

Auxiliar de ingeniería civil en consultoría técnica para la empresa E&C CONSTRUCCIONES
S.A.S., durante la ejecución de un proyecto de infraestructura vial

Edwin Fabian Escamilla Rojas

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director

Luis Alberto Capacho Silva

Ingeniero Civil, M.Sc

Tutor(a)

Sandy Dayana Guarín Fajardo

Ingeniera Civil, Esp. Vías Terrestres

Universidad Industrial de Santander

Facultad de ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

A mis **padres**, quienes con su apoyo constante han sido el soporte para culminar con éxito esta etapa de mi formación profesional. Gracias por su amor incondicional, por creer en mí en cada etapa de este camino y por enseñarme que con esfuerzo y dedicación no existen metas imposibles. Este logro es, ante todo, el fruto de sus sacrificios y su entrega.

A mi **hermano**, por ser un amigo incondicional y un apoyo fraterno inquebrantable. Gracias por tu compañía constante, por celebrar mis éxitos como tuyos y por estar siempre dispuesto a escucharme en los momentos de dificultad que afronte durante esta etapa.

Agradecimientos

A **Dios**, primeramente, por ser el motor de mi vida, por darme la paciencia y sabiduría necesarias en los momentos de mayor exigencia y por guiar mis pasos en cada decisión que me llevo a culminar con éxito mi proceso universitario.

A la **Universidad Industrial de Santander**, por haber sido mi segundo hogar y el espacio donde adquirí las competencias que hoy fundamentan mi carrera. Asimismo, agradezco profundamente al profesor **Luis Alberto Capacho Silva**, por su paciencia, sus recomendaciones y su liderazgo durante la estructuración y revisión de este proyecto.

A la empresa **E&C Construcciones**, tutora de práctica, y a cada uno de los miembros del equipo de trabajo, por la confianza brindada al permitirme formar parte de sus proyectos. Su mentoría, calidad humana y apoyo constante en el día a día fueron claves para enriquecer mi experiencia profesional y culminar esta práctica con éxito.

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Objetivos	11
1.1. Objetivo general.....	11
1.2. Objetivos específicos	11
2. Marco de referencia	11
2.1. Marco Conceptual.....	11
2.2. Marco Normativo.....	12
2.3. Información de la Empresa y el proyecto	13
2.3.1. Información del proyecto.....	13
2.3.2. Información de la empresa.....	14
3. Desarrollo de la práctica por objetivos	15
3.1. Metodología implementada	15
3.1.1. Primera Fase.....	16
3.1.2. Segunda Fase	22
3.1.3. Tercera Fase	25
3.2. Normatividad Aplicada	32
3.3. Resultados.....	33
3.3.1. Productos generados	33
3.3.2. Aportes a la empresa	35
3.3.3. Indicadores de desempeño	35
4. Análisis de la experiencia	36
4.1. Aprendizajes técnicos.....	36

4.2. Competencias desarrolladas	36
4.3. Dificultades y soluciones	37
4.4. Recomendaciones	38
5. Conclusiones	39
Referencias.....	41

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Organigrama de la empresa	14
Figura 2. Localización general del tramo a intervenir.....	17
Figura 3. Implantación de estructuras hidráulicas	19
Figura 4. Verificación de sobreebanco en curva.....	24
Figura 5. Sección Transversal tipo diseñada	27
Figura 6. Planos de drenajes transversales.....	29
Figura 7. Tipos de muros diseñados para el proyecto	31
Figura 8. Diseño geométrico del corredor	34

Lista de Apéndices

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS.

Apéndice A: ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PROYECTADAS

Apéndice B: PL-MUROS DE CONTENCIÓN

Apéndice C: PL-DISEÑO GEOMETRICO

Apéndice D: PL-ESTRUCTURAS DE DRENAJE

Apéndice E: DSN_3KM_LABELLEZA_LOSNARANJOS

Resumen

Título: Auxiliar de ingeniería civil en consultoría técnica para la empresa E&C CONSTRUCCIONES S.A.S., durante la ejecución de un proyecto de infraestructura vial *

Autor: Edwin Fabian Escamilla Rojas**

Palabras clave: Vías, Consultoría, Infraestructura, Normatividad, Documentación, Informes.

Descripción:

El presente documento recoge la experiencia desarrollada como auxiliar de ingeniería civil en la empresa E&C CONSTRUCCIONES S.A.S., brindando apoyo técnico en los procesos de consultoría asociados a un proyecto de infraestructura vial en el municipio de La Belleza, Santander. En cumplimiento de los objetivos planteados, el proceso inició con la revisión de la normativa vigente y de los documentos técnicos del proyecto, lo que permitió establecer una base de análisis para la verificación de los estudios de diseño geométrico del corredor vial. A partir de esta etapa, se realizó la revisión detallada de planos, memorias de diseño y demás información disponible, evaluando su coherencia con los criterios técnicos y las condiciones propias del proyecto, especialmente en aspectos relacionados con alineamientos, pendientes y parámetros geométricos. Con base en lo anterior, se elaboraron informes técnicos que incluyeron observaciones y recomendaciones orientadas al mejoramiento y control del diseño, contribuyendo al seguimiento del proyecto desde el enfoque de consultoría.

Esta experiencia permitió una aproximación directa a los procesos de consultoría técnica en proyectos viales, fortaleciendo habilidades en interpretación normativa, análisis de diseños geométricos, revisión documental y elaboración de informes técnicos. Asimismo, facilitó el desarrollo de criterios para la evaluación de información técnica y la comprensión del papel que desempeña la consultoría en la calidad y viabilidad de los proyectos de infraestructura. De esta manera, se evidencia el aporte del practicante en el apoyo a los procesos de verificación y control técnico, así como su importancia en la formación profesional para el ejercicio de la ingeniería civil, particularmente en el área de diseño geométrico en proyectos de infraestructura vial.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Luis Alberto Capacho Silva, Ingeniero Civil, M.Sc. Tutor: Sandy Dayana Guarín Fajardo, Ingeniera Civil, Esp. Vías Terrestres

Abstract

Title: Civil engineering assistant in technical consulting for the company E&C CONSTRUCCIONES S.A.S., during the execution of a road infrastructure project*

Author: Edwin Fabian Escamilla Rojas**

Keywords: Roads, Consulting, Infrastructure, Regulations, Documentation, Reports.

Description:

This document summarizes the experience acquired as a civil engineering intern at the company E&C CONSTRUCCIONES S.A.S., providing technical support in the consulting processes associated with a road infrastructure project in the municipality of La Belleza, Santander. In compliance with the established objectives, the process began with a review of current regulations and the project's technical documents, which established a baseline of analysis for verifying the road corridor's geometric design studies. From this stage, a detailed review of plans, design reports, and other available information was conducted, evaluating their coherence with the technical criteria and the specific conditions of the project, especially regarding alignments, slopes, and geometric parameters. Based on this, technical reports were prepared, including observations and recommendations aimed at improving and controlling the design, thereby contributing to the project's monitoring from a consulting perspective.

This experience allowed a direct approach to technical consulting processes in road projects, strengthening skills in regulatory interpretation, geometric design analysis, document review, and technical report writing. Furthermore, it facilitated the development of criteria for evaluating technical information and an understanding of the role that consulting plays in the quality and viability of infrastructure projects. In this way, the intern's contribution to supporting technical verification and control processes is demonstrated, as well as its importance in professional training for the practice of civil engineering, particularly in the area of geometric design for road infrastructure projects.

* Thesis

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Luis Alberto Capacho Silva, Civil Engineer, M.Sc. Tutor: Sandy Dayana Guarán Fajardo, Civil Engineer, Specialist in Highways

Introducción

El desarrollo de la infraestructura vial constituye uno de los pilares fundamentales para el crecimiento socioeconómico, la conectividad y el mejoramiento de la calidad de vida en las regiones de Colombia. En este contexto, la consultoría y el diseño geométrico de vías juegan un papel crucial, exigiendo una articulación precisa entre los estudios de ingeniería, el marco normativo nacional y las condiciones reales del territorio. El presente informe expone los resultados y las experiencias técnicas consolidadas durante la práctica empresarial realizada en la firma E&C CONSTRUCCIONES S.A.S., enfocada de manera principal en el diseño geométrico, modelado y estructuración del expediente técnico para el mejoramiento del corredor vial de 3 kilómetros que comunica el casco urbano con la vereda Los Naranjos, en el municipio de La Belleza, Santander.

A lo largo del período de práctica, las actividades se centraron en el procesamiento topográfico y el diseño en planta, perfil y secciones transversales del eje principal mediante el uso de herramientas especializadas como AutoCAD Civil 3D, garantizando un trazado óptimo y adaptado a las restricciones topográficas del terreno. De igual forma, el ejercicio profesional abarcó la validación y flexibilización de parámetros geométricos bajo el amparo de la Resolución No. 000744 de 2009 del Ministerio de Transporte (Ministerio de Transporte, 2009), así como el apoyo técnico en la localización, dibujo e implantación de las obras complementarias indispensables para el proyecto, tales como 22 alcantarillas, 2555 metros de filtros longitudinales y 6 muros de contención. Estas labores no solo permitieron optimizar los tiempos de entrega de la planimetría y el ensamble documental de la empresa, sino que también propiciaron una rigurosa revisión técnica para corregir imperfecciones estructurales previas y asegurar la estabilidad de la banca vial.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Desarrollar actividades de consultoría técnica en diseño geométrico, en la empresa E&C CONSTRUCCIONES S.A.S., durante la ejecución de un proyecto de infraestructura vial en La Belleza, Santander.

