



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE MARIA AUXILIADORA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO VIAL PARA LA CONEXIÓN DEL BARRIO ÚNETE K3 CON KM
3 DE VÍA LA COSTA, PROVINCIA SANTA ELENA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Civil**

AUTORES: Joan Gabriel Roca Loor

Rubén Sebastián Jiménez Abril

TUTOR: ING. ERIKA GONZÁLEZ TOBAR, MGTR.

Guayaquil-Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Joan Gabriel Roca Loor con documento de identificación N° 1723127559 y Rubén Sebastián Jiménez Abril con documento de identificación N° 0953642113; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

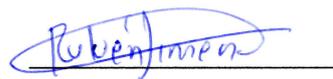
Guayaquil, 23 de enero del 2025

Atentamente,



Joan Gabriel Roca Loor

1723127559



Rubén Sebastián Jiménez Abril

0953642113

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACION A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Joan Gabriel Roca Loor con documento de identificación N° 1723127559 y Rubén Sebastián Jiménez Abril con documento de identificación N° 0953642113, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico: DISEÑO VIAL PARA LA CONEXIÓN DE BARRIO ÚNETE K3 CON KM 3 DE VÍA LA COSTA, PROVINCIA DE SANTA ELENA, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 23 de enero del 2025

Atentamente,



Joan Gabriel Roca Loor

1723127559



Rubén Sebastián Jiménez Abril

0953642113

CERTIFICADO DE DIRCCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, ERIKA MABEL GONZALEZ TOBAR, Mgtr; con documento de identificación N° 1207198621, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO VIAL PARA LA CONEXIÓN DEL BARRIO UNETE K3 CON KM 3 DE VIA LA COSTA, PROVINCIA DE SANTA ELENA , realizado por Joan Gabriel Roca Loor con documento de identificación N° 1723127559 y por Rubén Sebastián Jiménez Abril con documento de identificación N° 0953642113, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados par la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 23 de enero del 2025

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, reading "Erika González Tobar", is written over a horizontal line.

Ing. Erika Mabel González Tobar, Mgtr.
1207198621

DEDICATORIA

Le dedico este logro a mis queridos padres, que con su amor incondicional y constante apoyo emocional me han guiado a lo largo de este camino. Gracias por estar siempre presentes en cada paso y por ser mi mayor fuente de fortaleza.

A mis hermanas, por creer en mí incluso cuando yo dudaba de mis propias capacidades. Su confianza y ánimo han sido un pilar fundamental en mi vida.

A mi perrita, que llegó a mi vida en el momento más inesperado, llenándola de alegría, compañía y amor incondicional.

A mis amigos de curso, con quienes compartí risas, desafíos y aprendizajes, y que hicieron de esta etapa una experiencia inolvidable.

A todos ustedes, les dedico este logro con gratitud y amor.

Joan Gabriel Roca Loor

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a queridos padres los cuales fueron pilar fundamental para este arduo camino, ya que, con su amor, apoyo, confianza me han guiado por el buen camino no hay palabras para describir este sentimiento que tengo hacia ustedes así que este trabajo también tiene su nombre porque sin ustedes, esto no sería posible. Gracias por estar a mi lado a pesar de todo.

A mi padre Rubén Ernesto Jiménez Reyes, papá gracias a ti soy el hombre que soy, gracias por tus consejos, por tu sabiduría, por tu apoyo emocional incluso cuando yo dudaba de mí mismo, tus ánimos y confianza en mí era lo único que me mantenían en pie, fuiste, eres y serás el pilar fundamental para toda mi vida papa así que este trabajo también tiene tu nombre por hacer esta etapa un poco más sencilla de lo que parece.

A mis compañeros de curso que hicieron esta etapa llena de risas, anécdotas, pero sobre todo aprendizajes, gracias por hacer esta etapa de mi vida algo inolvidable.

Dedico este trabajo a mi abuelo Washington Jiménez que me enseñó el valor de responsabilidad y que la perseverancia hace que nuestros sueños se hagan realidad.

Rubén Sebastián Jiménez Abril

AGRADECIMIENTO

Para empezar, agradecer a la Universidad Politécnica Salesiana por la guía y dedicación a lo largo de nuestra vida profesional y personal, a nuestra tutora por su guía, apoyo y dedicación excepcional hemos logrado desarrollar un trabajo de calidad y fundamentado. Sus sugerencias fueron fundamentales para mejorar la organización y enfoque de nuestro trabajo.

Agradecemos a todos nuestros docentes quienes nos inculcaron la pasión, su entusiasmo y sus ideales durante estos 4 años de estudio para poder ser unos excelentes profesionales

Joan Gabriel Roca Loor

Rubén Sebastián Jiménez Abril

RESUMEN

El objetivo principal de esta tesis es desarrollar un diseño vial para la conexión del Barrio Únete K3 con el Km 3 de la vía a la Costa en la provincia de Santa Elena, Ecuador. Este proyecto responde a la problemática de una vía de acceso lastrada que presenta deficiencias significativas, especialmente durante la temporada de lluvias, afectando la movilidad y calidad de vida de aproximadamente 800 familias. El trabajo incluye un levantamiento topográfico detallado, realizado el 9 de enero de 2025, utilizando una estación total y GPS, lo que permitió obtener datos precisos sobre el terreno y su georreferenciación.

El diseño vial propuesto sigue las normativas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) de Ecuador y las especificaciones de la AASHTO 93. El proyecto abarca el diseño geométrico de la vía, análisis de tráfico, estudios de suelo y diseño de pavimento, considerando factores como la topografía, las características geotécnicas y el volumen vehicular proyectado. Se prioriza la seguridad vial, la sostenibilidad y la integración social, buscando reducir el aislamiento de la comunidad y fomentar su desarrollo económico.

Este diseño busca optimizar la conectividad, mejorar el transporte de bienes y personas, y garantizar una infraestructura eficiente y duradera. Además, se proponen soluciones sostenibles que respeten el entorno natural y sean adaptables al crecimiento futuro de la comunidad. El proyecto no incluye la construcción de la vía, pero establece una base técnica sólida para su ejecución en etapas posteriores.

Palabras claves: Diseño vial, conectividad, sostenibilidad, análisis de tráfico, estudio de suelo.

ABSTRACT

The primary objective of this thesis is to develop a road design connecting the Únete K3 neighborhood with Km 3 of the Costa highway in Santa Elena province, Ecuador. This project addresses the issue of a gravel access road with significant deficiencies, particularly during the rainy season, which impacts the mobility and quality of life of approximately 800 families. A detailed topographic survey was conducted on January 9, 2025, using a total station and GPS, providing accurate data on the terrain and georeferencing the area.

The proposed road design follows the regulations of the Ecuadorian Ministry of Transportation and Public Works (MTO) and the specifications of AASHTO 93. The project includes geometric road design, traffic analysis, soil studies, and pavement design, considering factors such as topography, geotechnical characteristics, and projected vehicle volume. The focus is on road safety, sustainability, and social integration, aiming to reduce the community's isolation and foster economic development.

This design seeks to optimize connectivity, improve the transportation of goods and people, and ensure efficient and durable infrastructure. Additionally, sustainable solutions are proposed that respect the natural environment and adapt to the community's future growth. While construction is not included, the project provides a robust technical foundation for future implementation.

Keys words: Road design, Únete K3 neighborhood, Connectivity, Sustainability, traffic análisis, soil study.

ÍNDICE GENERAL

1	CAPITULO I.....	17
1.1	Introducción	17
1.2	Problema.....	20
1.3	Delimitación del problema.....	22
1.3.1	Delimitación espacial.....	22
1.3.2	Delimitación temporal	22
1.4	Objetivos	23
1.4.1	Objetivo general.....	23
1.4.2	Objetivos específicos	23
1.5	Justificación.....	23
1.6	Marco hipotético	24
2	CAPITULO II – MARCO TEÓRICO.....	25
2.1	Diseño vial.....	25
2.2	Seguridad vial.....	26
2.3	Infraestructura vial	27
2.4	Definición y propósito.....	27
2.5	Categorías de la infraestructura vial.....	28
2.5.1	Diseño	28
2.5.2	Funcionalidad.....	28
2.5.3	Dominio	29
2.5.4	Uso	29
2.5.5	Tipos de red vial.....	30
2.6	Diseño geométrico de una vía.....	30
2.6.1	Objetivos del diseño geométrico.....	31
2.6.2	Principios generales que influyen en las características geométricas según la nevi- 12 32	
2.6.3	Factores o condicionantes del diseño geométrico.....	32
2.6.4	Factores externos	33
2.6.5	Factores internos	33
2.6.6	Velocidad de diseño	33
2.6.7	Velocidad de operación promedio	36
2.6.8	Visibilidad de diseño.....	37
2.6.9	Consistencia del diseño geométrico.....	38

2.6.10	Percepción armoniosa del diseño.....	39
2.6.11	Alineamiento horizontal.....	39
2.6.12	Alineamiento vertical.....	39
2.6.13	Sección transversal.....	40
2.7	Clasificación de carreteras según su desempeño.....	40
2.8	Topografía.....	43
2.8.1	Levantamiento topográfico.....	45
2.9	Trafico.....	45
2.10	Conteo vehicular.....	46
2.11	Estudios de suelo.....	47
2.12	Diseño de pavimento.....	47
2.12.1	Evaluación del tráfico.....	47
2.12.2	Características del suelo.....	48
2.12.3	Materiales.....	48
2.12.4	Diseño estructural.....	48
2.12.5	Normativas.....	49
2.13	Pavimento flexible.....	49
2.13.1	Componentes del pavimento flexible.....	49
2.13.2	Características del pavimento flexible.....	50
2.14	Software de diseño vial.....	50
3	CAPITULO III - METODOLOGÍA.....	52
3.1	Ubicación del proyecto.....	52
3.1.1	Levantamiento topográfico.....	53
3.1.2	Estudio del suelo.....	55
3.1.3	Propiedades geotécnicas de los suelos.....	57
3.1.4	Calicatas.....	57
3.1.5	Granulometría.....	58
3.1.6	Análisis granulométrico.....	58
3.1.7	Procedimiento del análisis granulométrico.....	59
3.1.8	Clasificación de suelo.....	61
3.1.9	Clasificación del suelo por el sistema AASHTO.....	61
3.1.10	Sistema unificado de clasificación de suelo (SUCS).....	64
3.1.11	Plasticidad (límites de Atterberg).....	64
3.1.12	Proctor.....	66

3.1.13	Densidad del suelo	67
3.1.14	Contenido de humedad	68
3.1.15	Ensayo CBR (California bearing ratio).....	68
3.1.16	Capacidad de soporte (CBR)	69
3.1.17	Calicatas	70
3.1.18	Granulometría	72
3.1.19	Límites de Atterberg	75
3.1.20	Ensayo Proctor Modificado	76
3.1.21	Ensayo CBR.....	80
3.1.22	Selección del CBR de Diseño	83
4	CAPITULO IV	84
4.1	Análisis de resultados.....	84
4.1.1	Topografía.....	84
4.1.2	Estudio del trafico	84
4.1.3	Conteo vehicular	84
4.1.4	Cálculo del tráfico promedio diario semanal (TPDS).....	85
4.1.5	Factor de ajuste mensual (Fm).....	85
4.1.6	Factor de ajuste diario (Fd).....	86
4.1.7	Cálculo del tráfico promedio anual (TPDA).....	87
4.1.8	Trafico diario	87
4.1.9	Trafico proyectado	88
4.1.10	Clasificación de la vía.....	90
4.2	Trazado Horizontal.....	91
4.2.1	Diseño geométrico Horizontal	91
4.2.2	Velocidad de diseño	92
4.2.3	Velocidad de circulación.....	93
4.2.4	Distancia de visibilidad.....	93
4.3	Alineamiento horizontal de las carreteras	94
4.3.1	Sección transversal.....	94
4.3.2	Señalización horizontal.....	95
4.4	Diseño estructural del pavimento.....	100
4.4.1	Método AASHTO 93	101
4.4.2	Cálculo de factor ESAL'S	102
4.4.3	Confiabilidad R.....	104

4.4.4	Desviación estándar Z_r	104
4.4.5	Desviación estándar del sistema 'So'	105
4.4.6	Índice de serviciabilidad	105
4.4.7	Módulo de resiliente de la subrasante M_r	107
4.4.8	Determinación de coeficientes estructurales	107
4.4.9	Cálculo de Numero estructural	109
4.4.10	Espesores calculados para diseño	110
5	CONCLUSIONES	112
6	RECOMENDACIONES	113
7	BIBLIOGRAFÍA	114
8	ANEXOS	117

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas UTM de la vía existente	52
Tabla 2	Resultados de laboratorio de suelos de las calicatas 1 y 2	56
Tabla 3	Tamaños nominales de aberturas para el ensayo granulométrico.....	59
Tabla 4	Clasificación de los suelos según la ASTM.....	63
Tabla 5	Símbolos del sistema unificado para la clasificación de los suelos	64
Tabla 6	Sistema de clasificación de suelos según su valor de CBR	69
Tabla 7	Resumen propiedades geotécnicas del suelo	70
Tabla 8	Análisis granulométrico calicata 1.....	74
Tabla 9	Análisis granulométrico calicata 2.....	75
Tabla 10	Resultados del ensayo Proctor Modificado para la Calicata 1.....	76
Tabla 11	Resultados del ensayo Proctor Modificado para la Calicata 2.....	77
Tabla 12	CBR de diseño	83
Tabla 13	Factor de ajuste diario.....	86
Tabla 14	Calculo de la composición del tráfico en la vía a intervenir.....	88
Tabla 15	Cálculo del tráfico asignado	88
Tabla 16	Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada.	96
Tabla 17	Anchos de carriles.....	98
Tabla 18	Ejes equivalentes ESALS para el periodo de diseño	103
Tabla 19	Niveles recomendados de confiabilidad	104
Tabla 20	Coficiente estadístico de la desviación estándar normal (Z_r)	104
Tabla 21	Índice de serviciabilidad inicial según el rango de trafico.....	106
Tabla 22	Índice de serviciabilidad final según rango de trafico	106
Tabla 23	Coficientes estructurales de las capas	107
Tabla 24	Cálculo de espesores de las capas.....	108

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estado actual de la vía.....	21
Figura 2 Estado actual de la vía.....	21
Figura 3 Distribución de velocidades observadas.....	35
Figura 4 Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras de 2 carriles.....	36
Figura 5 Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales..	37
Figura 6 Camino básico.....	40
Figura 7 Carretera convencional básica.....	41
Figura 8 Carretera de mediana capacidad (Normal).....	41
Figura 9 Carretera de mediana capacidad (Excepcional).....	42
Figura 10 Vías de alta capacidad interurbana.....	42
Figura 11 Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.....	46
Figura 12 Ubicación satelital de la vía.....	53
Figura 13 Estación total en la vía de estudio.....	54
Figura 14 Toma de puntos para el levantamiento topográfico de la vía.....	54
Figura 15 Toma de puntos para el levantamiento topográfico de la vía.....	55
Figura 16 Calicata 1 y 2.....	58
Figura 17 Ensayo de granulometría.....	60
Figura 18 Límites de Atterberg.....	65
Figura 19 Plasticidad de los suelos.....	65
Figura 20 Instrumentos para el Ensayo de Plasticidad.....	66
Figura 21 Moldes y mazas proctor.....	67
Figura 22 Excavación manual de la calicata 1.....	71
Figura 23 Medición de la profundidad de la calicata 1.....	72
Figura 24 Curva de compactación proctor modificado calicata 1.....	77
Figura 25 Curva de compactación proctor modificado calicata 2.....	78
Figura 26 Separación de capas para el proctor modificado.....	78
Figura 27 Realización del ensayo proctor modificado.....	79
Figura 28 Enrasado del molde previamente compactado.....	79
Figura 29 Pesaje del material a trabajar.....	80

Figura 30 Colocación de capas en el molde.....	80
Figura 31 Realización del ensayo CBR	81
Figura 32 Enrasado de la muestra compactada.....	81
Figura33 Preparación de los cilindros previo a la inmersión.....	82
Figura 34 Sumersión de moldes para la medición de hinchamiento	82
Figura 35 Factor de ajuste mensual	85
Figura 36 Cálculo del crecimiento vehicular	89
Figura37 Cálculo de trazado de proyección a 20 años	89
Figura 38 Clasificación funcional de las vías en base al TPDA	91
Figura 39 Velocidad de diseño para relieve plano.....	92
Figura 40 Sección transversal de la vía.....	95
Figura 41 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.	96
Figura 42 Doble línea mixta: continua y segmentada.....	97
Figura 43 Señalización líneas de borde	98
Figura 44 Velocidad máxima (dimensiones en mm)	99
Figura 45 Zona de escuela (dimensiones en mm).....	99
Figura 46 Espesores del suelo.....	101
Ilustración 47 Coeficientes de drenaje para bases y sub bases granulares no tratadas en pavimentos flexibles.	108
Figura 48 Comprobación de SN en el programa Ecuación AASHTO 93	110
Figura 49 Calculo mediante Excel de los espesores del suelo.....	111

1 CAPITULO I

1.1 Introducción

La infraestructura vial es clave. Es un eje fundamental para el desarrollo socioeconómico de las comunidades. Permite que las personas accedan a servicios básicos, impulsa el comercio y conecta a las comunidades entre sí. También mejora la calidad de vida.

En muchas áreas, especialmente en zonas periurbanas y rurales, las vías de acceso están en muy mal estado. Muy mal. Esto limita el progreso. Genera desigualdades. Tal es el caso del barrio Únete K3, que se encuentra en el kilómetro 3 de la vía a la Costa, en la provincia de Santa Elena, Ecuador.

Este barrio se fundó en 2020. No tiene mucho tiempo, pero ya enfrenta grandes retos. Actualmente, unas 800 familias viven allí. Cada día lidian con los problemas de su única vía de acceso. Una vía que, para ser honestos, no está a la altura de lo que necesitan.

La vía tiene 680 metros de longitud y apenas 6 metros de ancho. Es de lastre, nada más. Y eso, en teoría, debería bastar, pero no. Durante la época de lluvias, la cosa se complica aún más. La vía se vuelve casi inutilizable. El transporte público no llega. Las ambulancias tienen problemas para entrar. Incluso los vehículos de abastecimiento se quedan atascados.

Esto aísla al barrio. Lo desconecta. Las familias tienen menos oportunidades de empleo, menos acceso a la educación y a servicios esenciales. Hasta la recreación se ve limitada. Todo empieza con una carretera. Una que, en este caso, necesita atención urgente.

Los problemas de salud ocasionados por el polvo, ya que se levanta con cada vehículo que pasa por la vía. Parece inofensivo, pero no lo es. Provoca problemas de salud, especialmente en los más vulnerables: niños y adultos mayores. Tos, alergias, dificultad para respirar.

La vía de acceso al barrio es complicada, en una emergencia, cada minuto cuenta. Pero aquí, el tiempo se pierde en intentar llegar. Y eso, claro, pone vidas en riesgo.

El transporte de productos y mercancías también sufre. Es un problema constante. Los comerciantes, los pequeños negocios del barrio, todo se ve afectado. Cuando no puedes mover tus productos, no se puede crecer.

Además, la vía tiene apenas 6 metros de ancho. Muy estrecha. Casi no caben dos vehículos al mismo tiempo. Y no hay señalización. Esto aumenta los riesgos para peatones y conductores. Un accidente aquí no sería una sorpresa.

Un dato interesante del barrio, resulta que está cerca de todo, a solo 3 kilómetros de los límites del cantón Santa Elena. Tan cerca de un centro urbano lleno de servicios y oportunidades, pero tan desconectado al mismo tiempo. Esa brecha, ese contraste, es lo que este proyecto busca reducir.

Este proyecto técnico tiene un objetivo claro diseñar una solución vial para el Barrio Únete K3. No es solo mejorar la carretera. Es cambiar la vida de la comunidad, abrir puertas al desarrollo y hacer que todos, niños, adultos, ancianos, puedan moverse con dignidad y seguridad.

La necesidad social de mejorar la vía de acceso impactará directamente en la calidad de vida de las 800 familias que residen en el barrio, facilitando su acceso a servicios básicos, mejorando su salud y promoviendo su integración social y económica.

Contamos con una importancia local ya que el proyecto responde a una problemática real y sentida por la comunidad, por lo tanto, apoyando al desarrollo local y al mejoramiento de la infraestructura vial del cantón Santa Elena.

