



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y
CONSTRUCCION**

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

TEMA

**REDISEÑO DE LA VÍA VINCES-SANTA MARTHA BASADO EN
LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA EN CARRETERAS
INTELIGENTES**

TUTOR

Msc. MARCOS VLADIMIR CHIMBORAZO

AUTORES

AGUIRRE GUERRERO JOSÉ BENIGNO

COROZO GAMEZ CHRISTIAN JOSUE

GUAYAQUIL

2025

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Rediseño de la vía Vinces-Santa Martha basado en la implementación de tecnología en carreteras

AUTOR/ES:

Aguirre Guerrero José Benigno
Corozo Gamez Christian Josue

TUTOR:

Msc. Chimborazo Angulo Marco Vladimir

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente Rocafuerte
De Guayaquil

Grado obtenido:

Ingeniería Civil

FACULTAD:

Facultad de ingeniería industria y
construcción

CARRERA:

INGENIERIA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2025

N. DE PÁGS:

111

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Diseño, Tecnología, Producto petrolífero, Radar, Viabilidad de los medios

RESUMEN: El rediseño de la vía Vinces-Santa Martha con base en la implementación de tecnologías de carreteras inteligentes busca optimizar la seguridad, eficiencia y sostenibilidad del tránsito en esta importante arteria vial. La propuesta contempla la incorporación de sistemas avanzados de monitoreo y control, tales como sensores de tráfico, cámaras de vigilancia y señales de tránsito inteligentes que se adaptan en tiempo real a las condiciones de la carretera. Esto permitirá una gestión más dinámica del flujo vehicular, mejorando la movilidad y reduciendo los tiempos de espera en zonas congestionadas.

Además, la integración de tecnologías como el sistema de gestión de tráfico basado en inteligencia artificial y la comunicación vehicular (V2X) facilitaría la interacción entre los vehículos y la infraestructura vial, permitiendo respuestas inmediatas ante situaciones de emergencia, accidentes o condiciones meteorológicas adversas. Esta tecnología no solo incrementa la seguridad de los conductores, sino que también optimiza el consumo energético y disminuye las emisiones contaminantes al facilitar un flujo más continuo y ordenado del tráfico.

<p>Finalmente, el proyecto contempla la sostenibilidad como un aspecto clave, implementando soluciones que reduzcan el impacto ambiental, como el uso de materiales ecológicos en la construcción de la carretera, así como la integración de sistemas de energía renovable para alimentar los dispositivos de monitoreo. A través de estas innovaciones, la vía Vinces-Santa Martha podría convertirse en un modelo de carretera inteligente, no solo en Ecuador, sino también a nivel regional, promoviendo la seguridad vial y el desarrollo de infraestructuras más eficientes y respetuosas con el medio ambiente.</p>		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Aguirre Guerrero José Benigno Corozo Gamez Christian Josue	Teléfono:	E-mail:
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Dr. Marcial Sebastián Amores Calero Teléfono: (04) 2596500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Torres Rodríguez Jorge Enrique Teléfono: (04) 2596500 Ext. 242 E-mail: jtorresr@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Rediseño de la vía Vinces-Santa Martha

INFORME DE ORIGINALIDAD

8 %	8 %	1 %	3 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.investigarmqr.com Fuente de Internet	1 %
2	Submitted to Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil Trabajo del estudiante	1 %
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.ulvr.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
6	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
7	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
8	twinspace.etwinning.net Fuente de Internet	<1 %
9	dailynewshungary.com Trabajo del estudiante	

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words


Ing. Marco Vladimir Chimborazo MSc.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes(s) egresado(s) Aguirre Guerrero José Benigno y Corozo Gámez Christian Josué declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, REDISEÑO DE LA VÍA VINCES-SANTA MARTHA BASADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA EN CARRETERAS INTELIGENTES corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

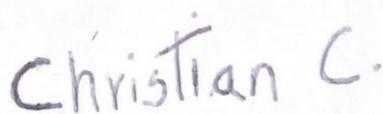
Autores

Firma:



C.I. 1208056919

Firma:



C.I. 095221464

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación, **REDISEÑO DE LA VÍA VINCES-SANTA MARTHA BASADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA EN CARRETERAS INTELIGENTES** designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de **INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN** de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: **REDISEÑO DE LA VÍA VINCES-SANTA MARTHA BASADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA EN CARRETERAS INTELIGENTES**, presentado por los estudiantes Aguirre Guerrero José Benigno y Corozo Gámez Christian Josué como requisito previo, para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



Ing. Marco Vladimir Chimborazo MSc.

C.C. 0915941728

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, por darme la fuerza, la perseverancia y la salud necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida. A mi familia, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus palabras de aliento en los momentos más difíciles. A mis padres, quienes con su ejemplo me han enseñado el valor del esfuerzo y la dedicación. A mi director/a de tesis, Ing. Chimborazo, por su guía, paciencia y valiosos consejos durante todo el proceso de investigación. Su orientación ha sido clave para la realización de este trabajo.

JOSÉ AGUIRRE

A Dios, por darme la fortaleza, la paciencia y la sabiduría necesarias para superar cada obstáculo en este camino académico. A mis padres, cuyo amor incondicional, sacrificio y apoyo constante han sido el pilar fundamental en mi vida. Gracias, mamá y papá, por enseñarme el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la perseverancia. A mi hijo, mi mayor inspiración y motor para seguir adelante. Cada logro alcanzado es por y para ti, con la esperanza de que algún día sigas tu propio camino con determinación y valentía. A mi mujer, por su amor, compañía y apoyo inquebrantable en cada etapa de este proceso. Gracias por estar a mi lado, dándome fuerzas en los momentos difíciles y celebrando conmigo cada pequeño triunfo. A mis docentes, quienes, con su conocimiento, guía y paciencia han contribuido de manera invaluable a mi formación profesional. Su dedicación ha sido clave en mi crecimiento académico y personal. A todos aquellos que de una u otra forma han sido parte de este camino, mi más sincero agradecimiento.

COROZO GAMEZ CHRISTIAN

DEDICATORIA

Con mucho cariño y gratitud, dedico este trabajo a: A Dios, por darme la fortaleza, la paciencia y la sabiduría para superar cada obstáculo en este camino. A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo inquebrantable y sus sacrificios, que han sido el motor de mi esfuerzo y dedicación. Sin ustedes, este logro no sería posible. A mis hermanos, por ser mi inspiración, mi compañía y mi motivación constante para seguir adelante. A mis amigos, por su apoyo, su comprensión y por estar a mi lado en los momentos difíciles y en los de alegría.

JOSÉ AGUIRRE

Dedico este trabajo a mis padres, por ser mi ejemplo de vida y enseñarme que el esfuerzo y la dedicación siempre tienen su recompensa. A mi hijo, la razón por la que me esfuerzo cada día. Que este logro sea un testimonio de que con trabajo y perseverancia se pueden alcanzar los sueños. A mi mujer, mi compañera incondicional, por su amor, paciencia y apoyo en todo momento. Gracias por ser mi refugio y mi motivación para seguir adelante. A mis docentes, por compartir su conocimiento y ser parte fundamental de mi formación. Este logro es de ustedes, con todo mi cariño y gratitud.

COROZO GAMEZ CHRISTIAN

RESUMEN

El rediseño de la vía Vinces-Santa Martha con base en la implementación de tecnologías de carreteras inteligentes busca optimizar la seguridad, eficiencia y sostenibilidad del tránsito en esta importante arteria vial. La propuesta contempla la incorporación de sistemas avanzados de monitoreo y control, tales como sensores de tráfico, cámaras de vigilancia y señales de tránsito inteligentes que se adaptan en tiempo real a las condiciones de la carretera. Esto permitirá una gestión más dinámica del flujo vehicular, mejorando la movilidad y reduciendo los tiempos de espera en zonas congestionadas.

Además, la integración de tecnologías como el sistema de gestión de tráfico basado en inteligencia artificial y la comunicación vehicular (V2X) facilitaría la interacción entre los vehículos y la infraestructura vial, permitiendo respuestas inmediatas ante situaciones de emergencia, accidentes o condiciones meteorológicas adversas. Esta tecnología no solo incrementa la seguridad de los conductores, sino que también optimiza el consumo energético y disminuye las emisiones contaminantes al facilitar un flujo más continuo y ordenado del tráfico.

Finalmente, el proyecto contempla la sostenibilidad como un aspecto clave, implementando soluciones que reduzcan el impacto ambiental, como el uso de materiales ecológicos en la construcción de la carretera, así como la integración de sistemas de energía renovable para alimentar los dispositivos de monitoreo. A través de estas innovaciones, la vía Vinces-Santa Martha podría convertirse en un modelo de carretera inteligente, no solo en Ecuador, sino también a nivel regional, promoviendo la seguridad vial y el desarrollo de infraestructuras más eficientes y respetuosas con el medio ambiente.

Palabras claves: Diseño, Tecnología, Producto petrolífero, Radar, Viabilidad de los medios

ABSTRACT

The redesign of the Vincas-Santa Martha road based on the implementation of intelligent highway technologies seeks to optimize the safety, efficiency and sustainability of traffic on this important artery. The proposal includes the incorporation of advanced monitoring and control systems, such as traffic sensors, surveillance cameras, and intelligent traffic signals that adapt in real time to road conditions. This will allow a more dynamic management of vehicular flow, improving mobility and reducing waiting times in congested areas.

In addition, the integration of technologies such as the traffic management system based on artificial intelligence and vehicular communication (V2X) would facilitate interaction between vehicles and the road infrastructure, enabling immediate responses to emergency situations, accidents or adverse weather conditions. This technology not only increases driver safety, but also optimizes energy consumption and reduces polluting emissions by facilitating a more continuous and orderly flow of traffic.

Finally, the project considers sustainability as a key aspect, implementing solutions that reduce environmental impact, such as the use of environmentally friendly materials in the construction of the road, as well as the integration of renewable energy systems to power the monitoring devices. Through these innovations, the Vincas-Santa Martha road could become a model of intelligent road, not only in Ecuador, but also at the regional level, promoting road safety and the development of more efficient and environmentally friendly infrastructures.

Keywords: Design, Technology, Petroleum product, Radar, Media Viability

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1.1 Tema:.....	2
1.2 Planteamiento del Problema:	2
1.3 Formulación del Problema	3
1.4 Objetivo General	3
1.5 Objetivos Específicos.....	3
1.6 Idea a Defender / Hipótesis.....	4
1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.....	4
CAPÍTULO II	5
2. Marco Teórico	5
2.1 Antecedentes:.....	5
2.2 Fundamentación teórica:.....	8
2.2.1 Definición de la seguridad vial	8
2.2.2 Importancia de la seguridad vial	9
2.2.3 Características de la seguridad vial	11
2.2.4 Características de la implementación de tecnología en vías	13
2.2.5 Rompe velocidades	15
2.2.6 Ubicación de los rompe velocidades	16
2.2.7 Características principales de las señales de Tránsito	17
2.2.8 Importancia de las señales de tránsito en el Ecuador	18
2.2.9 Señales de tránsito utilizadas en vías de primer y segundo orden	19
2.2.10 Clasificación de las señales de tránsito en el Ecuador	21
2.2.11 Ventajas de las señales de tránsito en vías de primer y segundo orden	23

2.2.12	Estudios de suelo en vías.....	25
2.2.13	Costos de estudios de suelo para vías	26
2.2.14	Costos de Rediseños de vías con implementación de tecnologías 27	
2.2.15	Clasificación de la seguridad vial en el Ecuador.....	30
2.2.16	Costos de adquisición de materiales de Seguridad vial.....	32
2.3	Marco Legal	33
2.3.1	CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008 Decreto 33	
2.3.2	Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)	34
2.3.3	Ley de Seguridad Vial (Ley N° 32, 2020).....	35
2.3.4	Reglamento de la Ley Orgánica de tránsito y Transporte Terrestre 36	
CAPÍTULO III		37
3.1	Enfoque de la investigación (cuantitativo, cualitativo mixto)	37
3.2	Alcance de la Investigación (Exploratorio, descriptivo o correlacional)	37
3.3	Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos	38
	3.3.1 Técnicas para obtener datos	38
	3.3.2 Instrumentos	40
3.4	Población y Muestra.....	41
	3.4.1 Población.....	41
	3.4.2 Muestra	42
CAPITULO IV		43
4.1	Resultados y Análisis de los resultados	43
	4.1.1 Resultados de las encuestas.....	43
	4.1.2 Estudio y resultados del TPDA	47
	4.1.3 Sensores usados en Estaciones meteorológicas para la vía	57

4.1.4 Señaléticas reglamentarias, preventivas, informativas para la implementación en la vía	61
4.1.5 Rompe velocidades	67
4.1.6 Muros rompe velocidades	68
4.1.7 Resultados de los estudios de suelo.....	69
4.1.8 Presupuesto Referencial de los costos de Adquisición	74
4.2 Análisis de los resultados.....	76
CONCLUSIÓN	79
RECOMENDACIÓN	80
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	85

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Línea de investigación.....	4
Tabla 2 Técnicas e instrumentos	41
Tabla 3 Tráfico Vehicular IMD Sin Corrección	48
Tabla 4 Calculo del IMD	48
Tabla 5 Tráfico Vehicular IMD anual y clasificación Vehicular	49
Tabla 6 Tabulación del volumen de tráfico promedio diario	51
Tabla 7 Volumen de tráfico promedio Diario	52
Tabla 8 Volumen de Tráfico Promedio Diario de viernes	53
Tabla 9 Volumen de tráfico del segundo viernes	54
Tabla 10 Volumen de tráfico Promedio Diario de sábado	55
Tabla 11 Volumen Promedio Diario de miércoles	56
Tabla 12 Presupuesto referencial de los materiales	75
Tabla 13 Presupuesto de carreteras inteligentes Vices Santa Martha	75

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Elementos de la seguridad vial	9
Figura 2 Componentes de la seguridad vial	11
Figura 3 Tecnología implementadas en vías de primer y segundo orden	13
Figura 4 Señales de tránsito en el Ecuador	14
Figura 5 Señales Verticales de tránsito en el Ecuador.....	20
Figura 6 Clasificación de las señales de tránsito	22
Figura 7 Señales Reglamentarias	23
Figura 8 Tipos de señales de tránsito en el Ecuador	25
Figura 9 Estudios de suelos en Vías.....	26
Figura 10 Triángulo de la seguridad vial	29
Figura 11 Limitantes por cargas de transportes	30
Figura 12 Clasificación de la seguridad vial en el Ecuador	31
Figura 13 Presupuesto referencial del costo en la seguridad vial	33
Figura 14 Tabulación de la pregunta 1.....	43
Figura 15 Tabulación de la pregunta 2.....	44
Figura 16 Tabulación de la pregunta 3.....	44
Figura 17 Tabulación de la pregunta 4.....	45
Figura 18 Tabulación de la pregunta 5.....	45
Figura 19 Tabulación de la pregunta 6.....	46
Figura 20 Tabulación de la pregunta 7.....	46
Figura 21 Tabulación de la pregunta 8.....	47
Figura 22 Clasificación Vehicular	49
Figura 23 Tabulación de la clasificación Vehicular IMD	50
Figura 24 Variación diaria de vehículos.....	50
Figura 25 Sensores de estaciones meteorológicas.....	57
Figura 26 Sensor de temperatura ambiente	58
Figura 27 Sensor de temperatura de 3 módulos	59
Figura 28 Sensor de velocidad de Viento.....	60
Figura 29 Sensor de Humedad Relativa	60
Figura 30 Señales preventivas para vía Vinces-Santa Martha.....	62
Figura 31 Señales preventivas para la Vía Vinces- Santa Martha	63

Figura 32 Señales reglamentarias para la vía Vinces-Santa Martha	64
Figura 33 Señales Reglamentarias para la vía Vinces-Santa Martha	65
Figura 34 Señales Informativas para la vía Vinces-Santa Martha.....	66
Figura 35 Rompe velocidades.....	68
Figura 36 Muro rompe velocidades	69
Figura 37 Estudio de suelo 1.....	70
Figura 38 Estudio de suelo 2.....	71
Figura 39 Estudio de suelo muestra 3.....	72
Figura 40 Estudio de suelo Muestra 4.....	73

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Ubicación de hitos	85
ANEXO 2 Levantamiento Topográfico	86
ANEXO 3 Coordenadas para estudio Topográfico.....	87
ANEXO 4 Confirmación de coordenadas por GPS	88
ANEXO 5 Levantamiento Topográfico de la vía.....	89
ANEXO 6 Estragos de baches en la vía.....	90
ANEXO 7 Accidentes de tránsito por falta de señaléticas y baches	91
ANEXO 8 Agrietamiento Nivel 3.....	92
ANEXO 9 Agrietamiento por fatiga o piel de cocodrilo en el pavimento.....	93
ANEXO 10 Deterioro del pavimento en la vía Santa Martha.....	94

INTRODUCCIÓN

El transporte es uno de los pilares fundamentales del desarrollo económico y social de cualquier país. En este contexto, las carreteras juegan un papel esencial, no solo como elementos de conectividad, sino también como vías que impulsan la productividad y mejoran la calidad de vida de las comunidades. Sin embargo, el crecimiento acelerado del tráfico vehicular, el envejecimiento de la infraestructura vial y la falta de mantenimiento adecuado representan desafíos que afectan la seguridad, eficiencia y sostenibilidad de las rutas de transporte.

En el caso de la vía Vinces-Santa Martha, una de las principales arterias viales de la provincia de Los Ríos, Ecuador, se enfrenta a problemas de congestión, deterioro estructural y alto riesgo de accidentes. Estas deficiencias requieren una solución integral que no solo considere la rehabilitación física de la carretera, sino también la implementación de tecnologías avanzadas que permitan transformar la infraestructura en una red de transporte más eficiente, segura y sostenible.