1.2. Objetivos específicos

- Interpretar los estudios de diseño geométrico del corredor vial, verificando su cumplimiento con la normativa vigente y los criterios técnicos aplicables.
- Aplicar criterios de diseño geométrico para la revisión y ajuste de alineamientos horizontales y verticales, garantizando condiciones adecuadas de seguridad y operación vial.
- Participar en la elaboración y revisión de planos y documentos técnicos asociados al diseño geométrico del proyecto vial.

2. Marco de referencia

2.1. Marco Conceptual

A nivel global, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, 2020), resalta que una buena planeación y seguimiento en proyectos viales no solo evita pérdidas de dinero público, sino que también ayuda a que los proyectos sean más sostenibles, eficientes y duraderos. En países de Europa y Asia, se evidencia que trabajar bajo estándares internacionales y apoyado en herramientas digitales, permiten reducir retrasos y sobre costos, esto, a su vez, genera confianza en la comunidad y usuarios finales del proyecto.

En Colombia, sin embargo, los retrasos y sobre costos siguen siendo un problema sin solución. Investigaciones de la Pontificia Universidad Javeriana muestran que, en las vías rurales,

estas dificultades suelen estar ligadas al valor de los contratos, la complejidad de los proyectos y los constantes cambios en su alcance. De ahí la importancia de reforzar la planificación y la consultoría desde las primeras etapas (Quintero, Murgas, Gomez-Cabrera, & Sanchez, 2025). En el contexto regional, proyectos viales como el de La Belleza, Santander, representan una oportunidad para mejorar la conectividad de comunidades rurales con sus centros poblados, incrementando su acceso a mercados, servicios y oportunidades de desarrollo, aumentando así su calidad de vida.

En las regiones se ha visto que para mejorar los corredores viales rurales es necesario llevar un control muy cuidadoso de sus diseños, especialmente en proyectos de pavimento rígido, ya que su duración depende mucho de la verificación técnica. Un estudio de la Universidad Católica de Colombia documentó un caso en el departamento del Huila donde la revisión y supervisión del proceso constructivo fueron más que relevantes para garantizar la funcionalidad de la obra (Pedreros, 2024), además de un correcto cumplimiento del cronograma de actividades.

2.2. Marco Normativo

A nivel nacional, el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) ha expedido documentos técnicos para cada área, que constituyen una serie de normas para el diseño y la construcción de proyectos viales. Entre ellos destacan el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS, 2008), que define parámetros de diseño, seguridad y comodidad de la vía; La Resolución Número 4561 de 29 de noviembre de 2022, que determina las especificaciones generales para la construcción de carreteras (INVIAS, 2022); y el Manual de Drenaje para Carreteras (INVIAS, 2013), enfocado en garantizar el adecuado manejo de aguas superficiales y subterráneas. Sin embargo, al considerar el enfoque principal de la práctica, se tomará el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras como

referente principal, mientras que el otro será utilizado únicamente como referencia para puntos específicos a considerar durante el desarrollo de las actividades.

Además de los manuales de INVIAS, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) también ha planteado lineamientos que orientan la planeación, la financiación y el control de los proyectos de infraestructura. Estos se relacionan directamente con la Ley 80 de 1993, conocida como el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, que regula cómo se llevan a cabo los contratos entre el Estado y las empresas constructoras o consultoras (Congreso de Colombia, 1993).

2.3. Información de la Empresa y el proyecto

2.3.1. Información del proyecto

El proyecto consiste en la consultoría técnica para la elaboración, revisión y ajuste de los diseños geométricos y de ingeniería para la pavimentación en concreto rígido, junto con sus respectivas obras de arte, del corredor vial que comunica el casco urbano con la vereda Los Naranjos, en el municipio de La Belleza, Santander. Esta fase de ingeniería se enfoca en el desarrollo analítico y técnico del trazado, la optimización de los alineamientos horizontales y verticales, y la definición de la vía en planta y perfil, verificada bajo los parámetros del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de INVIAS, asegurando que la estructura proyectada sea técnicamente viable y segura frente a la topografía de la zona.

Los beneficiarios directos de la consolidación de estos diseños son los habitantes, productores agrícolas y transportadores de la vereda Los Naranjos y sus áreas de influencia, ya que contar con estudios técnicos de alta precisión garantiza una futura ejecución física de la obra sin sobrecostos, fallos estructurales o retrasos constructivos. Asimismo, la correcta estructuración de estos planos y memorias técnicas impactará positivamente en el desarrollo socioeconómico

local, al sentar las bases de ingeniería necesarias para sustituir una vía en afirmado por una solución definitiva en pavimento rígido que dinamice de forma segura la comercialización y conectividad de la región.

2.3.2. Información de la empresa

E&C Construcciones S.A.S. es una empresa dedicada a la ejecución de obras civiles, con experiencia tanto en la construcción, el diseño y la consultoría para proyectos de infraestructura para el sector público (EXPERIAN, 2025). Ha consolidado un enfoque más general que combina la parte constructiva con la consultoría, lo que le permite atender de manera eficiente los requerimientos de sus proyectos, así como garantizar una buena calidad en las obras que se ejecuten.

2.3.2.1. Estructura organizacional

Figura 1

Organigrama de la empresa



2.3.2.2. Misión

Somos una empresa de ingeniería civil dedicada a la consultoría, diseño y construcción de infraestructura vial y civil, comprometida con ofrecer soluciones técnicas de alta calidad y viabilidad normativa. Con un equipo calificado y tecnología de vanguardia, optimizamos los recursos y garantizamos el cumplimiento estricto de los proyectos para impulsar el desarrollo socioeconómico de la región.

2.3.2.3. Visión

Para el año 2033, seremos una empresa líder y referente en infraestructura y consultoría vial a nivel regional y nacional, reconocida por nuestra excelencia técnica, innovación y confiabilidad. Buscamos expandir nuestra participación en proyectos estratégicos de gran impacto, promoviendo soluciones sostenibles y adaptadas a las complejidades del territorio colombiano.

3. Desarrollo de la práctica por objetivos

3.1. Metodología implementada

Durante el periodo de la práctica profesional, las actividades se planificaron de forma secuencial para dar respuesta a los compromisos académicos y empresariales asumidos desde el inicio. Cada labor desempeñada constituyó un ejercicio de evaluación constructiva sobre los diseños del corredor vial, buscando siempre enlazar los requerimientos normativos con las necesidades reales del proyecto.

Para demostrar la transición entre el análisis teórico y el soporte técnico aportado a la consultoría, se presenta a continuación, el desglose de las actividades desarrolladas durante esta práctica empresarial, articuladas de forma metodológica en tres fases principales.

3.1.1. Primera Fase

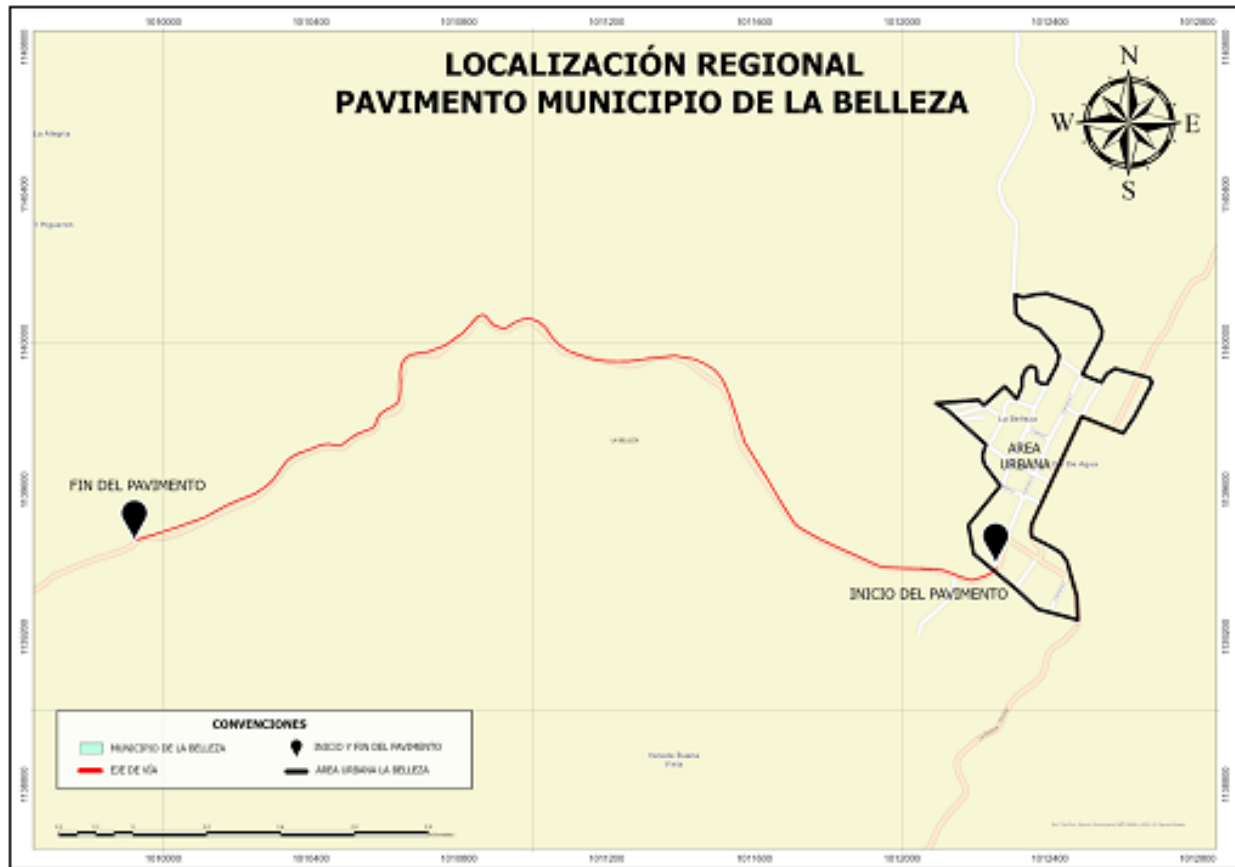
Para dar inicio con este proceso, se debe considerar que para la fecha en la que se firmó el acta de inicio, el proyecto denominado “*Mejoramiento vial mediante la construcción de pavimento rígido y obras de arte en la vía que comunica el casco urbano con la vereda Los Naranjos del municipio de La Belleza, Santander*”, ya había iniciado su fase de diseño, por tanto durante las primeras semanas se buscó hacer un empalme entre el practicante y la empresa, con el objetivo de dar a conocer los detalles técnicos del proyecto, los avances hasta ese momento y a su vez hacer una revisión de la condición actual del proyecto.