El proyecto se alinea con las políticas públicas nacionales y locales que buscan mejorar la infraestructura vial y promover el desarrollo de las comunidades.

Este proyecto se sustentará con un marco teórico que aborda los siguientes temas:

Se estudiarán los principios del diseño geométrico, incluyendo la alineación horizontal y vertical, las secciones transversales, las intersecciones y otros elementos que conforman una vía. Se consideran las normativas ecuatorianas vigentes, especialmente la NEVI-12.

Se analizará el tipo de pavimento flexibles, los materiales utilizados en su construcción y los métodos de diseño estructural, como el método AASHTO. Se considerarán las características del suelo del sector y el tipo de tráfico que circulará por la vía.

Se estudiarán los sistemas de drenaje superficial y subterráneo para garantizar la evacuación adecuada de las aguas lluvias y evitar el deterioro del pavimento.

La metodología que se utilizará en este proyecto se basa en las siguientes etapas:

Se recopilará información sobre las características del barrio, el tráfico actual y proyectado, las normativas vigentes y las mejores prácticas en diseño vial.

Se realizará un levantamiento topográfico de la vía de acceso para obtener información precisa sobre su geometría.

Se realizarán ensayos de laboratorio para determinar las características geotécnicas del suelo.

Se diseñará la geometría de la vía, considerando las características del terreno, el tráfico y las normativas vigentes.

Se diseñará la estructura del pavimento, considerando las características del suelo, el tráfico y los materiales disponibles.

La vía cuenta con una longitud de 680 metros. No se incluye la construcción de la vía, la cual quedaría como una etapa posterior a la presentación de este trabajo.

Este proyecto busca aportar una solución técnica viable y sostenible que mejore la calidad de vida de los habitantes del barrio Únete K3 y contribuya al desarrollo de la provincia de Santa Elena.

1.2 Problema

El diseño vial en Ecuador es uno de los pilares básicos para el fomento de la movilidad y producción en nuestro país que se basa en los principios de equidad, excelencia y sostenibilidad ambiental. (NEVI-12-MTOP , 2013)

A lo largo de los años la infraestructura vial en el Ecuador ha mantenido esa historia de afectaciones y en la provincia de Santa Elena no ha sido la excepción.

Nos ubicaremos en la Barrio Únete K3, fundada en el 2020 la cual queda en las afueras del Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena, presenta una vía de acceso lastrada, que conecta con el km 3 de la vía a la costa, lo que genera desafíos en la movilidad y conectividad de la región. La infraestructura vial actual no responde adecuadamente a las demandas de los usuarios, especialmente en épocas de lluvia, cuando la vía se deteriora rápidamente, dificultando el transporte de bienes y personas. Véase la Figura 1 e Figura 2.

Figura 1

Estado actual de la vía.



Nota. Imagen tomada por los Autores

Figura 2

Estado actual de la vía



Nota. Foto tomada por los autores

En este caso el diseño vial no cumple con los requisitos mínimos. Lo que manda la norma vigente en Ecuador. A veces ni siquiera se hace el estudio necesario. Especialmente en sectores como este, en la provincia de Santa Elena. Zonas que, por estar apartadas, reciben menos atención. Menos prioridad.

La falta de una vía adecuada tiene consecuencias claras. Limita el acceso a todo, servicios de salud, escuelas, comercio, transporte. La gente vive aislada. Y eso, claro, frena el desarrollo social y económico. También perpetúa desigualdades. Porque sin conectividad no hay empleo, no hay intercambio cultural, no hay integración con otras zonas del cantón o de la provincia.

1.3 Delimitación del problema

La presente investigación tiene como objetivo analizar el diseño geométrico de la vía de acceso principal del barrio Únete K3, Santa Elena, desde su fundación hasta la actualidad, con el fin de identificar las principales deficiencias y proponer mejoras que permitan optimizar la movilidad y la seguridad vial de los habitantes.

1.3.1 Delimitación espacial

La presente investigación se centrará en el diseño vial del barrio Únete K3, ubicado en Santa Elena, Ecuador, y su conexión con la red vial del cantón.

1.3.2 Delimitación temporal

Se estima 4 meses de delimitación temporal.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Proponer un diseño vial adecuado para mejorar la infraestructura de la comunidad "Barrio Únete K3", optimizando la conectividad y contribuyendo al desarrollo socioeconómico de la zona.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento topográfico del tramo vial a intervenir.
- Desarrollar el estudio de tráfico para determinar las características del flujo vehicular en la zona.
- Proponer un diseño vial para el ingreso y salida de la comunidad barrio únete k3 ubicado en la provincia de santa elena, en los límites del cantón santa elena, de acuerdo con la normativa vigente MTOP.

1.5 Justificación

El desarrollo de infraestructura vial es crucial. Un pilar para mejorar la calidad de vida, especialmente en comunidades alejadas o de difícil acceso. Sin una vía adecuada, muchas cosas se vuelven más complicadas, la salud, la educación, el comercio.

En esta comunidad, ubicada a las afueras del cantón Santa Elena, el diseño de una vía no es solo una obra más. Es una oportunidad. Una manera de solucionar problemas graves. Aislamiento geográfico, falta de conectividad. Cosas que dificultan el día a día de la población.

Cuando no hay conectividad, todo se ve afectado. La gente no accede a servicios esenciales. No encuentra empleo. No puede moverse, ni integrarse con otras zonas del cantón o incluso de la provincia. Es algo que perpetúa desigualdades, que las alarga, que las hace más difíciles de romper.

Desde un enfoque técnico, el diseño de esta vía puede cambiar eso. No es solo una carretera. Es la posibilidad de conectar a la comunidad. De mejorar el transporte de bienes y servicios. Reducir costos, ahorrar tiempo. Abrir puertas al comercio, a las actividades productivas. Sectores clave para la región.

Pero no solo se trata de conectividad, también de sostenibilidad. Este diseño puede ser diferente. Puede respetar el entorno natural. Tener en cuenta el impacto ambiental. Ser una obra que no solo ayude a la gente, sino que también cuide el ecosistema. Además, debe ser adaptable al futuro, al crecimiento de la comunidad. Porque esto, al final, no es solo para hoy. Es para muchos años más.

1.6 Marco hipotético

¿Cómo afectará el nuevo diseño vial al tiempo de desplazamiento y la conectividad de la comunidad?

¿Qué materiales y técnicas de construcción podrían optimizar la durabilidad del pavimento en la vía para la conexión de la comunidad “Barrio Únete K3” con el km 3 de la vía a la costa provincia de Santa Elena y reducir los costos de mantenimiento a largo plazo?

¿Cómo influirá el diseño de la vía para la conexión de la comunidad “Barrio Únete K3” con el km 3 de la vía a la costa provincia de Santa Elena en el desarrollo económico de la zona?

2 CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

2.1 Diseño vial

El diseño vial en Ecuador, especialmente en zonas rurales como la provincia de Santa Elena, representa un desafío fundamental para promover la conectividad, el desarrollo socioeconómico y la integración territorial. Esta disciplina combina principios de ingeniería civil, análisis geotécnico, planificación de tráfico y gestión ambiental para garantizar la construcción de infraestructuras seguras, sostenibles y funcionales.

En áreas rurales, como el Barrio Únete K3, la infraestructura vial es crucial para reducir el aislamiento, mejorar el acceso a servicios básicos y fomentar el crecimiento económico mediante el transporte eficiente de bienes y personas. Este contexto subraya la importancia de aplicar conceptos básicos de diseño vial, como geometría horizontal y vertical, drenaje eficiente, seguridad estructural y durabilidad del pavimento.

La ingeniería vial estudia no solo la construcción de vías, sino también la planificación del tráfico y la optimización de materiales, considerando las características geológicas y climáticas de la región. En el caso específico del pavimento, se analizan aspectos como la resistencia estructural, las técnicas de refuerzo y el control de juntas para garantizar una mayor vida útil con costos de mantenimiento reducidos.

Este trabajo se enfoca en la aplicación de normativas nacionales, como la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12), para garantizar el cumplimiento de estándares técnicos y ambientales. Además, incorpora tecnologías modernas para optimizar el diseño y la gestión de los proyectos viales.

Asimismo, se promueve un enfoque que no solo aborde la infraestructura física, sino también la concienciación ciudadana y el desarrollo urbano sostenible. Como mencionó Clos (2014), en su iniciativa “Yo mejoro mi ciudad”, el objetivo es fomentar un desarrollo urbano sostenible y crear conciencia entre los ciudadanos para un mejor futuro urbano. Este principio orientador impulsa a pensar en la infraestructura vial como una herramienta clave para el crecimiento equitativo, la integración social y la protección ambiental. (Vaggione, 2014)

2.2 Seguridad vial

La seguridad vial es un componente esencial en el diseño de infraestructuras de transporte, especialmente en zonas rurales donde las condiciones del entorno presentan desafíos adicionales. Este concepto abarca la planificación y aplicación de medidas técnicas para reducir los riesgos de accidentes y garantizar el desplazamiento seguro de vehículos y peatones. En este contexto, es fundamental implementar soluciones adaptadas a las necesidades específicas de las comunidades rurales, como Santa Elena, Ecuador. (Rada, 2020)

La seguridad vial en zonas rurales, como Santa Elena, Ecuador, es un factor clave para prevenir accidentes y mejorar la movilidad. El diseño vial en esta región debe priorizar condiciones seguras para los usuarios, considerando las particularidades del entorno rural.

En el caso de Ecuador, el diseño vial se guía por la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12), que establece directrices para garantizar infraestructura segura y funcional. Esta normativa aborda aspectos como señalización, iluminación, geometría vial y condiciones de visibilidad, aspectos esenciales en zonas rurales donde la infraestructura puede ser limitada.

2.3 Infraestructura vial

La infraestructura vial se refiere al conjunto de elementos técnicos, servicios e instalaciones que conforman la vía pública y son esenciales para garantizar el tránsito seguro y cómodo de personas y objetos entre diferentes puntos. La vía pública, por su parte, abarca cualquier espacio accesible al tránsito e integrado al dominio público, como autopistas, avenidas, calles, callejones, pasajes, senderos, parques, plazas o paseos públicos. (Infraestructura vial: Factor de riesgo de la seguridad vial., 2023)

En este contexto, la vía puede considerarse el espacio donde ocurre el tránsito, y debe estar diseñada para ofrecer condiciones que permitan a conductores y peatones desplazarse con seguridad. Es importante destacar que las vías difieren según su ubicación (urbana, suburbana o rural) y, dentro de ellas, pueden presentarse distintas características como curvas, rectas o intersecciones. Esto subraya que la vía y su entorno, aunque estáticos en su diseño, son dinámicos en su interacción, lo que exige que los usuarios se adapten continuamente a las diferentes situaciones. Este entorno vial cambiante envía señales a las personas, quienes las interpretan y actúan en consecuencia. (Infraestructura vial: Factor de riesgo de la seguridad vial., 2023)

2.4 Definición y propósito

La infraestructura vial es la red de elementos físicos que facilitan la movilidad a las comunidades permitiendo así el transporte eficiente y seguro de personas y bienes para así promover el desarrollo económico y social particularmente en zonas rurales de la provincia de Santa Elena. Su propósito fundamental es establecer las conexiones para el transporte terrestre, impulsando la accesibilidad y conectividad en distintas zonas.

2.5 Categorías de la infraestructura vial

2.5.1 Diseño

- Autopistas: Vías de alta capacidad con características geométricas y estructurales específicas, con accesos controlados, intersecciones limitadas, y mínimo dos carriles por sentido. Están diseñadas para garantizar altas velocidades y seguridad.
- Autovías: Vías con calzadas separadas para cada sentido y limitación de accesos, pero no cumplen todos los requisitos de las autopistas.
- Vías rápidas: Vías de una sola calzada con dos carriles, y limitación total de acceso a propiedades colindantes.
- Carreteras: Vías que cumplen con los requisitos generales de diseño y estructura, pero no alcanzan las especificaciones de autopistas, autovías ni vías rápidas.
- Caminos vecinales: Vías que conectan áreas rurales internas, sin cumplir con las características de las carreteras, y diseñadas conforme a normas técnicas específicas.
- Urbanas: Vías dentro de la zona urbana de un cantón, cabecera parroquial rural, y áreas de expansión urbana según la planificación municipal. (Grces, 2018)

2.5.2 Funcionalidad

- Vías nacionales: Son todas las carreteras y caminos del territorio ecuatoriano. (Grces, 2018)

- Vías locales: Son caminos destinados a conectar centros poblados o zonas económicas con vías colectoras o secundarias. (Grces, 2018)
- Vías de servidumbre: Son caminos excepcionales que otorgan acceso a terrenos privados. (Grces, 2018)

2.5.3 Dominio

- Caminos públicos: Son vías de uso y dominio público, construidas para el tránsito común, incluyendo aquellas no públicas pero declaradas de uso público.
- Caminos privados: Son vías construidas en terrenos privados, cuyo dominio no cambia, aunque se permita el uso público. Deben cumplir con las normas técnicas del ministerio correspondiente. (Grces, 2018)

2.5.4 Uso

- Carreteras: Vías para vehículos motorizados, y también para aquellos de tracción humana, animal o mecánica.
- Ferrovía: Infraestructura de transporte sobre rieles.
- Ciclo vías: Carriles exclusivos para bicicletas.
- Senderos: Vías principalmente para peatones y animales, y adicionalmente para vehículos de tracción humana, animal o mecánica.
- Vías exclusivas: Vías destinadas únicamente al transporte público. (Grces, 2018)

2.5.5 Tipos de red vial

- Red vial nacional: Conjunto de carreteras y caminos en todo el territorio ecuatoriano.
- Red vial estatal: Vías troncales nacionales, incluyendo corredores arteriales (vías clave para la integración nacional) y vías colectoras (vías que conectan zonas locales con arteriales).
- Red vial regional: Vías que unen al menos dos capitales de provincia dentro de una región, gestionadas por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Regionales.
- Red vial provincial: Vías dentro de la provincia que conectan cabeceras cantonales, parroquiales rurales, y asentamientos humanos, excluyendo zonas urbanas y vías de la red estatal o regional.
- Red vial cantonal urbana: Vías urbanas del cantón y zonas de expansión urbana, gestionadas por los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales o metropolitanos. (Grces, 2018)

2.6 Diseño geométrico de una vía

El diseño geométrico de una carretera supone la parte más importante de su concepción y proyecto, ya que permite establecer su disposición espacial más adecuada sobre el territorio, para que se adapte a sus características y condicionantes; pero a su vez pueda facilitar una accesibilidad y movilidad de las personas y las mercancías que sea segura, cómoda, sostenible y en unos tiempos que estén proporcionados a la magnitud de la demanda de movilidad, es decir, que sea funcional

y eficaz a un coste razonable. (García García, Pérez Zuriaga, & Camacho Torregrosa, 2012, pág. 1)

El diseño geométrico se lleva a cabo mediante un proceso de diseño iterativo, donde se va construyendo la geometría de la carretera a través de un modelo espacial que continuamente se evalúa, según todos los condicionantes y objetivos del diseño, para proceder a introducir modificaciones continuas en el mismo, buscando la optimización de la realidad física y funcional final. (García García, Pérez Zuriaga, & Camacho Torregrosa, 2012, pág. 1)

2.6.1 Objetivos del diseño geométrico

Con el diseño geométrico hay que intentar lograr todos los objetivos del mismo, que son: la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración ambiental, la armonía o estética, la economía y la elasticidad de la solución final. Pero no todos ellos están en correspondencia, sino que algunos de ellos son contrapuestos. Por tanto, en la evaluación del diseño geométrico habrá que llevar a cabo un balance conjunto entre los diferentes objetivos que tengan un efecto contrario. Por ejemplo, una solución del diseño geométrico que suponga menores pendientes longitudinales supondrá una mejor funcionalidad, al facilitar la evolución de los vehículos, con un menor coste de funcionamiento de los mismos, pero lo más normal, ante orografías que no sean llanas, será que haya un mayor coste de ejecución al haber mayores movimientos de tierras y una menor integración ambiental al aparecer mayores taludes y ocupaciones de terrenos. (García García, Pérez Zuriaga, & Camacho Torregrosa, 2012, pág. 3)

2.6.2 Principios generales que influyen en las características geométricas según la nevi-12

- **Clasificación funcional de las carreteras:** La NEVI-12 clasifica las carreteras según su función (red primaria, secundaria, terciaria, etc.) y el volumen de tráfico (TPDA - Tránsito Promedio Diario Anual). Esta clasificación influye directamente en las características geométricas, ya que las carreteras con mayor volumen de tráfico y mayor jerarquía determinarán mejores parámetros de diseño.(NEVI-12. MTOP, 2013)
- **Velocidad de diseño:** La velocidad de diseño se elige considerando la función de la vía, la topografía del terreno y las características de los vehículos.(NEVI-12. MTOP, 2013)
- **Seguridad vial:** La NEVI-12 busca garantizar la seguridad vial mediante el cumplimiento de parámetros de diseño que aseguren una buena visibilidad, distancias de frenado adecuadas y transiciones suaves entre las diferentes secciones de la vía.(NEVI-12. MTOP, 2013)

2.6.3 Factores o condicionantes del diseño geométrico

“Los elementos que influyen en el diseño son diversos, aunque pueden clasificarse en dos grupos: externos o previos, relacionados con el territorio por donde se proyecta la carretera, e internos o propios, que están vinculados a la vía y su diseño”. (García García, Pérez Zuriaga, & Camacho Torregrosa, 2012, pág. 5)

2.6.4 Factores externos

Los factores externos incluyen, entre otros aspectos, la topografía del terreno, su composición geológica y geotécnica, el volumen y las características del tráfico actual y las proyecciones futuras, los valores ambientales del área, las condiciones climáticas e hidrológicas, las intervenciones urbanísticas existentes y planeadas, los aspectos socioeconómicos de la zona y la distribución parcelaria de las propiedades. Esta información es fundamental y debe recopilarse antes de comenzar con el diseño geométrico, ya que es esencial para analizarla y determinar los factores que podrían influir y limitar el diseño. (García García, Pérez Zuriaga, & Camacho Torregrosa, 2012, pág. 5)

2.6.5 Factores internos

Los factores internos del diseño contemplan las velocidades a tener en cuenta para el mismo, los efectos operacionales de la geometría especialmente vinculados con la seguridad exigible y los relacionados con la estética y armonía de la solución. Los efectos operacionales de la geometría de la carretera vinculados con la seguridad afectan a la visibilidad necesaria para poder efectuar las maniobras que se desarrollan habitualmente en el manejo de los vehículos, a la necesaria estabilidad de los vehículos en su circulación a lo largo de las curvas y a la consistencia u homogeneidad de los diseños para garantizar al conductor unas evoluciones graduales y sencillas, que no conlleven sorpresas repentinas con respecto a lo esperado o deseado por el mismo. (García García, Pérez Zuriaga, & Camacho Torregrosa, 2012, pág. 5)

2.6.6 Velocidad de diseño

En el diseño geométrico de carreteras, la velocidad que los vehículos pueden alcanzar es un parámetro crucial. Tradicionalmente, se ha utilizado la "velocidad de proyecto" o de diseño,

adoptada en 1936 en EE. UU., que se basaba en la suposición de que todos los vehículos mantendrían una velocidad constante a lo largo de la vía. Esta velocidad se determina según el tipo de carretera y las características del terreno y entorno, y establece las bases para ciertos parámetros, como el radio mínimo de las curvas y las distancias de visibilidad. (García, 2006)

Es la velocidad máxima que los vehículos pueden alcanzar de manera segura en una vía cuando las condiciones climáticas y de tráfico son óptimas. Esta velocidad se determina considerando factores como las características físicas y topográficas del terreno, la relevancia de la carretera, el volumen de tráfico y el uso del suelo. Se busca que su valor sea el mayor posible sin comprometer la seguridad, eficiencia, fluidez y movilidad vehicular. Con base en esta velocidad, se diseñan los elementos geométricos de la vía, tanto en su alineación horizontal como vertical.(MTOPECUADOR, 2003, pág. 27)

“La velocidad constituye un factor clave en cualquier medio de transporte, ya que determina el tiempo necesario para trasladar personas o bienes de un lugar a otro. La elección de la velocidad por parte del conductor está influenciada, principalmente, por sus propias habilidades y las características del vehículo”(NEVI-12. MTOPE, 2013, pág. 55).

