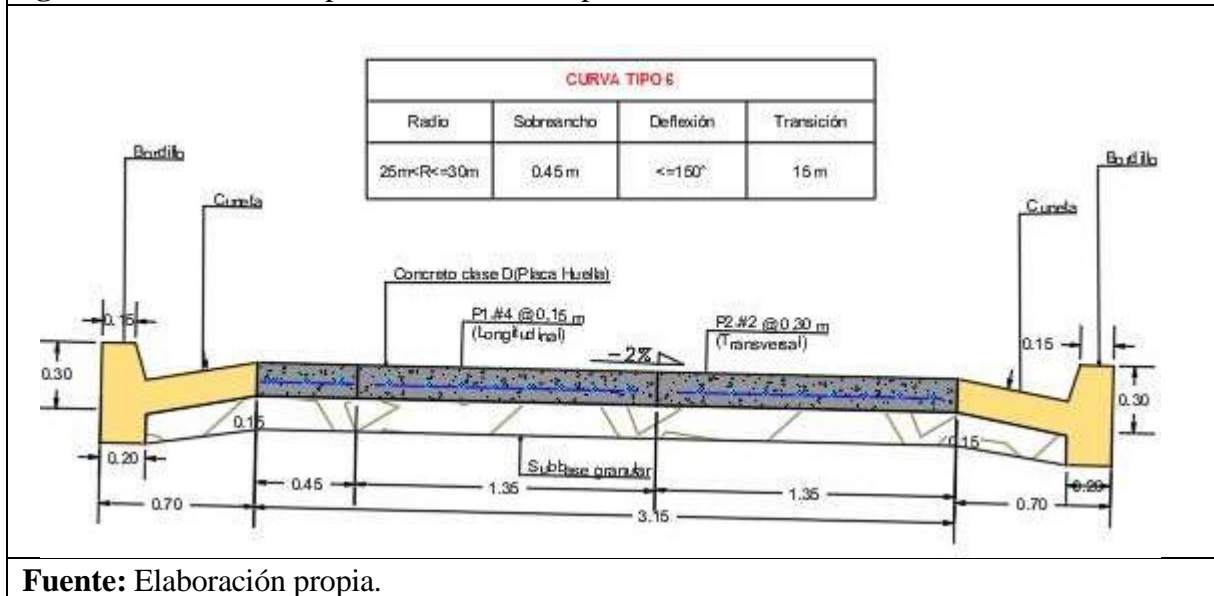


Fuente: Elaboración propia.

**Figura 24** Sección de la placa huella curva tipo 4.

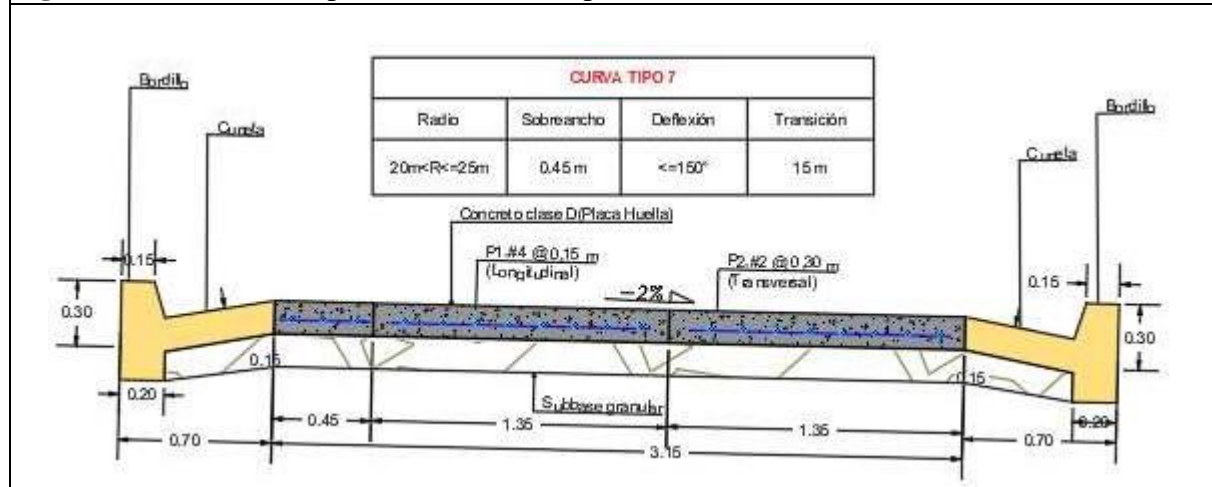


**Figura 25** Sección de la placa huella curva tipo 6.



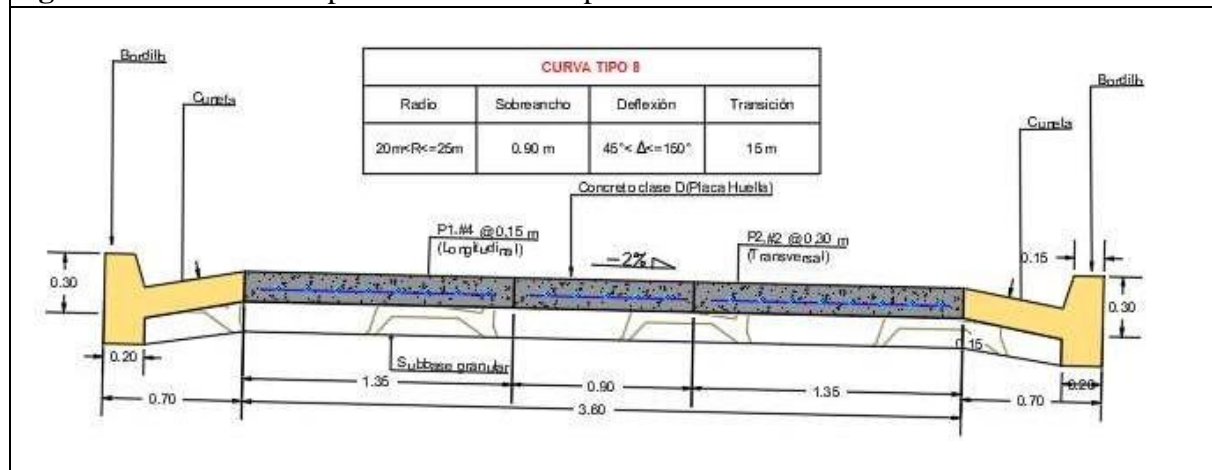
# MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Figura 26** Sección de la placa huella curva tipo 7.



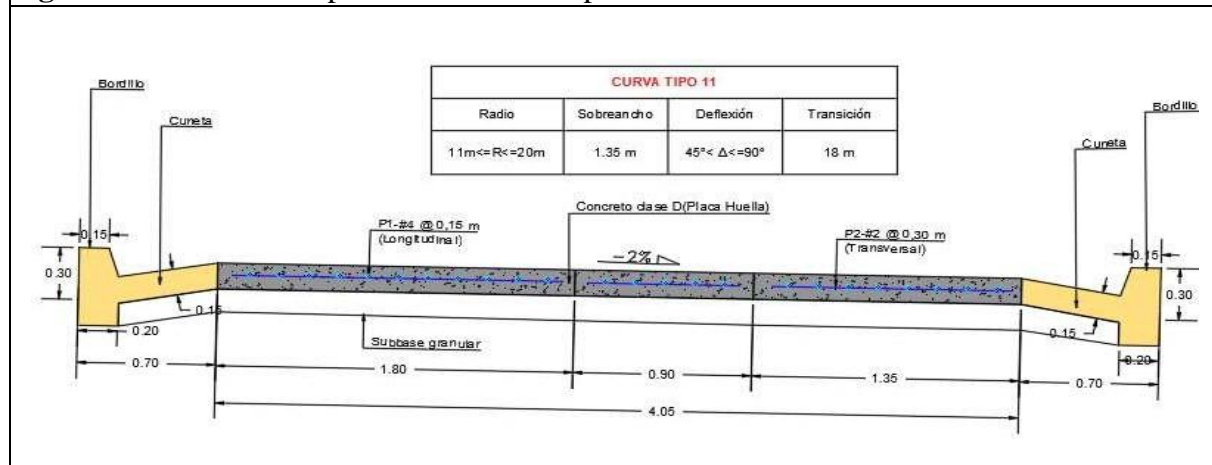
**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 27** Sección de la placa huella curva tipo 8.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 28** Sección de la placa huella curva tipo 11.



**Fuente:** Elaboración propia.



## MEJORAMIENTO DE LA TERCIAVA VÍA TERCIAVA MÓNAGA - CHONA

Este tramo empieza desde la abscisa K0+000 hasta la K0+185, después del tramo 2 proyectado por la alcaldía municipal de Labateca, Norte de Santander, donde existe un eje vial, el cual se modificará lo menor posible para el diseño geométrico tratando de disminuir la afectación predial y el acarreo de tierra. Este tramo presenta una topografía montañosa con pendiente moderada.