3.1.1.1. Cronograma y fases de recepción documental

Durante la fase inicial y en el tiempo transcurrido durante las primeras 4 semanas de práctica, y cumpliendo con el cronograma propuesto, se trató de dar a conocer por parte de la empresa los detalles técnicos del proyecto. De este modo, se suministró la documentación base del proceso de diseño, como las carteras de rasantes y de chaflanes provistas por el equipo de topografía. Así mismo se entregó información relevante como la ubicación exacta del proyecto, y el avance del diseño geométrico hasta la fecha.

Figura 2

Localización general del tramo a intervenir



El proyecto denominado *“Mejoramiento vial mediante la construcción de pavimento rígido y obras de arte en la vía que comunica el casco urbano con la vereda Los Naranjos del municipio de La Belleza, Santander”*, como su objeto lo indica está ubicado en el municipio de La Belleza, al sur del departamento de Santander. Este municipio se encuentra a unos 270 km desde Bucaramanga, y registra una altitud promedio de 2200 msnm (La Belleza, 2026), lo que le confiere un clima frío propicio para el desarrollo agropecuario. Geográficamente, el corredor objeto de intervención conecta de manera estratégica la zona urbana con la despensa agrícola de la vereda Los Naranjos, facilitando la movilidad en un sector caracterizado por una topografía montañosa y condiciones climáticas exigentes.

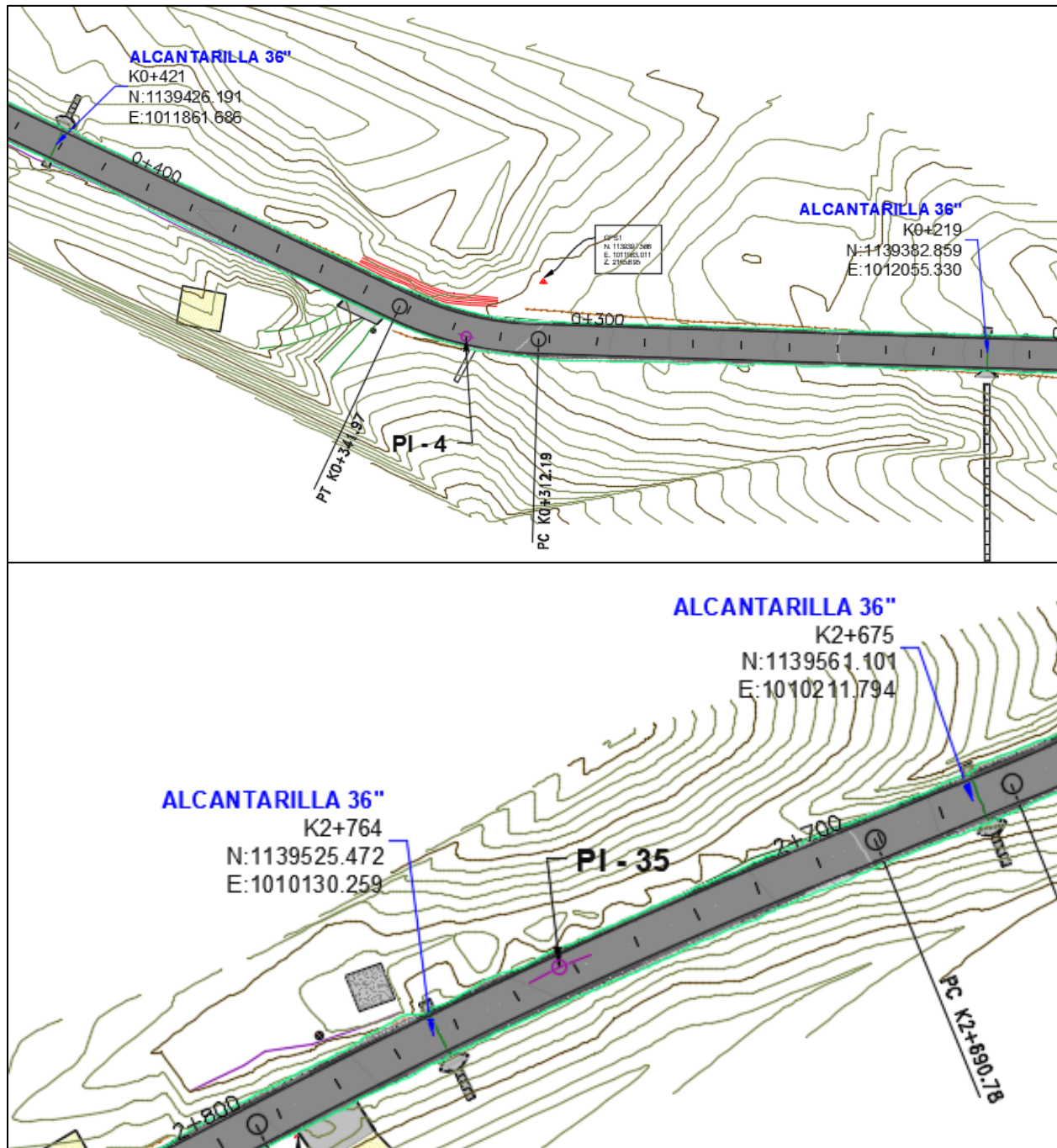
3.1.1.2. Revisión de información y herramientas utilizadas

La evaluación técnica y documental de los estudios geométricos recibidos al inicio del proceso se estructuró a través de un procedimiento secuencial, diseñado para ejecutar un control de calidad activo sobre la información disponible. Para un corredor vial de 3 kilómetros en el municipio de La Belleza, Santander, cuya topografía presenta una alta complejidad, es fundamental asegurar la consistencia y veracidad de los datos de partida. Este control riguroso de la información técnica inicial constituye el paso previo obligatorio para garantizar la viabilidad y seguridad del diseño geométrico.

Esta labor se organizó y ejecutó a través de tres etapas metodológicas clave dentro del flujo de trabajo:

Reconstrucción y chequeo del eje en planta (AutoCAD Civil 3D): Consistió en la importación de carteras de campo y coordenadas para el replanteo del alineamiento horizontal. El software se empleó para verificar geométricamente la correspondencia entre los rumbos, deflexiones y radios de curvatura calculados frente al dibujo digital, identificando las limitaciones de espacio impuestas por la topografía montañosa del sector.

Modelación del perfil longitudinal y validación del drenaje (Microsoft Excel): Se enfocó en el análisis de las pendientes longitudinales y cotas de rasante del diseño previo. En esta etapa se revisó la localización preliminar de las 22 alcantarillas proyectadas —desde la ALC-01 en el K0+219 hasta la ALC-22 en el K2+977. De este modo, mediante el uso de software de diseño, se revisaron las abscisas para asegurar que la implantación de estas estructuras se realizara únicamente en los puntos donde realmente se requerían.

Figura 3*Implantación de estructuras hidráulicas*

Ver Apéndice A: ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PROYECTADAS

Integración geométrica de estructuras de contención: Mediante el modelado de secciones transversales, se evaluó la compatibilidad de las obras de estabilización con la calzada

de 6 metros y el derecho de vía. Este chequeo validó la inserción geométrica de los 6 muros de contención (estructuras en voladizo, suelo reforzado y pilotes) y los 2555 metros de filtros longitudinales proyectados para el control del agua subsuperficial.

3.1.1.3. Normatividad implementada

El análisis y la validación del diseño geométrico para el mejoramiento de los 3 kilómetros del corredor vial se rigieron estrictamente bajo los lineamientos del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS). De acuerdo con las características funcionales y físicas del sector, la vía se clasificó bajo la categoría de Vía Terciaria en terreno montañoso, adoptando una velocidad de diseño (VTR) de 30 km/h, un ancho de calzada de 6m (dos carriles de 3 m cada uno), bermas de 0.50 m, un derecho de vía de 12 m, un bombeo transversal del 2% para la superficie en concreto hidráulico y un peralte máximo ($e_{\text{máx}}$) del 6%.