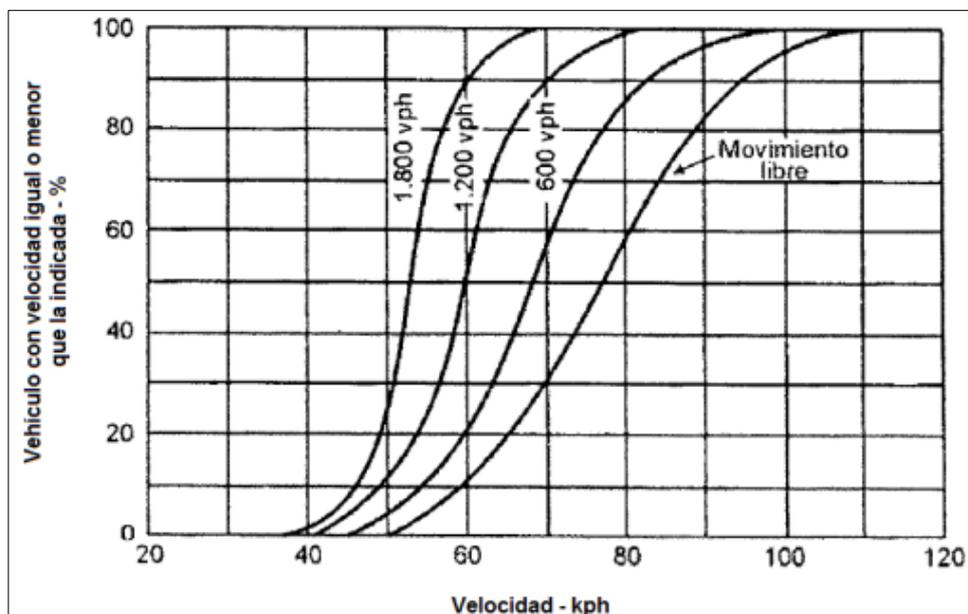
Además, también depende de las siguientes condiciones:

- Las características de la carretera y de la zona aledaña
- Las condiciones del tiempo
- La presencia de otros vehículos en la vía
- Las limitaciones legales de control

En la Figura tomada del Libro azul de la AASHTO (1965), se muestra una serie de curvas de distribución de velocidades; en ella se ven los intervalos de velocidades que se deben considerar en la determinación de la velocidad de diseño para un tramo de vía en proyecto. Estas curvas corresponden a las velocidades observadas en carreteras de dos carriles, en recta, con diversos volúmenes de tránsito. La curva \geq de la derecha muestra la distribución de velocidades cuando el conductor tiene completa libertad para escoger la velocidad de su vehículo; la velocidad promedio es de 78 kph; además, solamente el 80% de los conductores viaja a menos de 86 kph. Todos viajan a menos de 110 kph y ninguno a menos de 50 kph. Las demás curvas muestran que el aumento en el volumen de tránsito en la vía causa disminución en la velocidad.

Figura 3

Distribución de velocidades observadas



Nota. Tomado del libro azul de la ASSHTO (1965)

2.6.7 Velocidad de operación promedio

“Una manera de obtener la velocidad de operación promedio de una carretera consiste en medir la velocidad promedio en un punto, o sea el promedio de las velocidades de todos los vehículos que pasan por ese punto”.(NEVI-12. MTOP, 2013, pág. 57)

Observando las velocidades de los vehículos que tiene movimiento libre, en las curvas horizontales, se nota que su promedio es un poco menor que la velocidad de diseño, pero más cercano a ésta cuanto menor es la velocidad de diseño de la vía. Como la curvatura horizontal es el factor que más se relaciona con esta velocidad, se ha establecido en la Figura 5, que relaciona la velocidad de diseño con la operación en tramos rectos o de curvatura pequeña para carreteras de 2 carriles(NEVI-12. MTOP, 2013, pág. 57)

Figura 4

Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras de 2 carriles.

VELOCIDAD DE DISEÑO – Km/h	VELOCIDAD DE OPERACIÓN PROMEDIO – Km/h VOLUMEN DE TRÁNSITO		
	<i>BAJO</i>	<i>MEDIO</i>	<i>ALTO</i>
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

Nota. Tomado de (NEVI-12. MTOP, 2013, pág. 57)

Figura 5

Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales

NORMAS	CLASE I 3 000 - 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 - 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 - 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾											
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA								
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M			
	VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN																																			
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽²⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽²⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽²⁾
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽³⁾	110	75	42			
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25	70	55	40			
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110	290	210	150			
Peralte	MAXIMO = 10%															10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																				
Coefficiente "K" para: ⁽⁴⁾																																				
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2	12	7	4			
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3	13	10	6			
Gradiente longitudinal ⁽⁵⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14	5	6	8			
Gradiente longitudinal ⁽⁵⁾ mínima (%)	0,5%																																			
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 ⁽⁶⁾											
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B., Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado											
Ancho de espaldones ⁽⁷⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---											
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0											
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁸⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---											
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																			
Puentes	Carga de diseño	HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																																		
	Ancho de la calzada (m)	SEGUN LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																																		
	Ancho de Aceras (m) ⁽⁹⁾	0,50 m mínimo a cada lado																																		
	Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																		
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																				

Nota. Tomado de la normativa (NEVI-12-MTOP , 2013)

2.6.8 Visibilidad de diseño

Los conductores necesitan una visibilidad adecuada para realizar maniobras de forma segura y cómoda, especialmente cuando se trata de detenerse ante un posible obstáculo, adelantar a vehículos más lentos, cruzar o incorporarse a otra carretera, anticiparse a situaciones complejas o imprevistas, y esquivar un vehículo en sentido contrario en carreteras estrechas. (García García, Pérez Zuriaga, & Camacho Torregrosa, 2012, pág. 8)

El diseño geométrico de la carretera debe garantizar que las distancias de visibilidad disponibles sean siempre mayores que las necesarias para llevar a cabo estas maniobras. La

visibilidad en cada punto depende de la configuración de la vía y de su inserción en el terreno, pudiendo verse afectada por obstáculos como taludes, muros o vegetación a los lados de la carretera. (García García, Pérez Zuriaga, & Camacho Torregrosa, 2012, pág. 8)

En el caso de la maniobra de parada, que es una emergencia, se debe asegurar una distancia de visibilidad suficiente en todo el tramo, determinada por las velocidades de operación o específicas de cada elemento del trazado, y no por la velocidad de proyecto, como suele indicarse en muchas guías de diseño. Esto es importante porque la parada puede verse influenciada por obstáculos imprevistos, y no siempre por la velocidad máxima de diseño. (García García, Pérez Zuriaga, & Camacho Torregrosa, 2012, pág. 8)

Por otro lado, las maniobras de adelantamiento y cruce o incorporación son decisiones del conductor, que debe elegir el momento adecuado para realizarlas con seguridad. Sin embargo, el diseño de la carretera debe garantizar que los tramos destinados a estas maniobras y las intersecciones se ubiquen en zonas donde se pueda asegurar la visibilidad necesaria para realizarlas de forma segura. (García García, Pérez Zuriaga, & Camacho Torregrosa, 2012, pág. 8)

2.6.9 Consistencia del diseño geométrico

Un diseño geométrico consistente busca minimizar las sorpresas del conductor, creando un trazado homogéneo que requiera un nivel de atención constante pero predecible. Esta coherencia se logra al adaptar las características geométricas y los equipamientos a cada tipo de vía, considerando las expectativas del conductor basadas en su experiencia y en la percepción del itinerario. La evaluación de la consistencia, a través del análisis de las velocidades de operación, permite identificar zonas de riesgo y orientar las mejoras hacia una mayor seguridad vial. (García García, Pérez Zuriaga, & Camacho Torregrosa, 2012, pág. 9)

2.6.10 Percepción armoniosa del diseño

La estética vial también influye en la seguridad. Un diseño armonioso que el conductor perciba de manera clara y cómoda contribuye a una conducción segura. Es fundamental que las transiciones entre los elementos geométricos sean perceptibles de forma natural para evitar confusiones y riesgos. En ocasiones, esto implica ajustar las dimensiones de curvas para garantizar una experiencia visual adecuada. (García García, Pérez Zuriaga, & Camacho Torregrosa, 2012, pág. 10)

2.6.11 Alineamiento horizontal

- **Radios de curvatura:** Se determina en función de la velocidad de diseño y el peralte, buscando evitar fuerzas centrífugas excesivas.(MTOPI, 2013, pág. 131)
- **Peralte:** Se calcula para contrarrestar la fuerza centrífuga en las curvas, y su valor máximo está limitado por consideraciones de seguridad y comodidad.(MTOPI, 2013)
- **Longitud de curvas de transición (clotoides o espirales):** Se utilizan para conectar las tangentes con las curvas circulares, garantizando una transición suave y evitando cambios bruscos en la aceleración lateral.(MTOPI, 2013)

2.6.12 Alineamiento vertical

- **Pendientes máximos:** Se establecen en función de la clasificación de la carretera y la topografía del terreno, buscando que los vehículos puedan circular con seguridad y eficiencia.(MTOPI, 2013)

- **Longitud de curvas verticales (convexas y cóncavas):** Se determina en función de la diferencia de pendientes y la velocidad de diseño, garantizando una adecuada visibilidad y comodidad.(MTO, 2013)

2.6.13 Sección transversal

- **Ancho de calzada y número de carriles:** Se definen en función del volumen de tráfico y la clasificación de la carretera.
- **Ancho de arcenes:** Se determina para proporcionar espacio de seguridad y para el estacionamiento de emergencia.
- **Bombeo:** Se utiliza para facilitar el drenaje del agua superficial.

2.7 Clasificación de carreteras según su desempeño

- **Camino Básico**

Figura 6

Camino básico



Nota. (NEVI-12. MTO, 2013, p. 65)

- Carretera Convencional Básica

Figura 7

Carretera convencional básica

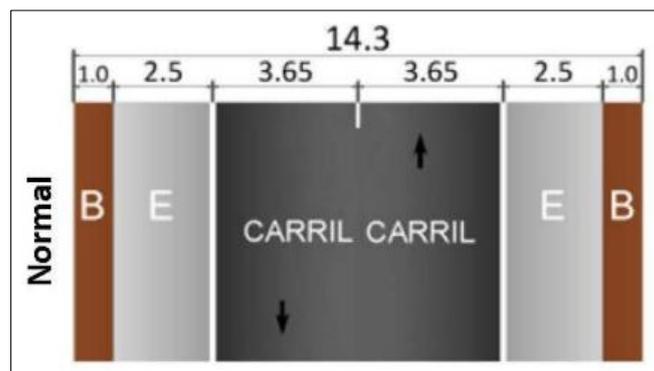


Nota. (NEVI-12. MTOP, 2013, p. 65)

- Carretera de Mediana Capacidad (Normal)

Figura 8

Carretera de mediana capacidad (Normal)

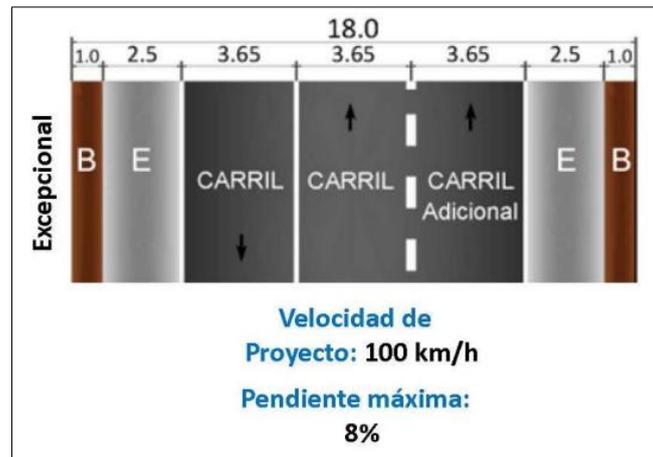


Nota. (NEVI-12. MTOP, 2013, p. 66)

- Carretera de Mediana Capacidad (Excepcional)

Figura 9

Carretera de mediana capacidad (Excepcional)

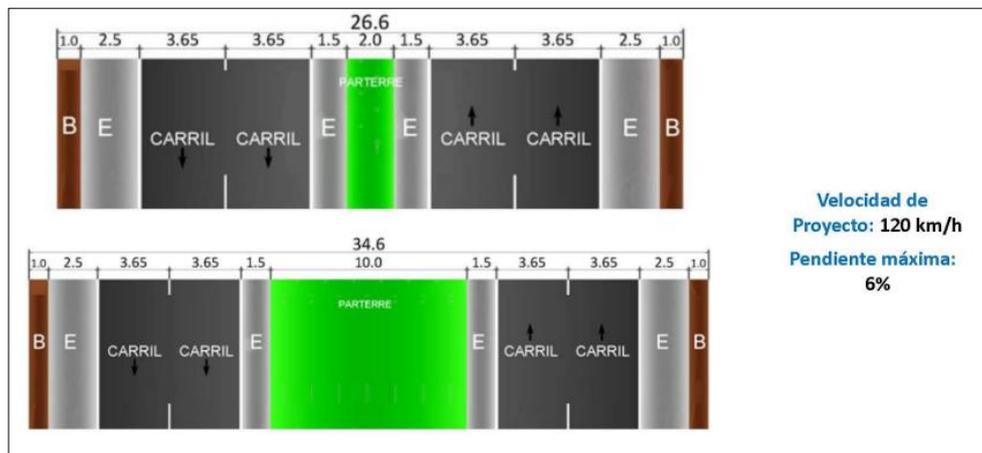


Nota. (NEVI-12. MTOP, 2013, p. 65)

- Vías de Alta Capacidad Interurbana

Figura 10

Vías de alta capacidad interurbana



Nota. (NEVI-12. MTOP, 2013, p. 67)

Según la (NEVI-12. MTOP, 2013, p. 67) las vías de alta capacidad deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Control total de acceso, no se podrá acceder a la autopista desde las propiedades colindantes.
- Sin cruces a nivel con ninguna otra vía de comunicación, ni servidumbre de paso.
- Calzadas separadas para cada sentido de la circulación, salvo en puntos singulares o con carácter temporal. La separación será preferentemente mediante una franja de terreno no destinada a la circulación y excepcionalmente con otros medios físicos.

2.8 Topografía

La topografía es la base fundamental para cualquier diseño vial. El proceso implica una serie de pasos interconectados, desde la recopilación de datos inicial hasta la presentación del diseño final.

Primero, comienza con una recopilación exhaustiva de información básica, incluidos mapas, imágenes de satélite e investigaciones de campo previas. Luego se realizará un reconocimiento de campo para tener una visión general de la zona y sus posibles condiciones.

En la realización de los estudios para el diseño geométrico de un camino es de suma importancia la topografía del terreno, siendo este un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en su diseño.(MTOP-ECUADOR, 2003, p. 4)

“Al establecer las características geométricas de un camino se lo hace en función de las características topográficas del terreno: llano, ondulado y montañoso, este que su la vez puede ser suave o escarpado”.(MTOPECUADOR, 2003, pág. 4)

- Un terreno es de topografía llana cuando en el trazado del camino no gobiernan las pendientes. (MTOPECUADOR, 2003, pág. 4)
- Es de topografía ondulada cuando la pendiente del terreno se identifica, sin excederse, con las pendientes longitudinales que se pueden dar al trazado.(MTOPECUADOR, 2003, pág. 4)
- Un terreno es de topografía montañosa cuando las pendientes del proyecto gobiernan el trazado.(MTOPECUADOR, 2003, pág. 4)
- Es de carácter suave cuando la pendiente transversal del terreno es menor o igual al 50%.(MTOPECUADOR, 2003, pág. 4)
- Es de carácter escarpada cuando dicha pendiente es mayor al referido valor.(MTOPECUADOR, 2003, pág. 4)

En función de estas consideraciones se ha establecido que en los estudios viales se ponga especial énfasis en el establecimiento del parámetro básico del diseño vial, que es la velocidad, la cual va íntimamente ligada con la topografía del terreno.(MTOPECUADOR, 2003, pág. 4)

De tal manera que en el diseño geométrico vial se asigna a la velocidad un valor alto para vías en terreno llano, un valor medio para vías en terreno ondulado y un valor bajo para vías en terreno montañoso.(MTOPECUADOR, 2003, pág. 4)

2.8.1 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es una técnica que se utiliza para obtener información detallada y precisa sobre la forma y ubicación de un terreno en particular. Este proceso implica medir y registrar datos sobre el terreno, incluidas las posiciones horizontales y verticales de puntos de interés, elevación y pendiente, y otros detalles. La topografía es necesaria en muchos campos, incluida la construcción, la planificación de carreteras y puentes, la minería, la agricultura y la investigación ambiental. (*¿Qué Es Un Levantamiento Topográfico y Cuáles Son Sus Etapas?*, n.d.)

Se realizan levantamientos topográficos detallados utilizando equipos especializados como estaciones totales, GPS y niveles de agua. Este paso implica medir distancias, ángulos y pendientes para obtener un modelo de terreno preciso. Los datos resultantes se procesan y ajustan para crear un modelo digital del terreno (DTM) como base para el diseño.

2.9 Trafico

El diseño de una carretera o de uno de sus tramos debe fundamentarse, entre otros aspectos, en la información relacionada con el tráfico. Esto permite evaluar y contrastar dicho tráfico con la capacidad de la vía, es decir, con el número máximo de vehículos que esta puede soportar. Por lo tanto, el tráfico influye de manera directa en las especificaciones del diseño geométrico. (MTOPECUADOR, 2003, p. 11)

“La recopilación de datos sobre el tráfico debe incluir la identificación de los volúmenes y tipos de vehículos que circulan actualmente, así como la proyección de las condiciones futuras del tráfico mediante estudios y pronósticos especializados.” (MTOPECUADOR, 2003, p. 11)

En los proyectos de infraestructura vial, la mejora de carreteras existentes, como la rectificación de trazados, el ensanchamiento o la pavimentación, así como la construcción de vías

alternas entre localidades ya conectadas, permite una estimación relativamente sencilla del tráfico actual y una proyección más precisa de la demanda futura. Sin embargo, en áreas menos desarrolladas o aún no explotadas, la predicción del tráfico se torna más compleja e incierta. Este desafío es recurrente en nuestro país, donde existen vastas regiones de territorio que permanecen total o parcialmente sin desarrollar.(MTOPECUADOR, 2003)

2.10 Conteo vehicular

El tráfico promedio diario anual (TPDA) es la unidad de medida que se utiliza para determinar el tráfico en una carretera. El TPDA se calcula a partir de las observaciones del tráfico y de los factores de variación. (NEVI-12-MTOP , 2013)

Para diseñar una carretera, se toman en cuenta diversos factores, entre ellos el volumen de tráfico actual y el que se prevé en el futuro. Otros factores que se consideran son: La topografía del terreno, La geología, El medio ambiente, Factores sociales y de urbanismo. (NEVI-12-MTOP , 2013)

Figura 11

Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA_d) al año de horizonte	
		Limite Inferior	Limite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovia o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Nota. Tomado de (NEVI-12. MTOPECUADOR, 2013, pág. 64)

2.11 Estudios de suelo

El estudio de suelo o estudio geotécnico, es una investigación que se debe realizar previo a todo proyecto de construcción civil. Este trabajo abarca un conjunto de actividades de campo y laboratorio que nos permiten saber las propiedades del terreno donde se ejecutará la infraestructura.(P y H Construyendo soluciones, 2021)

Por medio del estudio de suelos se logra determinar cuál es el tipo de cimentación apropiada para la obra que se va construir y también cuáles son los asentamientos ideales para soportar la estructura.(P y H Construyendo soluciones, 2021)

2.12 Diseño de pavimento

El diseño de pavimentos consiste en la determinación de los espesores de cada capa que constituye la sección estructural del pavimento, la cual permitirá soportar las cargas durante un periodo de tiempo determinado.

A continuación, se detalla los aspectos claves del diseño de pavimentos:

2.12.1 Evaluación del tráfico

La evaluación del tráfico es un proceso fundamental en la planificación, diseño, operación y gestión de sistemas de transporte. Consiste en la recopilación, análisis e interpretación de datos relacionados con el movimiento de vehículos, personas y mercancías en un área o vía determinada. El objetivo principal es comprender las características del tráfico actual y predecir su comportamiento futuro, con el fin de tomar decisiones informadas sobre la infraestructura y las estrategias de gestión del tráfico.