Las carreteras inteligentes, aquellas que incorporan tecnologías como sensores, sistemas de monitoreo en tiempo real, comunicaciones vehiculares y tecnologías de gestión del tráfico, ofrecen una alternativa prometedora para afrontar estos retos. Estas tecnologías no solo mejoran la seguridad vial, sino que también optimizan el flujo del tráfico, reducen los tiempos de viaje y contribuyen a la sostenibilidad ambiental mediante la gestión eficiente de recursos.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo explorar el rediseño de la vía Vinces-Santa Martha basado en la implementación de tecnologías para carreteras inteligentes. Se propone desarrollar una solución que no solo abarque la mejora de la infraestructura vial, sino también la integración de herramientas tecnológicas innovadoras para garantizar un transporte más seguro, eficiente y respetuoso con el medio ambiente. A través de este enfoque, se pretende proporcionar una visión moderna para la evolución del sistema vial, alineada con las tendencias globales en infraestructura de transporte inteligente.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1 Tema:

Rediseño de la vía Vinces-Santa Martha basado en la implementación de tecnología en carreteras inteligentes.

1.2 Planteamiento del Problema:

La vía Vinces-Santa Martha, ubicada en la provincia de Los Ríos, Ecuador, es una de las principales rutas de conexión entre diversas poblaciones y centros de producción agrícola de la región. A pesar de su importancia estratégica, esta carretera presenta múltiples deficiencias que afectan su rendimiento, seguridad y capacidad operativa. El deterioro estructural, la falta de señalización adecuada, la congestión vehicular y la vulnerabilidad a condiciones climáticas adversas son algunos de los problemas que han empeorado la calidad del servicio y aumentado los riesgos de accidentes en esta vía.

Por otro lado, el crecimiento acelerado del parque automotor y el incremento del volumen de carga han sobrecargado una infraestructura vial que no ha sido modernizada de manera acorde con las nuevas exigencias del tráfico. A esto se suman los desafíos asociados al mantenimiento, la falta de monitoreo en tiempo real y la ausencia de un sistema de gestión del tráfico eficiente, lo que incrementa los costos operativos y contribuye al deterioro continuo de la carretera. (Sánchez, 2024)

En un contexto donde la optimización de la infraestructura vial se convierte en una prioridad para el desarrollo económico y social de la región, se plantea la necesidad de integrar tecnologías innovadoras que no solo mejoren las condiciones de la vía, sino que también transformen la forma en que interactúan los usuarios, el tráfico y el entorno. La implementación de soluciones tecnológicas en la carretera Vinces-Santa Martha, a través de la adopción de sistemas inteligentes de transporte (ITS, por sus siglas en inglés), representa una oportunidad para resolver estos problemas de manera eficiente y sostenible.

El principal problema que motiva esta investigación es la carencia de una solución integral que contemple no solo la rehabilitación física de la carretera, sino también la incorporación de tecnologías avanzadas que optimicen el flujo vehicular, mejore la seguridad, minimicen el impacto ambiental y reduzcan los costos operativos. Así, se plantea un rediseño de la vía Vinces-Santa Martha basado en la implementación de tecnologías para carreteras inteligentes, con el fin de ofrecer una solución innovadora y eficaz que responda a las necesidades actuales y futuras de la región. (Torrez R. , 2016)

1.3 Formulación del Problema

¿Cómo puede el rediseño de la vía Vinces Santa Martha mediante la implementación de tecnologías de carreteras inteligentes mejorar la seguridad vial, optimizar el flujo de tránsito y reducir el impacto ambiental en esta zona?

1.4 Objetivo General

Proponer un rediseño de la vía Vinces-Santa Martha mediante la implementación de tecnologías de carreteras inteligentes, con el fin de optimizar la circulación vehicular, mejorar la seguridad vial y contribuir a la sostenibilidad y el mantenimiento adecuado de la infraestructura.

1.5 Objetivos Específicos

- Analizar las condiciones actuales de la vía Vinces-Santa Martha para identificar los problemas principales de infraestructura, seguridad vial y gestión del tráfico, que afectan la circulación vehicular y la sostenibilidad de la carretera.
- Investigar e implementar tecnologías avanzadas de carreteras inteligentes que puedan ser aplicadas en la vía Vinces-Santa Martha, tales como sistemas de monitoreo en tiempo real, señalización inteligente y gestión dinámica del tráfico, para mejorar la seguridad y eficiencia del tránsito.

- Evaluar el impacto económico del rediseño propuesto, con el fin de garantizar que las tecnologías implementadas contribuyan a la sostenibilidad de la infraestructura vial y a la reducción de costos operativos a largo plazo.

1.6 Idea a Defender / Hipótesis

La incorporación de tecnologías de carreteras inteligentes en el rediseño de la vía Vinces-Santa Martha, como sistemas de monitoreo en tiempo real, señalización dinámica y gestión inteligente del tráfico, mejorará la seguridad vial, reducirá la congestión vehicular y optimizará el mantenimiento de la infraestructura. Esto no solo contribuirá a la sostenibilidad ambiental, sino que también generará beneficios económicos a largo plazo al disminuir los costos operativos y aumentar la eficiencia del transporte en la región.

1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Tabla 1 Línea de investigación

Dominios ULVR	Línea de Investigación Institucional	Línea de Investigación Facultad	Sub-línea de Investigación Facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Técnica, Tecnología e Innovación	Modelaciones

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2023)

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2. Marco Teórico

2.1 Antecedentes:

Urquiza (2022), Importancia de la implementación de sistemas inteligentes, como apoyo a la gestión del transporte terrestre automotor de carga en Colombia. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Piloto de Colombia.

La investigación aborda el potencial de las tecnologías avanzadas para optimizar el transporte de carga en el país. Se enfoca en cómo los sistemas inteligentes de transporte (ITS) pueden mejorar la eficiencia operativa, reducir los costos logísticos y aumentar la seguridad en las rutas. La investigación también analiza los beneficios de la integración de estas tecnologías en el contexto colombiano, considerando tanto los aspectos económicos como ambientales. Además, se propone una visión de modernización para el sector del transporte, alineada con las tendencias globales de sostenibilidad y tecnología.

El estudio enfoca el análisis cualitativo de la implementación de sistemas inteligentes en el transporte de carga en Colombia, el cual puede transformar significativamente la eficiencia y seguridad del sector. Estos sistemas permiten una gestión más ágil del tráfico, optimizando las rutas y reduciendo los costos operativos. Además, su integración puede contribuir a la sostenibilidad ambiental, al minimizar el impacto de la congestión y las emisiones de los vehículos.

Torrez (2022), Aplicación de la tecnología vía internet en el diseño geométrico de carretera de la ruta Comas - San Juan de Lurigancho. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo, Lima, Norte.

Explora las herramientas digitales y el acceso a la información a través de internet pueden mejorar el proceso de planificación y diseño de carreteras. Se enfoca

en la utilización de software especializado para la creación de modelos geométricos precisos, lo que permite optimizar la trazabilidad y las condiciones del terreno. Además, analiza cómo estas tecnologías facilitan la recopilación y análisis de datos en tiempo real, lo que resulta en un diseño más eficiente y seguro. La investigación destaca la importancia de integrar estas soluciones para reducir costos, mejorar la precisión del proyecto y asegurar una infraestructura vial más sostenible y adaptada a las necesidades urbanas.

Esta tesis examina cómo la tecnología y el acceso a internet pueden optimizar el diseño geométrico de la carretera Comas - San Juan de Lurigancho. A través del uso de herramientas digitales y software especializado, se mejora la precisión y eficiencia del proceso de planificación. Además, se destaca el análisis de datos en tiempo real para adaptar el proyecto a las condiciones del terreno, reduciendo costos y garantizando una infraestructura más segura y sostenible.

Páez (2020), Rediseño de la vía Troncal del Pacífico E15 basado en la implementación de tecnologías de carreteras inteligentes. Universidad Técnica de Manabí. Facultad de Ingeniería Civil. Carrera de Ingeniería Civil

El rediseño de la vía Troncal del Pacífico E15 mediante la implementación de tecnologías de carreteras inteligentes busca mejorar la seguridad, eficiencia y sostenibilidad del transporte en esta importante arteria vial. Se propone incorporar sistemas avanzados de monitoreo, control de tráfico y señalización dinámica para optimizar el flujo vehicular y reducir la congestión. Además, se consideran herramientas tecnológicas para el mantenimiento predictivo de la infraestructura, lo que aumentaría la durabilidad de la carretera. Este enfoque busca no solo mejorar la circulación, sino también reducir el impacto ambiental y los costos operativos. La integración de tecnologías inteligentes permitirá una gestión más eficiente de los recursos viales.

No obstante, mediante tecnologías inteligentes puede transformar la circulación en la carretera, mejorando la seguridad y reduciendo la congestión. La implementación de sistemas de monitoreo y control en tiempo real facilitaría una gestión más eficiente del tráfico. Además, el mantenimiento predictivo ayudaría a

prolongar la vida útil de la infraestructura. Este enfoque también contribuiría a la sostenibilidad y reducción de costos operativos a largo plazo.

Castello (2020), Desarrollo de una metodología para el diseño y mejora de carreteras convencionales a partir del análisis de la seguridad vial mediante modelos de consistencia. Trabajo de Titulación en Ingeniería Vial, Universidad Politécnica de Valencia.

Esta tesis propone una metodología para el diseño y mejora de carreteras convencionales enfocada en la seguridad vial, utilizando modelos de consistencia. Se analiza el estado actual de las carreteras, identificando factores de riesgo y puntos críticos para los usuarios. A partir de esta información, se desarrollan modelos que permiten evaluar y mejorar el diseño geométrico, la señalización y otros elementos viales. La metodología busca optimizar la seguridad de los conductores y peatones, reduciendo los accidentes. Además, se incorpora un enfoque de mejora continua, permitiendo la actualización constante de los diseños en función de nuevos datos. Finalmente, se plantea una implementación práctica que podría ser aplicada en diversas vías convencionales.

La metodología propuesta para mejorar las carreteras convencionales se enfoca en analizar y optimizar la seguridad vial mediante modelos de consistencia. Identificando los riesgos y puntos críticos, se busca mejorar el diseño de la carretera y sus elementos, como la señalización. El objetivo es reducir accidentes y aumentar la seguridad tanto para conductores como peatones. Además, la metodología incluye una actualización constante para asegurar que los diseños sigan siendo efectivos con el tiempo.

Bautista (2021), Análisis de la seguridad vial desde el diseño geométrico de la carretera Canchaque – Huancabamba. Universidad de Piura. Repositorio Institucional, Colombia.

El análisis de la seguridad vial en el diseño geométrico de la carretera Canchaque – Huancabamba se centra en identificar los riesgos derivados de la infraestructura vial existente. Se evalúan aspectos como el trazado, las pendientes,

las curvas y la visibilidad, factores clave que influyen directamente en la seguridad de los conductores. A partir de esta evaluación, se proponen mejoras en el diseño para reducir accidentes, como la ampliación de curvas peligrosas y la mejora de la señalización. El objetivo es asegurar una circulación más segura y fluida, adaptada a las condiciones del terreno y al aumento del tráfico. Este enfoque contribuye a un transporte más eficiente y reduce los riesgos asociados a la carretera.

El análisis de la seguridad vial en la carretera Canchaque – Huancabamba busca identificar los peligros que presenta el diseño actual, como curvas peligrosas y visibilidad limitada. Se evalúan aspectos clave del trazado y las pendientes para mejorar la seguridad de los conductores. Las propuestas incluyen ajustes en el diseño geométrico y la señalización. El objetivo es hacer la carretera más segura y fluida para todos los usuarios.

2.2 Fundamentación teórica:

2.2.1 Definición de la seguridad vial

La seguridad vial se refiere al conjunto de medidas, normas y condiciones que buscan prevenir accidentes de tránsito, garantizando la protección de los usuarios de las vías. Esto incluye no solo las infraestructuras viales, sino también la conducta de los conductores, peatones y ciclistas. La seguridad vial abarca aspectos como el diseño de las carreteras, la señalización adecuada, el cumplimiento de las normas de tráfico y la educación de los usuarios sobre prácticas seguras en las vías.

Además, la seguridad vial implica la implementación de tecnologías y estrategias para monitorear y mejorar constantemente las condiciones de las carreteras. La meta principal es reducir los riesgos y las consecuencias de los accidentes, protegiendo tanto a los usuarios de vehículos como a los peatones. Es un componente fundamental del sistema de transporte que busca garantizar la movilidad sin poner en peligro la vida o la integridad física de las personas. (Velazquez, 2016)

En este contexto, la seguridad vial no solo se trata de evitar accidentes, sino también de crear un ambiente de transporte más organizado, eficiente y accesible para todos.

2.2.2 Importancia de la seguridad vial

La seguridad vial es de suma importancia debido a su impacto directo en la vida de las personas, la economía y el bienestar de la sociedad en general. Cada año, los accidentes de tránsito causan miles de muertes y lesiones, lo que genera un alto costo humano y económico. Promover una infraestructura vial segura y fomentar comportamientos responsables entre los usuarios de las vías es crucial para reducir estos riesgos y mejorar la calidad de vida. Una carretera bien diseñada y con una adecuada señalización reduce la probabilidad de accidentes, contribuyendo a una circulación más fluida y eficiente.

Además, la seguridad vial tiene un impacto positivo en la economía, ya que los accidentes de tráfico no solo causan pérdidas humanas, sino también daños materiales y costos relacionados con la atención médica, el transporte y la reparación de vehículos. Al invertir en la seguridad vial, se pueden evitar estos gastos, mejorar la productividad y garantizar un transporte más eficiente. La seguridad vial también promueve una mayor confianza en el sistema de transporte, lo que fomenta el uso de las carreteras de manera más segura y eficiente, beneficiando a la sociedad en su conjunto. En la figura 1 se da conocer una breve información detallada sobre la importancia de la seguridad vial en carreteras:

Figura 1 Elementos de la seguridad vial



Fuente: Derco et al. (2021)

2.2.2.1 Componentes de la Seguridad Vial

Los componentes de la seguridad vial se dividen en varias áreas clave que, al trabajarse de manera conjunta, permiten la prevención de accidentes y garantizan un entorno seguro para todos los usuarios de las vías. Uno de estos componentes fundamentales es la infraestructura vial, que abarca el diseño y mantenimiento adecuado de las carreteras, señalización y elementos como semáforos, barreras de protección, y la iluminación. Una carretera bien construida, con señalización clara y visible, facilita la circulación segura y permite a los conductores anticipar peligros o cambios en la vía.

Otro componente importante es la educación y concientización vial, que busca formar a los conductores, peatones y ciclistas en comportamientos responsables al transitar por las vías. Esto incluye el respeto a las señales de tráfico, los límites de velocidad y las normas de seguridad, como el uso del cinturón de seguridad o el casco. La educación vial también involucra el aprendizaje sobre los peligros comunes en las carreteras y cómo prevenir accidentes a través de decisiones responsables y precavidas.

Finalmente, la gestión del tráfico y control de la movilidad son esenciales para garantizar la fluidez y seguridad en las rutas. El uso de tecnologías como cámaras de vigilancia, sensores y sistemas de control en tiempo real permite monitorear el tráfico, detectar infracciones y gestionar el flujo vehicular de manera eficiente. Estos sistemas contribuyen a reducir la congestión y a responder rápidamente ante emergencias o accidentes, mejorando la respuesta de los servicios de emergencia y evitando la acumulación de riesgos en áreas conflictivas. Todos estos componentes trabajan en conjunto para crear un entorno vial más seguro y organizado. A continuación, se detalla en la figura 2 los principales componentes de la seguridad vial:

Figura 2 Componentes de la seguridad vial



Fuente: Alfaro et al. (2020)

2.2.3 Características de la seguridad vial

Prevención de accidentes: La principal característica de la seguridad vial es la prevención de accidentes de tráfico. Esto se logra mediante el diseño adecuado de las carreteras, la implementación de señalización clara y la educación vial. Al identificar y eliminar factores de riesgo, se busca evitar situaciones peligrosas que puedan poner en peligro la vida de los usuarios de las vías.

Protección de usuarios: Otra característica clave es la protección de los usuarios de las vías, como conductores, pasajeros, peatones y ciclistas. Esto incluye el uso de elementos de seguridad como barreras de protección, pasos peatonales y sistemas de alerta temprana. La seguridad vial se enfoca en reducir la gravedad de los accidentes y minimizar las consecuencias de los mismos mediante tecnologías y medidas preventivas.

Cumplimiento de normas y regulaciones: El cumplimiento de las normas de tránsito es fundamental para garantizar la seguridad vial. Las leyes de tráfico regulan aspectos como los límites de velocidad, el uso de cinturones de seguridad y el respeto a las señales de tránsito. La aplicación estricta de estas normas ayuda a mantener el

orden en las vías y a reducir las conductas de riesgo, contribuyendo a la seguridad general.

Infraestructura vial adecuada: Una infraestructura vial adecuada es esencial para la seguridad. Esto incluye el diseño de carreteras que se adapten a las condiciones del terreno, la instalación de señalización visible y la iluminación adecuada. Las carreteras bien mantenidas y con un diseño apropiado facilitan el tránsito seguro y previenen accidentes derivados de fallos estructurales o de señalización.

Uso de tecnologías de control y monitoreo: La implementación de tecnologías avanzadas, como cámaras de vigilancia, sensores de tráfico y sistemas de gestión en tiempo real, es otra característica importante de la seguridad vial. Estas herramientas permiten monitorear el flujo vehicular, detectar incidentes rápidamente y gestionar el tráfico de manera más eficiente, lo que contribuye a reducir los riesgos de accidentes.