No obstante, debido a las severas restricciones topográficas y a la necesidad de viabilizar económica y ambientalmente el proyecto, el diseño evaluado evidenció la imposibilidad de cumplir de manera estricta con la totalidad de los parámetros geométricos ideales (como radios mínimos o pendientes máximas teóricas) exigidos en los manuales estándar. Ante este escenario, el soporte legal y técnico del proyecto se acogió formalmente a lo establecido en la ***Resolución No. 000744 del 04 de marzo de 2009 del Ministerio de Transporte (aparte 7.4)***, la cual faculta legalmente la flexibilización o modificación de dichos parámetros normativos siempre que medien justificaciones técnicas y socioeconómicas viables.

La adopción de esta flexibilización de parámetros en el tramo evaluado se fundamentó bajo criterios de ingeniería civil que se resumen a continuación:

Mitigación de costos por movimientos de tierra y estructuras: El ajuste estricto del trazado a los radios mínimos normativos ideales habría exigido desalinear el eje del corredor

existente. Esto habría derivado en excavaciones masivas y rellenos excesivos en laderas inestables, requiriendo obras de contención adicionales a los 6 muros ya proyectados, lo cual incrementaría los costos de construcción a niveles económicamente inviables para una red vial terciaria de bajo volumen de tránsito.

Reducción de afectaciones sociales y prediales: El ensanchamiento rígido de la calzada o la rectificación severa de curvas bajo parámetros ideales habría invadido directamente predios privados, cercas, cultivos y viviendas consolidadas al borde de la vía. Al justificar técnicamente el uso de sobreanchos específicos (como el de 0.5 m para el paso del vehículo de diseño C5) solo en los puntos estrictamente necesarios, se evitaron costosos procesos de gestión predial, indemnizaciones y un impacto social negativo en la comunidad de La Belleza.

De este modo, la aplicación de la Resolución No. 000744 de 2009 permitió validar un diseño geométrico que, sin comprometer la seguridad vial a una velocidad de operación controlada de 30 km/, garantizó la viabilidad técnica, constructiva y financiera de las obras de mejoramiento.

3.1.1.4. Análisis técnico

Al concluir la reconstrucción digital y la contrastación normativa, el balance técnico determinó que los estudios geométricos de partida contaban con una consistencia interna óptima. La revisión general de los estudios previos confirmó la ausencia de vacíos cartográficos, errores de cierre topográfico o inconsistencias aritméticas en los alineamientos; las cotas de rasante del diseño previo y la localización de las obras de arte resultaron técnicamente compatibles con el modelo digital del terreno montañoso.

Sin embargo, al revisar minuciosamente las secciones transversales a lo largo del corredor vial se pudo observar una base de mejora con el fin de optimizar la utilización de una de las estructuras de contención. Específicamente, se modificó la localización del muro de contención en

voladizo MC-01 (de 37 metros de longitud), desplazando su abscisa de inicio exactamente un metro. Este ajuste obedeció fundamentalmente a lo observado en las secciones transversales del diseño, donde se identificó que el movimiento menor permitía ubicar la estructura en un punto significativamente más estratégico de la ladera. Con este cambio se garantizó que el muro confinara de manera exacta la zona crítica de falla del talud y absorbiera con mayor eficiencia los empujes de tierra.

Ver Apéndice B: PL-MUROS DE CONTENCIÓN

3.1.2. Segunda Fase

En esta etapa se aplicaron los criterios técnicos de la normativa vigente para evaluar si el trazado proyectado es realmente seguro y operativo ante la topografía real del terreno en La Belleza, Santander. Para esto, el corredor se clasificó formalmente como una vía terciaria en terreno montañoso, manejando una velocidad de diseño de 30 km/h. El análisis se centró en verificar que el alineamiento horizontal y vertical responda bien a las pendientes naturales de la zona, las cuales se mueven en rangos fuertes del 6% al 8%, garantizando factores clave en proyecto como una distancia de visibilidad de parada real y la estabilidad de los vehículos de carga (principalmente vehículos cargados de alimentos) que transitan hacia la vereda Los Naranjos.

3.1.2.1. Metodología de modelado y herramientas de diseño

Para el procesamiento de datos y el modelado del proyecto, se utilizó el software AutoCAD Civil 3D partiendo de la superficie digital generada con el levantamiento topográfico de detalle. Es importante destacar que el alineamiento horizontal no se diseñó desde cero; en su lugar, se tomó como base un trazado previo que ya se había proyectado siguiendo fielmente la ruta y la banca de la vía antigua. Sobre este eje preexistente se trabajó directamente en el software, realizando los

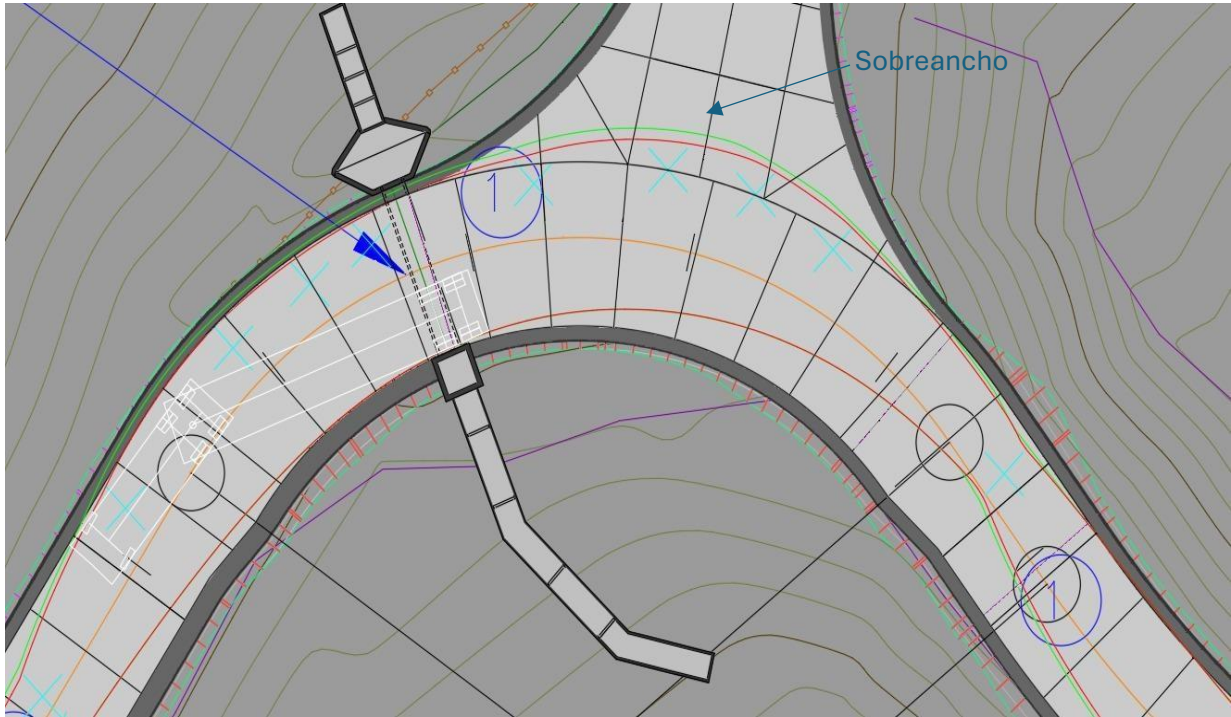
ajustes y optimizaciones geométricas necesarias para cumplir con los radios mínimos y pendientes de la velocidad de 30 km/h, logrando así mejorar la seguridad del corredor sin generar afectaciones innecesarias a los predios circundantes ni al entorno local.

3.1.2.2. Análisis técnico del alineamiento horizontal y peraltes

En el diseño en planta se realizó la verificación detallada de las curvas circulares simples proyectadas, garantizando que el alineamiento responda de forma segura a las exigencias operativas fijadas para la velocidad de diseño. Esta evaluación se concentró en tres componentes fundamentales:

Radios Mínimos: Se contrastó en el modelo el uso del radio mínimo de 21 m, el cual está directamente amarrado a un peralte máximo del 6%, según el manual de diseño geométrico de carreteras en la tabla 3.15 (INVIAS, 2008). Este valor actúa como el límite geométrico en los giros más cerrados del corredor, asegurando que la inclinación de la calzada absorba correctamente la fuerza centrífuga y mantenga la estabilidad de los vehículos dentro del carril.

Sobreanchos: Para facilitar la maniobrabilidad y el paso seguro de vehículos pesados en zonas de curvas específicamente tomando como referencia el camión de diseño comercial tipo **C5** se revisó la aplicación de sobreanchos de 0.5m. Estos incrementos se proyectaron sobre el lado interno de la calzada para evitar que los vehículos de gran longitud invadan el carril contrario al realizar el giro.

Figura 4*Verificación de sobreancho en curva*

Transición de Peraltes: Se analizó de forma secuencial la transición de la calzada desde el bombeo normal del 2% en las entretangencias rectas hasta alcanzar el peralte total requerido dentro de la curva. En esta verificación se calcularon y revisaron las longitudes de aplanamiento (N) y de transición (L) de acuerdo con los criterios del Manual del INVIAS, asegurando que la transición geométrica sea gradual y no genere variaciones bruscas en la dirección.

3.1.2.3. Evaluación del perfil longitudinal y curvas verticales

En el análisis del alineamiento vertical, el enfoque principal fue garantizar que la rasante del proyecto se adaptara de forma óptima a la topografía del terreno montañoso en La Belleza. La evaluación geométrica del perfil se concentró en dos aspectos esenciales para la operación segura de la vía.

Pendientes: se validó el comportamiento de las pendientes longitudinales, verificando que en los tramos más exigentes del trazado las pendientes máximas no superaran el límite del 12% estipulado por la normativa para vías terciarias con velocidad de diseño de 30 km/h.