2.12.2 Características del suelo

Es crucial para el diseño vial, ya que influyen directamente en la estabilidad, durabilidad y comportamiento del pavimento. Un conocimiento profundo de estas características permite seleccionar los materiales adecuados, determinar el espesor de las capas del pavimento y predecir su desempeño a largo plazo.

2.12.3 Materiales

Los materiales para el diseño vial es un proceso crucial que impacta directamente en la durabilidad, el rendimiento, la seguridad y el costo de la infraestructura vial. Se deben considerar diversos factores para elegir los materiales adecuados para cada capa del pavimento y otras estructuras viales. Los materiales más comunes son el pavimento rígido y el pavimento flexible.

2.12.4 Diseño estructural

El diseño estructural en el diseño vial se enfoca en dimensionar y seleccionar los materiales para las capas del pavimento, asegurando su resistencia y durabilidad ante el tráfico y el clima. Se diferencia del diseño geométrico, que se centra en la alineación de la vía. El objetivo principal es crear un pavimento que soporte cargas, resista el clima, ofrezca una buena superficie de rodadura y sea económica. Existen dos tipos principales de pavimentos: flexibles (con capas granulares y asfálticas) y rígidos (con una losa de concreto). El diseño estructural considera las características del suelo de fundación (como CBR o Módulo Resiliente, plasticidad y humedad), el tráfico (volumen y composición, incluyendo ejes equivalentes o ESALs), los materiales (propiedades, durabilidad y costo) y el espesor de las capas.

2.12.5 Normativas

El diseño vial se rige principalmente por la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12), que es el documento normativo técnico aplicable al desarrollo de la infraestructura vial y del transporte en el país. La NEVI-12 busca garantizar la seguridad de los usuarios y el desarrollo nacional, estableciendo políticas, criterios, procedimientos y metodologías para proyectos viales.

2.13 Pavimento flexible

Se entenderá por pavimento flexible aquel que está compuesto por una capa o carpeta asfáltica es decir el pavimento flexible utiliza una mezcla de agregado grueso o fino (piedra machacada, grava y arena) con material bituminoso obtenido del asfalto o petróleo, y de los productos de la hulla. Esta mezcla es compacta, pero lo bastante plástica para absorber grandes golpes y soportar un elevado volumen de tránsito pesado. (Vise, s.f.)

2.13.1 Componentes del pavimento flexible

Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica y además de la base, sub-base y terracería. La Capa superficial o capa superior que es la que se encuentran en contacto con el tráfico rodado y que normalmente ha sido elaborada con varias capas asfálticas. (Vise, s.f.)

La capa base es la capa que está debajo de la capa superficial y está, normalmente, construida a base de agregados y puede estar estabilizada o sin estabilizar. La capa sub-base es la capa o capas que se encuentra inmediatamente debajo de la capa base. En muchas ocasiones se prescinde de esa capa sub-base. (Vise, s.f.)

Las bases y subbases son capas de material pétreo adecuadamente seleccionadas para traspasar las cargas de la carpeta de rodadura a la subrasante (infraestructura). Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, la ubicación de estos materiales dentro de la estructura de un pavimento (superestructura), está dada por las propiedades mecánicas de cada una de ellas. (Vise, s.f.)

2.13.2 Características del pavimento flexible

Las mezclas asfálticas de granulometría abierta proporcionan una drenabilidad mayor al permitir el desalojo del agua transversalmente sobre la macro textura superficial que presentan, reduciendo el hidro planeo y la proyección de agua. (Vise, s.f.)

La sensación de confort que experimentan los pasajeros a bordo del vehículo es mayor sobre pavimentos asfálticos que sobre rígidos, debido a la naturaleza misma del pavimento asfáltico, su flexibilidad y a que las mezclas asfálticas se disponen en varias capas y no solo en una, como en el concreto (Vise, s.f.)

2.14 Software de diseño vial

AutoCAD Civil 3D es un software o programa, el cual permite llevar a cabo procesos de diseño y de documentación, en cuanto diferentes proyectos de ingeniería civil, los cuales pueden resistir flujos de trabajo en términos de BIM, es decir Building Information Modeling por sus siglas en inglés o Modelado de información de construcción.

En este sentido, es un software que ofrece la posibilidad de hacer que los procesos tengan mayor coherencia, a generar respuestas más rápidas ante cualquier cambio y a ver el rendimiento de cada proyecto de mejor manera. (Autodesk, 2024)

Civil 3D es un software de diseño de ingeniería civil que admite BIM con funciones integradas para mejorar el diseño y la extracción de planos.

Este software BIM permite a los profesionales del sector AECO (promotoras, estudios de arquitectura, constructoras) disfrutar de flujos de trabajo más eficientes para la definición de áreas geográficas -cartografía digital-, el diseño de obras lineales y de drenaje, y la producción y documentación de planos 2D. (Eseverri, 2024)

3 CAPITULO III - METODOLOGÍA

3.1 Ubicación del proyecto

La vía en estudio está ubicada en los límites del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, Ecuador. Este tramo conecta el sector “barrio únete k3” con el kilómetro 3 de la vía a la Costa (Gobierno Autónomo Descentralizado de Santa Elena, 2023). En la tabla 1 se visualiza las coordenadas UTM de la vía.

Tabla 1

Coordenadas UTM de la vía existente

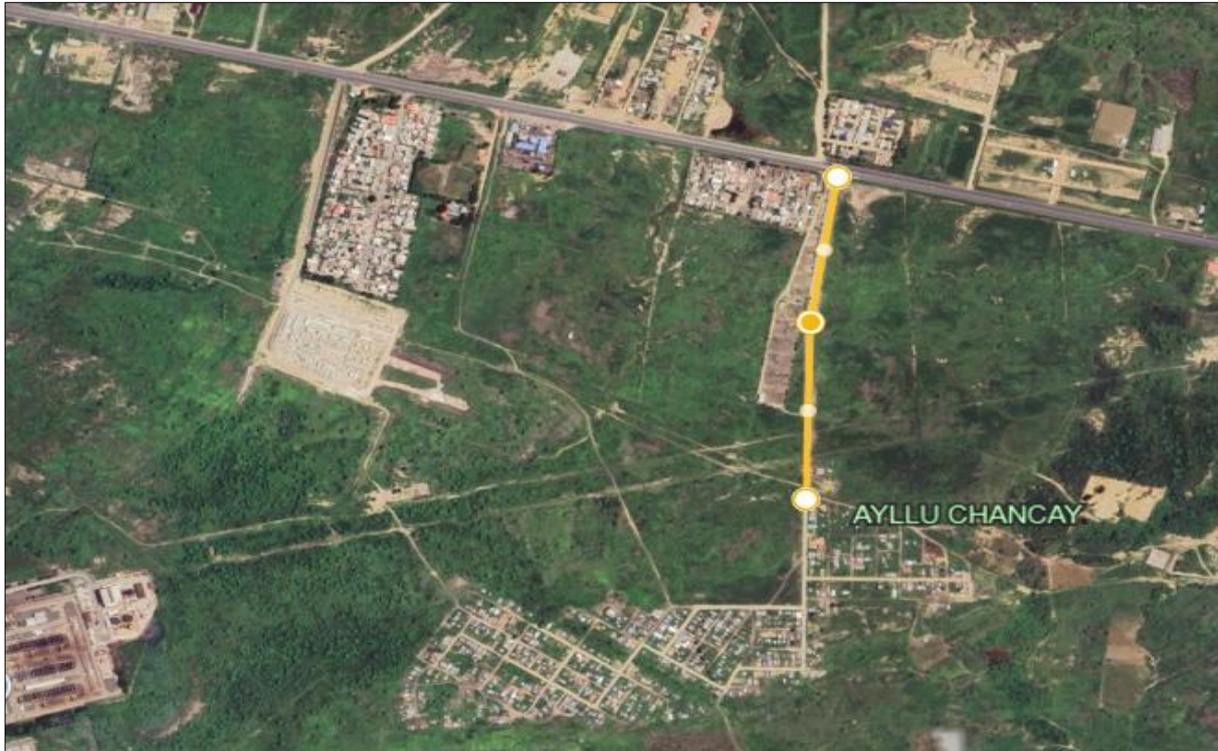
	ESTE	NORTE
INICIO	518.501 m	9.753.331 m
FIN	518.532 m	9.752.625 m

Tabla Creada por los Autores.

Longitud de la vía de estudio de 680m.

Figura 12

Ubicación satelital de la vía



Nota: Google Earth, 2024

3.1.1 Levantamiento topográfico

Para nuestro proyecto técnico de titulación se realizó un levantamiento topográfico preciso desde el Km 3 de Vía a la Costa hasta el ingreso del Barrio Únete K3, utilizando una estación total para obtener mediciones específicas y detalladas del terreno, tomando puntos cada 25 metros. El levantamiento se llevó a cabo el día 9 de enero de 2025 y tuvo una duración aproximada de 4 horas. Además, se empleó un sistema de posicionamiento global (GPS) para georreferenciar nuestro proyecto y recopilar información esencial sobre la topografía, elevación del terreno y sus respectivas características.

Este levantamiento topográfico nos proporciona datos precisos y actualizados sobre el terreno existente. Esta información es fundamental para realizar el análisis de las condiciones y características del entorno, permitiéndonos desarrollar un diseño vial adecuado basado en los datos recopilados.

Figura 13

Estación total en la vía de estudio



Nota. Figura tomada por los autores

Figura 14

Toma de puntos para el levantamiento topográfico de la vía



Nota. Tomada por los autores

Figura 15

Toma de puntos para el levantamiento topográfico de la vía



Nota. Tomada por los autores

3.1.2 Estudio del suelo

Para los ensayos realizados se logró conseguir los siguientes datos:

Tabla 2*Resultados de laboratorio de suelos de las calicatas 1 y 2*

TABLA DE RESULTADOS					
NORMA	ENSAYO	NOMENCLATURA	VALOR		FECHA
			CALICATA 1	CALICATA 2	
ASTM D 2216-71	CONTENIDO DE HUMEDAD	W	6.67%	5.41%	9/01/2025
AASHTO T-89-68	LIMITE LIQUIDO	L.L.	-	-	10/01/2025
ASTM DM 23-66					
AASHTO T-89-68	LIMITE PLASTICO	L.P.	-	-	10/01/2025
ASTM D424-59	INDICE DE PLASTICIDAD	I.P.	-	-	10/01/2025
AASHTO T-88-70	GRANULOMETRIA	4	A3	A3	10/01/2025
ASTM D698-00	CLASIFICACION DEL SUELO	SUCS	SM	SM	10/01/2025
ASTM D-1557	PROCTOR MODIFICADO	PM	12.13%	11.55%	12/01/2025
ASTM 1883	CBR	CBR	17.02%	17.05%	13/01/2025

Elaborado por autores

Así se pudo determinar que el tipo de suelo identificado es una arena limosa (SM), la cual no cuenta con plasticidad, así como tampoco limite líquido, tiene una humedad promedio de 5.54%, también se pudo obtener su humedad óptima promedio de 3.51% y un porcentaje de CBR del 17.03%.

3.1.3 Propiedades geotécnicas de los suelos

Las propiedades geotécnicas del suelo son características físicas y mecánicas que determinan su comportamiento y capacidad para soportar estructuras y cargas. Estas propiedades son fundamentales en el diseño vial, ya que afectan la estabilidad, la capacidad de soporte y el drenaje de las vías.

3.1.4 Calicatas

Las calicatas son pozos excavados antes de iniciar una construcción que se realizan con el objetivo de garantizar que las condiciones del suelo son adecuadas para el proyecto. (EIGO CONSTRUCCIONES, s.f.)

El equipo de excavación tomará muestras del suelo a diferentes niveles de profundidad y, posteriormente, evaluará diversos aspectos como la ubicación del nivel freático o el nivel de contaminación del terreno. (EIGO CONSTRUCCIONES, s.f.)

Realizar una calicata es una manera efectiva de evitar problemas futuros y ahorrar costes debido a defectos inesperados causados por el estado del suelo. Por eso, constituye una parte importante de la investigación del terreno antes de comenzar la construcción. (EIGO CONSTRUCCIONES, s.f.)

Figura 16

Calicata 1 y 2



Nota. Figura tomada Eigo Construcciones

3.1.5 Granulometría

Determina la distribución de tamaños de partículas en el suelo (arena, limo, arcilla). Se clasifica mediante tamices (fracciones gruesas) y el método de hidrómetro (fracciones finas). Según (Karl, Ralph, & Peck, 1996), las partículas se clasifican como:

Arcillas: < 0.002 mm

Limos: $0.002 - 0.075$ mm

Arenas: $0.075 - 4.75$ mm

3.1.6 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico es un procedimiento fundamental en el diseño y construcción de infraestructuras viales, en el campo de la ingeniería civil y geotecnia para la determinación de las propiedades mecánicas del suelo y evaluación del comportamiento en diferentes condiciones ambientales y de carga.

Tabla 3

Tamaños nominales de aberturas para el ensayo granulométrico

TAMAÑOS NOMINALES DE ABERTURA	
(mm)	ASTM
75	(3")
63	(2½")
50	(2")
37,5	(1½")
25	(1")
19	(¾")
9,5	(⅜")
4,75	(N°4)
2	(N° 10)
0,425	(N° 40)
0,075	(N° 200)

Elaborado por autores

En el análisis granulométrico, se evaluará la distribución de los diferentes tamaños de partículas de una muestra mediante el tamizado de acuerdo a las normas ASTM Y AASHTO, estas partículas se clasifican en diferentes fracciones de tamaño:

3.1.7 Procedimiento del análisis granulométrico

El proceso del análisis granulométrico incluye los siguientes pasos:

- **Recolección de Muestras:** Extracción de muestras representativas del suelo en el área de estudio.
- **Secado de la Muestra:** Eliminación de humedad para obtener resultados precisos.

- Tamizado: Uso de una serie de tamices estandarizados para separar las partículas según su tamaño.
- Interpretación de Resultados: Construcción de curvas granulométricas que permiten evaluar la distribución del tamaño de partículas y su adecuación a los estándares requeridos.

El análisis granulométrico es un ensayo fundamental en numerosas aplicaciones en este caso para el diseño vial y carreteras ya que ayuda a conocer las propiedades del suelo donde estará establecida nuestra vía.

Esta práctica es necesaria y fundamental antes de realizar una construcción sobre el suelo escogido para tal fin. También el suelo analizado puede ser usado en mezclas de asfalto o concreto. (Cotecno, 2024)

Figura 17

Ensayo de granulometría



Nota. Figura tomada de (Valuos El Salvador GVA Ingeniería y Arquitectura: Alquiler de Equipo Para Laboratorio de Suelos y Materiales, n.d.)

3.1.8 Clasificación de suelo

Los suelos con propiedades similares se pueden agrupar en categorías y subcategorías según sus características mecánicas y su comportamiento en aplicaciones de ingeniería. Actualmente, dos sistemas avanzados de clasificación, basados en la distribución granulométrica y la plasticidad de los suelos, son ampliamente empleados en este ámbito. Estos sistemas son el de la *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUSCS). El sistema AASHTO se utiliza principalmente por los departamentos estatales y locales de carreteras, mientras que los ingenieros geotécnicos suelen optar por el Sistema Unificado debido a su versatilidad. (Braja M Das, 2015)

El autor del texto desea transmitir que los suelos, debido a sus propiedades mecánicas y características específicas, se pueden organizar de manera sistemática en grupos y subgrupos para facilitar el estudio de ellos mismos y su aplicación en los proyectos de ingeniería; da a notar que existen dos sistemas principales de clasificación ampliamente utilizados los cuales son, el sistema AASHTO, el cual se enfoca en proyectos viales, y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), que este se enfoca en dar un alcance mucho más general en ingeniería geotécnica; además se comprende que el autor da a destacar que estos dos sistemas nos permiten entender mejor el comportamiento del suelo y optimizar su uso en proyectos de infraestructura.

3.1.9 Clasificación del suelo por el sistema AASHTO

Este sistema de clasificación de suelos fue desarrollado en 1929 como el Sistema de Clasificación de Administración de Carreteras. Ha sido objeto de varias revisiones, con la actual versión propuesta por la Comisión de Clasificación de Materiales para los Tipos de Carreteras Subrasantes y Granulares de la Junta de Investigación de Carreteras en 1945 (Norma ASTM D-

3282; método AASHTO M145). De acuerdo con este sistema el suelo se clasifica en siete grupos principales: A-1 a A-7. Los suelos que clasifican en los grupos A-1, A-2 y A-3 son materiales granulares, donde el 35% o menos de las partículas pasan a través del tamiz núm. 200. Los suelos donde más de 35% pasa a través del tamiz núm. 200 se clasifican en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7. (Braja M Das, 2015)

En el texto se expresa cómo funciona el sistema de clasificación AASHTO para categorizar suelos según sus características granulométricas.

Tabla 4

Clasificación de los suelos según la ASTM

Clasificación general	Material granular						Material limo arcillosos						
Grupos	A-1		A-2				A-7						
Subgrupos	A-1^a	A-1b	A-2-4		A-2-6		A-3	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6	
%pasante													
#10	50% max												
#40	30% max	50% max					51% min						
#200	15% max	25% max	35% max	35% max	35% max	35% max	10% max	36% max	36% max	36% max	36% max		
Característica del material que pasa por el tamiz #40													
LL			40% max	41% max	40% max	41% max	N. P	40% max	41% max	40% max	41% max		
LP	6% max	6% max	10% max	10% max	11% max	11% max		10% max	10% max	11% max	11% max		
IG	0	0	0	0			0	8% max	12% max	16% max	20% max		
Tipo material	de	Fragmentos pétreos de gravas y arenas	de	Gravas y arenas limosas y arcillosas	y	arenas,	Arena fina	Suelos Limosos	Suelos Arcillosos				

Nota. Tomada de la ASTM D-3282

3.1.10 Sistema unificado de clasificación de suelo (SUCS)

“El Sistema unificado de clasificación de suelos (Unified Soil Classification System) lo propuso originalmente A. Casagrande en 1942 y más tarde lo revisó y adoptó el United States Bureau of Reclamation y el US Army Corps of Engineers. En la actualidad el sistema se utiliza prácticamente en todo el trabajo geotécnico”. (Braja M Das, 2015)

En el sistema unificado se utilizan los símbolos siguientes para identificación:

Tabla 5

Símbolos del sistema unificado para la clasificación de los suelos

Símbolo	Descripción
G	GRAVA
S	ARENA
M	LIMO
C	ARCILLA
O	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS
Pt	TURBA Y SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS
H	ALTA PLASTICIDAD

Elaborado por autores

3.1.11 Plasticidad (límites de Atterberg)

Los límites de Atterberg, propuestos por Atterberg (1911), son parámetros clave para determinar la consistencia de los suelos:

- **Límite líquido (LL):** contenido de agua en el cual el suelo pasa de estado plástico a líquido.

- **Límite plástico (LP):** contenido de agua en el cual el suelo pasa de estado *semisólido a plástico*.

Figura 18

Límites de Atterberg.

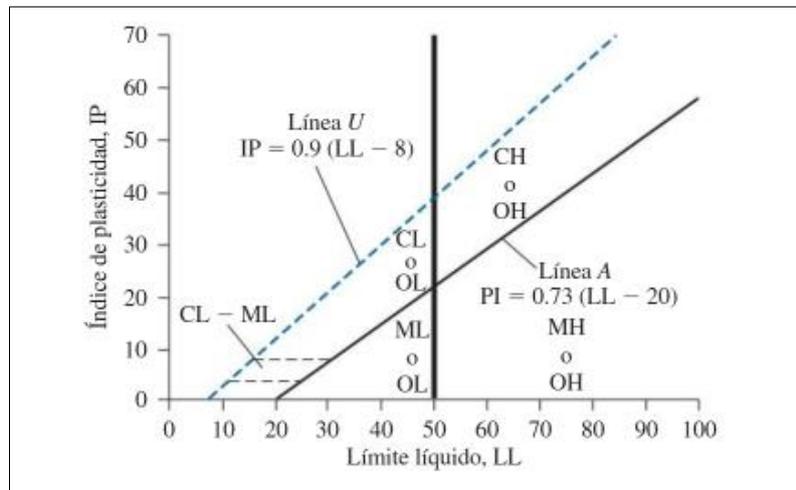
Límites de Atterberg		
Estado	Aspecto y comportamiento	
Líquido	Líquido viscoso	Límite Líquido
Plástico	Se deforma sin agrietarse	Límite Plástico
Semisólido	Se deforma pero se agrieta	Límite de Retracción
Sólido	Se resquebraja al deformarse	

↑
Aumento del % de agua

Nota. Tomada de Límites de Atterberg: Una guía de referencia rápida

Figura 19

Plasticidad de los suelos



Nota. Tomada de Fundamentos de ingeniería de cimentación Séptima Edición (Braja M Das, 2015)

Figura 20

Instrumentos para el ensayo de plasticidad



Nota. Figura tomada de (Valuos El Salvador GVA Ingenieria y Arquitectura: Alquiler de Equipo Para Laboratorio de Suelos y Materiales, n.d.)