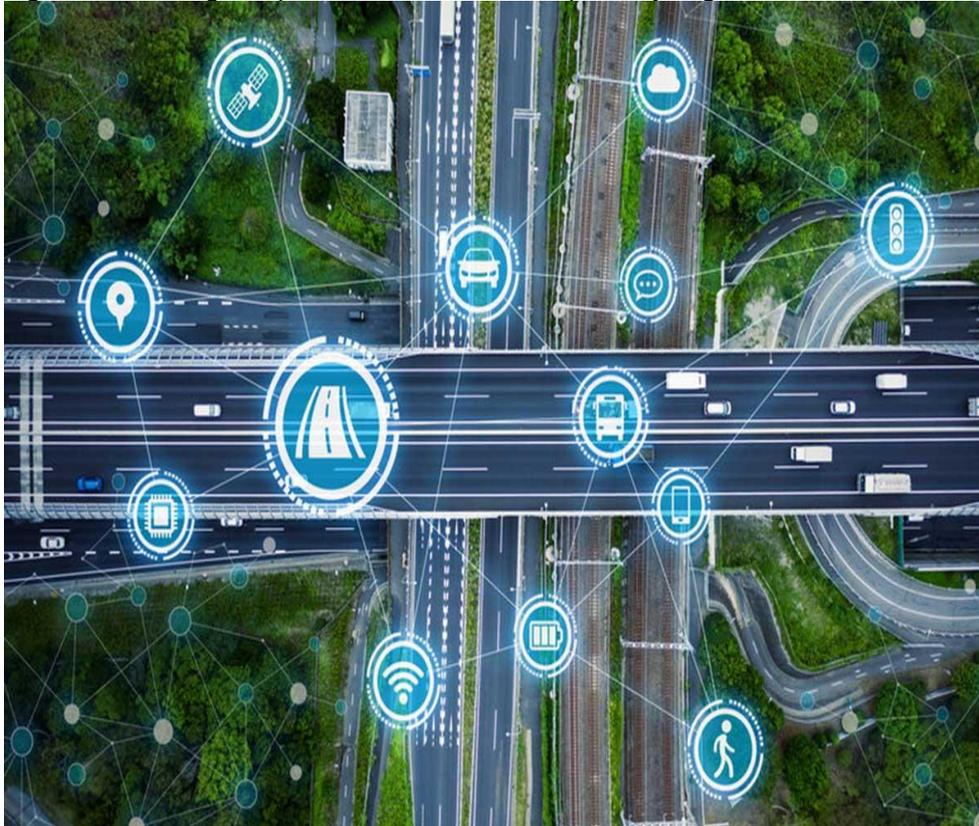
2.2.3.1. Tecnologías en carreteras

El tema de Tecnologías en carreteras se refiere a la implementación de herramientas y sistemas avanzados que mejoran la gestión y seguridad del tráfico en las vías. Estas tecnologías incluyen el uso de sensores, cámaras de vigilancia, sistemas de monitoreo en tiempo real y señalización inteligente, que permiten optimizar el flujo vehicular, reducir la congestión y prevenir accidentes. Además, contribuyen al mantenimiento de la infraestructura mediante diagnósticos más precisos y la gestión eficiente de los recursos. En resumen, las tecnologías en carreteras permiten una circulación más segura, eficiente y sostenible, adaptándose a las necesidades actuales del transporte.

Además, las tecnologías en carreteras también facilitan la integración de sistemas de transporte inteligentes (ITS), que permiten la comunicación entre los vehículos y la infraestructura vial para mejorar la seguridad y la eficiencia del tránsito. Estos sistemas pueden incluir alertas automáticas sobre condiciones peligrosas en la carretera, ajustes dinámicos de los límites de velocidad según el flujo del tráfico, y la gestión de semáforos en tiempo real. Con el uso de estas tecnologías, se busca no

solo reducir los riesgos de accidentes, sino también mejorar la experiencia de los conductores, optimizar el tiempo de viaje y contribuir al desarrollo de un transporte más sostenible.

Figura 3 Tecnología implementadas en vías de primer y segundo orden



Fuente: Castillo et al. (2023)

2.2.4 Características de la implementación de tecnología en vías

2.2.4.1 Mejora de la seguridad vial

La implementación de tecnología en las vías permite una mayor vigilancia y control del tráfico, utilizando sensores, cámaras y sistemas de monitoreo en tiempo real para prevenir accidentes y mejorar la respuesta ante emergencias.

Optimización del flujo vehicular: Las tecnologías de gestión del tráfico, como los semáforos inteligentes y los sistemas de gestión de tráfico en tiempo real, ayudan a regular el flujo vehicular de manera más eficiente, reduciendo la congestión y mejorando la movilidad en las carreteras.

2.2.4.2 Mantenimiento predictivo

El uso de tecnologías como sensores y drones permite el monitoreo constante de las condiciones de la infraestructura vial, facilitando el mantenimiento preventivo y la identificación temprana de posibles fallas, lo que contribuye a una mayor durabilidad de las carreteras.

2.2.4.3 Reducción del impacto ambiental

Con la implementación de sistemas inteligentes de tráfico y vehículos conectados, se puede reducir la emisión de gases contaminantes, promoviendo una movilidad más sostenible y eficiente desde el punto de vista ecológico.

2.2.4.4 Mejora en la experiencia del usuario

La tecnología aplicada en las vías mejora la experiencia de los conductores al proporcionar información en tiempo real sobre el estado de la carretera, condiciones meteorológicas, accidentes o desvíos, lo que permite una conducción más informada y segura.

Figura 4 Señales de tránsito en el Ecuador



Fuente: Mantera et al. (2020)

2.2.5 Rompe velocidades

Los rompe velocidades, también conocidos como reductores de velocidad, son dispositivos instalados en las vías con el objetivo de disminuir la velocidad de los vehículos para garantizar la seguridad de los peatones y usuarios de la vía. Existen varios tipos de rompe velocidades, cada uno diseñado para adaptarse a las necesidades específicas de cada entorno. Los más comunes son los resaltos o lomos de burro, que son pequeñas elevaciones transversales de la vía que obligan al conductor a reducir la velocidad para evitar el daño al vehículo. Este tipo de reductor es muy común en áreas residenciales o zonas escolares, donde se busca controlar la velocidad de los vehículos de manera eficaz.

Otro tipo de rompe velocidades es el muro rompe velocidades, que consiste en una estructura más alta y pronunciada, generalmente de concreto o material resistente. Este dispositivo es utilizado en tramos donde se necesita una reducción más significativa de la velocidad, como en áreas de alto riesgo o cerca de instituciones públicas. Los rebajes o resaltos de caucho también son populares, especialmente en zonas urbanas, ya que son fáciles de instalar, flexibles y menos agresivos con los vehículos. Por último, los dispositivos de velocidad de hormigón prefabricado, que son más duraderos y resistentes al desgaste del tráfico pesado, se emplean en carreteras o caminos con un flujo vehicular considerable.

La importancia de los rompe velocidades radica en su capacidad para mejorar la seguridad vial de manera efectiva. Estos dispositivos ayudan a prevenir accidentes, especialmente en zonas de alto riesgo como escuelas, hospitales o áreas residenciales. Al reducir la velocidad de los vehículos, se minimiza el impacto de posibles colisiones y se da tiempo a los conductores para reaccionar ante imprevistos. Además, contribuyen al control del tráfico y la reducción de la velocidad en áreas donde las señales de tránsito no son suficientes por sí solas. Su correcta implementación, considerando la ubicación y el tipo adecuado de reductor, es crucial para que cumpla su función de manera efectiva y segura.

2.2.6 Ubicación de los rompe velocidades

La ubicación de los rompe velocidades depende de varios factores, como el tipo de vía, la densidad del tráfico, la presencia de áreas de alto riesgo y la normativa de tránsito local. Sin embargo, existen ciertas directrices generales que se siguen para su correcta instalación:

Zonas residenciales o urbanas: En áreas con un alto flujo de peatones, como zonas residenciales, cercanas a escuelas o parques, los rompe velocidades deben colocarse con una frecuencia de cada 200 a 500 metros. La ubicación debe ser tal que se garantice una reducción gradual de la velocidad sin crear congestión ni incomodidad excesiva para los conductores.

Zonas de alto riesgo: En lugares donde se necesite un control más estricto de la velocidad, como cercanías a hospitales, escuelas o cruces peligrosos, los rompe velocidades deben ser más frecuentes, ubicándose cada 150 a 300 metros, dependiendo de la evaluación de seguridad vial. Es importante que los conductores tengan tiempo suficiente para reducir su velocidad al acercarse a estas zonas.

Carreteras o caminos con tráfico pesado: En carreteras secundarias o caminos rurales donde los vehículos circulan a mayores velocidades, los rompe velocidades se instalan generalmente con distancias más largas entre ellos, alrededor de 500 a 1000 metros, para no interrumpir el flujo del tráfico de forma innecesaria. Aquí, se opta por la instalación de dispositivos de velocidad de mayor tamaño y resistencia.

La instalación de los rompe velocidades debe ser evaluada con base en estudios técnicos y de tránsito, ya que su ubicación inadecuada o en exceso puede generar incomodidades a los conductores, aumentar el riesgo de accidentes o dañar los vehículos. Además, deben ir acompañados de señalización adecuada que indique la presencia de los reductores de velocidad con suficiente antelación.

2.2.7 Características principales de las señales de Tránsito

Las señales de tránsito son elementos gráficos diseñados para comunicar mensajes claros y concisos a los usuarios de las vías. Su función principal es orientar, regular y advertir sobre las condiciones del camino o el comportamiento esperado de conductores y peatones. Para cumplir con este propósito, las señales deben poseer características técnicas y visuales específicas que garanticen su efectividad y comprensión universal.

Una de las principales características de las señales de tránsito es la claridad. El mensaje que transmiten debe ser comprensible a simple vista, sin necesidad de interpretación compleja. Por eso, se utilizan símbolos estandarizados a nivel internacional, que permiten que cualquier persona, sin importar su idioma o nivel educativo, entienda el significado de la señal en cuestión.

Otra característica esencial es la visibilidad. Las señales deben estar ubicadas en lugares estratégicos, a una altura adecuada y con materiales reflectivos que permitan su observación tanto de día como de noche. En Ecuador, muchas señales han sido adaptadas a las condiciones climáticas y geográficas del país, asegurando su durabilidad y legibilidad en entornos diversos.

La uniformidad también es fundamental. Las señales deben seguir un sistema coherente de diseño, color y forma. Por ejemplo, en el Ecuador y otros países latinoamericanos, se emplean colores como el rojo para prohibición, el amarillo para advertencia, el verde para indicaciones y el azul para información general. Esta estandarización evita confusión y refuerza la educación vial a nivel nacional.

Además, las señales deben ser pertinentes y actualizadas. En zonas urbanas con alto tráfico, nuevas infraestructuras o cambios de sentido vial, es crucial que la señalización refleje la realidad del entorno. Una señal desactualizada puede causar desorientación y aumentar el riesgo de accidentes. Por esta razón, los organismos de tránsito tienen la responsabilidad de hacer revisiones periódicas del estado de la señalización.

Otra característica importante es la simplicidad gráfica. Las señales no deben estar sobrecargadas de texto ni de elementos visuales innecesarios. El uso de íconos o pictogramas es preferido sobre las palabras, ya que permite una reacción más rápida del conductor o peatón ante una situación en la vía. Esta simplicidad favorece una respuesta automática e intuitiva ante el mensaje emitido.

Finalmente, las señales de tránsito deben estar diseñadas bajo principios de accesibilidad. Esto significa que también deben considerar las necesidades de personas con discapacidades visuales, cognitivas o físicas. Por ejemplo, el uso de señales sonoras o señales táctiles en pasos peatonales son avances que permiten una movilidad más segura e inclusiva para toda la ciudadanía.

2.2.8 Importancia de las señales de tránsito en el Ecuador

Las señales de tránsito cumplen un papel fundamental en la organización del sistema vial del Ecuador. Estas señales permiten regular el flujo vehicular y peatonal, garantizando el orden y reduciendo el riesgo de accidentes. En un país con una creciente expansión urbana y un parque automotor en aumento, contar con una señalización clara y adecuada es vital para la seguridad de todos los usuarios de las vías.

En el contexto ecuatoriano, donde existen contrastes marcados entre zonas urbanas y rurales, la presencia y comprensión de las señales de tránsito es aún más importante. En muchas comunidades rurales, la falta de señalización contribuye a una mayor tasa de accidentes. Por ello, es esencial implementar campañas de concienciación y educación vial que fomenten el respeto por estas señales desde una edad temprana.

Además de su función reguladora, las señales de tránsito tienen un valor educativo. Enseñan a los conductores y peatones sobre sus derechos y obligaciones en la vía pública, promoviendo una cultura de respeto y responsabilidad. Esta función es particularmente relevante en Ecuador, donde los niveles de educación vial aún enfrentan desafíos significativos y la imprudencia continúa siendo una de las principales causas de siniestros viales.

Otro aspecto clave es que las señales de tránsito contribuyen al desarrollo turístico y económico del país. Vías correctamente señalizadas permiten una mejor movilidad, reducen los tiempos de desplazamiento y mejoran la experiencia de los visitantes nacionales e internacionales. Asimismo, un sistema de tránsito eficiente fortalece la logística comercial, beneficiando a sectores como el transporte de carga y el comercio interprovincial.

En conclusión, las señales de tránsito son pilares esenciales para la seguridad, la educación vial y el desarrollo sostenible en Ecuador. Su adecuada implementación y mantenimiento deben ser una prioridad para las autoridades, mientras que la ciudadanía tiene la responsabilidad de respetarlas y valorarlas. Solo mediante una acción conjunta se podrá construir un entorno vial más seguro y ordenado para todos.

2.2.9 Señales de tránsito utilizadas en vías de primer y segundo orden

Las señales de tránsito utilizadas en vías de primer y segundo orden son esenciales para regular y guiar el flujo vehicular, garantizando la seguridad de los conductores, peatones y ciclistas. En las vías de primer orden, que suelen ser las más transitadas y de mayor importancia, se emplean señales que indican normas de tráfico cruciales, como los límites de velocidad, las señales de advertencia sobre curvas peligrosas, los pasos peatonales y las indicaciones de dirección. Estas señales son de gran tamaño y alta visibilidad, debido a la gran cantidad de vehículos que transitan por ellas y la necesidad de evitar accidentes graves.

En las vías de segundo orden, que son carreteras de menor tráfico, pero igualmente relevantes para la conexión de localidades, las señales de tránsito tienen un enfoque más específico en la seguridad y el orden. Aunque estas vías no cuentan con el mismo volumen de tráfico que las de primer orden, las señales siguen siendo vitales para alertar sobre cambios en las condiciones del camino, como la presencia de animales, caminos resbaladizos o zonas de construcción. Además, se incluyen señales de información y orientación que ayudan a los conductores a identificar rutas secundarias o accesos importantes.

Ambos tipos de vías requieren un sistema de señalización coherente y bien diseñado, que garantice la comunicación clara entre las autoridades de tráfico y los

conductores. Las señales en ambas categorías deben ser entendibles y visibles, utilizando colores y formas estándar que permitan una rápida identificación. La correcta implementación de estas señales no solo regula el tránsito, sino que también previene accidentes, facilita la movilidad y contribuye a una circulación más eficiente y segura en las carreteras.

Figura 5 Señales Verticales de tránsito en el Ecuador



Figura: Ministerio de obras públicas (2023)

2.2.9.1 Tipos de señales de tránsito en el Ecuador

En Ecuador, las señales de tránsito se dividen en tres tipos principales: preventivas, reglamentarias y de información. Las señales preventivas tienen como objetivo alertar a los conductores sobre posibles peligros en la vía, tales como curvas peligrosas, zonas de deslizamientos, cruces de animales, o la proximidad a zonas escolares. Estas señales son generalmente de color amarillo y tienen una forma triangular para captar rápidamente la atención de los conductores y permitirles tomar precauciones adecuadas. (Peña, 2021)

Las señales reglamentarias son las que establecen las normas y leyes que los conductores deben seguir en todo momento. Estas incluyen las señales de velocidad máxima y mínima, la prohibición de adelantar, los ceda el paso, los stop, y las indicaciones de dirección, entre otras. Las señales reglamentarias son de color rojo y blanco y tienen una forma rectangular o circular, dependiendo del tipo de norma que comunican, y su cumplimiento es obligatorio para todos los usuarios de la vía.

Por último, las señales de información proporcionan datos sobre la ubicación, servicios disponibles, distancias o rutas. Estas señales orientan a los conductores para facilitar su tránsito, indicando nombres de ciudades, distancias a destinos importantes o la ubicación de estaciones de servicio. Generalmente, estas señales son de color verde o azul y tienen una forma rectangular, permitiendo que los conductores reciban información útil para su viaje. Estas señales son esenciales para garantizar una movilidad eficiente y segura en las carreteras del país. (Viton, 2015)

2.2.10 Clasificación de las señales de tránsito en el Ecuador

En Ecuador, las señales de tránsito se clasifican en tres tipos principales, cada una con una función específica para asegurar el orden y la seguridad vial. A continuación, se explican en detalle cada una de estas categorías:

2.2.10.1 Señales preventivas

Estas señales tienen como objetivo alertar a los conductores sobre posibles riesgos o condiciones que podrían poner en peligro la seguridad en la vía. Las señales preventivas incluyen advertencias sobre curvas peligrosas, deslizamientos de tierra, presencia de animales en la carretera, zonas escolares, entre otros. Generalmente son de color amarillo con símbolos o pictogramas en negro, y tienen una forma triangular, lo que las hace fácilmente reconocibles. El propósito es preparar al conductor para tomar las precauciones necesarias antes de llegar a la zona de riesgo. Cada tipo de señal juega un papel crucial para garantizar una circulación segura y eficiente en las vías del país. La correcta implementación y respeto de estas señales son fundamentales para reducir accidentes y mejorar la experiencia de viaje. (Cuellar, 2022)

2.2.10.3 Señales reglamentarias

Estas señales son las más estrictas, ya que comunican normas de obligado cumplimiento para los conductores. Las señales reglamentarias indican lo que está permitido, prohibido o regulado en una determinada vía. Incluyen límites de velocidad, la prohibición de adelantar, el uso obligatorio de cinturones de seguridad, el ceda el paso, y las señales de stop, entre otras. Las señales reglamentarias son generalmente de color rojo y blanco, y su forma varía: pueden ser circulares, rectangulares o cuadradas. El incumplimiento de estas señales puede resultar en sanciones o multas.