Curvatura Vertical: las transiciones entre los cambios de pendiente se evaluaron mediante la revisión de curvas verticales cóncavas y convexas, tomando como eje central el criterio de distancia de visibilidad de parada. Para esto, se emplearon los valores de factor de curvatura mínimos establecidos, empleando ($K_{\text{mín convexo}}=2.0$; $K_{\text{mín cóncavo}}=6.0$).

3.1.2.4. Justificación de condiciones especiales y seguridad vial

Debido a las fuertes restricciones topográficas de la zona y con el objetivo prioritario de evitar la expropiación o afectación de las viviendas consolidadas al borde de la vía, durante la evaluación se identificaron tramos específicos donde no es viable cumplir con los radios mínimos o las longitudes de entretangencia ideales que exige la norma para un diseño a campo abierto. En estos puntos críticos, el análisis se enfocó en evaluar soluciones de ingeniería complementarias que mitiguen el impacto geométrico, priorizando la seguridad vial mediante la señalización oportuna, el control estricto de la velocidad de operación y la adecuación de sobreanchos o bermas que garanticen la estabilidad y el paso seguro de los vehículos sin alterar el entorno social existente.

Bajo el amparo de la **Resolución 000744 de 2009**, se justificaron estas desviaciones priorizando la viabilidad económica y el menor impacto ambiental. Como medida de mitigación, se propuso el refuerzo de señalización vertical y barreras de protección en puntos críticos.

3.1.3. Tercera Fase

Esta etapa final consistió en consolidar el informe técnico y la planimetría definitiva para el proyecto vial hacia la vereda Los Naranjos. Se estructuró el documento integrando criterios de diseño, memorias de cálculo y carteras de alineamiento que justifican los parámetros adoptados en

campo. A su vez, se generaron los planos de construcción en planta, perfil, secciones transversales y detalles normalizados a partir del modelo en AutoCAD Civil 3D, garantizando una guía gráfica clara y precisa para la ejecución de las obras.

3.1.3.1. Estructuración del Informe de Diseño Geométrico

La estructuración del informe técnico final se desarrolló bajo una secuencia metodológica rigurosa, asegurando que el documento sirva como el soporte legal y técnico que justifica todas las decisiones de diseño adoptadas para el corredor. El informe se organizó minuciosamente de la mano del equipo de ingenieros del área encargada y se enfocó en los siguientes componentes esenciales.

Generalidades y Criterios de Diseño: Se definieron inicialmente las características del proyecto, la localización del eje entre el casco urbano de La Belleza y la vereda Los Naranjos, y la clasificación técnica de la vía (terciaria en terreno montañoso). En esta sección se fijaron formalmente los parámetros normativos de diseño, destacando la velocidad de diseño de 30 km/h, el bombeo normal del 2%, el peralte máximo del 6% y los anchos de calzada correspondientes.

Diseño en Planta (Alineamiento Horizontal): Se documentó la geometría de los 3 kilómetros del corredor, fundamentando la adopción de curvas circulares simples sobre la banca existente. El análisis técnico abarca la velocidad de diseño en terreno montañoso con radios mínimos de 21 metros, la formulación y transición de los peraltes requeridos, el control de las entretangencias y el chequeo de la visibilidad de parada para asegurar un alineamiento seguro.

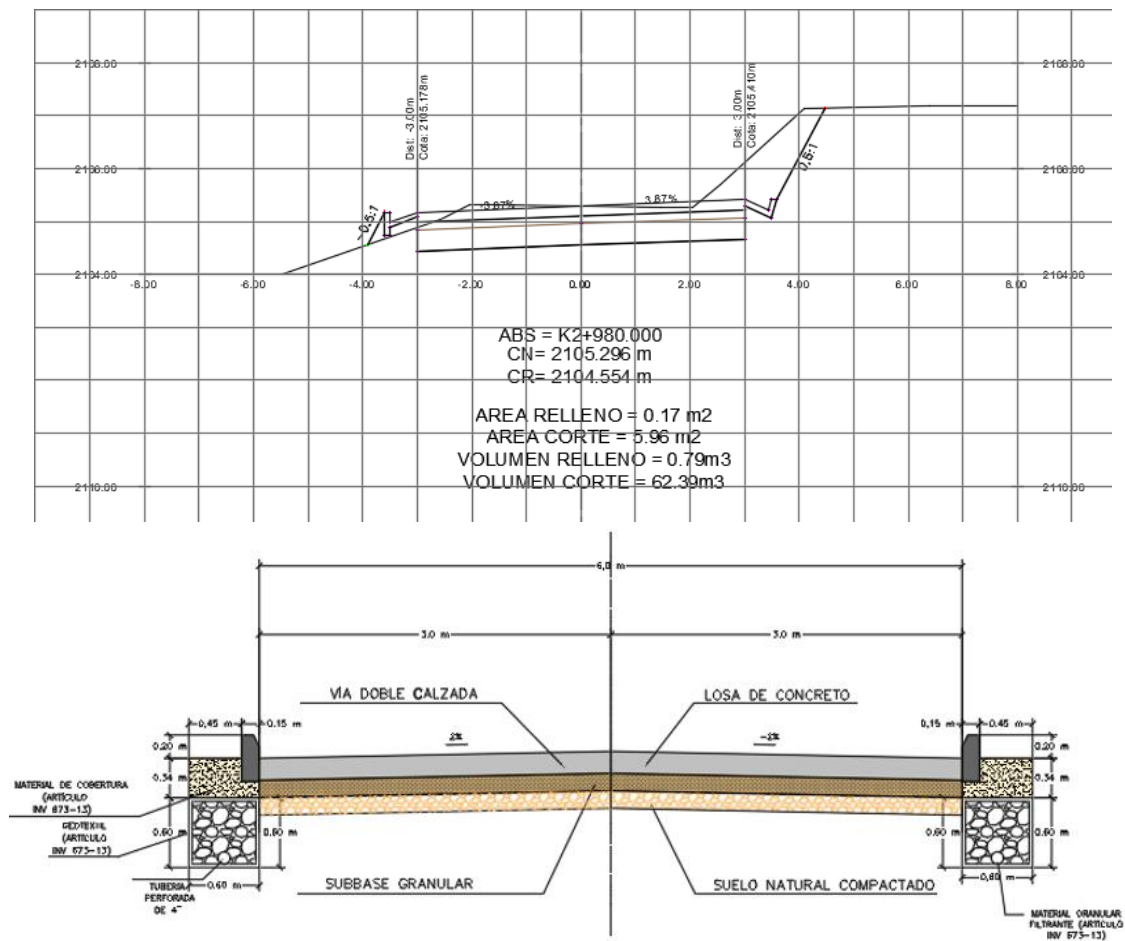
Diseño en Perfil (Alineamiento Vertical): Esta sección del informe se enfocó en detallar el comportamiento de la rasante sobre la topografía de la zona. Se describió el control de las pendientes longitudinales (predominantes entre el 6% y el 8%, sin superar el límite del 12%) y se incorporaron las memorias de cálculo de las curvas verticales cóncavas y convexas, sustentadas

bajo el criterio estricto de la distancia de visibilidad de parada mediante los factores $K_{\min}$ de 6.0 y 2.0 respectivamente.

Secciones Transversales y Movimiento de Tierras: Se incluyó la definición geométrica de la sección típica de la vía (ancho de carril, bermas y cunetas) y se estructuró el análisis del movimiento de tierras. En este capítulo se detalló el cálculo de las áreas de corte y relleno para cada sección transversal a lo largo del corredor, justificando el balance de masas alcanzado para optimizar los costos de excavación y disposición de material.

Figura 5

Sección Transversal tipo diseñada



3.1.3.2. Elaboración de planos

Durante esta etapa, el trabajo se concentró de lleno en la elaboración y dibujo de los planos del proyecto, abarcando lo siguiente:

Planta-Perfil (Planos 1 al 4): Aquí el trabajo consistió en representar gráficamente todo el eje vial de los 3 km. Nos encargamos de plasmar los diagramas de transición de peraltes y de dejar bien ubicada la localización mediante coordenadas Norte y Este a lo largo del recorrido.

Secciones Transversales (Planos 5 al 19): En este paquete de planos, la labor se centró en dibujar y revisar cuidadosamente las áreas de corte y relleno estación por estación. Además, el dibujo detalla los 0.5 m de sobreancho y deja muy claras las 8 tipologías de estructura de pavimento rígido que se van a usar a lo largo de la vía.

Ver Apéndice C: PL-DISEÑO GEOMETRICO

3.1.3.3. Estructuras y obras complementarias

Como apoyo complementario y considerando que estas actividades se derivan directamente del diseño geométrico del corredor vial, se brindó apoyo en la ubicación, diseño y realización de planos de algunas estructuras de vital importancia para el proyecto, las cuales hacen parte del área hidráulica y geotécnica del proyecto, y que de cierta manera complementan y dan una visión más amplia de lo que implica la realización de un proyecto de infraestructura vial en una zona con una topografía montañosa.

3.1.3.3.1. Sistemas de Drenaje e Infraestructura Hidráulica

El manejo de las aguas pluviales y las escorrentías provenientes de taludes y cursos naturales fue un factor crítico para proteger la vida útil del pavimento rígido. Por tal motivo, se participó en la localización y ubicación de algunas estructuras hidráulicas mencionadas a continuación.