3.1.12 Proctor

El ensayo Proctor Estándar es un procedimiento de laboratorio en geotecnia que se utiliza para determinar la densidad seca máxima y la humedad óptima de un suelo. Esta información es fundamental para evaluar la capacidad de compactación de un suelo y asegurar que se alcance la máxima densidad en obra, lo cual es esencial para garantizar la estabilidad y durabilidad de las estructuras construidas sobre o con ese suelo.(Geotecniafacil.com, n.d.)

Los ensayos de compactación Proctor Normal y Proctor Modificado son métodos ampliamente empleados para analizar la compactación de suelos en proyectos como terraplenes y otras estructuras de tierra. Estos ensayos, regulados por las normas UNE y ASTM, son fundamentales para definir las propiedades del material y garantizar su adecuada aplicación en obra.(Geotecniafacil.com, n.d.)

- **Proctor normal** ASTM D-698 o UNE 103-500-94
- **Proctor modificado** ASTM D-1557 o UNE 103-501-94

Figura 21

Moldes y mazas proctor



Nota. Figura tomada de (Valuos El Salvador GVA Ingeniería y Arquitectura: Alquiler de Equipo Para Laboratorio de Suelos y Materiales, n.d.)

3.1.13 Densidad del suelo

Relación entre la masa del suelo y su volumen. Influye en la estabilidad y capacidad de soporte. Según (Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM)), el rango típico para suelos compactados es de 1.4-1.8 g/cm³.

- Densidad seca: después de eliminar la humedad.
- Densidad húmeda: incluye agua contenida.

3.1.14 Contenido de humedad

El contenido de humedad es el porcentaje de agua en el suelo respecto a su peso seco. Este parámetro afecta la cohesión y la resistencia al corte (Robert D & William D, 1981)

3.1.15 Ensayo CBR (California bearing ratio)

El ensayo de relación de soporte de California se desarrolló por parte de la División de Carreteras de California en 1929 como una forma de clasificación de la capacidad de un suelo para ser utilizado como sub-rasante o material de base en construcción de carreteras. Durante la segunda guerra mundial, el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos adoptó este ensayo para utilizarlo en la construcción de aeropuertos. (Bowels, 1981)

El Ensayo de California Bearing Ratio es una práctica de laboratorio empleado en la ingeniería civil y geotecnia para evaluar la capacidad portante de los terrenos compactados. Este ensayo nos proporciona información determinante para el diseño y evaluación de pavimentos, cimentaciones y entre otras.

El procedimiento del Ensayo CBR consiste en compactar una muestra en un molde estándar circular (19.35cm²) a una humedad óptima y una densidad seca específica a una velocidad de 1.27mm/min hasta obtener una penetración de 2.54mm. Este procedimiento permite determinar el Índice CBR, el cual representa la relación, expresada en porcentaje, entre la carga aplicada a una muestra de suelo y la carga obtenida en una muestra estándar de roca triturada, siguiendo el mismo método de ensayo. (Facil, 2018)

Tabla 6*Sistema de clasificación de suelos según su valor de CBR*

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SU VALOR DE CBR				
CBR	CLASIFICACION GENERAL	USOS	SISTEMA UNIFICADO	
			UNIFICADO	AASHTO
0-3	Muy pobre	Sub-rasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3-7	Pobre a Regular	Sub-rasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Sub-base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	Bueno	Base, Sub-base	GM, GC, GW, SM, SP, GP	A1-b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1-a, A2-4, A3

Nota. Tomada de Manual de Laboratorio de suelos de Joseph E. Bowels

3.1.16 Capacidad de soporte (CBR)

El Índice de Capacidad de Soporte de California (CBR) mide la resistencia de un suelo frente a deformaciones, Según la AASHTO (1993), los valores típicos son:

Arcillas: 2-10%

Arenas: 10-30%

Tabla 7

Resumen propiedades geotécnicas del suelo

Tabla Resumen de Propiedades Geotécnicas		
Propiedad	Método de Medición	Valores Típicos (Suelos)
Granulometría	Tamices e hidrómetro	Ver clasificación (arena, limo, arcilla).
Densidad Seca (g/cm³)	Ensayo Proctor	1.4-1.8 g/cm ³ (suelos compactados).
Contenido de Humedad	Método de secado en horno	5-50% (dependiendo del suelo).
CBR (%)	Ensayo de penetración	2-30% (arcillas a arenas).
Límite Líquido (LL)	Límites de Atterberg	20-60% (arcillas plásticas).

Elaborado por autores

3.1.17 Calicatas

Se realizaron dos calicatas en la vía de estudio, se identificó los puntos estratégicos al inicio y al final de la vía mediante referencias físicas visibles, como intersección o estructuras cercanas, una vez ubicados se delimito un área 1 m x 1 m en cada punto.

Contamos con herramienta como pala, pico, cinta métrica y nivel de mano, además de sacos de 30 kg para recolectar las muestras

Antes de haber comenzado se solicitó el permiso de la comunidad para llevar a cabo las excavaciones

La excavación se realizó de manera manual con las herramientas adecuadas ya mencionadas, se retiró el material superficial hasta que se alcanzó una profundidad de 1 metro o su vez hasta que se encontró un estrato resistente

Al finalizar la excavación se procedió a rellenar las calicatas con el material ya extraído, posteriormente se limpió el área dejando el sitio en condiciones similares a las iniciales.

Las muestras recolectadas son enviadas al laboratorio para realizar ensayos como granulometría, límites de consistencia (Atterberg), compactación (Proctor) y CBR (California Bearing Ratio).

Estos análisis nos permiten evaluar la capacidad portante del suelo, su composición y posibles problemas, como expansividad o saturación.

Figura 22

Excavación manual de la calicata 1



Nota. Tomada por autores

Figura 23

Medición de la profundidad de la calicata 1



Nota. Tomada por autores

3.1.18 Granulometría

Para el ensayo de clasificación de suelos o mejor conocido como granulometría de suelos, para este estudio nos referenciamos con la norma ASTM D422.

Para este ensayo se utilizaron las muestras previamente secas, cucharón, juego de tamices, maquina tamizadora y balanza.

Para la calicata 1 se realizó la granulometría correspondiente dando los siguientes resultados:

$$\text{Gravas} = 0.97 + 1.08 = 2.05\%$$

$$\text{Arenas} = 49.07 + 34.31 = 83.38\%$$

$$\text{Fino} = 14.57\%$$

Contenido de Humedad Calicata 1:

$$W = \frac{P_{mh} - P_{ms}}{P_{ms}} \times 100$$

Pmh: Peso muestra húmeda (g)

Pms: Peso muestra seca (g)

$$W = \frac{2408.1 - 2284.4}{2284.4} \times 100$$

$$W = 6.67\%$$

Tabla 8*Análisis granulométrico calicata 1*

Tamiz #	P. Parcial (gr.)	Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
3 "	0.00	0.00	0.00	100.00
2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8 "	18.00	0.97	0.97	99.03
No. 4	20.00	1.08	2.05	97.95
No. 8	160.00	8.63	10.68	89.32
No. 10	116.60	6.29	16.97	83.03
No. 12	180.00	9.71	26.67	73.33
No. 20	279.10	15.05	41.72	58.28
No. 30	174.20	9.39	51.12	48.88
No. 40	151.00	8.14	59.26	40.74
No. 50	141.00	7.60	66.87	33.13
No. 80	174.20	9.39	76.26	23.74
No. 100	49.00	2.64	78.90	21.10
No. 200	121.00	6.53	85.43	14.57
FONDO	270.20	14.57	100.00	0.00
TOTAL	1854.30	100.00		

Elaborado por autores

Se realizaron los ensayos ya explicados para la calicata 2, dando los siguientes resultados:

$$\text{Grava} = 1.13 + 3.24 = 4.37\%$$

$$\text{Arenas} = 43.04 + 40.26 = 83.30\%$$

$$\text{Finos} = 12.33\%$$

Contenido de Humedad Calicata 2:

$$W = \frac{3686 - 3516}{3516} \times 100$$

$$W = 5.41$$

Tabla 9

Análisis granulométrico calicata 2

Tamiz #	P. Parcial (gr.)	Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
3 "	0.00	0.00	0.00	100.00
2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	15.00	0.49	0.49	99.51
1/2 "	20.00	0.65	1.13	98.87
3/8 "	30.00	0.97	2.11	97.89
No. 4	70.00	2.27	4.37	95.63
No. 8	180.40	5.84	10.22	89.78
No. 10	260.50	8.44	18.66	81.34
No. 12	245.70	7.96	26.62	73.38
No. 20	349.54	11.33	37.95	62.05
No. 30	292.30	9.47	47.42	52.58
No. 40	280.76	9.10	56.51	43.49
No. 50	281.30	9.11	65.63	34.37
No. 80	285.40	9.25	74.87	25.13
No. 100	239.50	7.76	82.63	17.37
No. 200	155.60	5.04	87.67	12.33
FONDO	380.40	12.33	100.00	0.00
TOTAL	3086.40	100.00		

Elaborado por autores

3.1.19 Límites de Atterberg

Para los ensayos de limite plástico y limite liquido se aplicó la normativa ASTM D4318, de acuerdo con la granulometría anteriormente realizada para poder determinar la clasificación del

suelo se pudo determinar que en los dos especímenes ensayados nos resultó en una clasificación SUCS “SM” (arena limosa) por consiguiente es un suelo no plástico como resultado no se realizaron los ensayos de limite líquido, así como tampoco los ensayos de limite plástico.

3.1.20 Ensayo Proctor Modificado

El ensayo Proctor Modificado se realizó para determinar la relación óptima entre la humedad y la densidad del suelo, que es esencial para lograr una compactación adecuada del pavimento. Este ensayo permitió establecer la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo, que son parámetros clave para la construcción de la vía. Los resultados del suelo usado se muestran en la tabla 9 y 10, su curva de compactación se muestra en la grafica 1 y 2

Calicata 1:

Tabla 10

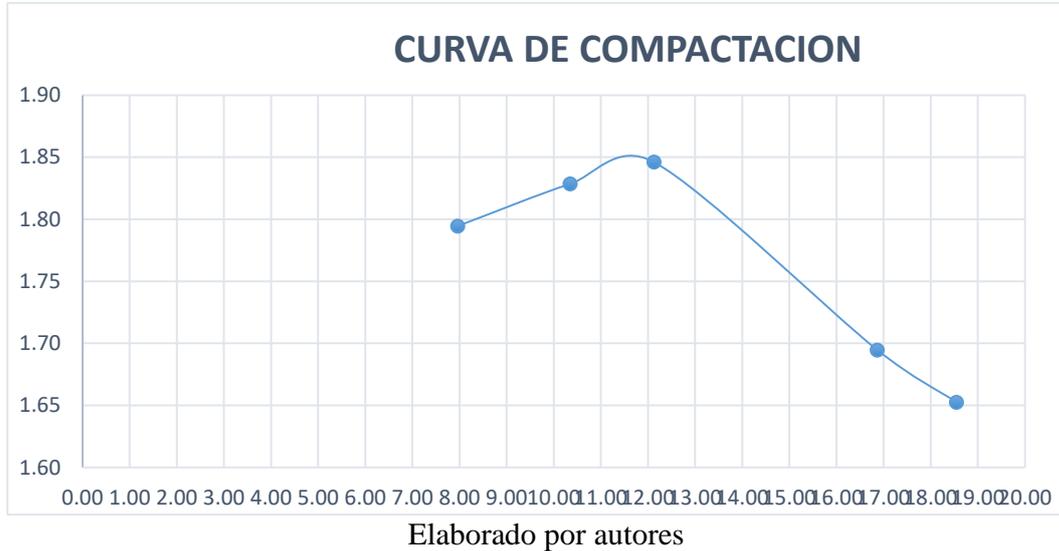
Resultados del ensayo Proctor Modificado para la Calicata 1

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
Peso molde + Muestra Húmeda(gr)	5350.10	5425.90	5475.40	5390.80	5370.50
Peso del Molde (gr)	3517.00	3517.00	3517.00	3517.00	3517.00
Peso Muestra Húmeda (gr)	1833.10	1908.90	1958.40	1873.80	1853.50
Volumen del molde (cc)	946.12	946.12	946.12	946.12	946.12
Densidad húmeda (gr/cc)	1.94	2.02	2.07	1.98	1.96
Número de Tara	M-1	M-21	M-3	M-4	M-5
Peso húmedo + Tara (gr)	48.60	55.40	63.20	53.50	58.40
Peso Seco + Tara (gr)	46.10	51.50	57.90	47.80	51.50
Peso Agua (gr)	2.50	3.90	5.30	5.70	6.90
Peso Tara (gr)	14.70	13.80	14.20	14.00	14.30
Peso Muestra Seca (gr)	31.40	37.70	43.70	33.80	37.20
Contenido de Humedad %	7.96	10.34	12.13	16.86	18.55
Densidad Seca (gr/cc)	1.79	1.83	1.85	1.69	1.65
DENSIDAD SECA MAXIMA	1.85	gr/cc	HUMEDAD OPTIMA	12.13	
	1846	kg/m3			

Elaborado por autores

Figura 24

Curva de compactación proctor modificado calicata 1



Calicata 2:

Tabla 11

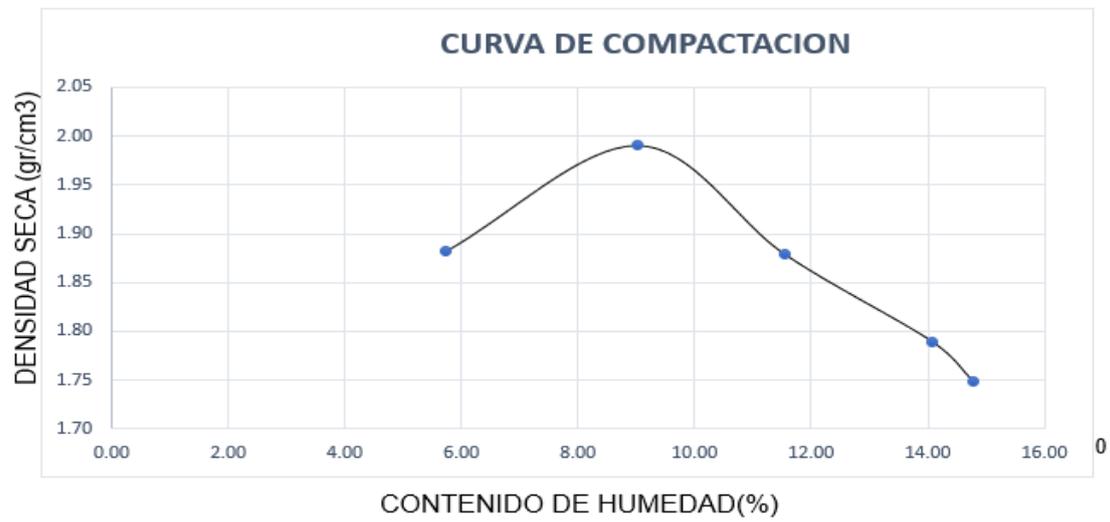
Resultados del ensayo Proctor Modificado para la Calicata 2

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
Peso molde + Muestra Húmeda(gr)	5461.70	5632.60	5561.80	5510.40	5477.50
Peso del Molde (gr)	3579.00	3579.00	3579.00	3579.00	3579.00
Peso Muestra Húmeda (gr)	1882.70	2053.60	1982.80	1931.40	1898.50
Volumen del molde (cc)	946.12	946.12	946.12	946.12	946.12
Densidad húmeda (gr/cc)	1.99	2.17	2.10	2.04	2.01
Número de Tara	M-1	M-21	M-3	M-4	M-5
Peso húmedo + Tara (gr)	58.30	43.70	44.70	50.00	61.30
Peso Seco + Tara (gr)	55.90	41.20	41.50	45.60	55.20
Peso Agua (gr)	2.40	2.50	3.20	4.40	6.10
Peso Tara (gr)	14.10	13.50	13.80	14.30	13.90
Peso Muestra Seca (gr)	41.80	27.70	27.70	31.30	41.30
Contenido de Humedad %	5.74	9.03	11.55	14.06	14.77
Densidad Seca (gr/cc)	1.88	1.99	1.88	1.79	1.75
DENSIDAD SECA MAXIMA	1.88	gr/c3	HUMEDAD OPTIMA		11.55
	1879	kg/m3			

Elaborado por autores

Figura 25

Curva de compactación proctor modificado calicata 2



Elaborado por autores

En la figura 27, 28 y 29 se observa en breve el procedimiento del ensayo

Figura 26

Separación de capas para el proctor modificado



Nota. Tomada por autores

Figura 27

Realización del ensayo proctor modificado



Nota. Tomada por autores

Figura 28

Enrasado del molde previamente compactado



Nota. Tomada por autores

3.1.21 Ensayo CBR

El ensayo CBR se utilizó para evaluar la capacidad de soporte del suelo, lo cual es fundamental para el diseño de pavimentos. Este ensayo simula las condiciones de carga a las que estará sometido el pavimento, y los resultados obtenidos se utilizaron para seleccionar el CBR de diseño, que garantiza la durabilidad y resistencia del pavimento proyectado. A continuación, podrán ver los resultados de ambas calicatas de humedad óptima y densidad seca máxima, también la curva que se genera entre ambas, el porcentaje de hinchamiento de las 3 muestras, la primera de 10 golpes, la segunda de 25 y la tercera de 56 golpes; se observa en la figura 30, 31, 32, 33, 34 y 35 en resumido el procedimiento del ensayo.

Figura 29

Pesaje del material a trabajar



Nota. Tomada por autores

Figura 30

Colocación de capas en el molde



Nota. Tomada por autores

Figura 31

Realización del ensayo CBR



Nota. Tomada por autores

Figura 32

Enrasado de la muestra compactada



Nota. Tomada por autores

Figura33

Preparación de los cilindros previo a la inmersión



Nota. Tomada por autores

Figura 34

Sumersión de moldes para la medición de hinchamiento



Nota. Tomada por autores

3.1.22 Selección del CBR de Diseño

Para poder realizar la selección de este punto, tomamos un valor percentil de acuerdo a lo establecido.

Tabla 12

CBR de diseño

No. ejes de 8.2 Ton en el carril de diseño	Porcentaje a seleccionar para hallar la resistencia
$\leq 10^4$	60
$10^4 - 10^6$	75
$\geq 10^6$	90

Nota. Tomado de (NEVI-12-MTOP, 2013)

En nuestro proyecto nos resultó un total de 302044.74 ejes en el carril de diseño, lo que nos lleva a arrojar un valor percentil del 75% para nuestro diseño.

4 CAPITULO IV

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Topografía

El terreno efectivamente es llano y este resultado respalda la clasificación inicial de la topografía llana según hace referencia la MTOP. La implementación de información contribuye a una evaluación más precisa y segura sobre el terreno para nuestro diseño vial.

4.1.2 Estudio del trafico

Los estudios y cálculos realizados para determinar nuestro TPDA se resolvió que en ambos sentidos de la vía van a pasar 355 vehículos/día con un crecimiento anual de 88 vehículos, resultando así una vía de tercer grado.

4.1.3 Conteo vehicular

Para el conteo de tráfico se mide y registra la cantidad de vehículos que pasan por un lugar específico en este caso desde el Km 3 de Vía a la Costa hasta la entrada del Barrio Únete K3, durante un periodo de tiempo mínimo, para nuestro proyecto utilizamos el método manual de conteo vehicular ya que existen otros métodos que incluyen cámaras de video, sensores de radar, laser y sistemas de detección remota. Estos datos recopilados los analizamos para poder obtener información sobre patrones de tráfico y mejorar la gestión de la movilidad dentro y fuera del Barrio Únete K3.