Figura 7 Señales Reglamentarias



Fuente: Tanca et al. (2022)

2.2.11 Ventajas de las señales de tránsito en vías de primer y segundo orden

Las señales de tránsito en vías de primer y segundo orden ofrecen una serie de ventajas que son fundamentales para la seguridad y el orden en las carreteras. En las vías de primer orden, que son las de mayor tráfico y relevancia, las señales permiten regular el flujo vehicular de manera eficiente, reduciendo el riesgo de

accidentes y mejorando la circulación. Al contar con señales claras y visibles, los conductores pueden anticiparse a posibles peligros, como curvas peligrosas, cambios de condiciones del clima o presencia de peatones, lo que favorece una conducción más segura y ordenada. (Escalante, 2020)

En las vías de segundo orden, que suelen ser de menor tráfico, las señales también desempeñan un papel clave en la seguridad vial. Estas señales, aunque menos frecuentes que en las vías principales, permiten una adecuada circulación y orientación de los conductores en rutas secundarias o rurales. Al contar con señales informativas y reglamentarias, se asegura que los usuarios de estas carreteras respeten las normas de tránsito y sigan las indicaciones necesarias para evitar accidentes, facilitando además la ubicación de servicios como estaciones de gasolina o puntos de descanso. (Chávez Soria, 2021)

Otra ventaja importante de las señales de tránsito en ambas categorías de vías es la contribución al mantenimiento de la infraestructura vial. Al regular de manera efectiva el tránsito y proporcionar alertas preventivas, se reduce el desgaste excesivo de la carretera, lo que contribuye a una mayor durabilidad de las vías. Además, estas señales permiten una mejor organización del tráfico, reduciendo la congestión y evitando la sobrecarga de ciertos tramos de la carretera, lo que también facilita el trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo por parte de las autoridades viales.

Figura 8 Tipos de señales de tránsito en el Ecuador



Fuente: Molina et al. (2021)

2.2.12 Estudios de suelo en vías

El estudio de suelo es una etapa fundamental en el diseño y construcción de vías terrestres, ya que permite conocer las propiedades físicas y mecánicas del terreno sobre el cual se desarrollará la infraestructura vial. Este análisis garantiza la estabilidad de la obra, determina el tipo de pavimento a utilizar y previene problemas estructurales a futuro, como asentamientos, agrietamientos o fallas en la calzada.

En proyectos viales, el estudio de suelo incluye actividades como la recolección de muestras, ensayos de laboratorio y la elaboración de perfiles geotécnicos. Estos procedimientos permiten identificar capas del suelo, su capacidad de carga, niveles de humedad, presencia de materiales expansivos, y condiciones hidrológicas subterráneas. Con esta información, los ingenieros pueden diseñar una vía que se adapte adecuadamente a las condiciones naturales del entorno.

Particularmente en países con una topografía variable como el Ecuador, el estudio de suelos cobra aún más importancia debido a la diversidad geológica presente en distintas regiones. Las características del terreno pueden cambiar drásticamente en distancias cortas, lo que exige un análisis detallado y localizado. Un

estudio de suelo bien ejecutado no solo garantiza la durabilidad de la vía, sino también la seguridad de sus usuarios y la optimización de recursos económicos.

Figura 9 Estudios de suelos en Vías



Fuente: Morante et al. (2021)

2.2.13 Costos de estudios de suelo para vías

Los costos asociados a los estudios de suelo en proyectos viales representan una inversión clave dentro de la etapa de planificación y diseño de la infraestructura. Aunque pueden parecer elevados inicialmente, estos estudios permiten anticipar riesgos geotécnicos y seleccionar soluciones técnicas adecuadas que eviten sobrecostos durante la construcción o en futuras labores de mantenimiento. Por ello, se consideran una herramienta preventiva que asegura la viabilidad económica del proyecto a largo plazo.

El valor de un estudio de suelo depende de múltiples factores, entre ellos la extensión del terreno a analizar, la complejidad geológica del área, el tipo de ensayos requeridos y la accesibilidad del sitio. En zonas montañosas o con suelos inestables, los costos tienden a incrementarse debido a la necesidad de realizar estudios más profundos y detallados. También influye si se requiere contratar equipos especializados o laboratorios certificados para ciertos tipos de análisis.

En Ecuador, el costo promedio de un estudio de suelo para vías puede variar significativamente, oscilando entre los 5.000 y 30.000 dólares estadounidenses,

dependiendo del tamaño del proyecto y del nivel de detalle requerido por la normativa. Los estudios más simples, orientados a caminos vecinales o rurales, pueden realizarse con presupuestos menores, mientras que las obras de gran envergadura como autopistas o puentes exigen investigaciones más complejas y costosas.

Es importante destacar que, dentro del presupuesto global de una obra vial, el estudio de suelo representa un porcentaje relativamente bajo en comparación con los gastos de construcción. Sin embargo, su impacto es determinante, ya que errores en esta etapa pueden generar problemas estructurales graves que incrementen los costos totales del proyecto. Por este motivo, las entidades contratantes y fiscalizadoras deben asegurar que estos estudios se realicen con criterios técnicos rigurosos.

En conclusión, los costos de los estudios de suelo no deben verse como un gasto secundario, sino como una inversión estratégica que garantiza la seguridad, durabilidad y eficiencia económica de las obras viales. Una correcta valoración y ejecución de estos estudios permite optimizar recursos y evitar imprevistos, consolidando un proceso constructivo más sostenible y responsable desde sus primeras fases.

2.2.14 Costos de Rediseños de vías con implementación de tecnologías

Los costos de rediseños de vías con implementación de tecnologías pueden variar significativamente dependiendo de diversos factores como la extensión de la carretera, el tipo de tecnología a implementar y las condiciones existentes de la infraestructura vial. En general, la inversión inicial suele ser alta, ya que implica no solo la renovación del diseño geométrico de la vía, sino también la integración de sistemas inteligentes y tecnologías avanzadas. Entre las tecnologías más comunes que se aplican se incluyen sensores para monitoreo en tiempo real, sistemas de gestión de tráfico, señalización electrónica, iluminación inteligente, y la instalación de cámaras de vigilancia.

Además de los costos directos de infraestructura, también hay gastos relacionados con la formación de personal y el mantenimiento continuo de los

sistemas tecnológicos. Las tecnologías avanzadas requieren un soporte constante para garantizar su buen funcionamiento, lo que representa un gasto adicional a largo plazo. Sin embargo, estos costos pueden ser justificados por los beneficios que traen, como la mejora de la seguridad vial, la reducción de accidentes y la optimización del flujo vehicular, lo que, a su vez, disminuye los costos operativos de transporte y los gastos asociados a accidentes y congestiones. (Pedraza, 2024)

Por otro lado, el rediseño de las vías con tecnologías inteligentes también puede generar ahorros en el mantenimiento futuro de la infraestructura vial. Al incorporar sistemas de monitoreo en tiempo real, por ejemplo, es posible detectar problemas de manera anticipada, evitando reparaciones costosas y prolongando la vida útil de la carretera. A largo plazo, la implementación de tecnologías puede representar un retorno positivo de la inversión, no solo en términos económicos, sino también en la mejora de la eficiencia del transporte y la sostenibilidad del sistema vial.

2.2.14.1 Factores que inciden en el deterioro de las vías

El deterioro de las vías se ve influido por diversos factores que afectan tanto a la infraestructura como a su mantenimiento. Uno de los principales factores es el tráfico vehicular, especialmente en carreteras con un alto volumen de vehículos, lo que provoca un desgaste constante de la superficie de la vía. Los camiones de carga pesada, por ejemplo, generan un impacto significativo en las capas asfálticas, aumentando la probabilidad de fisuras y baches. Además, las condiciones climáticas extremas, como lluvias intensas, temperaturas elevadas o bajas, y la acción del viento, también contribuyen al deterioro, ya que pueden causar erosión, inundaciones o deformaciones en la estructura de la carretera.

Otro factor importante es la falta de mantenimiento adecuado. Cuando no se realizan las reparaciones periódicas o el monitoreo constante de la infraestructura vial, pequeñas fallas pueden convertirse en problemas graves. La acumulación de agua, la falta de drenaje eficiente y la ausencia de reparaciones oportunas pueden acelerar el deterioro de la carretera. Además, el envejecimiento de los materiales utilizados en la construcción de las vías también juega un papel crucial, ya que con el

paso del tiempo, los materiales pierden resistencia y estabilidad, lo que aumenta el riesgo de fallas estructurales.

Figura 10 Triángulo de la seguridad vial



Fuente: Acosta et al. (2021)

2.2.14.2 Limitantes en los costos del rediseño con señales de tránsito en vías

Los costos del rediseño de vías con señales de tránsito pueden verse limitados por varios factores, siendo uno de los principales el presupuesto disponible. Las autoridades encargadas de la infraestructura vial a menudo enfrentan restricciones financieras que dificultan la implementación de mejoras completas, especialmente en carreteras extensas o en zonas rurales. Además, la tecnología avanzada que acompaña el rediseño, como señales electrónicas, sistemas de monitoreo y semáforos inteligentes, puede ser costosa tanto en su instalación inicial como en su mantenimiento a largo plazo. Otro desafío es la adaptación de las vías existentes, ya que puede requerir modificaciones significativas que aumenten el costo total del proyecto.

Todo esto puede generar una limitación en la capacidad de implementar un rediseño integral, especialmente si no se cuenta con recursos suficientes o si existen otras prioridades en el ámbito de transporte e infraestructura.

Figura 11 Limitantes por cargas de transportes

Livianos, motocicletas		Transporte público		Transporte de carga	
Tipo de vía	Límite máximo	Tipo de vía	Límite máximo	Tipo de vía	Límite máximo
Urbana	50 km/h	Urbana	40 km/h	Urbana	40 km/h
Perimetral	90 km/h	Perimetral	70 km/h	Perimetral	70 km/h
Rectas en carreteras	90 km/h	Rectas en carreteras	90 km/h	Rectas en carreteras	70 km/h
Curvas en carreteras	50 km/h	Curvas en carreteras	50 km/h	Curvas en carreteras	40 km/h

Elaboración: LA.HORA

Fuente: Acosta et al. (2023)

2.2.15 Clasificación de la seguridad vial en el Ecuador

La seguridad vial se clasifica en diferentes áreas según su enfoque y los aspectos que se buscan mejorar. Una de las clasificaciones más comunes incluye tres componentes principales: seguridad del usuario, seguridad de la infraestructura y seguridad del entorno.

2.2.15.1 Seguridad al usuario

Este componente se refiere a las acciones y comportamientos de los conductores, peatones, ciclistas y pasajeros. Implica la educación vial, el cumplimiento de las normas de tráfico, el uso de dispositivos de seguridad como el cinturón de seguridad y el casco, y la concientización sobre los peligros del consumo

de alcohol o drogas al conducir. Asegurar que los usuarios se comporten de manera responsable es clave para reducir los accidentes.

2.2.15.2 Seguridad al entorno

Este aspecto abarca los factores externos que afectan la seguridad vial, como las condiciones climáticas, la presencia de animales en la vía, la visibilidad y la regulación del tráfico. La gestión de estos elementos a través de sistemas de monitoreo, alertas y ajustes en la infraestructura contribuye a crear un entorno más seguro para todos los usuarios de la carretera.

2.2.15.3 Seguridad a la infraestructura

En este caso, la seguridad vial está vinculada al diseño y mantenimiento de la red vial. Esto incluye la construcción de carreteras adecuadas, la instalación de señales de tránsito claras, la mejora de la iluminación y el mantenimiento regular de las vías. El buen estado de la infraestructura es fundamental para minimizar los riesgos y proporcionar un entorno seguro para los usuarios de la vía.

Figura 12 Clasificación de la seguridad vial en el Ecuador



Fuente: Campos et al. (2023)

2.2.16 Costos de adquisición de materiales de Seguridad vial

Los costos de adquisición de materiales de seguridad vial son un factor clave en la implementación de proyectos de infraestructura y mejora de la seguridad en las vías. Estos costos incluyen la compra de diversos elementos esenciales para garantizar el orden y la seguridad en las carreteras, como señales de tránsito, sistemas de iluminación, barreras de protección, pavimento antideslizante, dispositivos de control de velocidad y otros componentes relacionados. El precio de estos materiales puede variar dependiendo de la calidad, tecnología utilizada y la cantidad requerida para cubrir una determinada sección de la carretera. (Jiménez, 2021)

Además, los costos de adquisición no solo abarcan los materiales en sí, sino también los gastos asociados con su transporte e instalación. La tecnología avanzada, como las señales de tránsito electrónicas, los sensores de monitoreo de tráfico y los sistemas de cámaras de vigilancia, tiende a ser más costosa que los materiales tradicionales. Sin embargo, la inversión en estos elementos tecnológicos puede ser justificable a largo plazo debido a la mejora en la seguridad, la eficiencia del tránsito y la reducción de accidentes, lo que reduce los costos de mantenimiento y atención de emergencias.

Otro aspecto importante es el mantenimiento de los materiales de seguridad vial, que implica gastos adicionales. Las señales y dispositivos deben ser revisados y reemplazados periódicamente para garantizar su funcionamiento adecuado. Las condiciones climáticas extremas, el tráfico pesado y el paso del tiempo pueden deteriorar los materiales, por lo que es necesario contemplar un presupuesto para su reposición y mantenimiento continuo. A pesar de estos costos, la inversión en seguridad vial es esencial para garantizar la protección de los usuarios y la eficiencia del sistema de transporte.

Figura 13 Presupuesto referencial del costo en la seguridad vial

CESEL INGENIEROS	103.A MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL DURANTE LA CONSTRUCCION	Proyecto : 104100
		Revisión : MBA
Proyecto: Fraccionamiento y Actualización del Estudio Definitivo para el Mejoramiento de la Carretera Oyón-Ambo		Aprobado : TSR
Tramo II: Dv. Cerro de Pasco (Km. 181+000)-Dv. Chacayan (Km. 230+000)		Fecha : Octubre 2017
Etapas: Informe Final del Estudio Definitivo		Especialidad : Costos

MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL 24 MESES

MANTENIMIENTO DE DESVIOS QUE INVOLUCRE LA OBRA EN EJECUCION

Para el periodo contractual, 1.0 días/mes para trabajos livianos, 1.0 días/mes para equipos pesados

Rendimiento: 1 / (2 días x semana X 4 semanas X 24 meses = 192 días) = 0.0052

Rendimiento: 0.0017Glb / día

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PU (S/.)	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA					682,490.88
CAPATAZ	hh	3.00	1,536.0000	26.83	123,632.64
PEON	hh	24.00	1,536.0000	15.16	558,858.24
MATERIALES					56,994.95
MATERIALES PARA SEÑALIZACION Y SEGURIDAD	EST	1.00	1.00	56,994.95	56,994.95
EQUIPO					802,078.46
HERRAMIENTAS MANUALES	%	5%		682,490.88	34,124.54
CARGADOR SILLANTAS 200-250 HP	hm	0.50	1,536.0000	228.17	173,234.56
MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	hm	0.50	1,536.0000	200.68	154,122.24
CAMIONETA PICK UP 4x2 SIMPLE 2000 KG	hm	0.50	1,536.0000	47.11	36,180.48
CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	0.50	1,536.0000	234.61	180,180.48
CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) 122 HP, 2000 gal	hm	0.50	1,536.0000	142.01	109,063.68
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP. 101-135 HP	hm	0.50	1,536.0000	147.36	113,172.48
SUBPARTIDAS					179,982.50
MATERIAL PARA LASTRADO	M3		6,441.75	9.08	58,491.09
TRANSPORTE DE MATERIAL	M3		6,441.75	18.86	121,491.41
					1,721,546.79

MATERIALES PARA SEÑALIZACION Y SEGURIDAD

DESCRIPCION	UND	CANT.	PRECIO	PARCIAL
LAMPARA DESTELLANTE	UND	30.00	47.31	1,419.30
CONO DE SEGURIDAD	UND	50.00	54.60	2,730.00
CILINDRO DE SEGURIDAD	UND	50.00	184.46	9,223.00
SEÑALES RESTRICTIVAS	UND	40.00	293.70	11,748.00
SEÑALES PREVENTIVAS	UND	45.00	181.50	8,167.50
SEÑALES INFORMATIVAS	UND	35.00	331.65	11,607.75
CHALECOS DE SEGURIDAD	UND	80.00	57.59	4,607.20
SILBATOS	UND	40.00	2.63	105.20
BANDERINES	UND	60.00	24.49	1,469.40
TRANQUERAS	UND	60.00	53.64	3,218.40
CINTA DE SEGURIDAD	ROLLO	10.00	28.92	289.20
MALLA DE SEGURIDAD	M	500.00	4.82	2,410.00
TOTAL MOVILIZACION DE EQUIPO S/.				56,994.95

Fuente: Valencia et al. (2021)

2.3 Marco Legal

El marco legal en cuanto a seguridad vial y la implementación de tecnologías en vías en Ecuador está compuesto por un conjunto de leyes, regulaciones y normativas que buscan garantizar la seguridad de los usuarios de las vías y promover el uso adecuado de tecnologías para mejorar la infraestructura vial.

2.3.1 CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008 Decreto

1. Artículos relacionados con el desarrollo sostenible, la infraestructura, y el derecho a un medio ambiente sano.

2. Ley de Caminos y Carreteras: 4 1. Regula la planificación, construcción y mantenimiento y operación de la red vial del país.

3. Reglamento General de Construcción de Carreteras: 1. Especifica los estándares técnicos y procedimientos para la construcción y mantenimiento de carreteras.

4. Código Orgánico del Ambiente: 1. Considera aspectos ambientales de sostenibilidad en la planificación y desarrollo de infraestructuras viales.

Normativa Local: Ordenanzas Municipales de la Provincia de Los Ríos: Estas ordenanzas regulan la construcción, urbanismo y gestión de infraestructura vial en la provincia. El proyecto deberá obtener los permisos necesarios y cumplir con las regulaciones locales sobre el diseño y construcción de carreteras.

2.3.2 Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)

Ley de Tránsito y Transporte Terrestre (Ley No. 5, 2016): Esta ley establece las normas básicas de tránsito en el país y regula aspectos clave de la seguridad vial. Su objetivo principal es garantizar un tránsito seguro y ordenado, protegiendo la vida, integridad y bienestar de los ciudadanos. Esta legislación establece las responsabilidades de los conductores, las sanciones por infracciones y la importancia de la educación vial. Además, regula el uso de tecnologías en el control de tránsito, como cámaras de vigilancia y sistemas de monitoreo. (INEN,2003)

Reglamento de la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre: Este reglamento complementa la ley y detalla los procedimientos para la implementación de medidas de seguridad vial. En él se establecen las especificaciones para la señalización vial, el diseño de carreteras, y la aplicación de tecnologías inteligentes, como el control electrónico del tránsito, el uso de semáforos inteligentes, y sistemas de alerta en tiempo real. También se regulan las infraestructuras viales que implementan tecnologías, como sensores para medir el flujo vehicular o las condiciones de las vías.