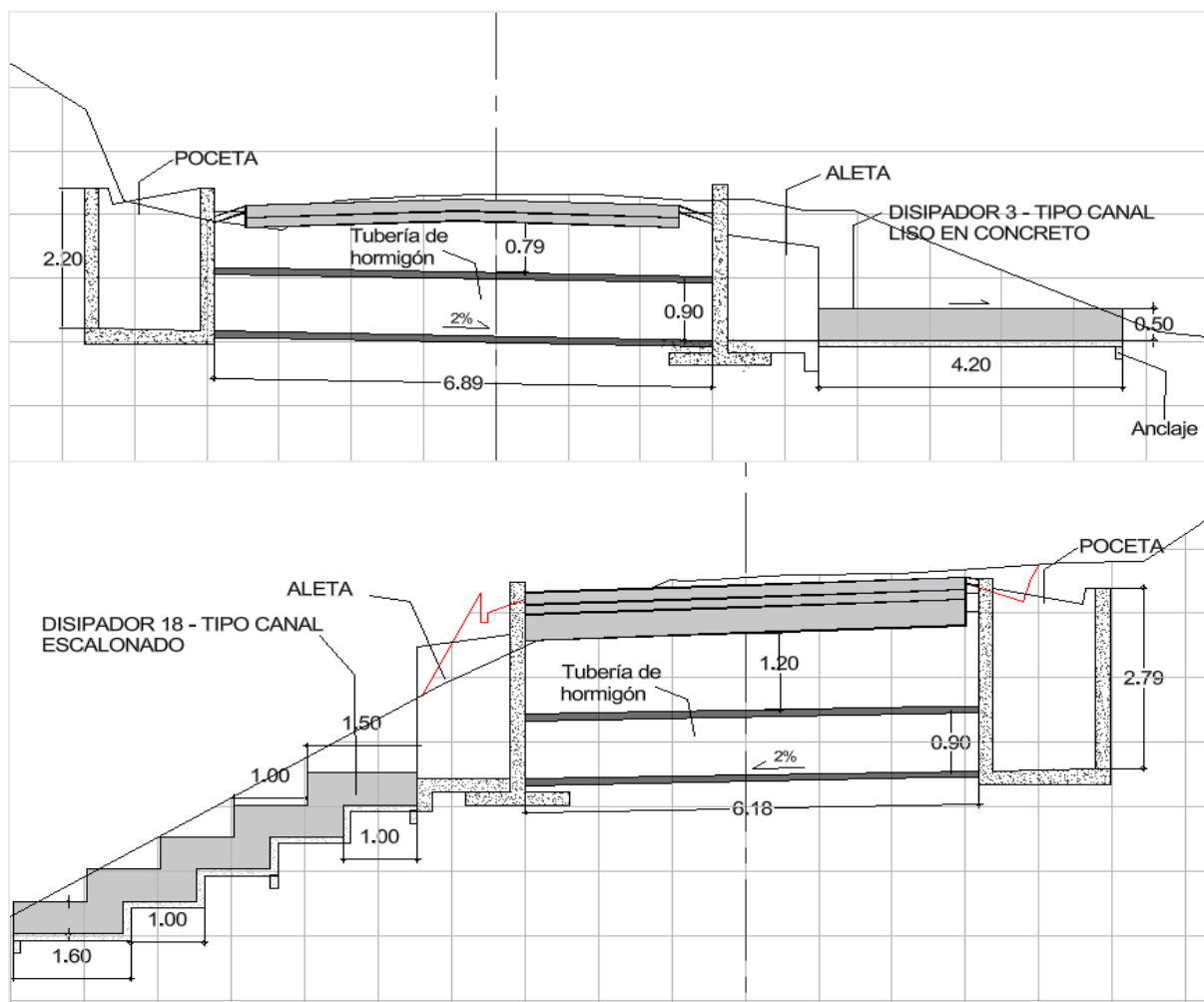
Drenaje Transversal (Alcantarillas)

Se proyectó y localizó un sistema compuesto por **22 alcantarillas de 36 pulgadas de diámetro**, distribuidas estratégicamente en los puntos bajos del perfil longitudinal y en las intersecciones con la red de drenaje natural del terreno. Cabe aclarar que este trabajo fue hecho bajo acompañamiento del ingeniero encargado, y asignando tareas específicas (planos y localización) que complementaban la práctica empresarial.

Ver Apéndice D: PL-ESTRUCTURAS DE DRENAJE

Figura 6

Planos de drenajes transversales



Drenaje Longitudinal (Cunetas, Filtros y Zanjas)

Cunetas: Se definió la sección transversal de las cunetas integradas directamente al sistema de la calzada, calculadas hidráulicamente para evacuar las aguas de la superficie de rodadura de manera rápida.

Filtros Longitudinales Subsuperficiales: Se verificó el diseño de filtros con geotextiles y material granular drenante colocados bajo la estructura de la vía o de manera paralela, orientados a deprimir el nivel freático y captar infiltraciones que pudieran debilitar la subrasante.

Zanjas de Coronación: Proyectadas en las partes altas de los taludes de corte para interceptar las aguas de escorrentía de las microcuencas antes de que impacten la banca de la vía, encauzándolas de forma controlada hacia las alcantarillas.

Dichas estructuras anteriormente mencionadas pueden revisarse a detalle en el Anexo IV.

3.1.3.3.2. Obras de Estabilización y Contención Geotécnica

Debido a que la vía se localiza en un **terreno clasificado como montañoso**, con pendientes longitudinales predominantes entre el 6% y el 8%, se identificaron sectores críticos donde la estabilidad de la banca requería un refuerzo estructural inmediato. Para mitigar riesgos de pérdida de banca o fallas por cortante en los taludes, se incorporaron al diseño **6 muros de contención** distribuidos en 3 tipologías principales:

Muros en Voladizo (3 estructuras): Diseñados en concreto reforzado, compuestos por un vástago vertical y una zapata o zarpa de cimentación, ideales para resistir los empujes laterales de tierra mediante el peso propio del suelo de relleno sobre la zapata.

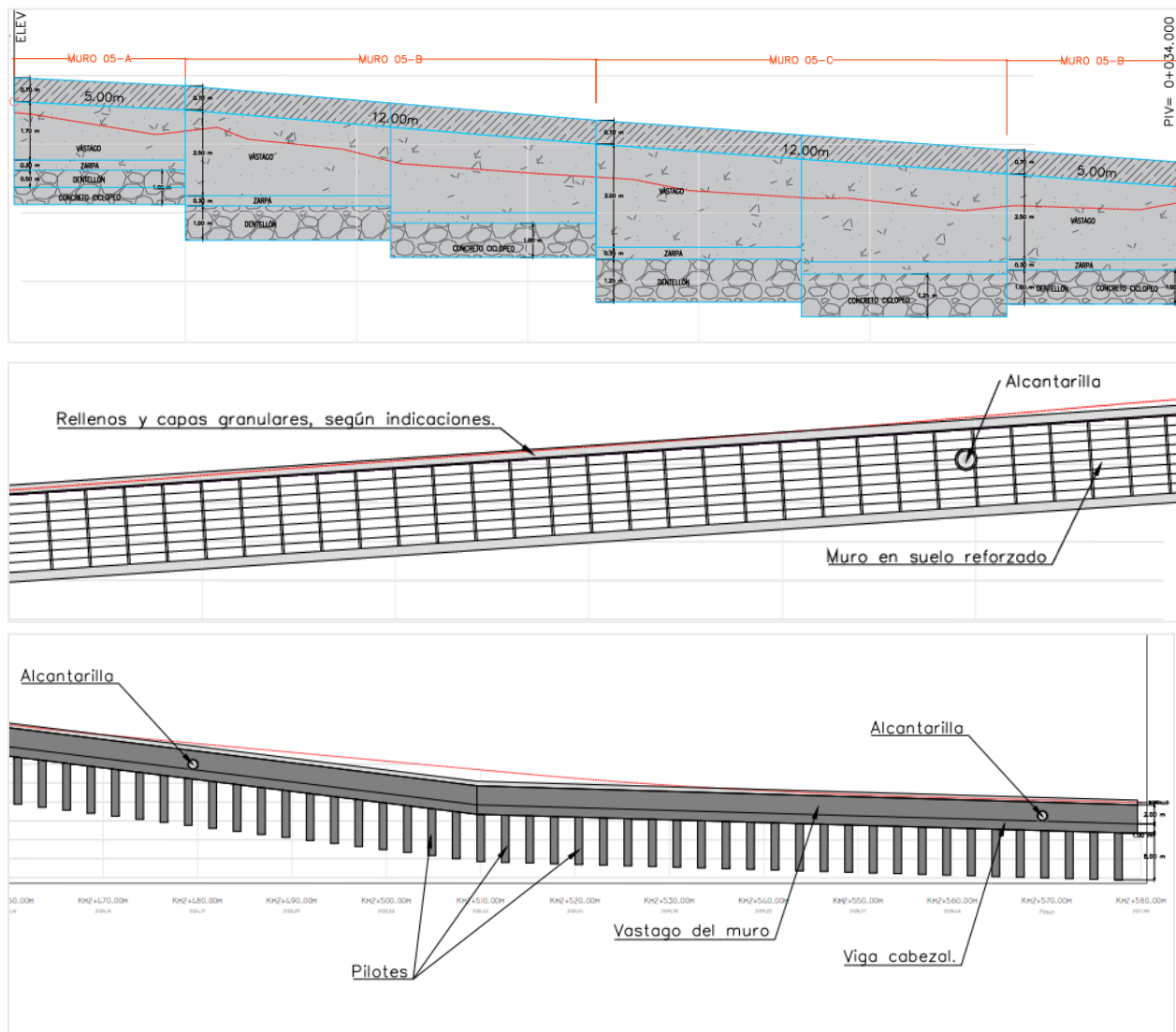
Muros en Suelo Reforzado (2 estructuras): Soluciones flexibles que emplean capas compactadas de suelo asociadas a elementos de refuerzo sintético (geomallas de alta resistencia)

y textiles filtrantes, permitiendo una excelente adaptación a los asentamientos del terreno montañoso.