4.1.4 Cálculo del tráfico promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{5}{7} \sum \frac{Dn}{m} + \frac{2}{7} \sum \frac{De}{m}$$

Donde:

Dn= Días normales (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)

De= Días de feriado (sábado, domingo)

m= Número de días que se realizó el estudio/conteo

TPDS= 332 vehículos por día en ambos sentidos

4.1.5 Factor de ajuste mensual (Fm)

Este factor se determina gracias a la normativa NEVI-12 con el mes que se realizó el conteo que en este caso fue el mes de enero.

Figura 35

Factor de ajuste mensual

MES	FACTOR
Enero	1,07
Febrero	1,132
Marzo	1,085
Abril	1,093
Mayo	1,012
Junio	1,034
Julio	1,982
Agosto	0,974
Septiembre	0,923
Octubre	0,931
Noviembre	0,953
Diciembre	0,878

Nota. Tomada de la (NEVI-12. MTOP, 2013)

Se utilizará el factor correspondiente al mes de enero, obteniendo como valor 1,07

4.1.6 Factor de ajuste diario (Fd)

Estos datos se obtendrán a partir del conteo de la semana.

Tabla 13

Factor de ajuste diario

Días	Conteo Diario TD= Vehículos/Día	%del conteo diario/TPDS	Factor de Expansión FD= 1/(TD/TPDS)
Jueves	380	1.85	0.54
Viernes	345	1.68	0.59
Sábado	220	1.07	0.93
Domingo	271	1.32	0.76
Lunes	369	1.80	0.56
Martes	345	1.68	0.59
Miércoles	394	1.92	0.52
		1.62	0.64

Elaborado por autores

Con este análisis de datos logramos obtener que el factor en este caso es 1.00

4.1.7 Cálculo del tráfico promedio anual (TPDA)

Para obtener el valor de del tránsito promedio anual (TPDA), se emplea la siguiente ecuación:

$$TPDA = TPDS * (fm) * (fd)$$

$$TPDA = 332 * 1.07 * 1$$

$$TPDA = 355 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda en ambos sentidos}$$

4.1.8 Tr\u00e1fico diario

Con el dato obtenido anteriormente se puede observar el volumen de veh\u00edculos en “n” periodo espec\u00edfico de a\u00f1os.

$$\text{Tr\u00e1fico asignado} = TPDA \text{ existente} + Tg$$

Donde:

TG= Tr\u00e1fico generado = 25% TPDA existente

Tr\u00e1fico generado = 0.25 * 355

$$TG = 88$$

$$TA = 443$$

Con el valor obtenido del tr\u00e1fico generado, podemos realizar una proyecci\u00f3n en 20 a\u00f1os.

Tabla 14

Calculo de la composición del tráfico en la vía a intervenir

TIPO DE VEHICULO	NUMERO	PORCENTAJE %
LIVIANOS	220	66%
BUSES	38	11%
PESADOS	75	23%
TOTAL	332	100%

Elaborado por autores

Tabla 15

Cálculo del tráfico asignado

TIPO DE VEHICULO	NUMERO	PORCENTAJE %
LIVIANOS	293	66%
BUSES	50	11%
PESADOS	100	23%
TOTAL	443	100%

Elaborado por autores

4.1.9 Tráfico proyectado

Con los datos obtenidos y cálculos realizados se realiza la proyección a lo largo de 20 años utilizando la siguiente fórmula:

$$Tf = Ta(1 + i)^n$$

Donde:

Tf: Trafico Futuro

Ta: Trafico actual

I: Tasa de crecimiento

N: Número de años para el cual está diseñado el proyecto

Para el tráfico proyectado se usará la tabla de crecimiento vehicular tomadas del ministerio de Transporte y Obras Públicas, la cual se muestra en la siguiente tabla:

Figura 36

Cálculo del crecimiento vehicular

TASAS DE CRECIMIENTO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2010-2020	3.75	1.99	2.24
2020-2030	3.37	1.8	2.02
2030-2040	3.06	1.63	1.84

Nota. Tomada de (NEVI-12. MTOP, 2013)

Se llevó a cabo la planificación del trazado de proyección a largo plazo, abarcando un horizonte de 20 años a partir del 2025.

Figura37

Cálculo de trazado de proyección a 20 años

Año	No	Tipo de Vehículo
-----	----	------------------

		Crecimiento	Livianos	Crecimiento	Pesado	Crecimiento	Buses	Total
2025	0	3.37	293	2.02	100	1.8	50	443
2026	1	3.37	303	2.02	102	1.8	51	456
2027	2	3.37	313	2.02	104	1.8	52	469
2028	3	3.37	324	2.02	106	1.8	53	483
2029	4	3.37	335	2.02	108	1.8	54	497
2030	5	3.37	346	2.02	111	1.8	55	511
2031	6	3.06	357	1.84	113	1.63	56	526
2032	7	3.06	370	1.84	115	1.63	57	541
2033	8	3.06	382	1.84	117	1.63	58	557
2034	9	3.06	395	1.84	120	1.63	59	573
2035	10	3.06	408	1.84	122	1.63	60	590
2036	11	3.06	422	1.84	125	1.63	61	607
2037	12	3.06	436	1.84	127	1.63	62	625
2038	13	3.06	451	1.84	130	1.63	63	644
2039	14	3.06	466	1.84	132	1.63	64	663
2040	15	3.06	482	1.84	135	1.63	65	682
2041	16	3.06	498	1.84	138	1.63	67	702
2042	17	3.06	515	1.84	140	1.63	68	723
2043	18	3.06	532	1.84	143	1.63	69	744
2044	19	3.06	550	1.84	146	1.63	70	766
2045	20	3.06	569	1.84	149	1.63	71	789

Elaborado por autores

4.1.10 Clasificación de la vía

La clasificación de la vía se realiza considerando los principios establecidos por la norma de diseño geométrico del MTOP siendo así una carretera de 2 carriles “C2”

Figura 38

Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA_d) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Nota. Tomado de (NEVI-12-MTOP , 2013)

4.2 Trazado Horizontal

4.2.1 Diseño geométrico Horizontal

Se propuso el diseño vial para garantizar la conectividad de la comunidad Barrio Únete K3 para mejorar las condiciones de la vía lastrada existente. Esta propuesta se basa en mejorar la seguridad vial y el flujo vehicular de la vía con esto se definió la calzada de 8 m de ancho, obteniendo así dos carriles de 4 m de ida y 4 m del carril de retorno, cabe recalcar que para la propuesta del diseño no se realizó el desarrollo verticalmente, debido a que el terreno es llano por consiguiente no hay pendientes relevantes ya que sus elevaciones son mínimas.

Una vez se obtienen todos los datos del levantamiento topográfico, se realiza el diseño geométrico de la vía con el software AutoCAD civil 3D y parámetros especificados en la normativa, los cuales son: el trazado horizontal, la alineación, curvas, pendientes y perfiles necesarios para garantizar la seguridad y eficiencia del tráfico; se diseña las intersecciones y acceso de manera que cumpla con los estándares de seguridad y capacidad.

4.2.2 Velocidad de diseño

Esta velocidad se determina tomando en cuenta tanto la topografía como el flujo de tráfico. En casos como nuestro proyecto es un terreno llano, se establece el TPDA del proyecto, definiendo así la categoría de nuestra vía como de tercer orden.

Esto quiere decir que nuestra velocidad de diseño recomendada de 90 Km/h.

Figura 39

Velocidad de diseño para relieve plano

VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h				
BASICA				
RELIEVE LLANO				
CATEGORIA DE LA VIA	Para el calculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el calculo de los elementos de la seccion transversal y otras dependientes de la velocidad	
	Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta
R-I o R-II	120	110	100	95
I	110	100	100	90
II	100	90	90	85
III	90	85	85	90
IV	80	80	80	60
V	60	60	60	50

Nota. Tomada de (NEVI-12. MTOP, 2013)

4.2.3 Velocidad de circulación

La velocidad de circulación se define mediante la siguiente fórmula y siempre y cuando el TPDA no supere los 1000 vehículos.

$$V_c = 0.8 (V_d) + 6.5$$

$$V_c = 0.8 (90) + 6.5$$

$$V_c = 78.5 \text{ km/h}$$

4.2.4 Distancia de visibilidad

Esta es una herramienta fundamental para el diseño de carreteras y vías de circulación, nos permite mediante fórmula calcular la distancia necesaria que el conductor necesita reaccionar para detener su vehículo de forma segura.

$$D = 0.278 V t + \frac{V^2}{254 f}$$

Donde:

V: Velocidad Inicial, km/h

t: Tiempo de percepción y reacción 2.5 segundos

f: coeficiente de expresión longitudinal de la llanta y superficie de rodamiento.

$$f = \frac{1.15}{V^2}$$

$$f = \frac{1.15}{90^3}$$

$$f = 0.30$$

$$D = 0.278 (90)(2.5) + \frac{90^2}{254 * 0.30}$$

$$D = 62.55 + 106.30$$

$$D = 168.85 \text{ m}$$

4.3 Alineamiento horizontal de las carreteras

El alineamiento horizontal de las carreteras se refiere a la disposición de la carretera en planta, es decir, la configuración de su trazado cuando se observa desde una vista superior. Este componente es esencial en la ingeniería vial, ya que afecta directamente la seguridad, la comodidad y la eficiencia del tráfico vehicular. Un diseño adecuado del alineamiento horizontal puede minimizar el riesgo de accidentes y mejorar la experiencia de conducción. (MTOP, 2013)

4.3.1 Sección transversal

Con respecto a la clasificación de la vía estudiada esta se encuentra en la categoría de carretera Clase III-Absoluta. Esta clasificación se basa en varios aspectos entre estos, el TPDA proyectado y sus características topográficas. En nuestro caso específico de la vía si TPDA se encuentra en el rango de 300 a 1000 vehículos proyectados.

La categoría de esta vía como Clase III – Absoluta nos brinda la información necesaria para el diseño y dimensionamiento adecuado de nuestra infraestructura vial, asegurando así de esta manera los estándares óptimos para brindar la experiencia de conducción segura y eficaz.

Figura 40

Sección transversal de la vía



Elaborado por autores

4.3.2 Señalización Horizontal

4.3.2.1 Líneas longitudinales

Las líneas longitudinales sirven para demarcar los carriles y las calzadas, indicar zonas donde está permitido o prohibido adelantar y/o estacionar, delimitar carriles exclusivos para vehículos específicos como bicicletas o autobuses, y alertar sobre la cercanía de un paso peatonal.

4.3.2.2 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta

Estas líneas deben ser color amarillo, y pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes. Ver figura 31 y tabla 43 se presentan dos tipos de líneas centrales segmentadas.

Tabla 16

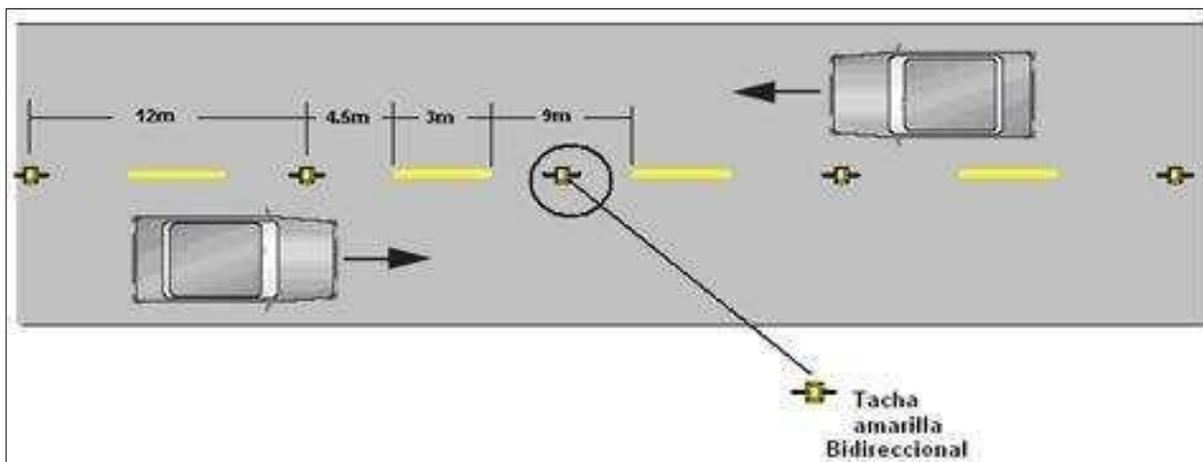
Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada.

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	3-9
Mayor a 50	150	12,00	3-9

Nota. Tomada de (RTE INEN 004-2:2011)

Figura 41

Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.



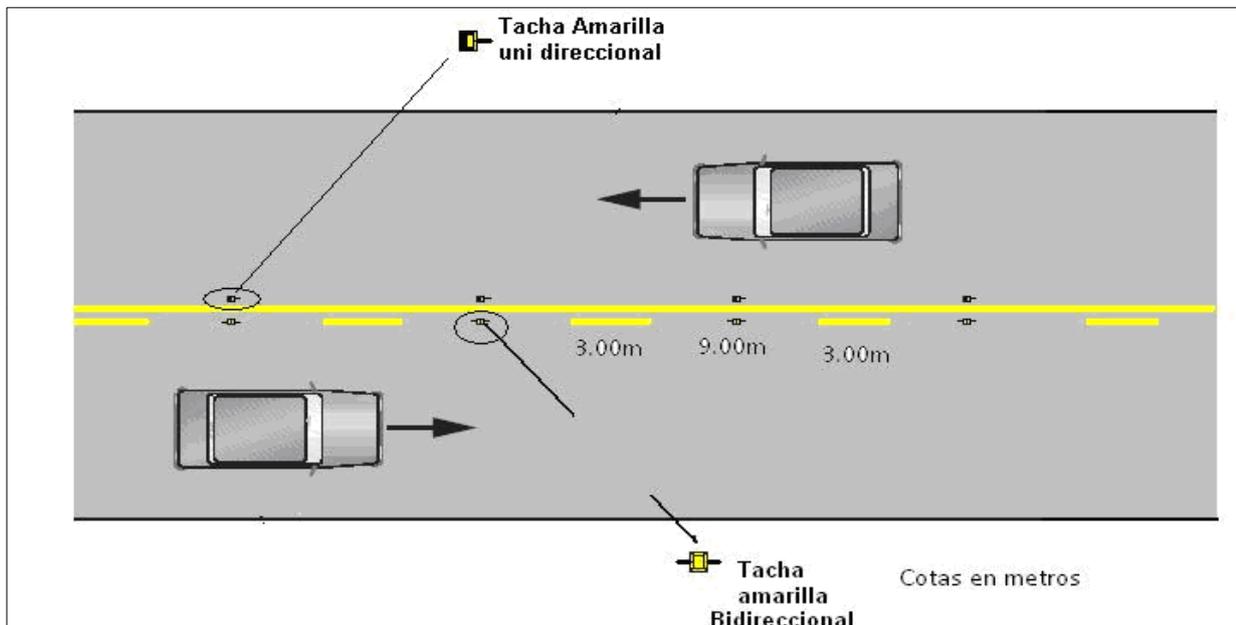
Nota. Figura tomada de (RTE INEN 004-2:2011)

4.3.2.1 Doble línea mixta.

Se componen de dos líneas amarillas paralelas, una continua y la otra segmentada, con un ancho mínimo de 100 mm cada una, separadas por un espacio de 100 mm. Los vehículos pueden cruzar la línea segmentada para efectuar adelantamientos siempre que se garantice la seguridad; sin embargo, está prohibido cruzar la línea continua para realizar adelantamientos. (INEN, 2011)

Figura 42

Doble línea mixta: continua y segmentada



Nota. Figura tomada de: (RTE INEN 004-2:2011)

4.3.2.1 Ancho de Carril

La evidencia internacional indica que un mayor ancho de los carriles de circulación fomenta velocidades más elevadas; por lo tanto, el ancho del carril, medido entre los centros de las líneas, debe determinarse de acuerdo con lo especificado en la tabla 17.

Tabla 17

Anchos de carriles

Velocidad máxima de la vía(km/h)	Ancho del carril (m)
Menor a 50 (urbana)	Mínimo 3,00
De 50 a 90 (rural)	Entre 3,00 y 3,50
Mayor a 90 (rural)	Entre 3,50 y 3,80

Nota. Tomada de la (RTE INEN 004-2:2011)

Figura 43

Señalización líneas de borde



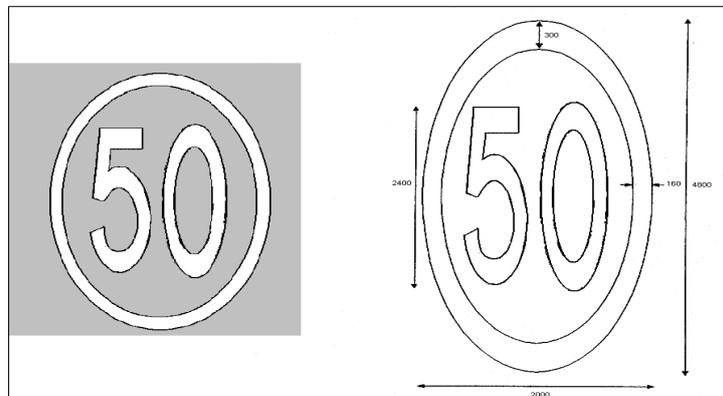
Nota. Figura tomada de (RTE INEN 004-2:2011)

4.3.2.1 Velocidad máxima

Este símbolo representa la velocidad máxima permitida en el carril donde se encuentra ubicado. Puede emplearse para complementar la señal vertical de VELOCIDAD MÁXIMA, o en ubicaciones específicas como túneles o puentes. Su color es blanco, y sus dimensiones se especifican en la figura 45.

Figura 44

Velocidad máxima (dimensiones en mm)



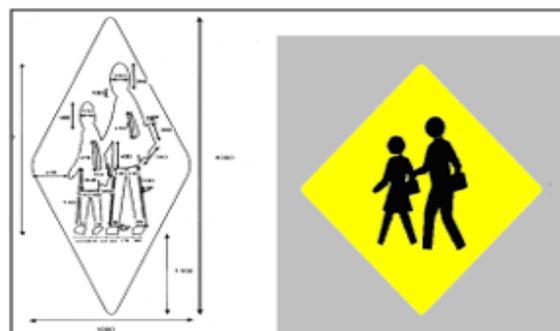
Nota. Imagen tomada de (RTE INEN 004-2:2011)

4.3.2.1 Zona escuela

Este símbolo alerta sobre la posible presencia de escolares en la vía. Puede utilizarse como complemento de la señal vertical ZONA DE ESCUELA. El fondo es de color amarillo con el símbolo en negro, y sus dimensiones se describen en la figura 46.

Figura 45

Zona de escuela (dimensiones en mm)



Nota. Figura tomada de (RTE INEN 004-2:2011)

4.4 Diseño estructural del pavimento

Para este punto el diseño del pavimento flexible es crucial para la construcción en infraestructura vial, estos pavimentos, compuestos por capas de materiales asfálticos, nos ofrecen la resistencia a cargas, adaptabilidad y durabilidad al terreno.

En este caso abordaremos los factores claves en el diseño, como la selección de materiales, diseño estructural de las capas y consideraciones del tráfico de la vía a intervenir.

Un apropiado diseño de pavimento flexible proporciona la seguridad vial, reduce el desgaste vehicular y ofrece una experiencia de conducción cómoda.

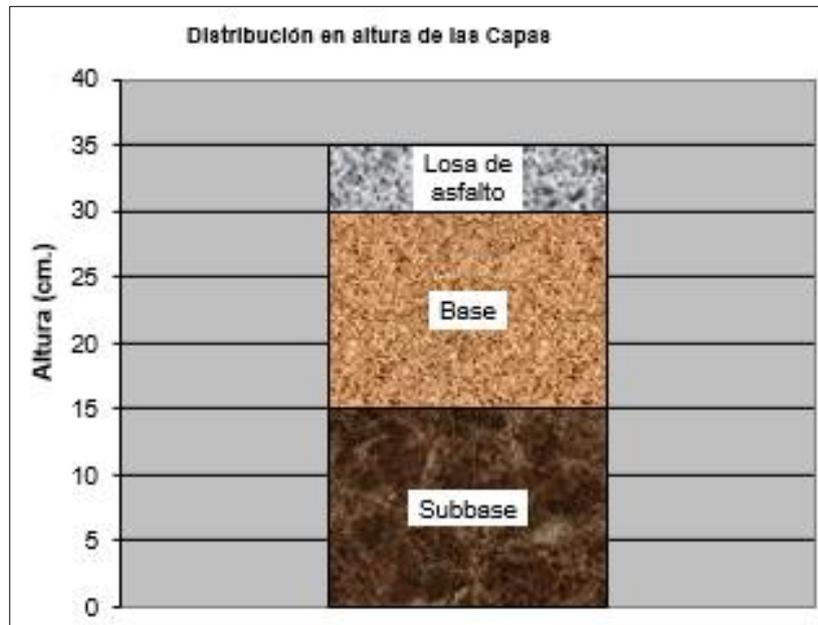
Para el diseño de pavimentos se concluyó en base a los datos obtenidos que la capa de rodadura, la cual está en contacto directo con el tráfico vehicular, se requiere un espesor de 5 cm. Este espesor de capa nos proporciona la resistencia necesaria para soportar las cargas del tráfico vehicular, una superficie duradera y resistente al desgaste durante su vida útil.