➤ **Tramo 4**

Este tramo es empieza desde la abscisa K0+000 hasta la K0+449, después del tramo 3 proyectado por la alcaldía municipal de Labateca, Norte de Santander, donde existe un eje vial, el cual se modificará lo menor posible para el diseño geométrico tratando de disminuir la afectación predial y el acarreo de tierra. Este tramo presenta una topografía montañosa con pendiente moderada.

➤ **Tramo 5**

Este tramo es empieza desde la abscisa K0+000 hasta la K0+247, después del tramo 4 proyectado por la alcaldía municipal de Labateca, Norte de Santander, donde existe un eje vial, el cual se modificará lo menor posible para el diseño geométrico tratando de disminuir la afectación predial y el acarreo de tierra. Este tramo presenta una topografía montañosa con pendiente moderada.

➤ **Tramo 6**

Este tramo es empieza desde la abscisa K0+000 hasta la K0+380, después del tramo 5 proyectado por la alcaldía municipal de Labateca, Norte de Santander, donde existe un eje vial, el cual se modificará lo menor posible para el diseño geométrico tratando de disminuir la afectación predial y el acarreo de tierra. Este tramo presenta una Topografía montañosa con pendiente moderada.

➤ **Tramo 7**

Este tramo es la continuación del tramo anterior y empieza desde la abscisa K0+380 hasta la K0+633, continua donde finaliza el tramo 6 proyectado por la alcaldía municipal de

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

Labateca, Norte de Santander, donde existe un eje vial, el cual se modificará lo menor posible para el diseño geométrico tratando de disminuir la afectación predial y el acarreo de tierra. Este tramo presenta una topografía montañosa con pendiente moderada.

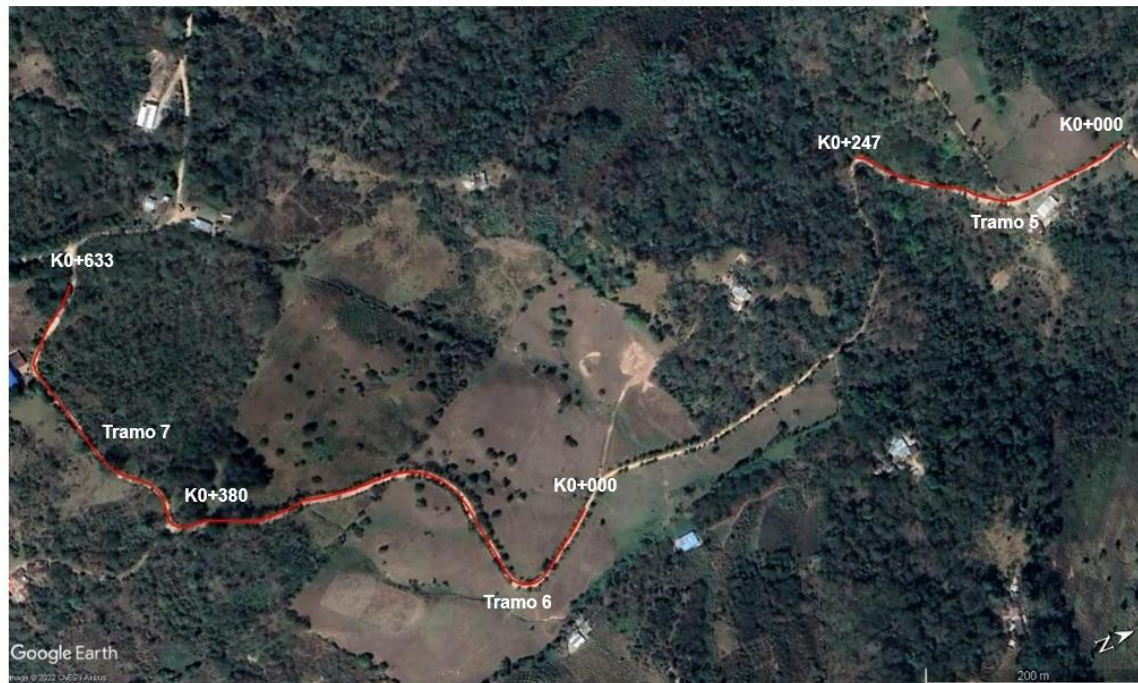
En las siguientes figuras se pueden identificar claramente los tramos a intervenir donde se encuentran los tramos de obras proyectadas. Por consiguiente, todo el análisis de parámetros para el diseño geométrico será enfocado en la sectorización de cada tramo en particular de la vía.

**Figura 30** Sectorización de la Intervención Vial – Vía terciaria Mónoga – Chona tramos 1, 2, 3 y 4.



**Fuente:** Adaptado de Google Earth.

**Figura 31** Sectorización de la Intervención Vial – Vía terciaria Mónoga – Chona tramos 5, 6 y 7.



**Fuente:** Adaptado de Google Earth.

#### 4.3.2 Metodología:

Dado que el diseño geométrico es una de las actividades que definirá las principales características para el desarrollo del proyecto vial analizado, ya que este es la base para las demás especialidades y áreas técnicas del mismo, y teniendo en cuenta que en este volumen se establecen la configuración geométrica definitiva de la solución propuesta, este trabajo es presentado cumpliendo con los objetivos primordiales del diseño tales como: la funcionalidad, seguridad, comodidad, integración con el entorno, armonía, estética y economía.

### **4.3.3 Solución definitiva**

La propuesta final de diseño geométrico presentada para el corredor base, es el resultado del análisis de las alternativas de diseño, basadas en la normativa vigente para el diseño geométrico de carreteras en Colombia. De este proceso se obtiene el dimensionamiento general propuesto en el diseño geométrico para en lo referente a distribución y ancho de carriles generando como resultado la solución que se describe a continuación. Se realizará el diseño geométrico considerando inicialmente los parámetros recomendados por el manual de diseño geométrico, sin embargo, este estudio va complementado con la guía de diseño de pavimentos con placa huella del INVIAS, de la cual se considerarán la mayor parte de parámetros para el diseño.

### **4.3.4 Criterios de diseño**

Siguiendo la normatividad citada en el presente informe y con la recopilación de información del proyecto, a continuación, se establece cada uno de los parámetros geométricos que debe cumplir la vía.

#### **➤ Clasificación de las carreteras**

De acuerdo con numeral 1.2.1.3. del manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS, los tramos viales a intervenir son clasificados como una vía TERCIARIA, “Vías terciarias”, son aquellas que se encargan de comunicar las cabeceras municipales o unen veredas entre sí. Según el instituto nacional de vías (INVIAS), las redes terciarias de carreteras están a cargo de los municipios, y para la vía en estudio estaría a cargo el municipio de LABATECA.

También, el tipo de terreno según lo descrito en el numeral 1.2.2 se clasifica como MONTAÑOSO para este caso de estudio.

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

### ➤ Velocidad de diseño

Es la velocidad guía que permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado para garantizar las condiciones de comodidad y seguridad.

La selección de la velocidad de diseño de los tramos homogéneos en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno, en este caso; carretera TERCIARIA y terreno MONTAÑOSO, definimos la velocidad de diseño de cada tramo en 30 km/h, teniendo en cuenta el numeral 2.1 de las especificaciones de diseño geométrico del INVIAS y el coeficiente de Fricción transversal máximo como se observan en la Tabla 2 y Tabla 3 respectivamente.

**Tabla 13** Selección de la Velocidad de Diseño – Vía Mónica – Chona.

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												

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS.

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Tabla 14** Selección del Coeficiente de Fricción Transversal Máximo para los Tramos Viales aIntervenir – Vía Mónoga – Chona.

VELOCIDAD ESPECÍFICA $V_{CH}$ (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA $f_{Tmáx}$	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS.

➤ **Peralte máximo**

Según el Manual de diseño geométrico del INVIAS en el capítulo 3.1.3.2.2.; en carreteras Terciarias, es difícil disponer de longitudes de entretangencia amplias, por lo que no es fácil hacer la transición de peralte. Por lo anterior se considera que el peralte máximo más adecuado para este caso es de seis por ciento (6%).

➤ **Radio mínimo de curvatura**

Es el valor límite de curvatura para una velocidad específica de diseño y en la tabla 3.3 del Manual de Diseño Geométrico del INVIAS, indica los radios mínimos para distintas velocidades y según otros criterios. El radio mínimo de curvatura para una velocidad de 30 Km/h es de 21 m como se observa en la Tabla 4.

MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Tabla 15** Selección del Radio Mínimo en Función de un Peralte Máximo del 6% – VíaMónoga – Chona.

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V <sub>CH</sub> ) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL f <sub>Tmáx</sub>	TOTAL e <sub>máx</sub> + f <sub>Tmáx</sub>	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
20	6,0	0,35	0,41	7,7	15 <sup>(1)</sup>
30	6,0	0,28	0,34	20,8	21
40	6,0	0,23	0,29	43,4	43
50	6,0	0,19	0,25	78,7	79
60	6,0	0,17	0,23	123,2	123

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS.

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

El valor de radio mínimo de curvatura en este caso de estudio va a ir asociado según el tipo de curva que corresponda dado en la guía de diseño de pavimentos con placa huellas, en donde además recomienda el uso de peralte en curvas mantenido hasta un máximo del 2%.

### ➤ Pendiente longitudinal máxima

Las pendientes de la rasante deben garantizar el correcto funcionamiento de la vía y principalmente que las condiciones de drenaje, la pendiente mínima según el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS debe ser de 0,5% para garantizar un adecuado funcionamiento de las cunetas.

Para la pendiente longitudinal máxima en los tramos de tangencia de la rasante, está directamente relacionada con la velocidad con la que circulan los vehículos y el tipo de terreno, y según la tabla 4.2 del Manual de Diseño geométrico del INVIAS, en la Tabla 5 se muestran las distintas pendientes máximas para todos los casos.

**Tabla 16** Selección de la Pendiente Longitudinal Máxima de la Vía – Mónoga – Chona.

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	-	-	-	-	-	-	-

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS.

Sin embargo, para las pendientes máximas en el caso de vías terciarias, y en aras de poder hacer un diseño de las cotas de rasante de vía, se tendrá una tolerancia de pendiente longitudinal máxima del 14%, dato extraído de la Tabla 5 del libro “Diseño computarizado de carreteras” (2008), escrito por el ingeniero John Jairo Agudelo Ospina.

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Tabla 17** Asignación de Valores de Visibilidad de Parada, Valor K para Curvas Cóncavas y Convexas y Longitud Mínima de Curva Vertical – Vía Mónoga – Chona.

VELOCIDAD ESPECÍFICA $V_{cv}$ (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE $K_{min}$				LONGITUD. MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20 <sup>(1)</sup>
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 <sup>(1)</sup>
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24
50	65	6.4	7.0	12.2	13.0	30
60	85	11.0	11.0	17.3	18.0	36
70	105	16.8	17.0	22.6	23.0	42
80	130	25.7	26.0	29.4	30.0	48
90	160	38.9	39.0	37.6	38.0	54
100	185	52.0	52.0	44.6	45.0	60
110	220	73.6	74.0	54.4	55.0	66
120	250	95.0	95.0	62.8	63.0	72
130	285	123.4	124.0	72.7	73.0	78

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS.

### ➤ Sobrehanchos

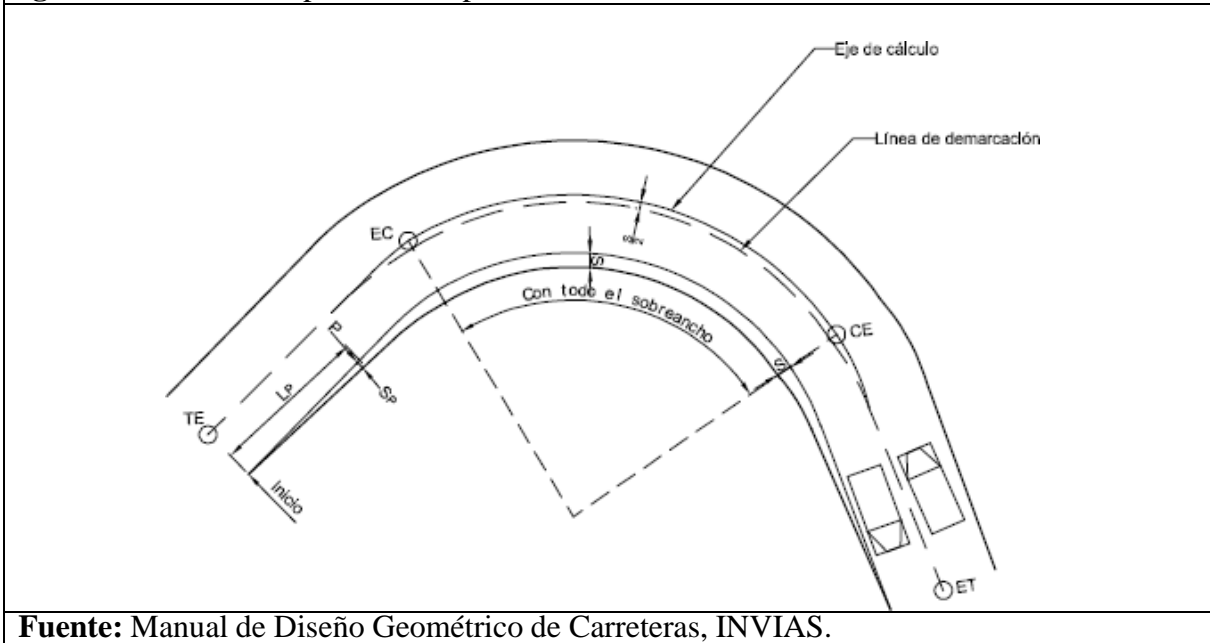
El sobrehancho es una ampliación adicional de la superficie de rodadura de la vía para los tramos en curva, se implementa en algunos casos de curvas horizontales que el ancho del carril no es lo suficiente grande para que un vehículo circule exactamente en el centro para que no ocurran choques laterales ni frontales.

Para la implementación de un sobrehancho la solución constructiva es incrementar paulatinamente el ancho en la tangente (antes del PC y después del PT) hasta llegar al requerido en diseño y disminuirlo de la misma manera.

La transición se desarrollará linealmente a lo largo del lado interno de la calzada en la misma longitud utilizada para la transición del peralte. A continuación, se presenta el ejemplo de transición del sobrehancho en curva tipo.

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Figura 32** Sobrealto para curva tipo.



**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los parámetros de diseño geométrico recomendados por el manual de diseño geométrico.

**Tabla 18** Resumen de Parámetros de Diseño – Vía Mónica – Chona.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Velocidad de diseño	km/h	30
Radio mínimo	m	21
Coefficiente de fricción lateral	%	0,28
Peralte máximo	%	6
Pendiente longitudinal máxima	%	16
Pendiente longitudinal mínima	%	0,5
Parámetro K curva Convexa	-	2
Parámetro K curva Cóncava	-	6
Longitud mínima de curva vertical	m	20
Distancia de visibilidad de parada	m	35

**Fuente:** Elaboración Propia.

## 4.3.5 Diseño geométrico proyectado

De acuerdo con los parámetros de diseño presentados anteriormente, y considerando que el estudio de volúmenes de tránsito sobre las vías en las que intervienen cada uno de los tramos proyectados son de tránsito bajo, se procedió a realizar el diseño geométrico de cada eje vial considerando como base inicial estos criterios, pero limitándonos a los criterios que recomienda la guía de diseño de pavimentos con placa huellas del INVIAS.

### ➤ **Alineamiento horizontal**

El alineamiento horizontal está constituido por tramos rectos y curvos con longitud y radio variable dependiendo de las condiciones del terreno, los cuales deben permitir una transición suave en el cambio de tramos rectos a curvos o viceversa.

El objetivo del alineamiento horizontal es permitir la segura operación del tránsito según su velocidad de diseño, por esto se recomienda que durante los diseños evitar alineamientos rectos demasiado prolongados ya que esto puede ocasionar accidentes por la monotonía del tramo.

Las curvas circulares se definen como arcos de un solo radio que se utilizan para unir dos alineamientos rectos en una vía. Los elementos de las curvas horizontales más representativos son:

- PI: Punto de cruce de dos tangentes que forman el empalme.
- PC: Punto de inicio de la curva.
- PT: Punto final de la curva.
- $\Delta$ : Angulo de deflexión en el PI.
- R: Radio del arco circular

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

- T: Tangente del empalme.
- Lc: Longitud del arco circular

Para el diseño geométrico del eje horizontal de la vía, se dio el cumplimiento de las especificaciones y lineamientos establecidos por el Manual de diseño geométrico de carreteras INVIAS y la GUÍA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS CON PLACA HUELLAS (INVIAS).

Adicionalmente, fueron consideradas otras normativas que tienen cabida en el diseño geométrico de carreteras, tal como el manual “A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS 2004” elaborado por la Asociación Americana de Vías y Transporte AASHTO.