Muro con Pilotes (1 estructura): Proyectado para el punto con mayor inestabilidad geotécnica profunda. Consiste en una pantalla de pilotes excavados y fundidos in situ que penetran hasta los estratos firmes del subsuelo, garantizando la rigidez de la calzada ante empujes de gran magnitud.

Figura 7

Tipos de muros diseñados para el proyecto



Los planos completos de esta sección se encuentran debidamente organizados en el Anexo II: PL-MUROS DE CONTENCIÓN.

3.2. Normatividad Aplicada

El alineamiento en planta, perfil y la definición de las secciones transversales de los 3 kilómetros intervenidos se rigieron bajo los criterios del **Instituto Nacional de Vías (INVIAS)**:

Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVIAS, 2008): Utilizado como eje normativo fundamental para establecer los parámetros de diseño en función de la velocidad de diseño seleccionada para una vía de tercer orden en terreno montañoso. A partir de este manual se calcularon y verificaron:

- Radios mínimos de curvatura horizontal y longitudes de curvas de transición.
- Pendientes máximas y mínimas admisibles para el perfil longitudinal.
- Criterios para el desarrollo de la transición de peraltes y el cálculo formal del sobreancho de 0.5 metros en curvas con el fin de asegurar las condiciones de visibilidad y operación segura.

Adicionalmente, y aunque no es propiamente del diseño geométrico, se utilizaron otras normas de manera complementaria para la realización del diseño de estructuras hidráulicas y de contención, tales como el Código Colombiano de Diseño de Puentes - CCP-14 y el Manual de Drenaje para Carreteras (INVIAS, 2009). Estas fuentes sirvieron de apoyo para el correcto diseño de dichas estructuras, las cuales garantizan una vida útil y correcta operación y funcionamiento del corredor vial en una zona que enfrenta grandes retos a nivel de tipo de terreno y condiciones climáticas.

3.3. Resultados

La presentación de los resultados de esta práctica empresarial no se limita a una recopilación de datos, sino que responde a la necesidad de evaluar el impacto integral de las actividades de ingeniería civil desarrolladas en el proyecto. Para garantizar una lectura estructurada y metodológica de los alcances obtenidos, este capítulo se aborda desde tres dimensiones complementarias que validan la rigurosidad del trabajo realizado.

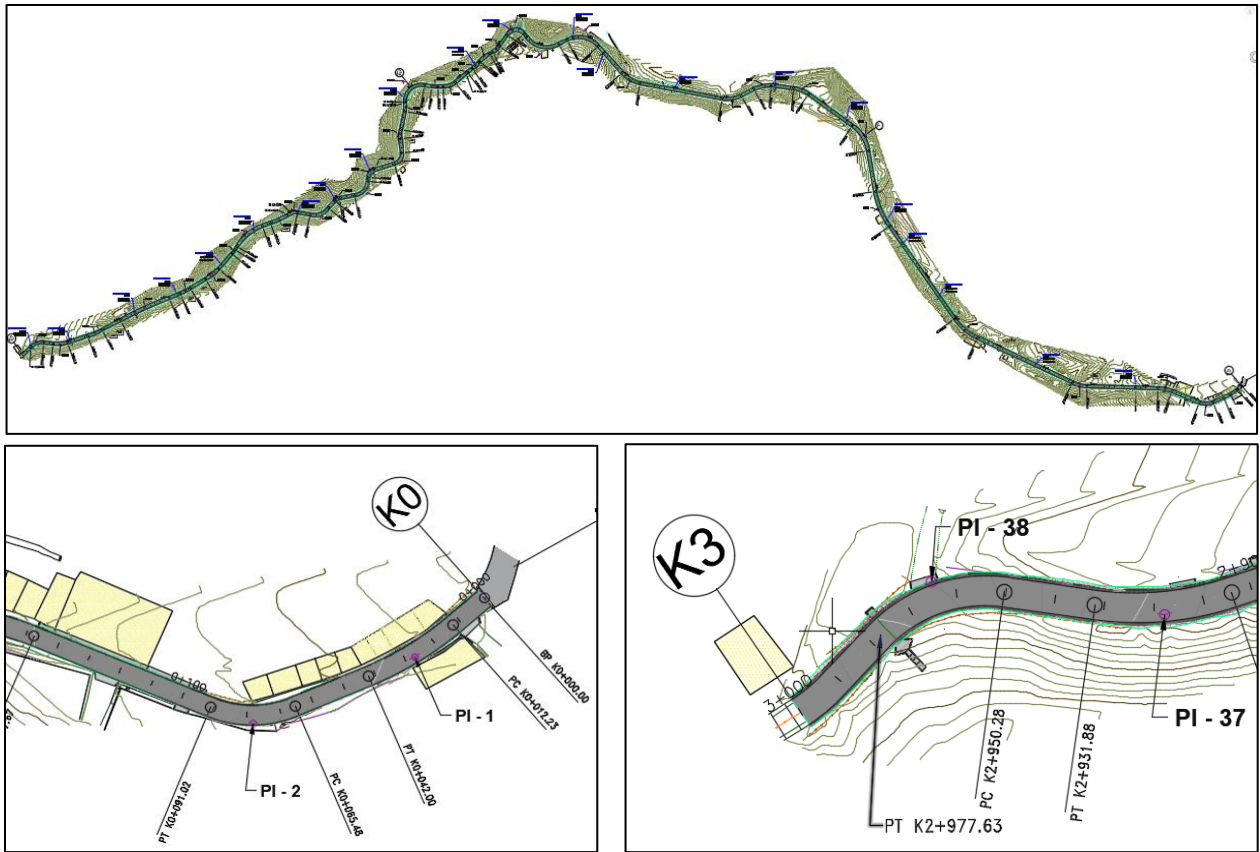
3.3.1. Productos generados

A lo largo de las fases de la práctica, los entregables de ingeniería se dividieron de la siguiente manera:

Diseño Geométrico Definitivo del Corredor Vial: Consolidación del alineamiento horizontal (radios de curvatura, transiciones de peralte) y vertical (pendientes y curvas verticales) optimizados para la topografía montañosa. Incluye la planimetría técnica de planta-perfil y secciones transversales estación por estación con la asignación del sobreancho de diseño y las tipologías de pavimento rígido sobre la banca de la vía.

Como resultado general de este apartado se adjunta el diseño geométrico del corredor en formato DWG.

Ver Apéndice E: DSN_3KM_LABELLEZA_LOSNARANJOS

Figura 8*Diseño geométrico del corredor*

De igual manera se brindó apoyo en actividades secundarias que hacen parte del corredor vial, aunque no hacen parte específica del diseño geométrico.

Planos y Memorias de Obras de Arte: Generación de planos de detalle, localización y dibujo técnico para las estructuras de drenaje transversal (alcantarillas) y longitudinal (filtros y zanjas de coronación) requeridas para la protección del corredor.

Planos de Estructuras de Contención: Dibujo y modelado geométrico de los perfiles y despieces para los muros de contención destinados a garantizar la estabilidad de la banca en los puntos más críticos del trazado. Estos se encuentran disponibles en el Anexo II, como información complementaria del proyecto.

3.3.2. Aportes a la empresa

La ejecución jerárquica de estas actividades generó un valor agregado directo para la organización y el equipo de consultoría:

Eficiencia en el Diseño Vial de Infraestructura (Eje Principal): El enfoque prioritario en el modelado geométrico optimizó los tiempos internos de entrega de la planimetría de planta, perfil y secciones transversales, permitiendo al equipo principal avanzar sin retrasos en las fases del proyecto.

Soporte Multidisciplinar en Obras Complementarias (Apoyo Secundario): La participación en el dibujo de las estructuras de drenaje y contención liberó carga operativa al área de diseño estructural, agilizando el ensamble final del expediente técnico del proyecto vial.

Calidad e Integridad del Proyecto: La revisión constante y el cruce de las carteras de topografía con la geometría de la vía garantizaron que las obras complementarias secundarias se acoplaran con absoluta precisión espacial al eje del corredor vial principal.

3.3.3. Indicadores de desempeño

El cumplimiento de los objetivos se evaluó mediante las metas físicas alcanzadas en el eje principal, logrando el modelado y diseño geométrico definitivo de los 3 km proyectados. Este acompañamiento técnico fue clave para finalizar el proyecto dentro de los plazos establecidos en el cronograma de la empresa.

En cuanto a las actividades secundarias, se alcanzó la entrega total de la planimetría de detalle para obras de arte, sistemas de drenaje y estructuras de contención. Esto garantizó precisión en el dibujo y facilitó la elaboración y ajuste de los planos de localización e implantación de estos componentes.

4. Análisis de la experiencia

La ejecución de la práctica empresarial representó una etapa fundamental para consolidar la transición entre la formación académica y el ejercicio profesional de la ingeniería civil.