Normativas sobre señalización y sistemas de control de tráfico: Además de la ley general, existen normas técnicas específicas sobre el diseño y la instalación de señales de tránsito, tanto en carreteras de primer como de segundo orden. Estas

normas son actualizadas para incorporar las nuevas tecnologías, como las señales electrónicas o los sistemas automáticos de control de velocidad. Estas regulaciones se enfocan en asegurar que las tecnologías implementadas sean compatibles con las normativas de seguridad vial y que operen eficientemente para reducir los riesgos en las carreteras. (Perez, 2014)

Ley de Protección de Datos Personales: Esta ley es importante en el contexto de la implementación de tecnologías de seguridad vial, como las cámaras de vigilancia y los sistemas de monitoreo del tráfico. La ley establece directrices sobre cómo se deben manejar los datos recogidos por estos dispositivos, garantizando la privacidad y la protección de la información personal de los usuarios de las vías.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2260:2019 Mezclas asfálticas en caliente Requisitos. Esta norma establece los requisitos técnicos y de calidad para las mezclas asfálticas en caliente utilizadas en la construcción y mantenimiento de carreteras en Ecuador.

Control y Supervisión del Cumplimiento de las Normas El Instituto Ecuatoriano de Seguridad Vial (IESSV) y otras autoridades locales son responsables de velar por el cumplimiento de la normativa en cuanto a las señales de tránsito. Estas entidades realizan inspecciones periódicas, campañas de sensibilización y actividades educativas para promover el respeto a las señales. Además, implementan sistemas de penalización para quienes infringen las normas de tránsito.

2.3.3 Ley de Seguridad Vial (Ley N° 32, 2020)

La Ley de Seguridad Vial establece un marco adicional de seguridad para la implementación de señales de tránsito en el país. Esta ley promueve la educación vial y la concientización pública sobre el respeto a las señales y normas de tránsito. También regula la implementación de tecnologías de control, como sistemas de semáforos inteligentes, señales electrónicas y dispositivos de monitoreo que apoyan la gestión del tráfico en tiempo real.

2.3.4 Reglamento de la Ley Orgánica de tránsito y Transporte Terrestre

El Reglamento de la Ley de Tránsito complementa la ley, detallando los procedimientos específicos para la instalación y mantenimiento de las señales de tránsito. Este reglamento establece las dimensiones, los colores y las formas que deben tener las señales para garantizar su visibilidad y comprensión por parte de los conductores. Además, regula el uso de tecnologías avanzadas en el control de tráfico, como señales electrónicas, cámaras de vigilancia y sistemas de monitoreo del tránsito.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación (cuantitativo, cualitativo mixto)

El enfoque de la investigación es un proceso que permite la orientación del trabajo a realizar, además desempeña la función principal y nos da a conocer si la tesis fomenta una investigación cualitativa, cuantitativa o mixta. El enfoque de la tesis "Rediseño de la Vía Vinces-Santa Martha Basado en la Implementación de Tecnología en Carreteras Inteligentes" se lo considera un enfoque mixto debido a que, se aplica la infraestructura vial y la implementación de tecnologías inteligentes están claramente vinculados a la recopilación y análisis de datos cuantificables, también se puede integrar un componente cualitativo para comprender de manera integral tanto los impactos técnicos como los sociales.

El enfoque mixto se justifica porque la investigación no se limita a medir solo los impactos técnicos o cuantificables, sino que también tiene en cuenta el impacto social, la percepción de los usuarios y la viabilidad contextual del proyecto. Al integrar estos dos tipos de datos, la tesis ofrece un análisis más robusto y completo del rediseño de la vía y de la implementación de las tecnologías inteligentes, lo que contribuye a un entendimiento más amplio y aplicable de los resultados del proyecto.

Es importante detallar que la investigación utiliza este tipo de investigación para definir de manera más concreta y explícita la investigación a desarrollar, ya que mediante el estudio mixto se puede obtener información tanto analítica como cuantificable.

3.2 Alcance de la Investigación (Exploratorio, descriptivo o correlacional)

La tesis detalla una investigación con alcance exploratorio y descriptivo. El alcance descriptivo en esta tesis se justifica porque la investigación tiene como objetivo principal caracterizar y detallar la situación actual de la Vía Vinces-Santa Martha antes de su rediseño, así como las características específicas de la

infraestructura vial y las tecnologías inteligentes que se proponen implementar. A través de un enfoque descriptivo, se busca obtener una comprensión clara y precisa de las condiciones actuales de la carretera, como el flujo de tráfico, la seguridad vial, y el estado físico de la vía. Este tipo de enfoque permite construir una base de conocimiento sólida sobre el escenario inicial, que servirá de comparación para evaluar los cambios tras la implementación del rediseño.

Por otro lado, el alcance exploratorio se introduce porque la investigación también examina las relaciones que existen entre las variables tecnológicas implementadas (como los sistemas de monitoreo y sensores inteligentes) y los resultados esperados, como la mejora en la seguridad vial, la reducción de tiempos de viaje o el incremento de la eficiencia del tráfico. Este tipo de enfoque permite analizar cómo las tecnologías impactan diferentes aspectos de la infraestructura vial y cómo estas interacciones pueden predecir futuros comportamientos o resultados en la carretera. Así, se busca identificar patrones o asociaciones entre las variables que puedan ayudar a explicar la efectividad de las soluciones propuestas.

3.3 Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos

3.3.1 Técnicas para obtener datos

Para obtener los datos necesarios en la tesis sobre el rediseño de la Vía Vinces-Santa Martha y la implementación de tecnologías en carreteras inteligentes, se utilizarán varias técnicas que permitan recopilar información objetiva y subjetiva de manera efectiva.

Entre las principales técnicas se incluyen

- Observación directa,
- Entrevistas estructuradas
- Análisis documental
- Estudios de suelo
- TPDA
- Informes de la vía
- Estudios Topográficos

La observación directa permitirá registrar de manera detallada las condiciones actuales de la carretera, el flujo de tráfico y el comportamiento de los conductores, mientras que las encuestas y entrevistas se usarán para recopilar opiniones y percepciones de los usuarios y autoridades locales sobre la situación actual y la viabilidad de las tecnologías propuestas. Además, el análisis documental de informes y estudios previos sobre la carretera y tecnologías similares proporcionará un marco de referencia útil para el diseño del rediseño y la evaluación de su impacto. Estas técnicas combinadas permitirán obtener datos tanto cuantitativos como cualitativos que serán fundamentales para el análisis y la toma de decisiones en el proyecto.

Entrevista: una de las técnicas que se implemento fue el de entrevista que se realizo a los habitantes de la zona en la cual se implemento una serie de preguntas. En esta se hizo la participación de 33 personas, que son las que mas residen por las zonas donde han ocurrido ciertos accidentes.

➤ **¿Considera que la velocidad de los vehículos en esta vía es adecuada?**

- Si
- No
- No, van muy rápido
- No van muy lento
- Otros

➤ **¿Considera que la señalización es clara y suficiente?**

- Si
- No

➤ **¿Cómo calificaría el estado de la vía?**

- Bueno
- Regular
- Malo
- Pésima
- Malísima

- **¿Qué mejoras crees necesarias en la vía? Elija hasta 3 opciones**
 - Mas cruces peatonales
 - Reductores de velocidad
 - Mejor iluminación
 - Carriles exclusivos para bicicletas
 - Mayor control de tránsito
 - Reparación del pavimento

- **¿Considera que esta vía es segura para peatones?**
 - Si
 - No
 - No estoy seguro

- **¿Con qué frecuencia usa esta Vía?**
 - Diario
 - Varias veces a la semana
 - Ocasionalmente
 - Casi nunca

- **¿Ha presenciado o sufrido accidentes en esta vía?**
 - Si
 - No
 - Otros
 -

- **¿Cree que hay suficiente iluminación en esta vía?**
 - Si
 - No

3.3.2 Instrumentos

Estos instrumentos, en conjunto, permitirán recolectar una amplia gama de datos cuantitativos y cualitativos, lo que facilitará un análisis completo para la propuesta de rediseño de la vía y la implementación de soluciones tecnológicas.

- Ficha de observación
- Guía de entrevistas estructuradas
- Cuestionario de encuestas
- Instrumentos de medición de geotecnia
- Drones o imágenes satelitales
- Informes y bases de datos históricos
- Instrumentos de medición topográfica

Tabla 2 Técnicas e instrumentos

TÉCNICA	INSTRUMENTO	VALIDACIÓN	UNIDAD DE MUESTREO
Análisis de documentos y contenidos	Ficha bibliográfica, Rúbrica de evaluación de documentos, Ficha de contenido	No se validan los instrumentos	Documentos financieros, legales, contables, etc.
Encuesta	Cuestionario , Smartphone	Si se valida el instrumento	Personas , Objetos de las personas, lenguaje verbal y no verbal
Test	Pruebas psicométricas , Escala o test psicológicos	Se validan los test	Personas
Observación	Ficha de registro de observación , Diario de campo, Bitácora de trabajo	No se validan los instrumentos	Personas, objetos, estructuras, equipos, animales, medio ambiente, entre otros.
Entrevista	Guía de entrevista , Smartphone	No se validan los instrumentos	Personas , Objetos de las personas, lenguaje verbal y no verbal

Fuente: Valencia et al. (2024)

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

La población de esta tesis está compuesta por un grupo diverso de actores que tienen relación directa con la Vía Vines-Santa Martha. En primer lugar, se incluyen los usuarios de la carretera, tales como conductores, pasajeros y residentes de las comunidades cercanas, quienes utilizan la vía de manera habitual. Este grupo es clave para entender las condiciones actuales de la carretera y la percepción sobre las mejoras tecnológicas que se proponen.

Aproximadamente, más de 20,000 personas podrían beneficiarse directamente del rediseño de la Vía Vinces-Santa Martha y la implementación de tecnologías inteligentes en la carretera. Esta cifra incluye a los conductores regulares, como los habitantes de las comunidades cercanas, quienes utilizan la vía para transporte diario, así como a los transportistas comerciales y empresas de transporte público que dependen de la carretera para sus operaciones. Además, los residentes locales se verían favorecidos por una mejora en la seguridad vial y la reducción de la congestión, lo que beneficiaría a un amplio sector de la población que interactúa de manera directa o indirecta con esta infraestructura vial. La implementación de tecnologías inteligentes también podría tener un impacto positivo en la calidad de vida de la comunidad al reducir los tiempos de viaje y aumentar la seguridad.

3.4.2 Muestra

La muestra para esta tesis se seleccionará de manera intencionada, enfocándose en los grupos clave que tienen una relación directa con el uso y la gestión de la Vía Vinces-Santa Martha. En primer lugar, se incluirán 100 usuarios de la vía, entre conductores, pasajeros y residentes de las comunidades cercanas, para obtener una visión representativa de las percepciones sobre las condiciones actuales de la carretera y la aceptación de las tecnologías inteligentes propuestas. Además, se seleccionarán 10 autoridades viales y expertos en transporte y planificación urbana, quienes brindarán información técnica sobre la viabilidad y el impacto del rediseño y la implementación de nuevas tecnologías en la infraestructura. También se contará con una muestra de 5 ingenieros y técnicos especializados en áreas como estudios topográficos, geotécnicos y de tráfico, quienes proporcionarán datos fundamentales para la evaluación y diseño del proyecto. Estos grupos de muestra permitirán realizar un análisis integral de los aspectos técnicos, sociales y económicos relacionados con el rediseño de la vía.

CAPITULO IV PROPUESTA O INFORME

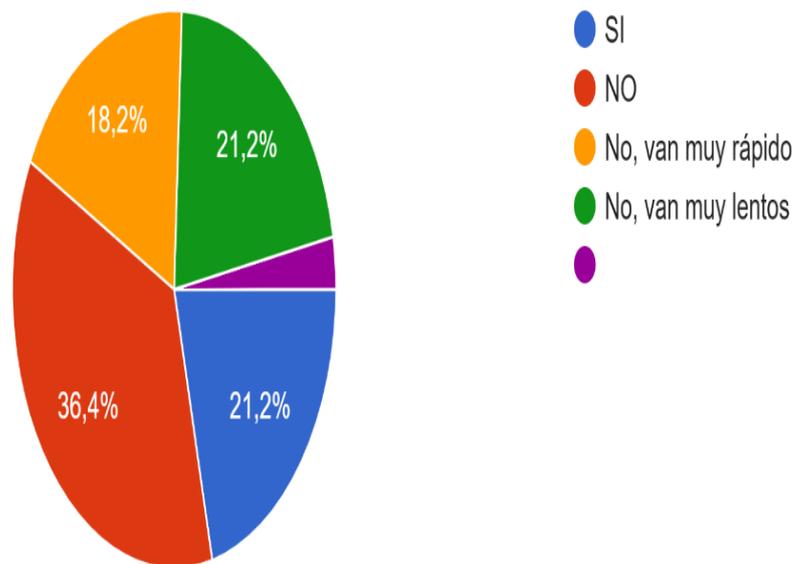
4.1 Resultados y Análisis de los resultados

4.1.1 Resultados de las encuestas

Lo resultados de las encuestas en cada pregunta nos da como resultado que se debe de intervenir de manera inmediata la vía, ya que se da la presencia de accidentes, falta de señaléticas en la vía y una serie de problemas más. Para concluir con los resultados se detallan cada uno de los porcentajes con sus respectivos análisis:

Figura 14 Tabulación de la pregunta 1

¿Considera que la velocidad de los vehiculos en esta via es adecuada?

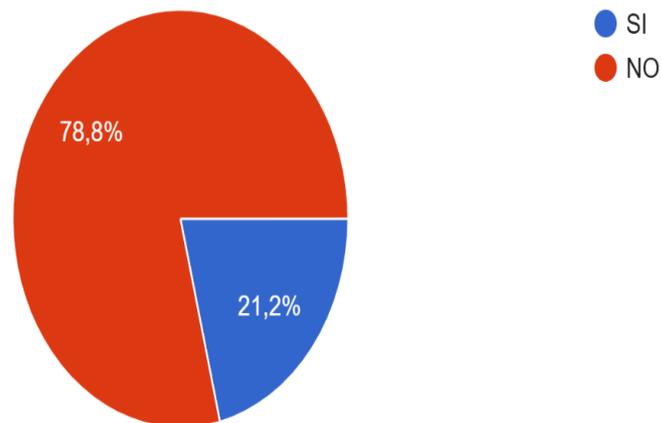


Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Análisis: en esta pregunta el 36,4% menciona que la velocidad de los vehículos no es adecuada, el 21,2% dice que, si y este mismo porcentaje indica que no, van muy lento, y por último el 18,2% nos indica que no, van muy rápido. Para concluir, la respuesta más votada hacer predecir la incidencia que se ejecuta en la vía es un peligro para la sociedad o habitantes en la zona.

¿Considera que la señalización es clara y suficiente?

Figura 15 Tabulación de la pregunta 2

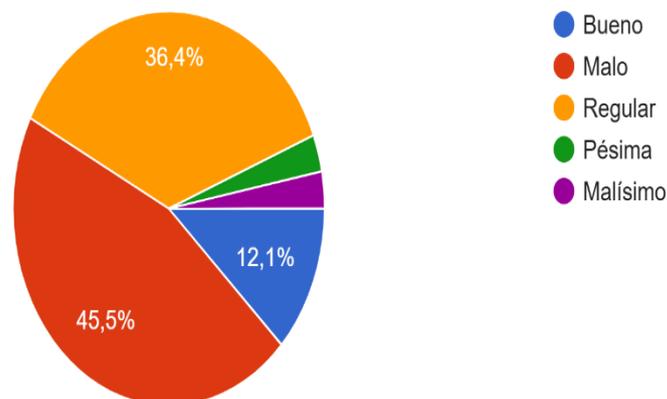


Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Análisis: 78,8% considera que no es clara ni suficiente la señalización en la vía, mientras que el 21,2%

¿Como calificaría el estado de la vía?

Figura 16 Tabulación de la pregunta 3

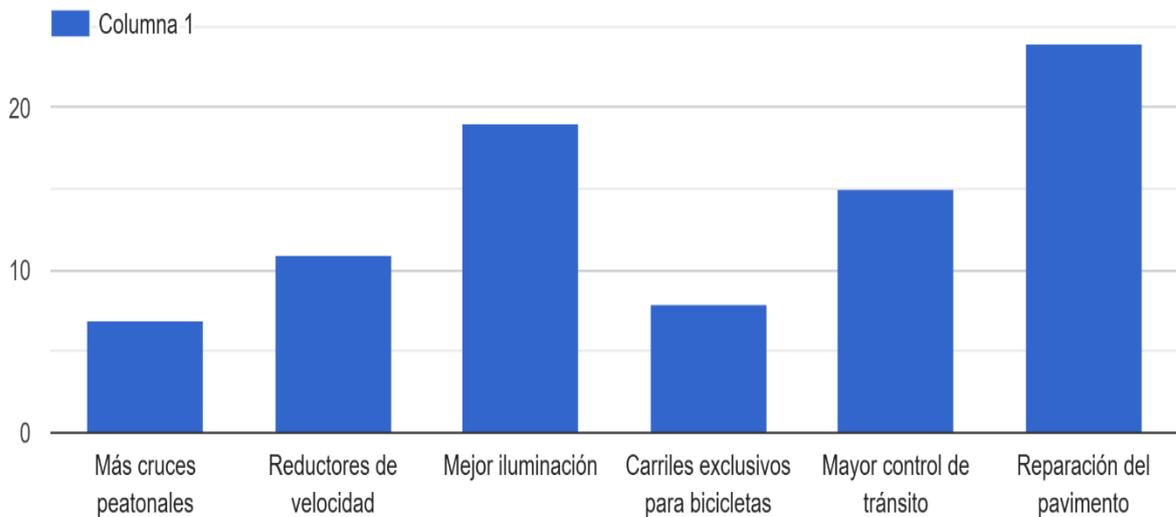


Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Análisis: en esta pregunta se menciona 5 opciones, siendo el porcentaje mas alto con 45,5%, 36,4% con resultado de regular, 12,1 siendo bueno y el resto el porcentaje dividido entre malísimo y pésima.