En general, el proyecto contempla el cálculo de un eje central de proyecto, enfocado en la mayor simetría posible, tratando que las mejoras o modificaciones geométricas se ajusten lo mejor posible a la vía existente. Las actividades que fueron contempladas para el presente diseño geométrico son:

- Reconocimiento de los bordes de vía, tales como paramentos, cercas, zonas inestables, cambios de sentido de vía y deflexiones del eje horizontal.
- Diseño del alineamiento horizontal para el eje principal con base en los requerimientos normativos y criterios establecidos.
- Cálculo y proceso de elementos de las curvas establecidas.
- Edición del dibujo del diseño en planta, sobre la topografía base.

### ➤ **Cálculo de los sobrecanchos**

Teniendo en cuenta que existen curvas horizontales que no cumplen el radio mínimo se realizó el cálculo del sobrecancho para cada una de las curvas con esta condición como lo establece la guía de diseño de pavimentos con placa huellas, en la siguiente tabla se encuentra el análisis de los sobrecanchos calculados.

MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Tabla 19** Tabla con resultados de sobreancho – Vía Mónica – Chona.

No	TRAMO	RADIO [m]	$\Delta$ Deflexión [°]	CURVA TIPO	SOBREANCHO [m]
1	1	22.203	72.8290	Curva 8	0.90
2	2	16.530	120.7729	Curva 12	1.80
3	2	11.035	102.1618	Curva 12	1.80
4	3	20.291	46.8197	Curva 8	0.90
5	3	17.404	68.3723	Curva 11	1.35
6	3	12.029	113.6209	Curva 12	1.80
7	3	11.241	68.6234	Curva 11	1.35
8	4	14.554	66.2795	Curva 12	1.80
9	4	23.706	24.5828	Curva 8	0.90
10	4	45.475	43.1524	Curva 4	0.00
11	4	49.603	41.1997	Curva 4	0.00
12	4	52.575	20.9728	Curva 4	0.00
13	4	10.351	124.5914	Curva 12	1.80
14	4	56.194	23.9789	Curva 4	0.00
15	4	5.332	131.4182	Curva 12	1.80
16	4	51.068	17.1576	Curva 4	0.00
17	4	30.642	22.0478	Curva 5	0.45
18	4	35.648	19.9968	Curva 5	0.45
19	4	18.614	75.3850	Curva 12	1.80
20	5	26.433	18.1758	Curva 6	0.45
21	5	25.100	15.2946	Curva 6	0.45
22	5	200.000	4.4850	Curva 1	0.00
23	5	200.000	3.4395	Curva 1	0.00
24	5	48.778	9.3537	Curva 4	0.00
25	5	27.956	30.1039	Curva 6	0.45
26	5	37.145	10.4486	Curva 5	0.45
27	5	25.100	17.4316	Curva 6	0.45
28	5	200.000	4.0612	Curva 1	0.00
29	5	41.449	5.9220	Curva 4	0.00
30	5	25.724	12.7127	Curva 6	0.45
31	5	25.674	18.3744	Curva 6	0.45
32	6	192.456	7.8284	Curva 1	0.00
33	6	17.716	113.5256	Curva 12	1.80
34	6	44.389	4.4012	Curva 4	0.00
35	6	38.554	12.0409	Curva 5	0.45
36	6	46.307	69.7225	Curva 4	0.00
37	6	200.00	11.7627	Curva 1	0.00
38	6	18.067	24.7294	Curva 9	0.45

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

39	6	69.503	17.9584	Curva 3	0.00
40	6	24.406	20.9122	Curva 7	0.45
41	6	46.338	21.6088	Curva 4	0.00
42	7	10.375	96.2955	Curva 12	1.80
43	7	24.831	59.4397	Curva 8	0.90
44	7	17.640	26.6186	Curva 9	0.45
45	7	77.372	11.0923	Curva 3	0.00
46	7	10.584	57.8447	Curva 11	1.35
47	7	65.018	10.0221	Curva 3	0.00
48	7	37.228	11.4510	Curva 5	0.45

**Fuente:** Elaboración Propia.

### ➤ **Alineamiento vertical**

Tomando como base los criterios técnicos y parámetros que han sido establecidos, se procedió al diseño del alineamiento vertical correspondiente al perfil de la vía del eje horizontal previamente trazado.

Como producto del diseño vertical de la vía, se presentan los planos en perfil y adjunto a este perfil longitudinal del terreno, correspondiente al eje de diseño con su información de la rasante diseñada y su conjunto de elementos y subentidades del alineamiento vertical.

### ➤ **Diseño transversal**

Para el diseño geométrico en general, se llevó a cabo el cálculo, generación y procesamiento de los datos correspondientes al dibujo de las secciones transversales del terreno actual y el diseño propuesto, a cada 10 metros en las tangentes y 10 metros en las curvas de la vía (horizontales), tomando como base para estos cálculos, la topografía previamente obtenida.

### ➤ **Sección transversal típica**

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

Las medidas de ancho de carril y dimensionamiento de berma de la sección transversal propuesto para el tramo vial a intervenir, se basa en lo planteado por la GUÍA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS CON PLACA HUELLAS del INVIAS. Esta sección transversal típica está compuesta por una calzada de ancho para cada tramo con una berma-cuneta lateral en cada uno de los extremos. Las medias de altura de capas serán las establecidas en el capítulo de diseño de pavimentos, correspondiente al tramo vial a intervenir.

A pesar de que el ancho mínimo establecido por el manual es de diseño geométrico es distinto, se implementará el ancho propuesto para la composición de la banca por la guía de diseño de pavimentos con placa huellas del INVIAS.

A continuación en la Tabla 9, la Tabla 10 y la Tabla 11 se muestra la justificación de la selección de las dimensiones de ancho de calzada y cuneta.

**Tabla 20** Selección de Ancho de Calzada – Vía Mónoga – Chona.

CATEGORIA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V <sub>TR</sub> ) (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	-	-	-	-	-	-	-	-

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS.

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Tabla 21** Selección de Ancho de Berma-Cuneta – Vía Mónoga – Chona.

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 <sup>1</sup>	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	1.00	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 <sup>2</sup>	Plano	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	0.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS.

**Tabla 22** Selección del Bombeo de la Vía

TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	BOMBEO (%)
Superficie de concreto hidráulico o asfáltico	2
Tratamientos superficiales	2 – 3
Superficie de tierra o grava	2 – 4

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS.

A continuación, se presenta un resumen y esquema de las características de la sección transversal típica de la vía:

**TERRENO:** Montañoso.

**CARRETERA:** Terciaria.

➤ **ANCHO DE LA BANCA:**

**Tramo 1:** 5.00 m

**Tramo 2:** 4.10 m

**Tramo 3:** 4.10 m

# MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

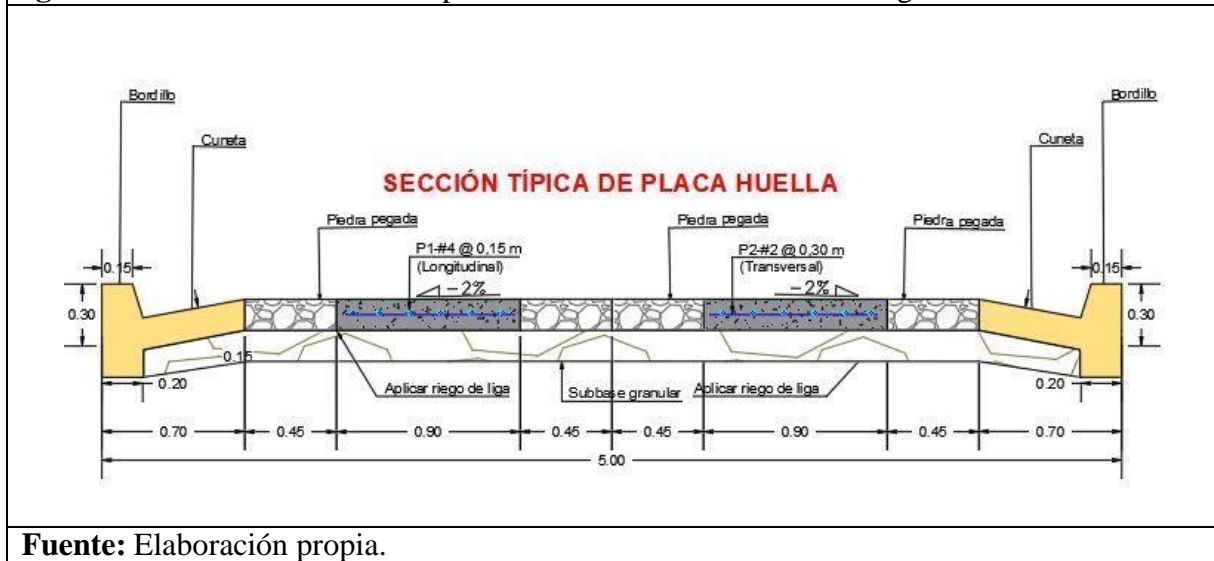
**Tramo 4:** 4.10 m

**Tramo 5:** 4.10 m

**Tramo 6:** 4.10 m

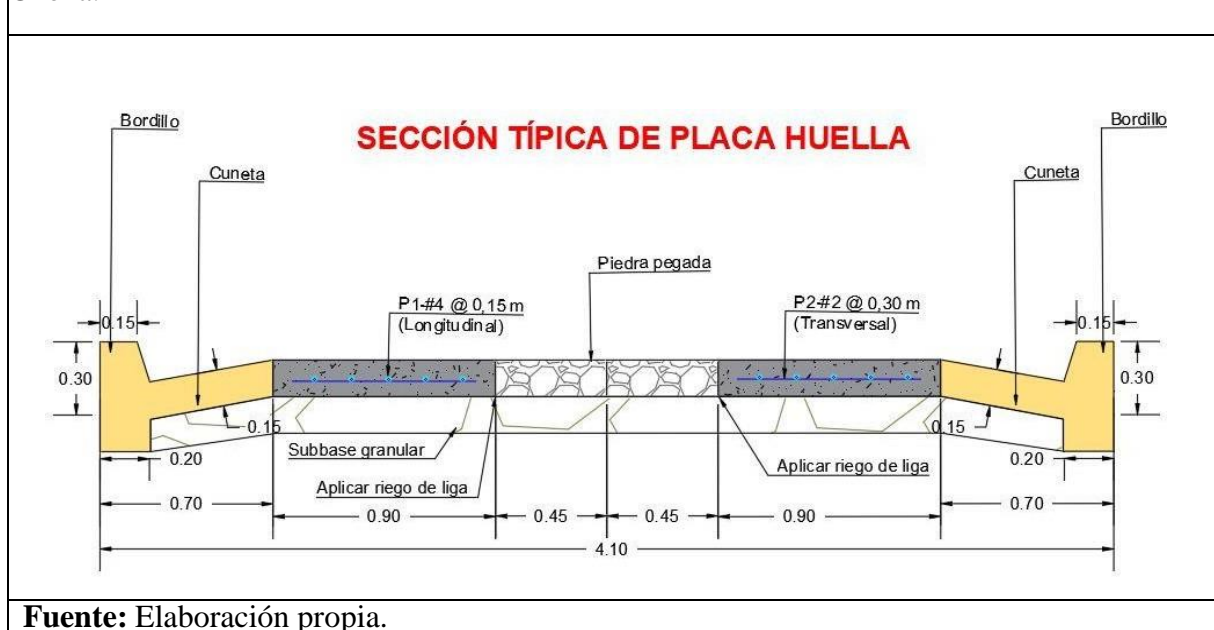
**Tramo 7:** 4.10 m

**Figura 33** Sección Transversal Típica de la Vía Tramo 1 – Vía Mónica – Chona.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 34** Sección Transversal Típica de la Vía Tramo 2, 3, 4, 5, 6 y 7 – Vía Mónica – Chona.



**Fuente:** Elaboración propia.

# MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

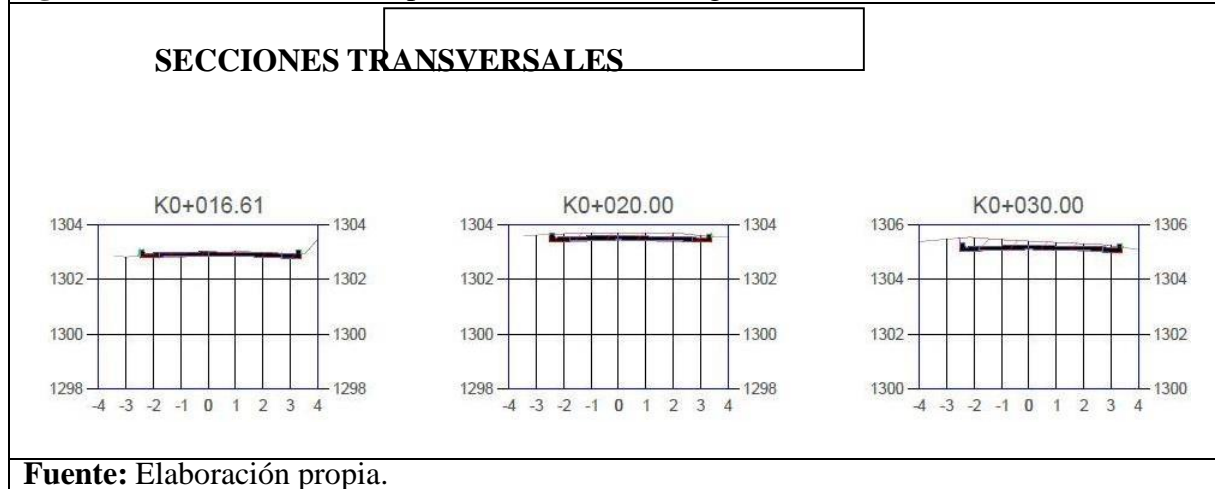
## ➤ Volúmenes de tierra

En el cálculo de volúmenes de tierra se crearon secciones transversales cada 10 metros a lo largo de todo el alineamiento, la pendiente de los taludes escogida para el diseño del corte es 0.25H:1V y terraplén 0.25H:1V, esto debido a la información recopilada en campo y a la topografía del terreno.

A continuación, se observan algunas secciones tipo en corte, terraplén y mixtas para los tramos intervenidos, en las cuales se evidencia el volumen de tierra entre las secciones donde el sombreado rojo refleja el corte y el sombreado en verde el terraplén. Además, las tablas con los últimos volúmenes totales de cada tramo para apreciar la cantidad de volumen acumulado.

Puede revisar todas las secciones transversales y tablas de volúmenes en el anexo de las carteras y planos del diseño geométrico.

**Figura 35** Volumen de tierra tipo tramo 1 – Vía Mónica – Chona.



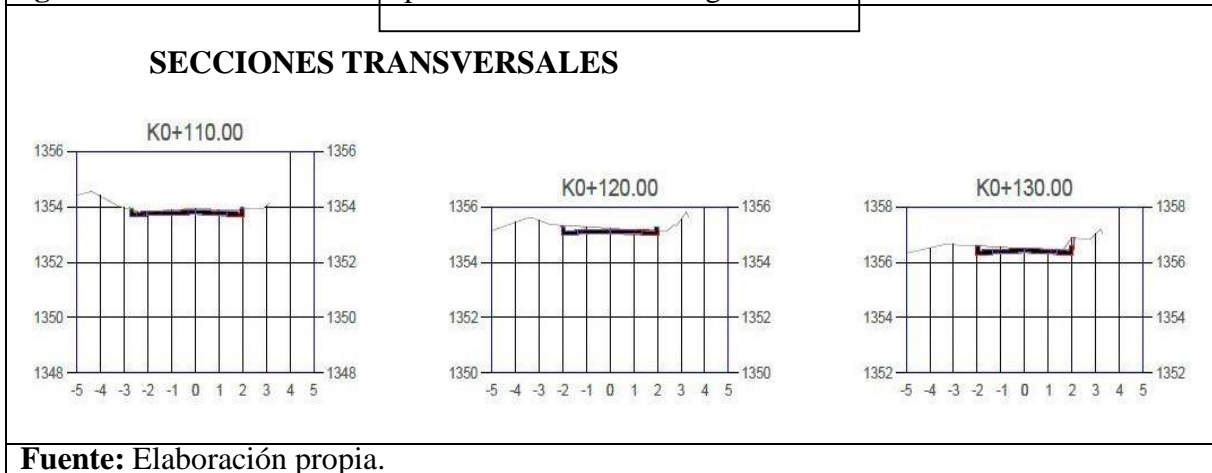
# MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Tabla 23** Volumen de tierra tramo 1 – Vía Mónoga – Chona

TABLA DE VOLUMENES TOTALES						
ABSCISA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	VOLUMEN ACUMULADO RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO CORTE
K0+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K0+010.00	0.48	0.00	2.41	0.00	2.41	0.00
K0+016.61	0.01	0.81	1.62	2.67	4.03	2.68
K0+020.00	0.00	1.59	0.02	3.99	4.05	6.66
K0+030.00	0.00	1.91	0.01	17.37	4.06	24.04
K0+030.72	0.00	1.92	0.00	1.38	4.06	25.41
K0+040.00	0.00	2.49	0.01	20.18	4.07	45.59
K0+044.83	0.00	2.70	0.00	12.17	4.07	57.76
K0+050.00	0.01	1.26	0.02	10.25	4.10	68.01
K0+053.07	0.02	0.97	0.04	3.43	4.14	71.44

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 36** Volumen de tierra tipo tramo 2 – Vía Mónoga – Chona.