Para la capa base, se determinó que se necesitara un espesor de 15 cm. Esta capa tiene como función distribuir las cargas uniformemente, proporcionando la estabilidad y resistencia estructural del pavimento.

Y por último y no menos importante la capa sub-base se estableció un espesor de 15 cm, ya que tiene como objetivo mejorar el soporte y drenaje del pavimento, aportando en su estabilidad y alargando su vida útil.

Figura 46

Espesores del suelo



Elaborado por autores

4.4.1 Método AASHTO 93

Para nuestro diseño nos basaremos en el método AASHTO 93 el cual su enfoque es en el número estructural “SN” y su ecuación de diseño nos permite determinar el espesor óptimo de las capas de pavimento, dando, así como resultado el soportar cargas y proporcionar la infraestructura vial duradera y segura. La ecuación de diseño es la siguiente:

$$\text{Log}_{10} Wt_{18} = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.20 \frac{\text{Log}_{10} \left(\frac{PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \frac{1049}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32$$

* $\text{Log}_{10} Mr - 8.07$

Donde:

Wt18: Cantidad de ciclos de cargas equivalentes a 80 KN acumulados durante el periodo de diseño

Zr: Valor desviador en una curva de distribución normal en función de la confiabilidad

So: Desviación estándar del sistema

PSI: Perdida de serviciabilidad prevista del diseño

Mr: Modulo resiliente de la subrasante y de las capas de la base y subbase granulares

SN: Numero estructural o capacidad para la estructura de soportar cargas

4.4.2 Cálculo de factor ESAL'S

Para el cálculo de ESAL'S se considerará los pesos por eje y sus coeficientes de cargas expresados en la norma AASHTO-93

Tabla 18

Ejes equivalentes ESALS para el periodo de diseño

Tipo de vehículo	EJE	Tipo de eje	Carga por eje			FSS, FSD, FT, FTR	Fvp O FCE	N° de Ejes	Cantidad TPDA	FD	FC	FP	N° de EE	
			Toneladas	Kn	Kip									
Automóvil	1	Simple	0.42	4.12	0.93	1.640E-05	0.0035	2	233	0.5	1	1	0.4042847	
	1	Simple	1.6	15.69	3.53	3.454E-03								
Camioneta	1	Simple	0.6	5.88	1.32	6.830E-05	0.0176	2	60	0.5	1	1	0.5266034	
	1	Simple	2.4	23.54	5.29	1.749E-02								
Bus	1	Simple	3	29.42	6.61	4.269E-02	0.1776	2	50	0.5	1	1	4.4401145	
	1	Simple	4	39.23	8.82	1.349E-01								
Camión Pesado (2DA)	1	Simple	3	29.42	6.61	4.269E-02	0.5737	2	100	0.5	1	1	28.686999	
	1	Simple LL doble	7	68.65	15.43	5.311E-01								
													∑EEI	34.05800135
													FCA	24.2973698
													∑Esals	302044.7465

Elaborado por autores

4.4.3 Confiabilidad R

Este aspecto es fundamental para el proceso del diseño de pavimentos ya que me establece una relación del pavimento y sus influencias externas. Este valor se basa en la clasificación de la funcional de la vía y sus ejes acumulados (ESSALS).

Tabla 19

Niveles recomendados de confiabilidad

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Nivel de Confiabilidad		
				1era Etapa	2da Etapa	Total
Caminos de bajo Volumen de Transito	TPD	100,001	150,000	81%	81%	65%
	TP1	150,000	300,000	84%	84%	70%
	TP2	300,001	500,000	87%	87%	75%
	TP3	500,001	750,000	89%	89%	80%
	TP4	750,001	1,000.00	89%	89%	80%

Nota. Tomado de (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1997)

4.4.4 Desviación estándar Zr

El valor estadístico de Desviación Estándar (Z_r) representa el valor de confiabilidad seleccionada y el valor correspondiente se puede obtener de la siguiente tabla. Este punto es importante en el diseño de pavimentos ya que nos proporciona la variabilidad de las cargas y diferentes influencias externas que afectaran al pavimento a lo largo de su vida útil.

Tabla 20

Coficiente estadístico de la desviación estándar normal (Z_r)

Tipo de caminos	Trafico	Ejes Equivalentes Acumulados		Desviación Estándar Normal (Zr)
Caminos de bajo Volumen de Transito	TPD	100,001	150,000	-0.385
	TP1	150,000	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750,001	1,000.00	-0.842

Nota. Tomado de (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1997)

Dado el nivel de confiabilidad obtenido, la desviación estándar Zr equivale a 0.674.

4.4.5 Desviación Estándar del Sistema 'So'

La desviación estándar es un factor crucial que toma en cuenta circunstancias locales, incluyendo así mismo los posibles errores en el rendimiento del pavimento. Para el método de diseño ASSHTO-93, se recomienda adoptar valores comprendidos entre 0.40 y 0.50 para pavimentos flexibles se usará un $So = 0,45$

4.4.6 Índice de serviciabilidad

Este factor es un índice para el nivel de comodidad que la superficie de rodadura otorgara una vez construido el pavimento. Este índice está dado por la diferencia entre la serviciabilidad inicial y la final del pavimento a lo largo de su vida útil.

Según el método ASSHTO-93 este índice está dado por la siguiente formula y datos correspondientes de acuerdo a los Ejes Equivalentes Acumulados.

$$PSI = Po - Pf$$

Donde:

Po: Índice de serviciabilidad inicial

Pf: Índice de serviciabilidad final

Tabla 21

Índice de serviciabilidad inicial según el rango de tráfico

Tipo de caminos	Trafico	Ejes Equivalentes Acumulados		Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)
Caminos de bajo Volumen de Transito	TPD	100,001	150,000	3.80
	TP1	150,000	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750,001	1,000.00	3.80

Nota. Tomado de (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1997)

Para el caso de Índice de Serviciabilidad Inicial, $P_o = 3.80$

Tabla 22

Índice de serviciabilidad final según rango de tráfico

Tipo de caminos	Trafico	Ejes Equivalentes Acumulados		Índice de Serviciabilidad Inicial (Pf)
Caminos de bajo Volumen de Transito	TPD	100,001	150,000	2.00
	TP1	150,000	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750,001	1,000.00	2.00

Nota. Tomado de (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1997)

Para el caso de Índice de Serviciabilidad Final, $P_f = 2.00$.

Empleando la formula ya mencionada nos proporciona el siguiente resultado:

$$PSI = 3.80 - 2.00$$

$$PSI = 1.80$$

4.4.7 Módulo de resiliente de la subrasante Mr

El método AASHTO-93 nos propone la siguiente ecuación teniendo en cuenta el CBR de 17%

$$Mr(\text{psi}) = 2555 * CBR^{0.64}$$

$$Mr = 2555 * 17^{0.64}$$

$$Mr = 15663.12 \text{ psi}$$

4.4.8 Determinación de coeficientes estructurales

Para la determinación de los espesores de nuestras respectivas capas que conformaran el pavimento empleamos la siguiente formula:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Donde respectivamente sus coeficientes estructurales de carpeta base y subbase:

Tomando en cuenta el método AASHTO-93 y nuestros valores de CBR utilizado para que nos cumpla

Tabla 23

Coefficientes estructurales de las capas

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 500 lb)	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS

Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
0.170	0.115	0.047

Nota. Tomado de (American Association of State Highway and Transportation Officials,
1997)

Respectivamente espesor de carpeta, base y subbase:

Los valores mínimos con respecto a los coeficientes estructurales

Tabla 24

Cálculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
5 cm	15 cm	15 cm
Capa superficial	Base	Sub Base

Respectivamente los coeficientes de drenaje para base y subbase:

Para bases y subbases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

Ilustración 47

*Coefficientes de drenaje para bases y sub bases granulares no tratadas en pavimentos
flexibles.*

m2	m3
1	1

$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

4.4.9 Cálculo de Numero estructural

Nota. Tomado de (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1997)

El número estructural SN es la medida de capacidad estructural para un pavimento para que este soporte las cargas de tráfico a lo largo de su vida útil. Esta ecuación se basa en factores como el tipo de material empleado en cada capa de pavimento y una vez teniendo los datos necesarios se emplea la ecuación general la cual determinara si el espesor del pavimento es satisfactorio para soportar las cargas de nuestro tráfico previsto y cumplir con los requisitos.

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

$$SN = 0.170 * 5 + 0.115 * 15 * 1 + 0.047 * 15 * 1$$

$$SN = 1.923$$

Figura 48

Comprobación de SN en el programa Ecuación AASHTO 93

Ecuación AASHTO 93	
Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 75 % Zr=-0.674 So 0.45
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial 3.8 PSI final 2	Módulo resiliente de la subrasante Mr 15663.12 psi
Información adicional para pavimentos rígidos	
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)	Coeficiente de transmisión de carga - (J)
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)	Coeficiente de drenaje - (Cd)
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN <input type="radio"/> Calcular W18	Número Estructural
W18 = 302045	SN = 1.93
Calcular	Salir

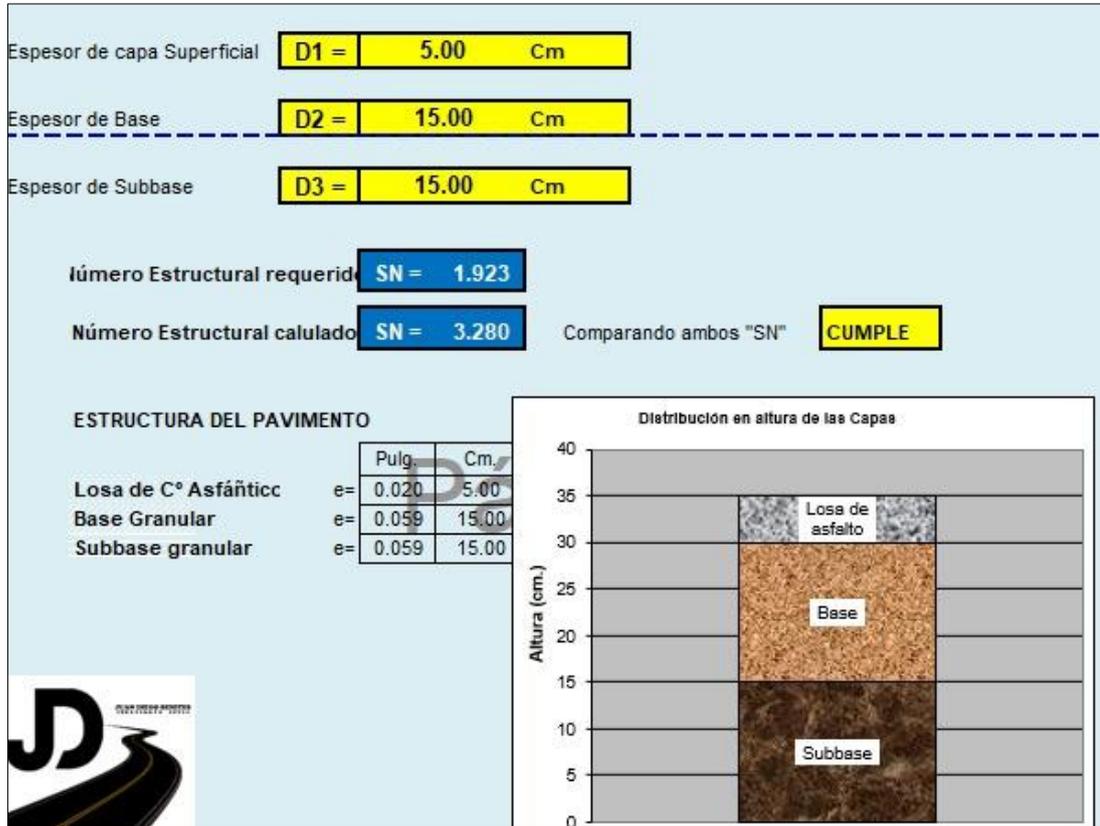
Nota. Tomado de Programa Ecuación AASHTO 93

4.4.10 Espesores calculados para diseño

Se usó el software Excel para determinar el cálculo de espesores, que nos daría 15 cm de sub-base, 15 de base y 5 cm de capa asfáltica.

Figura 49

Calculo mediante Excel de los espesores del suelo



Elaborado por autores

5 CONCLUSIONES

Como conclusión tenemos que el levantamiento topográfico realizado permitió obtener datos precisos y detallados de la geometría del terreno, fundamentales para diseñar una vía que respete las condiciones existentes y cumpla con los estándares técnicos establecidos.

El análisis de tráfico confirmó la necesidad de una vía con características adecuadas para soportar el flujo vehicular actual y proyectado, garantizando una movilidad segura y eficiente para los usuarios del barrio Únete K3.

El diseño propuesto considera los parámetros normativos nacionales e internacionales, así como las condiciones específicas del terreno y el tráfico, logrando una solución técnica sostenible que mejora la conectividad y el acceso de la comunidad.

Tras el estudio y desarrollo de nuestra propuesta de diseño para mejorar la conectividad e infraestructura vial del Barrio Únete K3 en base a las normativas vigentes del Ecuador, establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), se ha logrado identificar oportunidades importantes para poder optimizar seguridad y calidad de la vía. Esta propuesta se basa en el enfoque integral que aborda los aspectos técnicos, normativos y de sostenibilidad para así proporcionar la eficiencia de las necesidades de la comunidad.

6 RECOMENDACIONES

Como recomendaciones proponemos establecer un plan de mantenimiento periódico para la vía, que incluya revisión del pavimento, limpieza de drenajes y reparación de señalización, asegurando su durabilidad y seguridad a largo plazo.

Se sugiere involucrar a la comunidad del barrio Únete K3 en el cuidado de la nueva infraestructura, fomentando campañas.

Se recomienda realizar una evaluación del impacto ambiental detallado de la zona del Barrio Únete K3 para poder evaluar y disminuir los efectos de nuestro proyecto en el entorno natural, cumpliendo con las normas y regulaciones ambientales requeridas

Maximizar los estudios del tráfico para añadir un análisis en tendencias y proyecciones a largo y corto plazo que nos permitan anticipar el volumen vehicular ya que es una comunidad en crecimiento. Incluir gestión de tráfico, como la regulación de accesos para mejorar la fluidez del tráfico en el área de entrada.

Instalar toda la señalización vertical y horizontal conforme a las normas vigentes, priorizando aspectos como límites de velocidad, advertencias de curvas, zonas escolares y cruces peatonales, para garantizar la seguridad vial de peatones y conductores.

7 BIBLIOGRAFÍA

- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1997). ASSTHO.
- Arevalo, M. F., & Carrion, H. P. (2022). *Diseño vial para la ampliación, rectificación y asfaltado de la vía Lalanshi (tesis de ingeniería, universidad politécnica salesiana)*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21942/1/UPS%20->
- Autodesk. (15 de Diciembre de 2024). *¿Qué es AutoCAD Civil 3D?* Obtenido de Autodesk Journal: <https://www.autodeskjournal.com/que-es-autocad-civil-3d/>
- Bowels, J. E. (1981). *Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil*. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/38337330/Josephe_e_bowles_manual_de_laboratorio_de_suelos
- Braja M Das. (2015). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*.
- Cotecno. (2024). *COTECNO*. Obtenido de <https://www.cotecno.cl/granulometria-analisis-granulometrico-suelos/#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20granulom%C3%A9trico%20al%20cu%C3%A1l,y%20la%20cohesi%C3%B3n%20del%20suelo.>
- Cruz, G. (9 de Julio de 2017). *Obras Públicas*. Obtenido de <https://www.obraspublicas.gob.ec/ministerio-de-transporte-y-obras-publicas-cumple-88-anos-al-servicio-de-los-ecuatorianos/>
- EIGO CONSTRUCCIONES*. (s.f.). Obtenido de *¿QUÉ ES UNA CALICATA y PARA QUÉ SE UTILIZA EN LA CONSTRUCCIÓN?*: <https://eigoconstrucciones.com/noticia/calicata-que-es/#:~:text=Las%20calicatas%20son%20pozos%20excavados,son%20adecuadas%20para%20el%20proyecto.>
- Eseverri, A. E. (11 de Septiembre de 2024). *Civil 3D, de Autodesk ¿qué es Civil 3D?* Obtenido de Espacio BIM: <https://www.espaciobim.com/civil-3d#:~:text=Civil%203D%20es%20un%20software%20de%20dise%C3%B1o%20de%20ingenier%C3%ADa%20civil,laborales%20casi%20en%2040%25?>
- Estudios del suelo*. (22 de Diciembre de 2024). Obtenido de Wikipedia, La enciclopedia libre : https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Estudio_de_suelos&oldid=164261868
- Facil, G. (Abril de 2018). *Geotecnia Facil*. Obtenido de <https://geotecniafacil.com/ensayo-cbr-laboratorio/>
- Farfan, S. (18 de Junio de 2015). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/ferrocarril-ecuatoriano/49562955>

- García García, A., Pérez Zuriaga, A. M., & Camacho Torregrosa, F. J. (27 de 07 de 2012). *Introducción al Diseño Geométrico de Carreteras: Concepción y Planeamiento*. Obtenido de Universidad Politecnica de Valencia: <http://hdl.handle.net/10251/16911>
- García, A. (2006). "Velocidad de proyecto vs. Velocidad del proyecto. En R. RUTAS, *Asociación Técnica de Carreteras, vol. 117* (pág. 1).
- Grces, L. M. (6 de Julio de 2018). *Obras publicas*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/10/LOTAIP_8_REGLAMENTO-LEY-ORGANICA-SISTEMA-INFRAESTRUCTURA-VIAL-DEL-TRANSPORTE.pdf
- INEN. (2011). *SEÑALIZACION VIAL* . Quito .
- INGENIUM. (s.f.). Obtenido de <https://ingenium.edu.pe/blog/mineria/que-es-el-levantamiento-topografico/>
- Jimenez, A. (25 de Agosto de 2013). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/162821740/Historia-Vial-Del-Ecuador>
- Karl, T., Ralph, B., & Peck, G. M. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. Obtenido de <https://www.wiley.com/en-us/Soil+Mechanics+in+Engineering+Practice%2C+3rd+Edition-p-9780471086581>
- Montiel, M. G. (2024). *Diseño de infraestructura vial para el mejoramiento de la transitabilidad de la via naranjito cnel*. Guayaquil: Repositorio UPS.
- MTOP. (2013). NEVI-12. Quito.
- NEVI-12-MTOP* . (2013). Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf
- Perez, G. (JULIO de 2020). *CEPAL*. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/1c446f45-b327-4def-83f7-e6d4eb39cf81>
- Rada, G. E. (MARZO de 2020). *COMISION DE TRANSITO*. Obtenido de <https://www.comisiontransito.gob.ec/wp-content/uploads/2020/03/RENDICION-DE-CUENTAS-2019-SANTA-ELENA.pdf>
- Robert D, H., & William D, K. (1981). *INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA GEOTÉCNICA*. Obtenido de <https://www.smig.org.mx/archivos/pdf/IntrIngGoet.pdf>
- Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM). (s.f.). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/438703057/Astm-d-698-Espanol>
- Vaggione, P. (2014). *ONU*. Obtenido de <https://www.local2030.org/library/67/3/Planeamiento-Urbano-para-Autoridades-Locales.pdf>

Vise, C. (s.f.). *¿Qué es un pavimento flexible y cuándo conviene usarlo?* Obtenido de <https://blog.vise.com.mx/qu%C3%A9-es-un-pavimento-flexible-y-cu%C3%A1ndo-conviene-usarlo>