¿Qué mejoras crees necesarias en la vía (seleccione hasta 3 opciones)?

Figura 17 Tabulación de la pregunta 4

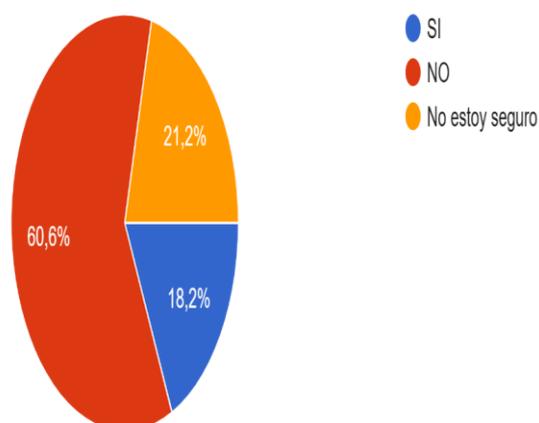


Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Análisis: representado por diagramas de barra con 3 opciones de respuestas las mejoras que la sociedad considera son: mejor iluminación, mayor control de tránsito y reparación de pavimento.

¿Considera que esta vía es segura para peatones?

Figura 18 Tabulación de la pregunta 5

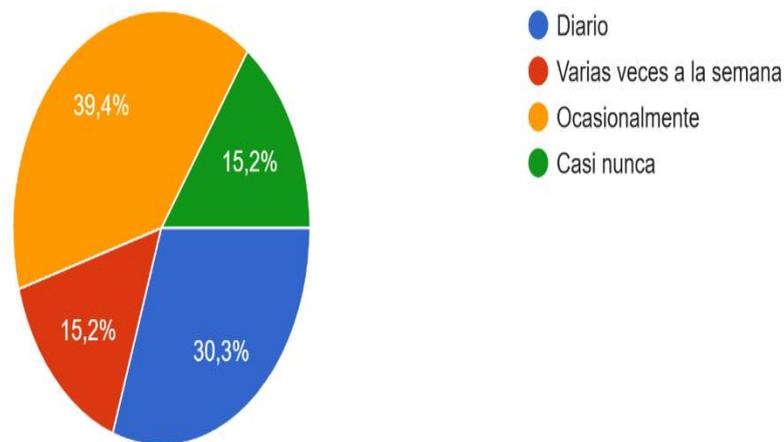


Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Análisis: un 60,6% considera que la vía no es segura, el 21,2% menciona que no está seguro y el 18,2% nos indica que sí.

¿Con qué frecuencia usa esta vía?

Figura 19 Tabulación de la pregunta 6

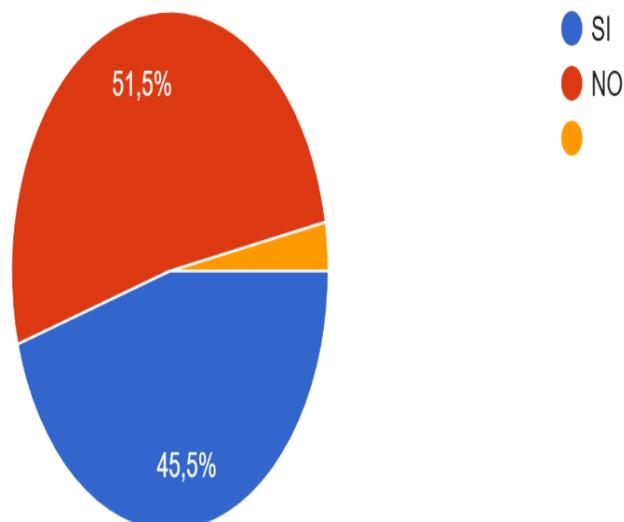


Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Análisis: con el 39,4% nos indican que ocasionalmente utilizan la vía, el 30,3% diaria, el 15,2% varias veces a la semana y el 15,2% casi nunca.

¿Ha presenciado o sufrido accidente en esta vía?

Figura 20 Tabulación de la pregunta 7



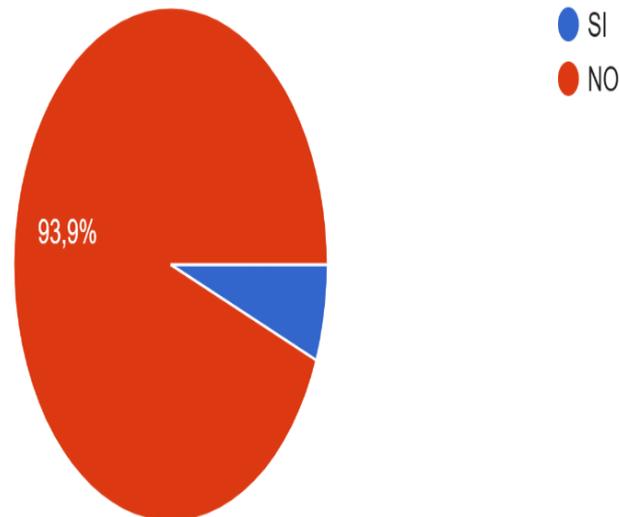
Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Análisis: esta pregunta se realizó por la frecuencia de los accidentes que se han presentado en la zona ya que es una vía de primer orden y se encuentra en mal

estado, por esta razón la respuesta es que si se ha presenciado con un porcentaje de 51,5%

¿Cree que hay suficiente iluminación en esta vía?

Figura 21 Tabulación de la pregunta 8



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Análisis: Una de las últimas preguntas que se le realizó a la población fue esta teniendo como resultado que en la vía no hay suficiente iluminación con un 93,9%

4.1.2 Estudio y resultados del TPDA

Para ejecutar cada uno de los resultados se plantea realizar una serie de procesos, en primer lugar, se detalla el TPDA, proceso por el cual nos va a ayudar a ejecutar el conteo de los autos que pasan por la vía y así tener un análisis cuantitativo de los resultados. Para detallar el TPDA sin corrección se grafica en la tabla 2 el tráfico vehicular de los vehículos, donde se menciona cada uno de los vehículos que transitan por la vía. Al ser considerada vía de primer orden se encontrará, autos, camionetas, camión, contenedores entre otras. Según los datos detallados se refleja un total de 75 IMD.

Además, en la tabla 3, se representa el cálculo de los IMD y la tabla 4 grafica los datos relativos del TPDA tráfico vehicular IMD anual y clasificación vehicular. Este

detalle se elabora mediante la herramienta de Excel que nos ayuda a tabular cada uno de los resultados encontrados en la zona de estudio.

Tabla 3 Tráfico Vehicular IMD Sin Corrección

TRAFICO VEHICULAR IMD Sin Corrección (Veh/dia)		
Tipo de Vehículos	IMDS	Distrib.
		%
Autos	16	21.3%
Satation Wagon	7	9.3%
Camioneta Pick Up	9	12.0%
Camioneta Panel	7	9.3%
COMBI		
RURAL	1	1.3%
Micro	0	0.0%
Omnibus 2E y 3E	17	22.7%
Camión 2E	6	8.0%
Camión 3E	3	4.0%
Camión 4E	0	0.0%
Semi trayler	4	5.3%
Trayler	5	6.7%
TOTAL, IMD	75	100.0%

Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Tabla 4 Calculo del IMD

CALCULO DEL IMD Resumen de Metodología		
$IMD = \frac{VS}{7}$		
VS = Volumen Promedio Semanal		
Fc Veh. Ligeros =		0.843053
Fc Veh. Pesados =		0.786872
IMD =	61	Vehículos por día
	22 325	V. x año

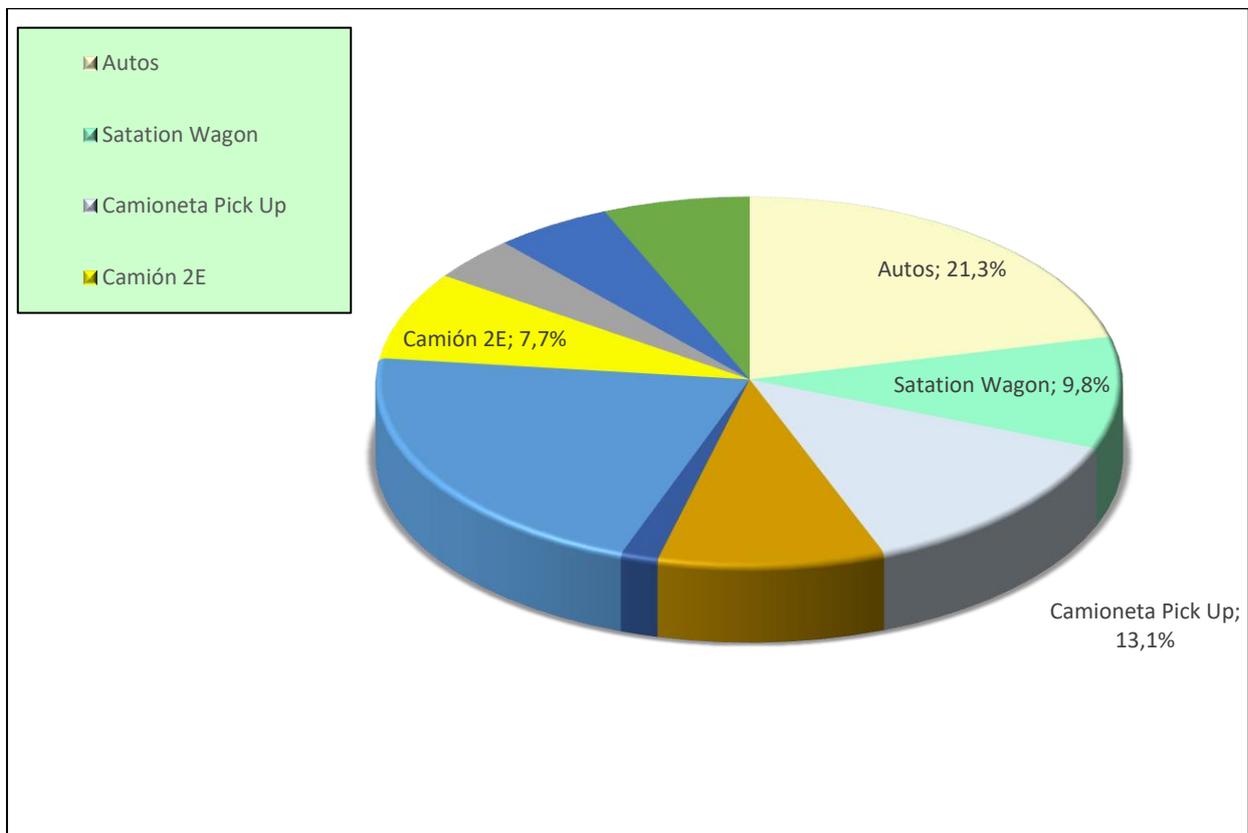
Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Tabla 5 Tráfico Vehicular IMD anual y clasificación Vehicular

TRAFICO VEHICULAR IMD ANUAL Y CLASIFICACION VEHICULAR (Veh/dia)		
Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	13	21.3%
Satation Wagon	6	9.8%
Camioneta Pick Up	8	13.1%
Camioneta Panel	6	9.8%
COMBI		
RURAL	1	1.6%
Micro	0	0.0%
Omnibus 2E y 3E	13	21.3%
Camión 2E	5	7.7%
Camión 3E	2	3.9%
Camión 4E	0	0.0%
Semi trayler	3	5.1%
Trayler	4	6.4%
TOTAL IMD	61	100.0%

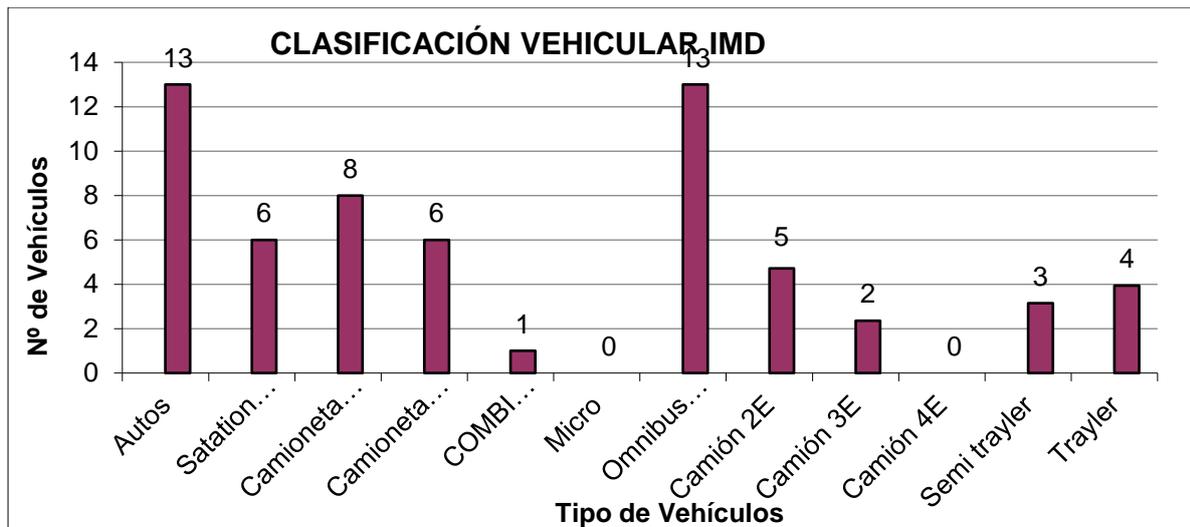
Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Figura 22 Clasificación Vehicular



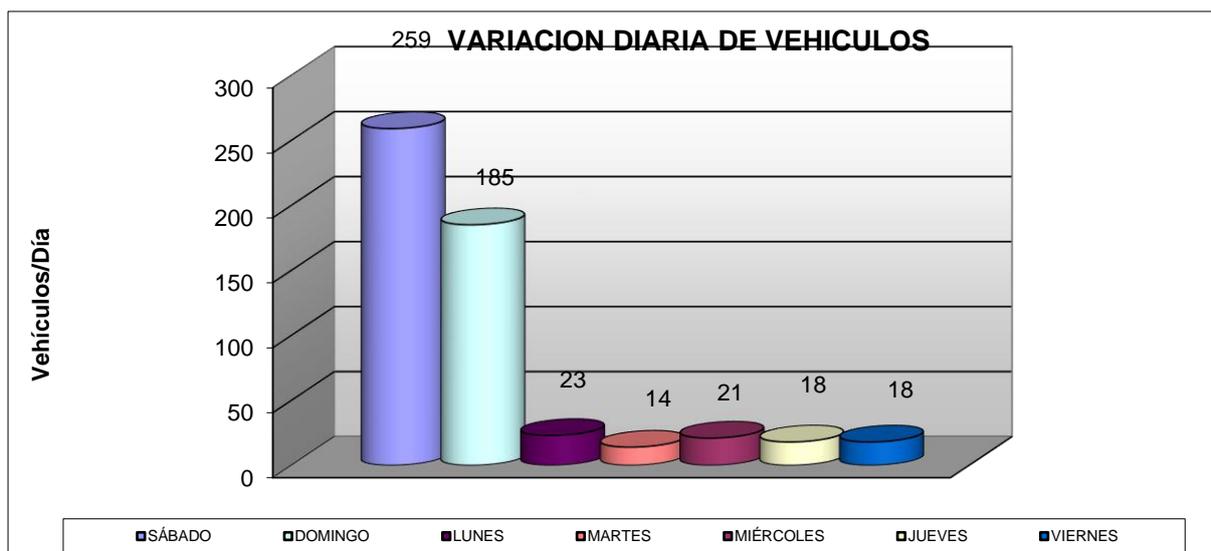
Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Figura 23 Tabulación de la clasificación Vehicular IMD



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Figura 24 Variación diaria de vehiculos



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Para finalizar con el estudio de TPDA se presenta la tabla 5 con la tabulación de cada uno de los datos que se tomaron en los días sábado, domingo, lunes, martes, miércoles, jueves y viernes. El día sábado se contabiliza un total de 259 con un 48.14%, el domingo 185 con 34.39%, el lunes 23 4,28%, el martes 14 2,60%, el miércoles 21 con 3.90%, el jueves 18 con 3,35% y el viernes 18 la misma cantidad de porcentaje del jueves. A continuación, se grafica una tabla con cada unos de los valores y sus porcentajes obtenidos:

Tabla 6 Tabulación del volumen de tráfico promedio diario

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO																						
Carretera		REDISEÑO DE LA VÍA VINCES-SANTA MARTHA BASADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA EN CARRETERAS INTELIGENTES																				
Tramo																					Ubicación	CRUCE CON...
Cod Estación		E - 1																			Sentido	TOTAL
Estación		XXXXX																			Día	Del 01/11/2019 AL 07/11/2019
DIA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
SÁBADO	52	5	28	26	3	0	23	60	18	19	2	0	9	0	0	0	0	0	14	0	259	48.14
DOMINGO	23	24	27	22	0	0	11	24	8	1	0	0	8	14	0	0	0	16	7	0	185	34.39
LUNES	6	6	1	0	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	4.28
MARTES	8	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	2.60
MIÉRCOLES	9	2	8	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	3.90
JUEVES	9	4	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	3.35
VIERNES	8	4	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	3.35
TOTAL	115	49	65	50	8	0	34	84	43	20	2	0	17	14	0	0	0	16	21	0	538	100.00
IMD	16	7	9	7	1	0	5	12	6	3	0	0	2	2	0	0	0	2	3	0	75	
%	21.33	9.33	12.00	9.33	1.33	0.00	6.67	16.00	8.00	4.00	0.00	0.00	2.67	2.67	0.00	0.00	0.00	2.67	4.00	0.00	100.00	
VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS																

Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Tabla 7 Volumen de tráfico promedio Diario

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																							
Carretera:		REDISEÑO DE LA VÍA VINCES-SANTA MARTHA BASADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA EN CARRETERAS INTELIGENTES																					
Tramo :		1														Ubicacion		CRUCE CON...					
Cod Estación:		E - 1														Sentido		ENTRADA					
Estación:		XXXXX														Dia		JUEVES		Fecha		1-nov-24	
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		COMBI RURAL	MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %		
			hilux 4x4	PANEL			2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	5	-	7	6.48	
02-03	5	-	3	-	-	-	-	-	1	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	12	11.11	
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00	
04-05	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	7	6.48	
05-06	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.93	
06-07	11	-	10	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	20.37	
07-08	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.93	
08-09	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	3	2.78	
09-10	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	5	4.63	
10-11	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.85	
11-12	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.78	
12-13	-	-	3	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	6.48	
13-14	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.93	
14-15	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	4	3.70	
15-16	3	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4.63	
16-17	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.93	
17-18	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.78	
18-19	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.93	
19-20	-	-	-	-	-	-	-	1	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	13	12.04	
20-21	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.78	
21-22	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	4	3.70	
22-23	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.85	
23-24	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.93	
TOTAL	25	2	21	0	0	0	0	17	8	10	2	0	9	0	0	0	0	14	0	108	100.00		
%	23.15	1.85	19.44	0.00	0.00	0.00	0.00	15.74	7.41	9.26	1.85	0.00	8.33	0.00	0.00	0.00	0.00	12.96	0.00	100.00			

Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Tabla 8 Volumen de Tráfico Promedio Diario de viernes

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																											
Carretera:		REDISEÑO DE LA VÍA VINCES-SANTA MARTHA BASADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA EN CARRETERAS INTELIGENTES																									
Tramo		1																		Ubicación		CRUCE CON...					
Cod Estación		E - 1																		Sentido		ENTRADA					
Estación		XXXXX																		Dia		VIERNES		Fecha		2-nov-24	
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLERS				TOTAL	PORC. %							
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3						
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
05-06	2	-	1	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5.34					
06-07	2	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.05					
07-08	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.53					
08-09	1	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.82					
09-10	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	2.29					
10-11	-	-	10	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	13	9.92					
11-12	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	2.29					
12-13	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.53					
13-14	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	1.53					
14-15	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4	3.05					
15-16	-	-	15	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	17	12.98					
16-17	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	2.29					
17-18	-	-	-	20	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	22	16.79					
18-19	10	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	14	10.69					
19-20	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	1.53					
20-21	-	20	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	23	17.56					
21-22	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	1.53					
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1.53					
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0.76					
TOTAL	19	21	26	20	0	0	10	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	7	0	131	100.00					
%	14.50	16.03	19.85	15.27	0.00	0.00	7.63	12.21	1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.63	5.34	0.00	100.00						

Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Tabla 9 Volumen de tráfico del segundo viernes

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																											
Carretera:		REDISEÑO DE LA VÍA VINCES-SANTA MARTHA BASADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA EN CARRETERAS INTELIGENTES																									
Tramo																				Ubicacion		CRUCE CON...					
Cod Estación		E - 1																		Sentido		SALIDA					
Estación		XXXXX																		Dia		VIERNES		Fecha		2-nov-24	
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER			TRAYLERS				TOTAL	PORC. %							
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3						
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00						
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00						
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00						
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00						
04-05	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3.70						
05-06	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5.56						
06-07	-	-	-	1	-	-	-	1	4	-	-	-	4	5	-	-	-	-	-	15	27.78						
07-08	1	2	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	10	18.52						
08-09	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	5	9.26						
09-10	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	5	-	-	2	-	-	8	14.81						
10-11	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3.70						
11-12	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	5.56						
12-13	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.85						
13-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00						
14-15	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	3	5.56						
15-16	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.85						
16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00						
17-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00						
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00						
19-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1.85						
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00						
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00						
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00						
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00						
TOTAL	4	3	1	2	0	0	1	8	6	1	0	0	8	14	0	0	6	0	0	54	100.00						
%	7.41	5.56	1.85	3.70	0.00	0.00	1.85	14.81	11.11	1.85	0.00	0.00	14.81	25.93	0.00	0.00	11.11	0.00	0.00	100.00							

Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Tabla 10 Volumen de tráfico Promedio Diario de sábado

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																						
Carretera:		REDISEÑO DE LA VÍA VINCES-SANTA MARTHA BASADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA EN CARRETERAS INTELIGENTES																				
Tramo																				Ubicación		
Cod Estación		1																		Sentido		
Estación		E - 1																		Día		
		XXXXX																		Fecha		
		3-nov-24																				
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
05-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
06-07	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	37.50
07-08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
08-09	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6.25
09-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
10-11	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6.25
11-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6.25
13-14	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6.25
14-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
15-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
17-18	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6.25
18-19	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	31.25
19-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
TOTAL	3	5	1	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	100.00
%	18.75	31.25	6.25	0.00	31.25	0.00	0.00	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Tabla 11 Volumen Promedio Diario de miércoles

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																											
Carretera:		REDISEÑO DE LA VÍA VINCES-SANTA MARTHA BASADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA EN CARRETERAS INTELIGENTES																									
Tramo																				Ubicacion		CRUCE CON...					
Cod Estación		E - 1																		Sentido		SALIDA					
Estación		XXXXX																		Día		MIERCOLES		Fecha		7-nov-24	
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %					
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3								
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
05-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
06-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
07-08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
08-09	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12.50					
09-10	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12.50					
10-11	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12.50					
11-12	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12.50					
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
13-14	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	25.00					
14-15	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12.50					
15-16	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12.50					
16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12.50					
17-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
18-19	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	25.00					
19-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00					
TOTAL	4	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	137.50					
%	36.36	18.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00						

Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

4.1.3 Sensores usados en Estaciones meteorológicas para la vía

En las estaciones meteorológicas para la vía, se emplean diversos sensores para recopilar información precisa sobre las condiciones ambientales que afectan la seguridad y el rendimiento de las infraestructuras viales. Entre los sensores más utilizados se encuentran los termómetros para medir la temperatura del aire y del pavimento, los anemómetros que capturan la velocidad y dirección del viento, y los sensores de humedad para evaluar el nivel de humedad en el ambiente y en la superficie de la carretera. Estos dispositivos permiten monitorear factores climáticos clave que pueden influir en la adherencia y durabilidad del pavimento, así como en las condiciones de tráfico.

Además, las estaciones meteorológicas incorporan sensores de precipitación que registran la cantidad y tipo de lluvia, nieve o granizo, lo cual es fundamental para prever situaciones de riesgo como deslizamientos o acumulación de agua en las vías. También se utilizan sensores de radiación solar para medir la intensidad de la radiación que impacta las superficies, ayudando a anticipar cambios en las condiciones de temperatura del pavimento. La integración de estos sensores permite una evaluación continua de los factores meteorológicos, lo que facilita la toma de decisiones para mantener la seguridad y eficiencia de las carreteras. En la figura 7 se describe uno de los primeros dispositivos que desee implementar como innovación dentro de la vía el cual nos ayudara a recopilar información de diferente característica de las radiaciones solares.

Figura 25 Sensores de estaciones meteorológicas



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Entre los dispositivos a implementar se tiene el sensor de temperatura ambiente utiliza para medir la temperatura del aire circundante en las estaciones meteorológicas de la vía, proporcionando datos cruciales sobre las condiciones atmosféricas que pueden influir en la seguridad vial y el comportamiento del pavimento. Este sensor permite monitorear las variaciones térmicas en tiempo real, lo cual es esencial para predecir fenómenos como la formación de hielo o cambios en la adherencia de la carretera. Al ofrecer mediciones precisas de la temperatura, el sensor contribuye a una mejor gestión de la infraestructura vial, optimizando los recursos de mantenimiento y mejorando la respuesta ante condiciones climáticas extremas.

Figura 26 Sensor de temperatura ambiente



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Luego en la figura 17 se ilustra el sensor de temperatura de 3 módulos. El sensor de temperatura de 3 módulos se caracteriza por su alta precisión en la medición de la temperatura ambiente, su capacidad para operar en un amplio rango térmico y su fácil integración con sistemas de monitoreo. Además, cada módulo está diseñado para ofrecer una respuesta rápida ante cambios térmicos, lo que garantiza datos en tiempo real. Su estructura robusta y resistente a condiciones externas lo hace ideal para su uso en estaciones meteorológicas ubicadas en ambientes

variables. Al igual que el sensor de temperatura ambiente, el sensor de temperatura del módulo también se fabrica con salidas DS18B20 y PT1000.

Figura 27 Sensor de temperatura de 3 módulos



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Otro dispositivo a implementar es el que se lo conoce como sensor de velocidad de viento, el cual es para medir la velocidad del viento, se caracteriza lo hacen uno de los sensores que más se utilizan por su capacidad en la cuantificación de datos. Este se muestra en la figura 18, además en la figura 19 se detalla el sensor de dirección de viento el cual mide la dirección y convierte la información en señal eléctrica.

Figura 28 Sensor de velocidad de Viento



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Figura 29 Sensor de Humedad Relativa



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

4.1.4 Señaléticas reglamentarias, preventivas, informativas para la implementación en la vía

Las señaléticas reglamentarias, preventivas e informativas en la vía Santa Martha, Vinces, deben ser implementadas para garantizar la seguridad vial. Las señales reglamentarias indican normativas obligatorias; las preventivas alertan sobre posibles peligros; y las informativas brindan datos esenciales sobre el entorno, contribuyendo al orden y prevención de accidentes. Como resultado adicional dentro de la vía se implementa el método de señalización de la vía por medio de las señales de tránsito en ella, se debe implementar señales reglamentarias, preventivas e informativas como:

Se necesita señales preventivas dentro del tramo que se desea implementar para mejoramiento de la vía, 7 señales de curva cerrada derecha e izquierda, 3 de intersección de vía, 1 de vía lateral izquierda, 2 de curva contracurva a la derecha, entre otras que se detallan en las siguientes imágenes.

Figura 30 Señales preventivas para vía Vinces-Santa Martha



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Figura 31 Señales preventivas para la Vía Vinces- Santa Martha



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Además, el análisis para mejoramiento vial también hace falta vías informativas, ya que el sector es poblado y puede causar algún accidente mayor. Entre las señaléticas que se implementaran como resultado final será, las siguientes: 5 pare, 3 ceda el paso, 5 siga de frente, 4 no pase, 7 no girara a la izquierda, 6 girara a la izquierda, Giro derecha 6, 7 prohibido girar. En la figura siguiente se detalla las referencias de como son las señaléticas que deben ser proyectadas en la zona de estudio:

Las señales reglamentarias son fundamentales para el orden y la seguridad en las vías públicas, ya que establecen normas claras que deben ser obedecidas por todos los usuarios del sistema vial. Su correcta interpretación y cumplimiento previene accidentes, mejora la fluidez del tránsito y facilita la convivencia entre conductores,

peatones y ciclistas. En contextos urbanos y rurales, estas señales permiten mantener un entorno vial predecible y seguro, lo que reduce la posibilidad de conflictos o situaciones peligrosas. Además, su presencia refuerza la autoridad de las leyes de tránsito y promueve una cultura de respeto y responsabilidad ciudadana.

Figura 32 Señales reglamentarias para la vía Vinces-Santa Martha



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Las señales reglamentarias son dispositivos de control del tránsito que indican prohibiciones, restricciones u obligaciones específicas que los conductores y peatones deben cumplir de manera obligatoria. Su función principal es regular el comportamiento en la vía para garantizar la seguridad vial y el cumplimiento de las normas establecidas por la autoridad competente. Estas señales se caracterizan por tener formas y colores estandarizados, como el fondo blanco con bordes rojos o formas circulares, y su incumplimiento puede conllevar sanciones legales.

Figura 33 Señales Reglamentarias para la vía Vinces-Santa Martha



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Para finalizar con los resultados de las señales a implementar tenemos las informativas en el cual se detallan las siguientes que serán ubicadas en ciertos tramos de la vía Vinces-Santa Martha:

Las señales informativas desempeñan un papel esencial en la orientación y asistencia a los usuarios de las vías, ya que proporcionan datos relevantes como direcciones, ubicaciones, servicios cercanos, límites geográficos o condiciones especiales de la ruta. Su función es facilitar la toma de decisiones durante la conducción o el desplazamiento, contribuyendo a una circulación más eficiente y segura. En entornos desconocidos, estas señales son especialmente útiles para evitar desvíos innecesarios o maniobras peligrosas. Además, favorecen el turismo, el transporte comercial y la movilidad en general, al ofrecer información clara y accesible a todos los viajeros.

Figura 34 Señales Informativas para la vía Vinces-Santa Martha



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

En el informe se presenta una propuesta para la implementación de señales preventivas, informativas y reglamentarias a lo largo de la vía Santa Martha. Las señales preventivas se sugieren para advertir a los conductores sobre posibles peligros, como curvas cerradas o zonas de deslizamientos, permitiendo que los usuarios ajusten su velocidad y comportamiento de manera adecuada ante riesgos potenciales. Por otro lado, se propone la instalación de señales informativas en puntos clave de la vía, que proporcionen datos relevantes como la ubicación de servicios cercanos, estaciones de servicio y distancias a lugares importantes.

Esto mejoraría la orientación de los conductores, haciendo más fácil la navegación y aumentando la fluidez del tráfico. Finalmente, se recomienda la colocación de señales reglamentarias para regular la velocidad y las maniobras permitidas en la vía, estableciendo normas claras que contribuyan al orden y la seguridad del tránsito. Estas señales serían esenciales para asegurar el cumplimiento de las normativas viales, reduciendo riesgos y promoviendo un comportamiento más responsable por parte de los conductores.

4.1.5 Rompe velocidades

Los rompe velocidades, también conocidos como reductores de velocidad o resaltos, son dispositivos físicos instalados en la superficie de las vías con el propósito de obligar a los conductores a disminuir la velocidad de sus vehículos. Su diseño consiste generalmente en una elevación transversal al carril de circulación, fabricada con asfalto, concreto o materiales plásticos de alta resistencia. Estos elementos son una herramienta eficaz para mejorar la seguridad vial, especialmente en zonas escolares, residenciales o de alto tránsito peatonal.

La función principal de los rompe velocidades es prevenir accidentes al reducir la velocidad de circulación en tramos específicos de la vía donde existe mayor vulnerabilidad de los peatones o mayor riesgo de colisiones. Su presencia advierte a los conductores que deben moderar su marcha, incluso si no hay señalización explícita, ya que el obstáculo físico actúa como un recordatorio directo y eficaz del límite de velocidad. Además, su implementación ha demostrado ser útil en la reducción del ruido y la siniestralidad en zonas urbanas.

Sin embargo, para que los rompe velocidades cumplan su función adecuadamente, deben estar correctamente diseñados, señalizados y ubicados según criterios técnicos. Un reductor mal instalado puede causar daños a los vehículos, generar congestión o incluso provocar accidentes. Por ello, su instalación debe estar regulada por normativas de tránsito que consideren la geometría de la vía, la visibilidad, el flujo vehicular y las condiciones del entorno. Cuando se implementan correctamente, los rompe velocidades se convierten en una solución efectiva para la gestión del tránsito y la protección de los usuarios vulnerables.

Figura 35 Rompe velocidades



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

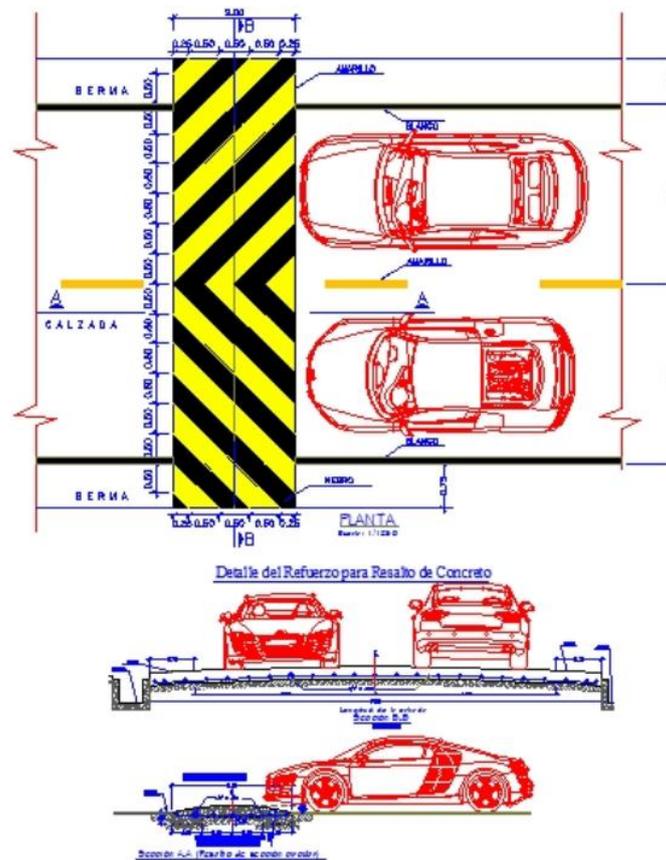
4.1.6 Muros rompe velocidades

El muro rompe velocidades es una variante de los dispositivos reductores de velocidad, caracterizado por ser una estructura elevada y más robusta que los resaltos convencionales. Generalmente construido con concreto o materiales resistentes, este tipo de reductor se utiliza en vías donde se requiere una disminución de velocidad más drástica y controlada, como en entradas a zonas residenciales, calles escolares o áreas con alto flujo peatonal. Su altura y forma imponen una reducción obligatoria de la velocidad, ya que pasar por encima de este sin frenar puede causar daños al vehículo y representar un riesgo para sus ocupantes.

A diferencia de otros dispositivos más suaves, el muro rompe velocidades se considera una medida más severa y debe instalarse con base en estudios técnicos que justifiquen su necesidad. Para ser efectivo y seguro, debe ir acompañado de señalización adecuada y ser visible tanto de día como de noche. Aunque es altamente

efectivo para reducir la velocidad, su mal diseño o ubicación puede generar molestias, daños mecánicos o congestión vehicular. Por eso, su implementación debe evaluarse cuidadosamente como parte de una estrategia integral de seguridad vial.