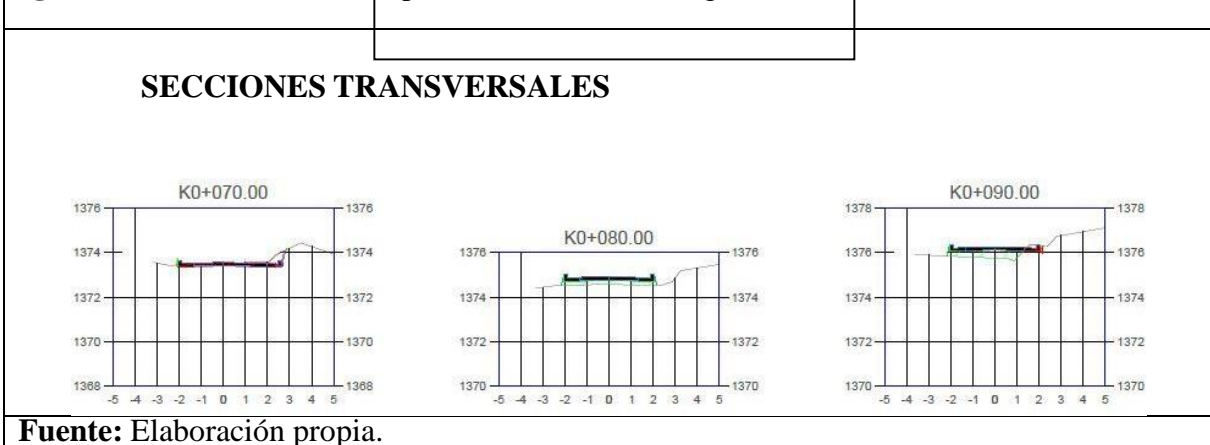
# MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Tabla 24** Volumen de tierra tramo 2 – Vía Mónoga – Chona.

TABLA DE VOLUMENES TOTALES						
ABSCISA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	VOLUMEN ACUMULADO RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO CORTE
K0+000.00	0.00	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00
K0+010.00	0.00	1.14	0.00	10.22	0.00	10.22
K0+020.00	0.00	1.59	0.00	13.64	0.00	23.88
K0+028.52	0.00	1.67	0.00	13.92	0.01	37.78
K0+030.00	0.00	1.37	0.00	2.03	0.01	39.81
K0+040.00	0.00	0.82	0.00	10.19	0.01	50.00
K0+045.95	0.00	2.36	0.00	8.63	0.01	58.63
K0+050.00	0.00	2.45	0.00	8.78	0.01	67.41
K0+060.00	0.01	0.58	0.06	14.12	0.07	81.53
K0+063.37	0.29	0.66	0.44	2.24	0.51	83.77
K0+070.00	0.09	0.06	1.28	2.39	1.79	86.16
K0+080.00	0.00	1.11	0.47	5.86	2.26	92.02
K0+084.90	0.00	2.98	0.00	10.03	2.26	102.05
K0+090.00	0.00	1.73	0.00	11.04	2.27	113.09
K0+094.74	0.00	0.71	0.01	5.58	2.27	118.67
K0+100.00	0.03	0.97	0.06	4.37	2.33	123.04
K0+104.58	0.10	0.74	0.21	3.93	2.55	126.97
K0+110.00	0.00	0.87	0.28	4.36	2.83	131.33
K0+120.00	0.00	0.92	0.02	8.94	2.85	140.27
K0+130.00	0.00	0.96	0.01	9.40	2.86	149.67
K0+133.44	0.00	0.80	0.01	3.02	2.86	152.69

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 37** Volumen de tierra tipo tramo 3 – Vía Mónoga – Chona.



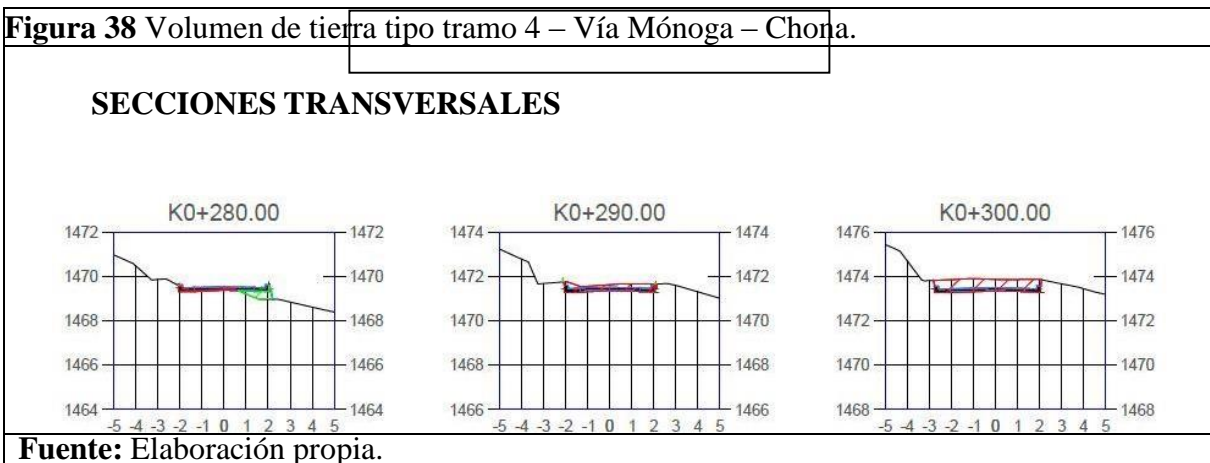
# MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Tabla 25** Volumen de tierra tramo 3 – Vía Mónica – Chona.

TABLA DE VOLUMENES TOTALES						
ABSCISA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	VOLUMEN ACUMULADO RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO CORTE
KD+130.00	0.07	1.21	0.22	1.91	120.45	160.08
KD+140.00	0.00	1.55	0.30	12.55	120.75	172.63
KD+140.06	0.00	1.49	0.00	0.09	120.75	172.72
KD+150.00	0.02	0.17	0.08	8.25	120.83	180.97
KD+159.73	0.53	0.36	2.63	2.56	123.46	183.53
KD+160.00	0.45	0.34	0.14	0.07	123.60	183.60
KD+166.46	0.00	0.52	1.55	2.38	125.15	185.98
KD+170.00	0.00	0.59	0.01	1.80	125.16	187.78
KD+173.20	0.00	0.77	0.01	2.08	125.17	189.86
KD+180.00	0.00	1.02	0.01	6.11	125.17	195.98
KD+184.57	0.01	0.76	0.02	4.08	125.19	200.06

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 38** Volumen de tierra tipo tramo 4 – Vía Mónica – Chona.



**Fuente:** Elaboración propia.

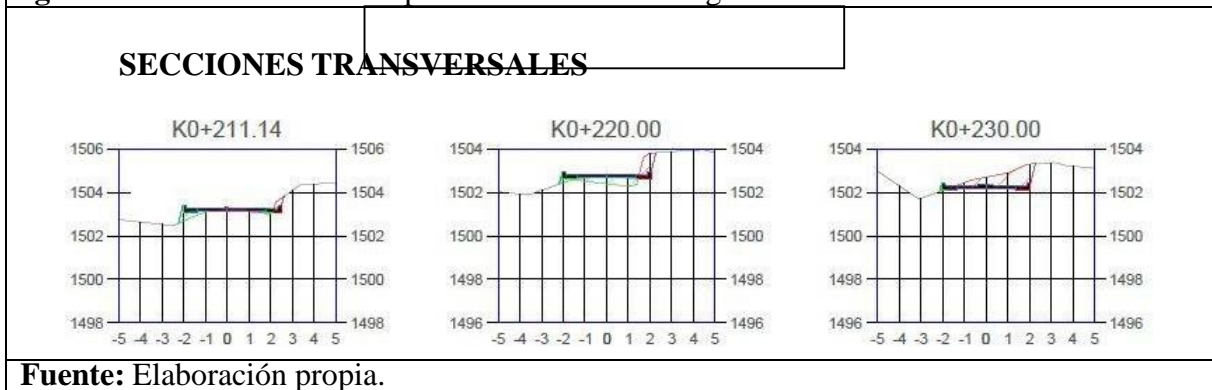
# MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Tabla 26** Volumen de tierra tramo 4 – Vía Mónica – Chona.