8 ANEXOS

Anexo 1- Tutorías de titulación



Anexo 2- Planos

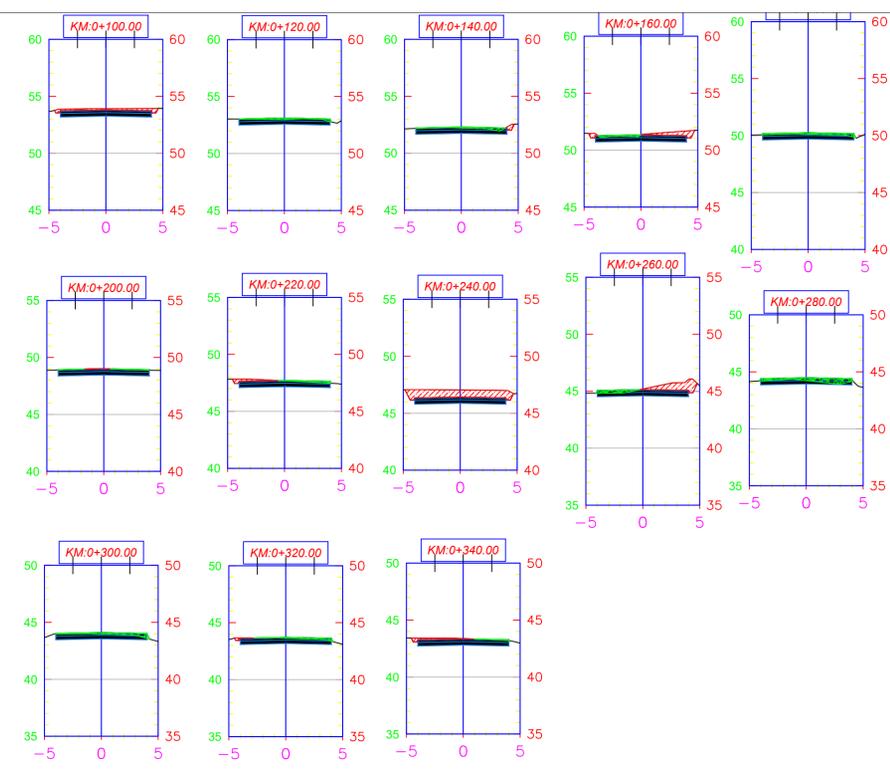
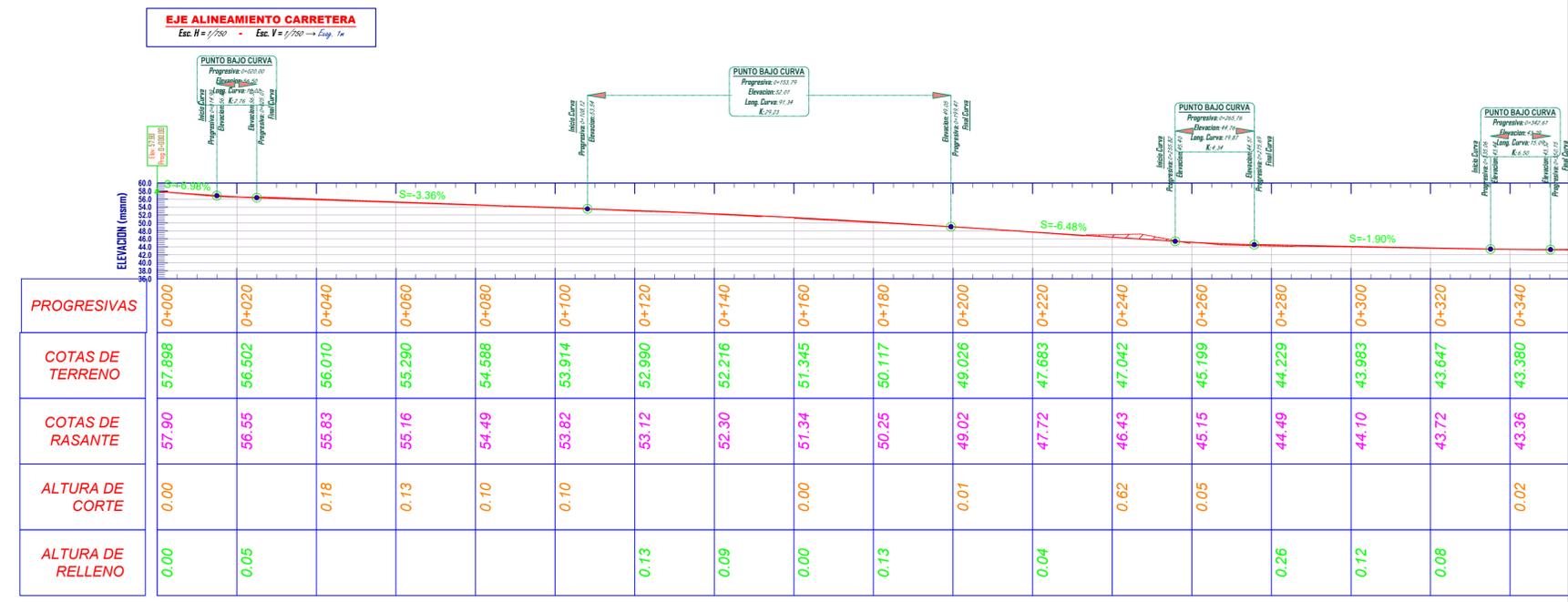
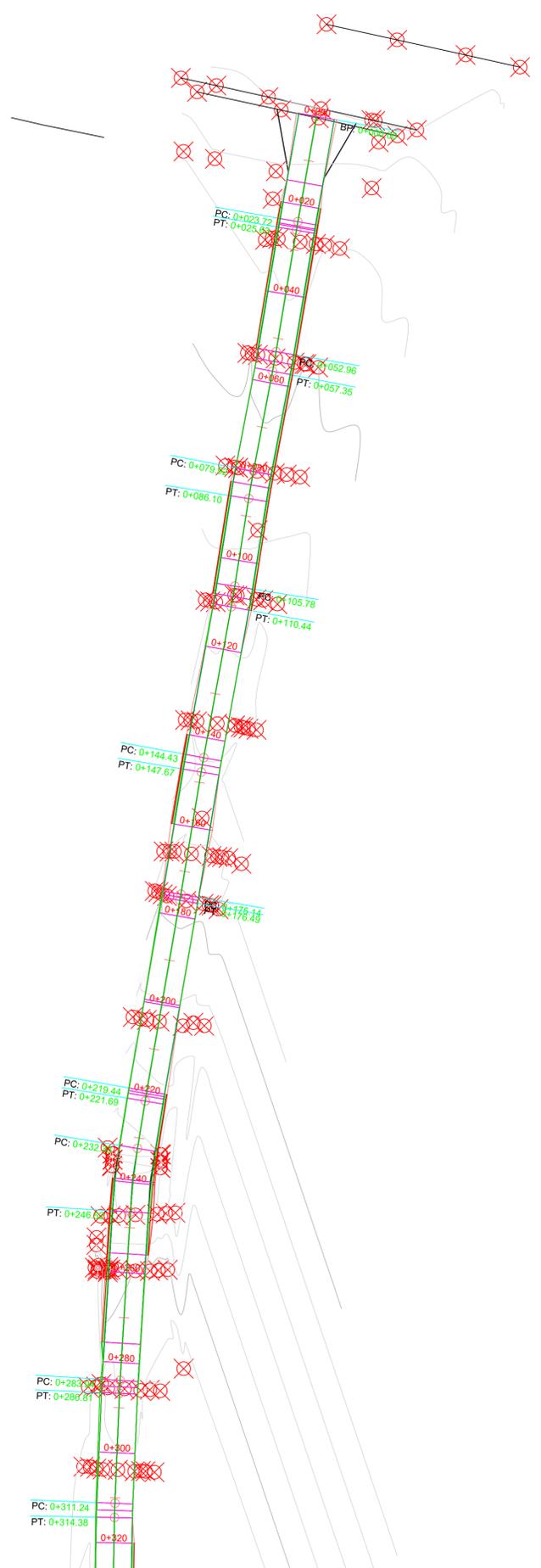
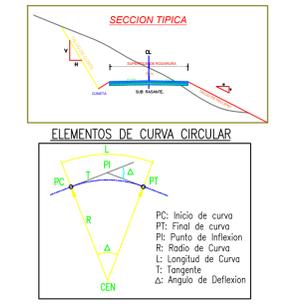


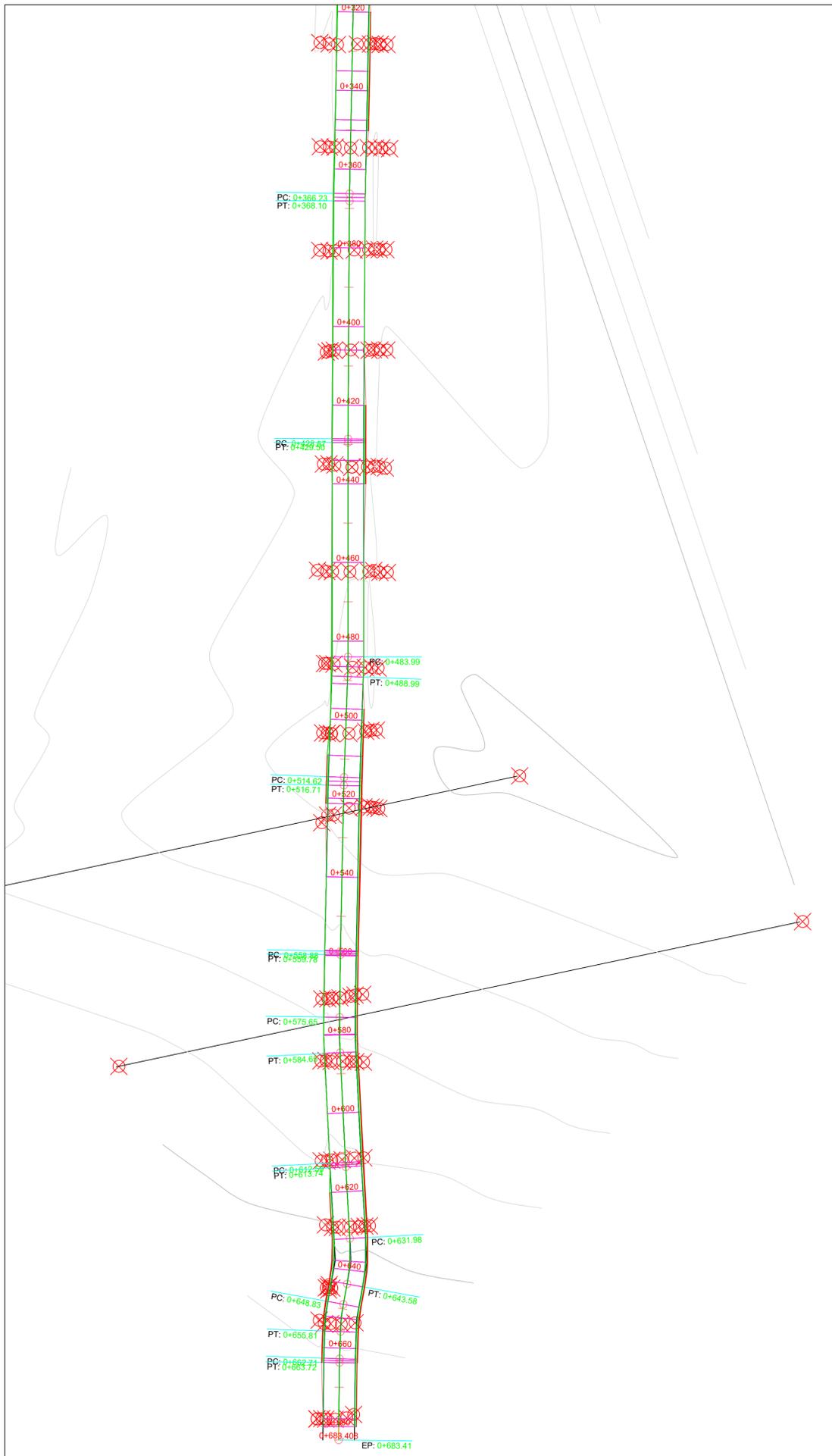
TABLA DE CALCULO DE MOVIMIENTO DE TIERRA

PROGRESIVA	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOL. ACUMULADO DE RELLENO	VOL. ACUMULADO DE CORTE
0+000.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.10	0.26	1.04	8.36	1.04	8.36
0+040.00	0.00	1.68	1.04	19.36	2.08	27.72
0+060.00	0.00	0.99	0.02	26.75	2.10	54.47
0+080.00	0.03	0.93	0.35	19.25	2.45	73.72
0+100.00	0.00	1.36	0.32	22.97	2.77	96.69
0+120.00	0.65	0.00	6.49	13.64	9.27	110.33
0+140.00	0.65	0.21	13.03	2.13	22.30	112.46
0+160.00	0.42	1.49	10.75	17.03	33.05	129.49
0+180.00	1.04	0.00	14.59	14.90	47.64	144.38
0+200.00	0.16	0.02	11.96	0.24	59.60	144.62
0+220.00	0.44	0.57	5.94	5.98	65.53	150.60
0+240.00	0.00	6.24	4.38	68.03	69.92	218.63
0+260.00	0.82	2.58	8.14	88.33	78.06	306.97
0+280.00	2.19	0.00	30.05	25.79	108.11	332.76
0+300.00	1.10	0.00	32.90	0.00	141.00	332.76
0+320.00	0.58	0.10	16.80	1.02	157.80	333.78



Proyecto: **DISEÑO VIAL PARA LA CONEXIÓN DE BARRIO ÚNETE K3 CON KM 3 DE VÍA LA COSTA, PROVINCIA SANTA ELENA**

Universidad politécnica Salesiana	Provincia SANTA ELENA	CANTON SANTA ELENA	Comuna SANTA ELENA
	AREA: 5280 m ²	Sistema de proyeccion WGS - 84 ZONA -17S	fecha: 21 - ENERO 2025
PERIMETRO: 660 m	Escala 1:175	Digitalizado Joan Gabriel Roca Loor	LAMINA V-01
		Ruben Sebastián Jiménez Abril	



EJE ALINEAMIENTO CARRETERA
 Esc. H = 1/200 - Esc. V = 1/200 → Long. 1m

Estación	Elevación	Área de Corte	Área de Relleno	Volumen de Tierra
0+360	43.216	43.37	0.15	
0+380	43.202	43.45	0.25	
0+400	43.390	43.53	0.14	
0+420	43.616	43.64	0.02	
0+440	43.836	43.84	0.00	
0+460	43.949	44.06	0.11	
0+480	44.100	44.28	0.18	
0+500	44.503	44.43	0.07	
0+520	44.344	44.09	0.26	
0+540	43.578	43.58	0.00	
0+560	42.749	42.87	0.12	
0+580	42.025	42.08	0.05	
0+600	41.303	41.28	0.03	
0+620	40.581	40.48	0.10	
0+640	39.829	39.68	0.15	
0+660	38.982	38.89	0.10	
0+683.41				

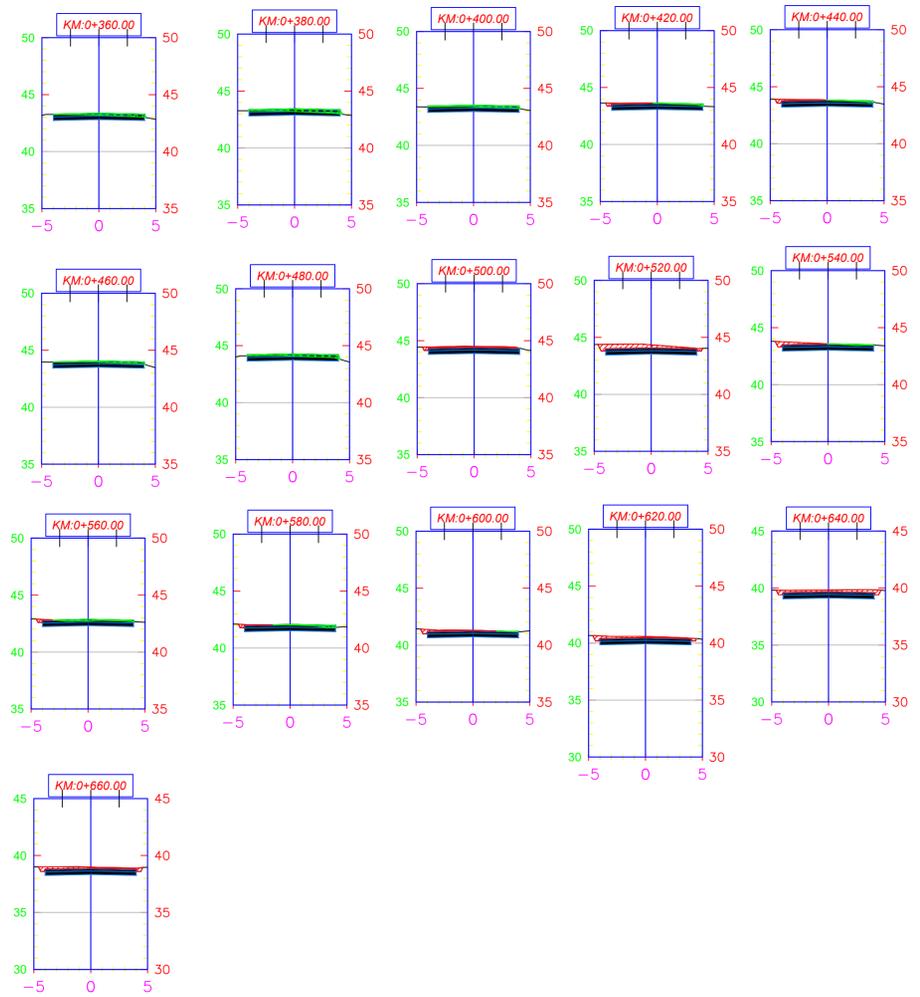
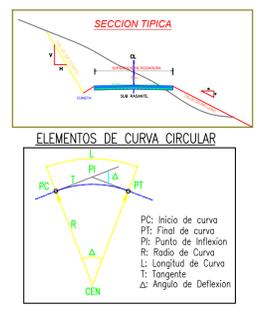


TABLA DE CALCULO DE MOVIMIENTO DE TIERRA

PROGRESIVA	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOL. ACUMULADO DE RELLENO	VOL. ACUMULADO DE CORTE
0+320.00	0.58	0.10	16.80	1.02	157.80	333.78
0+340.00	0.10	0.52	6.81	6.26	164.61	340.04
0+360.00	1.17	0.00	12.75	5.23	177.36	345.27
0+380.00	1.85	0.00	30.26	0.00	207.62	345.27
0+400.00	1.03	0.00	28.82	0.00	236.44	345.27
0+420.00	0.27	0.26	13.00	2.62	249.44	347.89
0+440.00	0.24	0.45	5.17	7.16	254.61	355.04
0+460.00	0.82	0.00	10.61	4.54	265.21	359.59
0+480.00	1.40	0.00	22.13	0.00	287.34	359.59
0+500.00	0.00	0.83	13.94	8.28	301.28	367.87
0+520.00	0.00	2.37	0.00	31.95	301.28	399.82
0+540.00	0.18	0.74	1.81	31.08	303.09	430.89
0+560.00	0.69	0.16	8.66	9.04	311.76	439.93
0+580.00	0.49	0.20	11.78	3.61	323.54	443.54
0+600.00	0.03	0.55	5.20	7.45	328.74	450.98
0+620.00	0.00	1.21	0.27	17.63	329.01	468.61
0+640.00	0.00	1.86	0.00	30.85	329.01	499.46
0+660.00	0.00	1.34	0.00	31.97	329.01	531.43
0+680.00	0.00	0.00	0.00	13.34	329.01	544.77
0+683.41	0.00	0.00	0.00	0.00	329.01	544.77



Proyecto: DISEÑO VIAL PARA LA CONEXIÓN DE BARRIO ÚNETE K3 CON KM 3 DE VÍA LA COSTA, PROVINCIA SANTA ELENA

Universidad politécnica Salesiana	Provincia SANTA ELENA	CANTON SANTA ELENA	Comuna SANTA ELENA
AREA: 5280 m ²	Sistema de proyección WGS - 84 ZONA -17S	fecha: 21 - ENERO 2025	Escala 1:175
PERIMETRO: 660 m	Digitalizado Joan Gabriel Roca Loor	Ruben Sebastián Jiménez Abril	LAMINA V-02