4.1. Aprendizajes técnicos

El desarrollo de las actividades asignadas propició la adquisición y profundización de conocimientos de alta aplicación en la ingeniería de vías:

Dominio en Criterios de Diseño Geométrico Vial: Se consolidó el aprendizaje práctico sobre los parámetros del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de INVIAS, comprendiendo cómo la velocidad de diseño condiciona directamente los radios mínimos, las longitudes críticas de curvas verticales y la transición física de los peraltes en terrenos de topografía montañosa.

Modelado Técnico y Gestión de Planimetría: Se perfeccionó el flujo de trabajo técnico para la edición, ensamble y estructuración de planos de planta-perfil y secciones transversales, asimilando la importancia de la precisión en la asignación de sobreanchos y en el cálculo gráfico de áreas de movimiento de tierras estación por estación.

Concepción e Integración de Obras Complementarias: Se adquirió un entendimiento claro sobre cómo las obras de arte transversales (alcantarillas), los sistemas de drenaje longitudinal y las estructuras de contención no son elementos aislados, sino componentes secundarios que deben acoplarse con una buena precisión geométrica al eje vial principal, para garantizar la estabilidad de la banca y una correcta evacuación de aguas lluvias.

4.2. Competencias desarrolladas

Más allá de las destrezas puramente operativas, el entorno laboral fomentó el crecimiento en competencias transversales y profesionales:

Criterio de Ingeniería y Rigurosidad Técnica: Desarrollo de la capacidad analítica para evaluar la viabilidad de un trazado geométrico frente a las restricciones del terreno, priorizando soluciones que mitigaran los volúmenes excesivos de corte o relleno sin comprometer la seguridad vial.

Pensamiento Interdisciplinar y Sistémico: Habilidad para integrar de forma armónica los requerimientos de diferentes áreas de la ingeniería, logrando que el dibujo de las estructuras complementarias respondiera simultáneamente a las cotas del diseño geométrico y a las necesidades de los estudios hidráulicos y geotécnicos.

Adaptabilidad y Gestión del Tiempo: Capacidad para asimilar observaciones técnicas por parte de la ingeniería principal y aplicar modificaciones ágiles en la planimetría y documentos bajo esquemas de entrega estrictos, manteniendo un estándar óptimo de calidad y organización documental.

4.3. Dificultades y soluciones

Durante el transcurso de la práctica empresarial, se presentaron retos de carácter técnico, metodológico y operativo que demandaron un esfuerzo de adaptación y la búsqueda de soluciones oportunas para garantizar el éxito del proyecto:

Proceso de Adaptación y Curva de Aprendizaje: El ingreso al entorno laboral real exigió una transición acelerada desde la dinámica académica hacia el ritmo operativo de una consultoría de ingeniería. Inicialmente, el volumen de información y la velocidad requerida para procesar carteras topográficas fueron un desafío de adaptación al flujo de trabajo interno de la organización. Para superar esto, se implementó una rutina de organización documental y se establecieron canales de consulta directa, logrando acoplar de manera eficiente el ritmo de trabajo a las exigencias del proyecto vial.

Falencias en Conceptos Técnicos del Software de Diseño: Al momento de modelar el eje vial y sus obras complementarias, se evidenciaron falencias operativas debido a problemas en el manejo de las diferentes funciones referentes al alineamiento, la modificación de los parámetros internos del mismo y problemas técnicos surgidos en el archivo por inconsistencias detectadas en algunas superficies. Esta limitación se solucionó mediante jornadas autónomas de autoformación, investigación técnica de las herramientas del software y el apoyo del equipo de trabajo, logrando resolver los errores del archivo, dominar las funciones de edición de alineamientos y estructurar de manera óptima las superficies para corregir las secciones transversales y la planimetría.

4.4. Recomendaciones

Con el propósito de optimizar los procesos de diseño y consultoría interna, potenciar los flujos de ingeniería y mitigar los riesgos de retrasos en las entregas de los proyectos viales, se recomienda a la empresa estandarizar una fase previa de control de calidad para revisar y depurar técnicamente las superficies topográficas antes de iniciar el diseño en firme. La implementación de este protocolo técnico de auditoría y limpieza de archivos base permitirá identificar de forma temprana cualquier inconsistencia en el terreno digital, evitando conflictos imprevistos en el software al momento de configurar los alineamientos y modificar sus parámetros internos.

Asimismo, es fundamental formalizar comités técnicos periódicos de corta duración entre el ingeniero encargado y el equipo de apoyo técnico durante el desarrollo del diseño geométrico principal y de las obras complementarias secundarias. Esta dinámica de comunicación asertiva asegurará que cualquier directriz o modificación en los parámetros del trazado sea transmitida con absoluta claridad desde la ingeniería principal, unificando los criterios en una bitácora de cambios y previniendo desajustes u omisiones operativas que impacten directamente el cronograma y las fechas de los entregables parciales.

5. Conclusiones

El diseño geométrico definitivo del corredor vial que comunica el casco urbano con la vereda Los Naranjos en el municipio de La Belleza, Santander, se consolidó mediante el modelado técnico y la estructuración del informe técnico de los 3 kilómetros proyectados. A través del uso de herramientas avanzadas de software como AutoCAD Civil 3D, el diseño en planta y perfil se adaptó con precisión a la topografía montañosa de la zona, lo que evitó reprocesos en la geometría vial y optimizó los tiempos de entrega de la planimetría. Este trabajo principal se complementó con el apoyo en la estructuración de planos y documentos para obras complementarias; de esta manera, se redujo la carga operativa del área de diseño estructural y se agilizó la entrega final del expediente técnico para la empresa E&C CONSTRUCCIONES S.A.S.

Durante la fase de validación geométrica, se evidenció la complejidad de cumplir de forma estricta con la totalidad de los parámetros ideales debido a las severas restricciones del terreno y la necesidad de mitigar afectaciones prediales o movimientos de tierra excesivos. Bajo este escenario, la aplicación de la Resolución No. 000744 de 2009 del Ministerio de Transporte sirvió como soporte legal y técnico para flexibilizar los radios mínimos a 21 metros y las pendientes máximas hasta el 12%, viabilizando económica y constructivamente las obras de mejoramiento sin comprometer la seguridad vial para una velocidad de diseño de 30km/h. Asimismo, la auditoría detallada de las secciones transversales estación por estación permitió realizar mejoras de ingeniería puntuales sobre los estudios previos, tales como el desplazamiento estratégico de un metro en la abscisa del muro de contención en voladizo MC-01, optimizando el confinamiento de la zona de falla del talud y asegurando la estabilidad de la calzada.

Finalmente, se demostró que las obras de arte y las estructuras de estabilización geotécnica son componentes críticos que dependen directamente de la precisión del eje geométrico principal.

La participación en la localización e implantación de las 22 alcantarillas de 36 pulgadas, los 2555 metros de filtros longitudinales y los 6 muros de contención permitió configurar un expediente técnico integral, donde los sistemas hidráulicos y estructurales quedaron correctamente acoplados al eje principal del corredor. En el ámbito personal, la práctica empresarial consolidó de manera efectiva la transición hacia el ejercicio profesional, permitiendo superar retos operativos asociados al manejo de software y brechas iniciales de comunicación técnica con el equipo, lo que fomentó el desarrollo de competencias transversales como el criterio de ingeniería, la adaptabilidad y la rigurosidad técnica en proyectos de infraestructura vial.

Referencias

Congreso de Colombia. (1993). *Diario Oficial No. 41.094*. Obtenido de Diario Oficial No. 41.094:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=276>

EXPERIAN. (25 de Marzo de 2025). *Datacredito empresas*. Obtenido de Datacredito empresas:

<https://www.datacreditoempresas.com.co/directorio/eyc-construcciones-sas.html>

INVIAS. (2008). *Ministerio de Transporte / Instituto Nacional de Vías: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. Obtenido de Ministerio de Transporte / Instituto Nacional de Vías: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras:

<https://www.invias.gov.co/publicaciones/4228/documentos-tecnicos/>

INVIAS. (11 de Abril de 2013). *Instituto Nacional de Vías*. Obtenido de Instituto Nacional de Vías:

<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/984-manual-de-drenaje-para-carreteras>

INVIAS. (17 de Diciembre de 2022). *Ministerio de Transporte / Instituto Nacional de Vías / Especificaciones generales de construcción de carreteras*. Obtenido de Ministerio de Transporte / Instituto Nacional de Vías / Especificaciones generales de construcción de carreteras: <https://www.invias.gov.co/publicaciones/4228/documentos-tecnicos/>

La Belleza. (2026). *87 Razones por Santander*. Obtenido de 87 Razones por Santander:

<https://87razonesporsantander.com/la-belleza/>

Ministerio de Transporte. (4 de Marzo de 2009). *Ministerio de Transporte de Colombia*. Obtenido de

Ministerio de Transporte de Colombia.:

https://web.mintransporte.gov.co/jspui/bitstream/001/3669/1/Resolucion_000744_2009.pdf

OECD. (17 de Julio de 2020). *OECD*. Obtenido de OECD:

<https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0460>

Pedrerros, D. F. (2024). *Estudio de mejoramiento en pavimento rígido de dos (2) kilómetros en la vía*

terciaria desde el cruce Ruta 45 hasta vereda La Cabañita del municipio de Rivera,

departamento del Huila. Universidad Cooperativa de Colombia. Obtenido de

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/a3d9a3f2-c0f9-49fe-912f-e83b2f44a569/content>

Quintero, J., Murgas, A., Gomez-Cabrera, A., & Sanchez, O. (2025). Exploring the relationship

between project characteristics and time–cost deviations for Colombian rural roads.

Infrastructures, 10(7), 178.