TABLA DE VOLUMENES TOTALES						
ABSCISA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	VOLUMEN ACUMULADO RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO CORTE
K0+360.00	0.01	1.08	0.08	10.51	26.53	709.81
K0+370.00	0.00	1.95	0.05	15.15	26.57	724.97
K0+374.22	0.00	3.31	0.00	11.10	26.57	736.07
K0+380.00	0.00	4.51	0.00	22.51	26.57	758.59
K0+380.12	0.00	4.38	0.00	0.52	26.57	759.11
K0+386.01	0.00	3.55	0.00	23.12	26.57	782.22
K0+388.95	0.00	3.24	0.00	9.97	26.57	792.20
K0+390.00	0.00	3.19	0.00	3.40	26.57	795.60
K0+395.17	0.01	3.30	0.02	16.88	26.59	812.49
K0+400.00	0.00	3.78	0.02	17.08	26.61	829.56
K0+401.39	0.00	3.80	0.00	5.25	26.61	834.81
K0+410.00	0.00	4.67	0.00	36.45	26.61	871.27
K0+417.59	0.00	7.15	0.00	44.86	26.61	916.13
K0+420.00	0.00	6.73	0.00	15.46	26.61	931.58
K0+429.84	0.00	4.94	0.00	53.62	26.61	985.20
K0+430.00	0.00	4.90	0.00	0.81	26.61	986.01
K0+440.00	0.00	4.00	0.00	42.10	26.61	1028.11
K0+442.08	0.00	3.32	0.00	7.24	26.61	1035.34
K0+448.87	0.01	0.77	0.02	13.86	26.63	1049.21

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 39** Volumen de tierra tipo tramo 5 – Vía Mónica – Chona.



**Fuente:** Elaboración propia.

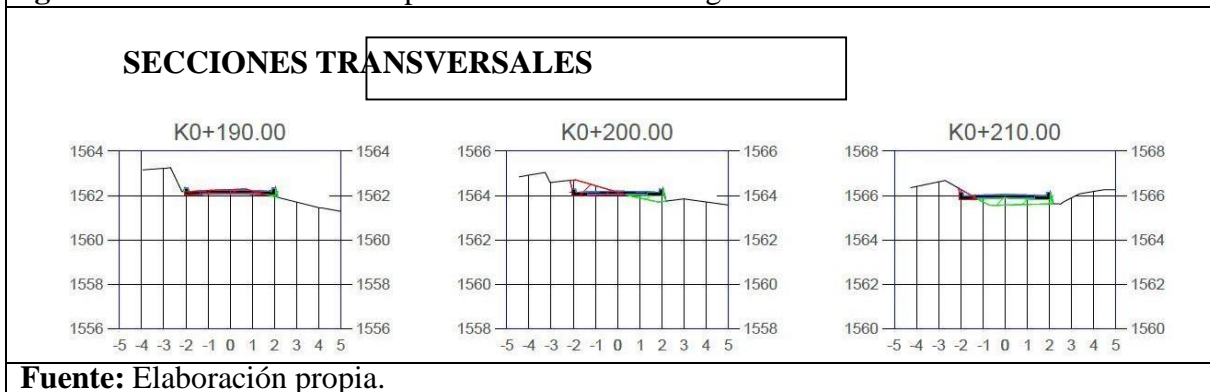
# MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Tabla 27** Volumen de tierra tramo 5 – Vía Mónoga – Chona.

TABLA DE VOLUMENES TOTALES						
ABSCISA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	VOLUMEN ACUMULADO RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO CORTE
K0+169.82	0.00	1.37	1.85	4.87	113.95	168.47
K0+170.00	0.01	1.34	0.00	0.24	113.95	168.70
K0+176.91	0.31	1.12	1.08	8.47	115.03	177.18
K0+180.00	0.47	1.38	1.20	3.88	116.23	181.04
K0+181.03	0.44	1.48	0.47	1.47	116.70	182.51
K0+183.18	0.28	1.35	0.80	2.97	117.51	185.48
K0+185.32	0.10	1.85	0.41	3.37	117.92	188.85
K0+190.00	0.00	2.83	0.22	10.98	118.15	199.81
K0+200.00	0.17	1.30	0.88	20.86	119.01	220.48
K0+205.43	0.21	0.59	1.03	5.14	120.04	225.61
K0+208.28	0.32	0.39	0.81	1.34	120.85	226.96
K0+210.00	0.35	0.31	0.61	0.57	121.46	227.53
K0+211.14	0.33	0.30	0.41	0.33	121.87	227.86
K0+220.00	0.85	0.60	5.23	3.97	127.10	231.83
K0+230.00	0.02	2.27	4.38	14.35	131.48	246.17
K0+233.76	0.07	1.89	0.18	7.83	131.65	254.00
K0+237.88	0.10	1.29	0.31	6.71	131.97	260.72
K0+240.00	0.30	0.79	0.39	2.27	132.36	262.98
K0+242.00	0.56	0.76	0.80	1.61	133.16	264.59
K0+246.51	0.00	14.59	1.26	34.63	134.42	299.22

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 40** Volumen de tierra tipo tramo 6 – Vía Mónoga – Chona.

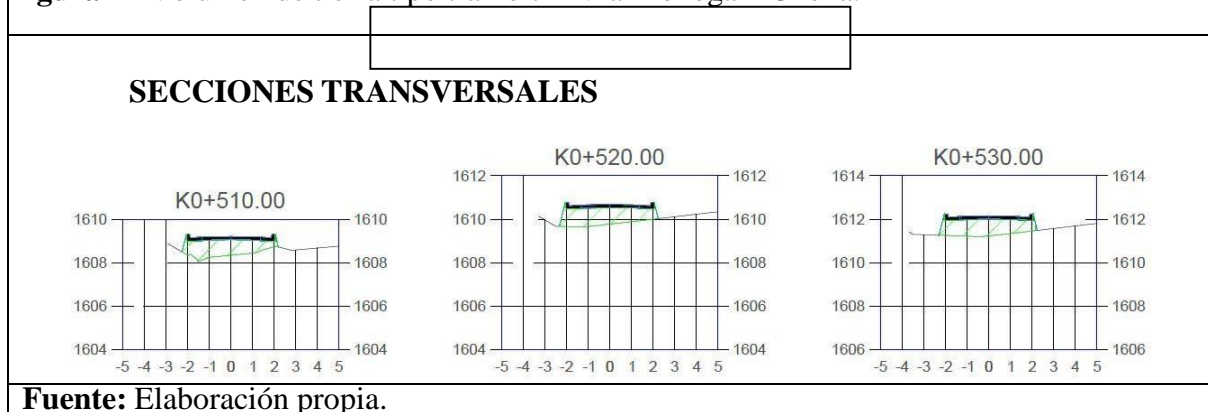


**Tabla 28 Volumen de tierra tramo 6 – Vía Mónoga – Chona.**

TABLA DE VOLUMENES TOTALES						
ABSCISA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	VOLUMEN ACUMULADO RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO CORTE
K0+275.00	0.00	2.10	0.00	13.47	76.13	237.60
K0+280.00	0.05	0.20	0.12	4.95	76.25	242.55
K0+290.00	0.87	0.01	4.64	1.04	80.89	243.59
K0+296.22	1.43	0.00	7.16	0.02	88.05	243.61
K0+300.00	1.76	0.00	6.02	0.00	94.07	243.61
K0+302.76	2.24	0.00	5.51	0.00	99.58	243.61
K0+306.65	2.57	0.00	9.29	0.00	108.87	243.61
K0+310.00	2.27	0.00	7.95	0.00	116.83	243.61
K0+310.55	2.28	0.00	1.23	0.00	118.05	243.61
K0+311.73	2.14	0.00	2.61	0.00	120.66	243.61
K0+320.00	1.89	0.00	16.74	0.00	137.40	243.61
K0+322.63	1.76	0.00	4.81	0.00	142.20	243.61
K0+330.00	2.49	0.00	15.76	0.01	157.96	243.62
K0+333.52	2.06	0.00	8.05	0.00	166.02	243.62
K0+340.00	2.62	0.00	15.18	0.00	181.19	243.62
K0+342.76	3.08	0.00	7.87	0.00	189.06	243.62
K0+347.22	3.52	0.00	14.50	0.00	203.55	243.62
K0+350.00	3.15	0.00	9.13	0.00	212.69	243.62
K0+351.67	2.98	0.00	5.02	0.00	217.70	243.62
K0+360.00	1.87	0.00	20.21	0.00	237.92	243.62
K0+369.38	2.20	0.00	19.09	0.00	257.01	243.62
K0+370.00	1.72	0.02	1.21	0.01	258.22	243.63

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 41 Volumen de tierra tipo tramo 7 – Vía Mónoga – Chona.**



Fuente: Elaboración propia.

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

**Tabla 29** Volumen de tierra tramo 6 – Vía Mónoga – Chona.

TABLA DE VOLUMENES TOTALES						
ABSCISA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	VOLUMEN ACUMULADO RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO CORTE
K0+616.42	0.06	1.14	0.35	6.28	393.03	652.24
K0+620.00	0.00	1.28	0.11	4.36	393.14	656.60
K0+620.14	0.01	1.29	0.00	0.18	393.14	656.78
K0+623.86	0.00	1.37	0.02	4.99	393.16	661.78
K0+630.00	0.00	1.03	0.01	7.34	393.17	669.12
K0+633.09	0.10	0.63	0.15	2.56	393.32	671.68

**Fuente:** Elaboración propia.

El volumen total de acarreo de tierra se calcula con las áreas de cada sección que se encuentran cada 10 metros, los volúmenes totales se encuentran en las carteras anexas al presente informe

## 5. CONCLUSIONES

- A partir de la ejecución de exploración geotécnica mediante apiques y la recuperación de muestras se realiza la caracterización de los materiales, identificándose que el suelo es principalmente areno-limoso y limoso de baja plasticidad, con humedades moderadas.
- De acuerdo al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR-10, el área de estudio se encuentra en amenaza sísmica alta, con valores de aceleración y velocidad pico efectiva de 0,35 y 0,30, respectivamente.
- Se define las unidades de diseño para el proyecto vial considerando los resultados obtenidos mediante la ejecución del ensayo de CBR de laboratorio, teniendo en cuenta que esta metodología presenta mayor confiabilidad y arroja datos más certeros para aplicar al diseño de la vía que los resultados obtenidos de los ensayos de penetrómetro de cono dinámico - PDC.
- Los resultados obtenidos de los ensayos de CBR de laboratorio para un CBR al 95 % son superiores al 3 %. Con base en las normas y especificaciones del INVIAS (Artículo 220 – 13), los materiales presentes en el área de estudio son tolerables.
- Los tramos de vía se localizan en el municipio de Labateca departamento del Norte de Santander específicamente en la vía terciaria Monoga- Chona ubicada entre las veredas Monoga y La Chona, en esta vereda se analizan siete tramos de vía cada uno con una longitud diferente completando 1500 ml, el estado actual de la capa de rodadura en todos los casos corresponde a nivel de subrasante.
- De acuerdo a la revisión de las condiciones de la subrasante de los tramos existentes, así como el tránsito identificado, se identifica que la aplicación de pavimentación mediante placa huella es viable y cumple con los requisitos requeridos para su construcción.
- De acuerdo al manual de diseño los espesores a utilizar en la placa huella corresponden, 0.15 m para la capa de concreto y 0.15 m para la base granular (Según página 11 del

manual de diseño de Placa Huella, INVIAS, 2017), las viguetas reforzadas que están confinadas con las placas en concreto tendrán 0.3 m de altura y 0.2 m de ancho, localizadas cada 2.8 metros de longitud e irán en todo el ancho hasta la cuneta.

- La placa huella proyectada tiene un ancho de banca de 5.0 m para el primer tramo, teniendo en cuenta los radios de curvatura de la vía no se requiere la proyección de sobreanchos, sin embargo, si se hace necesario la construcción de una curva tipo 8. La proyección de placa huella para los demás tramos tiene un ancho de banca de 4.1 m, teniendo en cuenta los radios de curvatura de la vía no se requiere la proyección de sobreanchos, sin embargo, si se hace necesario la construcción de curvas tipo 12 para el tramo 2, curvas tipo 8,11 y 12 para el tramo 3, curvas tipo 4, 5, 8 y 12 para el tramo 4, curvas tipo 1, 4, 5 y 6 para el tramo 5 y finalmente curvas tipo 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11 y 12 para el tramo 6-7.
- El material por utilizar en las subbases granulares debe cumplir los requisitos expuestos en las especificaciones INVIAS 2013. Artículo 300.
- La velocidad establecida para el diseño de los tramos viales es de 30 Km/h teniendo en cuenta que son vías terciarias.
- Debido al bajo volumen de flujo vehicular en los tramos se procedió a realizar el diseño geométrico de cada eje vial considerando como base inicial los criterios del manual de diseño geométrico del INVIAS pero limitándonos a los criterios que recomienda la guía de diseño de pavimentos con placahuellas del INVIAS.
- Para la definición del ancho de la banca se tuvo en cuenta las condiciones topográficas, por tanto, el ancho de la banca y su composición fue implementada a partir de la guía de diseño de pavimentos con placa huella

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

- Pasando al diseño en perfil, la pendiente longitudinal máxima es del 16%, pero en algunos casos por seguir el alineamiento existente y debido a las condiciones del terreno, no se pudo cumplir en su totalidad con este criterio.
- Con respecto al peralte de la calzada se establece para todas las curvas un máximo del 2%.
- La sección proyectada en el tramo 1 se compone por una calzada de 5.0 m de ancho con berma-cuneta a los dos lados para garantizar un óptimo drenaje, los demás tramos viales se componen por una calzada de 4.1 m de ancho con berma-cuneta a los dos lados que garantiza el debido drenaje.
- Las secciones transversales se trabajaron con taludes en corte 0.25H:1V y terraplén de 0.25H:1V los cuales fueron establecidos debido a las condiciones del terreno.

## Referencias

- Alcaldía de Labateca. (2020). Plan de desarrollo municipal "unidos construimos oportunidades".  
Obtenido de  
[https://labatecanortedesantander.micolombiadigital.gov.co/sites/labatecanortedesantander/content/files/000272/13574\\_plan-de-desarrollo-municipal-2020.pdf](https://labatecanortedesantander.micolombiadigital.gov.co/sites/labatecanortedesantander/content/files/000272/13574_plan-de-desarrollo-municipal-2020.pdf)
- Agencia Nacional de contratación pública Colombia Compra eficiente. (2024). *Documentos tipo de infraestructura del transporte*. Bogotá D.C. Obtenido de  
<https://www.colombiacompra.gov.co/content/documentos-tipo-de-infraestructura-de-transporte>
- Gobernación del Norte de Santander. (2020). *Plan de desarrollo para Norte de Santander 2020-2023 "Más oportunidades para todos"*. Cúcuta. Obtenido de  
[https://www.nortedesantander.gov.co/Portals/0/PDD%20NdS%202020-2023%20\(Ordenanza%20006%20de%202020\).pdf](https://www.nortedesantander.gov.co/Portals/0/PDD%20NdS%202020-2023%20(Ordenanza%20006%20de%202020).pdf)
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS. (2022). *Especificaciones generales de construcción de carreteras*. Bogotá D.C. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos/4570-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras>
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS. (2022). *Objetivos y funciones*. Bogotá D.C. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/objetivos-y-funciones>
- Instituto nacional de vías. (2017). Guía de diseño de pavimentos con placa-huella. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/6644-guia-de-disenoo-de-pavimentos-con-placa-huella/file>
- Ministerio de Transporte. (2022). *Glosario de Manual de diseño geométrico de carretera*. Bogotá D.C. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/glosario/130-glosario-manual-diseno-geometrico-carreteras>
- Sistema Integral Nacional de Información de carreteras. (2022). Inventario de Infraestructura de transporte. Obtenido de

## MEJORAMIENTO DE LA TERCIARIA VÍA TERCIARIA MÓNOGA - CHONA

<https://mintransporte.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/2b67573ea41c48a8a82e399aa088898f>

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (1993).  
Guide for design of pavement structures.

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)  
(1993). Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos.

Esquema de ordenamiento territorial-EOT para el municipio de Labateca, Norte de  
Santander (2018). Alcaldía municipal

Instituto Nacional de Vías – INVIAS. (2012). Normas y Especificaciones.

Instituto Nacional de Vías – INVIAS. (2015). Guía de diseño de Pavimentos con Placa-  
huella. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Reglamento  
Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR – 10.

Guía de diseño de Pavimentos con Placa Huella INVIAS, 2009.

Instituto Nacional de vías (INVIAS) (2012). Normas y Especificaciones, Artículo 219,  
Artículo 220 – 13, Artículo 320, Artículo 501, Artículo 630.

Instituto Nacional de vías (INVIAS) (2017). Cartilla Guía para la Evaluación de Cantidades  
y Ejecución de Presupuestos para la Construcción de Obras de la Red Terciaria y Férrea.

**Anexos**

**Anexo 1** Planos diseño geométrico -Tramo 1

**Anexo 2** Planos diseño geométrico -Tramo 2

**Anexo 3** Planos diseño geométrico -Tramo 3

**Anexo 4** Planos diseño geométrico -Tramo 4

**Anexo 5** Planos diseño geométrico -Tramo 5

**Anexo 6** Planos diseño geométrico -Tramo 6

**Anexo 7** Planos diseño geométrico -Tramo 7