Figura 36 Muro rompe velocidades

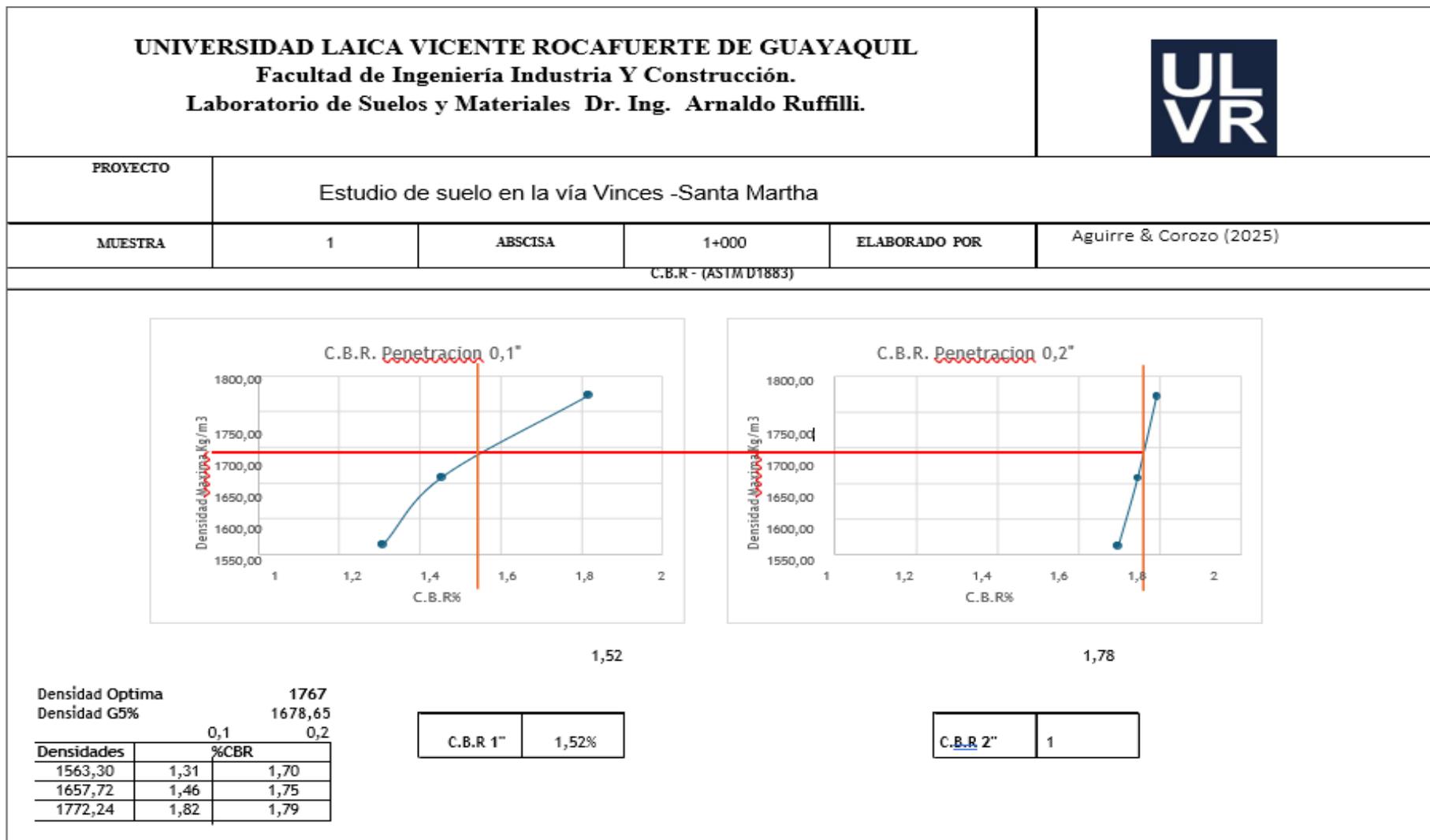


Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

4.1.7 Resultados de los estudios de suelo

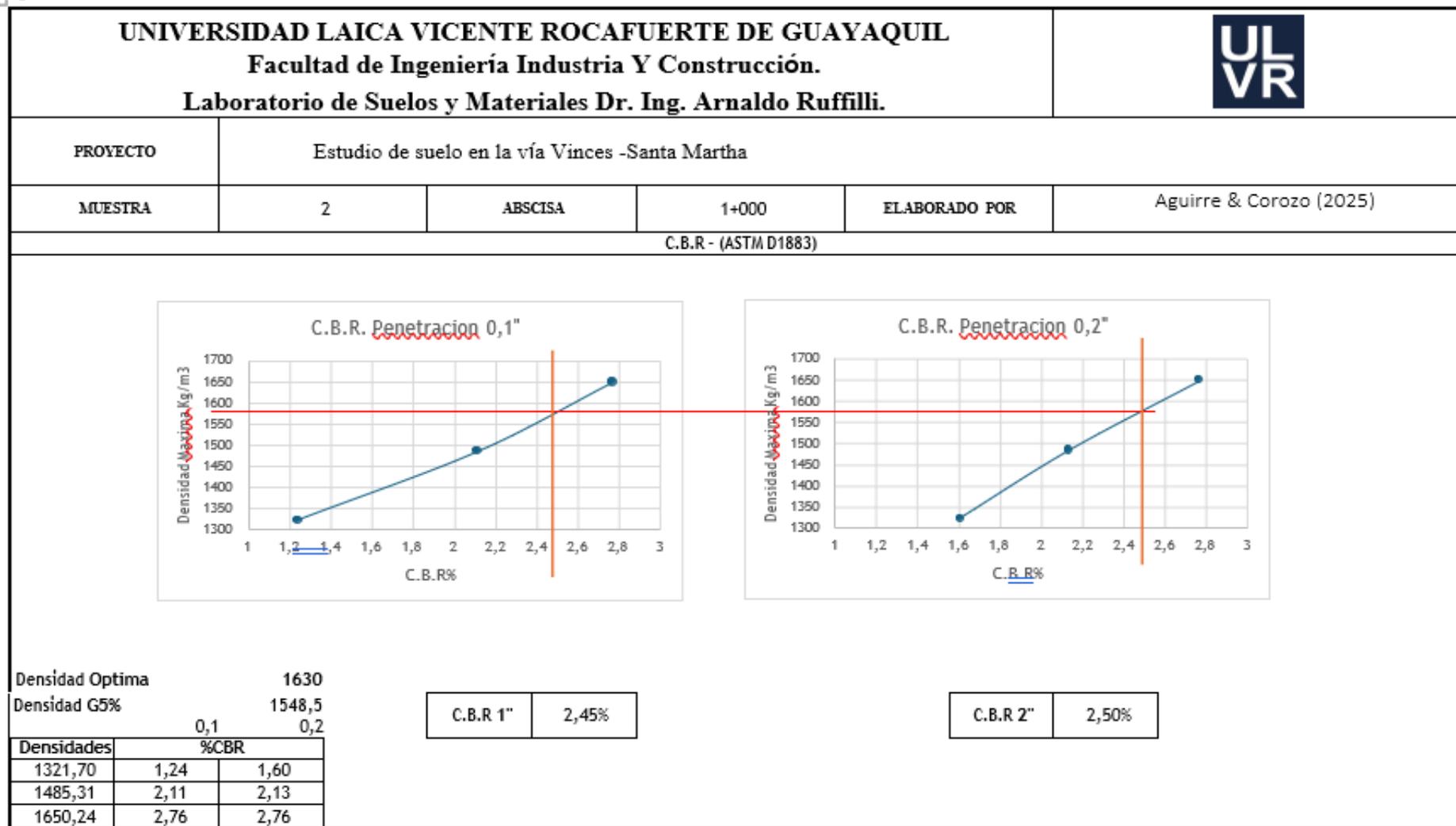
Los estudios de suelo realizados en la zona de la vía Santa Martha, Vines, revelan la composición y estabilidad del terreno. Los resultados indican la necesidad de medidas específicas para asegurar la adecuada cimentación y la resistencia estructural de la vía. Estas investigaciones son fundamentales para prevenir posibles fallas en la infraestructura vial.

Figura 37 Estudio de suelo 1



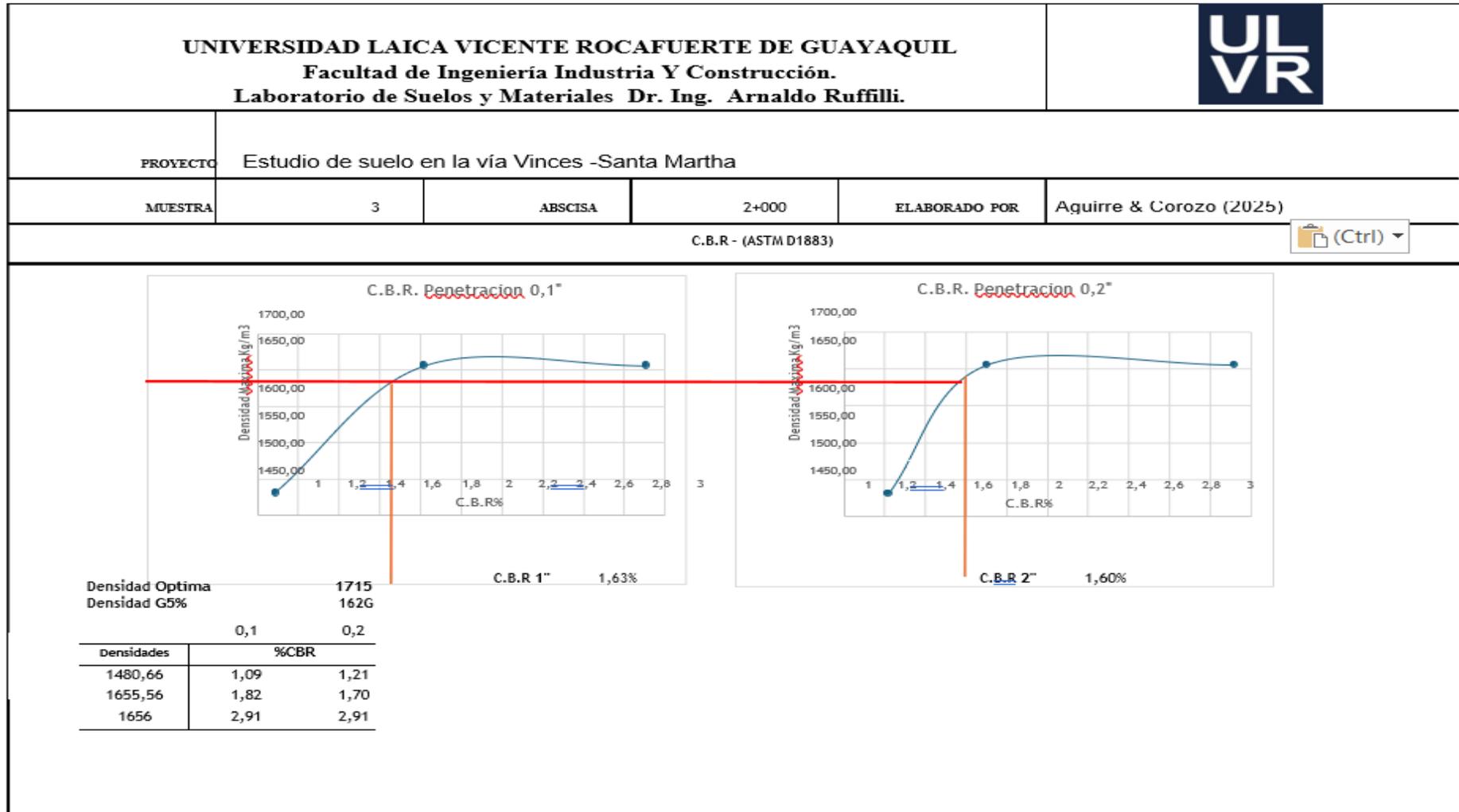
Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Figura 38 Estudio de suelo 2



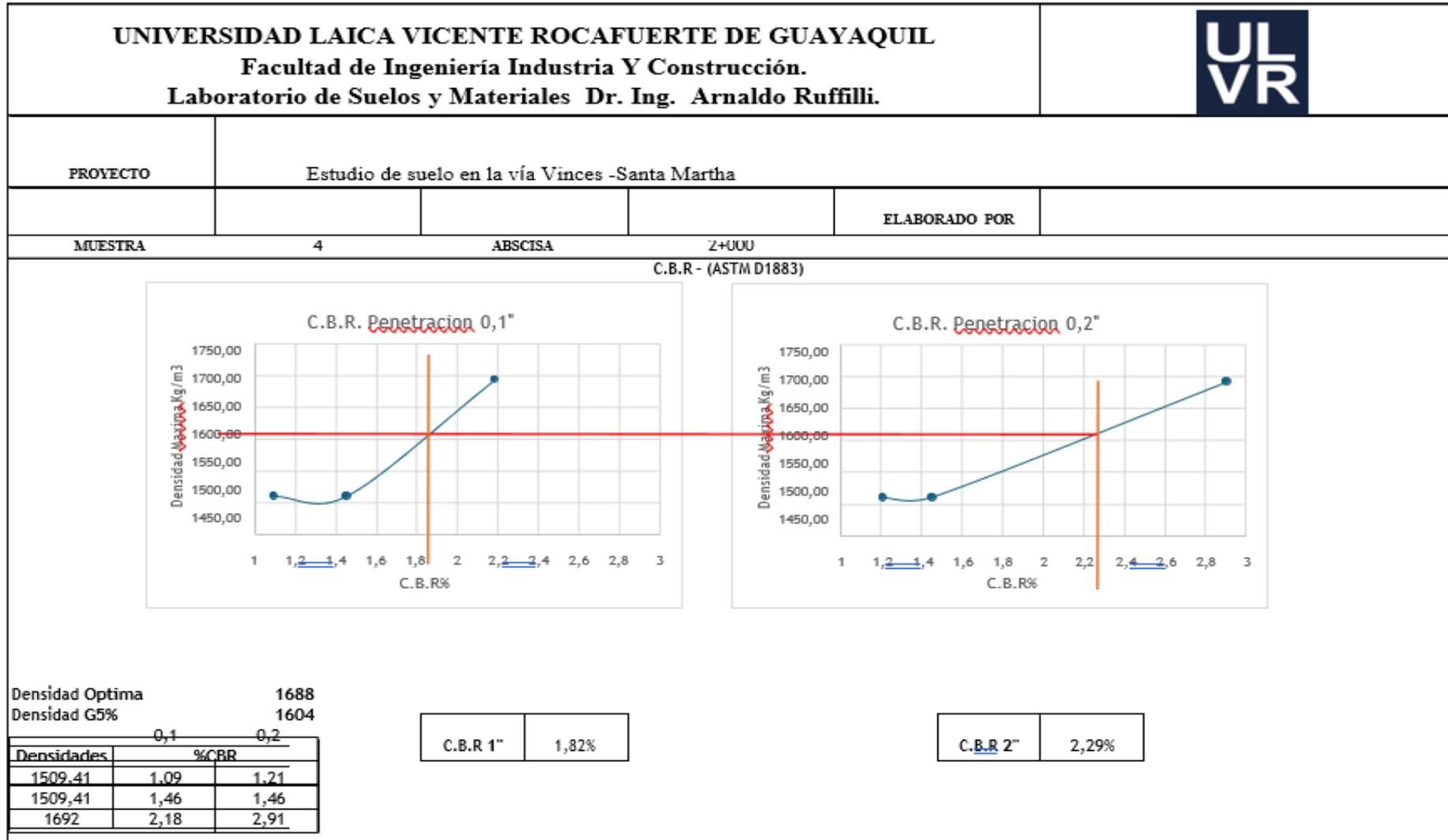
Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Figura 39 Estudio de suelo muestra 3



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Figura 40 Estudio de suelo Muestra 4



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

4.1.8 Presupuesto Referencial de los costos de Adquisición

El presupuesto estimado para la adquisición e implementación de la carretera inteligente en el tramo Vinces - Santa Martha debe abarcar varios aspectos esenciales, como la construcción de la infraestructura vial, la instalación de sensores meteorológicos y de tráfico, y los sistemas de comunicación. En primer lugar, se debe prever el costo de la pavimentación y los materiales necesarios para adaptar la carretera a la incorporación de la tecnología. Además, se incluye el gasto en la compra e instalación de sensores que permiten monitorear variables ambientales como temperatura, humedad y viento, lo cual es fundamental para gestionar la seguridad y el tráfico de manera efectiva.

Aparte de los gastos iniciales, el presupuesto también debe cubrir los costos relacionados con el sistema de comunicación y monitoreo que se requiere para la transmisión continua de los datos hacia los centros de control. Este sistema implica tanto la infraestructura de telecomunicaciones como las plataformas encargadas de gestionar la información. Igualmente, se deben considerar los costos de mantenimiento y operación de los equipos, que incluyen la actualización y reparación de los sistemas, así como el personal especializado para su gestión. Finalmente, se debe incluir un fondo para posibles imprevistos o contingencias durante el desarrollo y operación del proyecto.

A continuación, se detalla los resultados de los costos de cada uno de los materiales que se desean implementar en la vía Vinces-Santa Martha, teniendo como resultado que el costo referencial de los gastos es de \$352000, teniendo en cuenta el costo de movilización y desmovilización, demolición de pavimento, excavación, entre otras actividades que se presentan en la tabla 7.

Además, para culminar con el análisis de presupuesto se hace referencia en la tabla 8 el costo de referencia de carreteras inteligentes, teniendo como resultado que la implementación de carreteras inteligentes de Vinces-santa Martha esta en un precio de \$121892.48, caracterizando los mecanismos inteligentes en vías más usados a nivel Mundial.

Tabla 12 Presupuesto referencial de los materiales

Item	Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
1	Movilización y Desmovilización	Global	1.00	\$10 000.00	\$10 000
2	Demolición de pavimento	m ²	5000.00	\$8.10	\$40 500
3	Excavación y retiro de material	m ³	3000.00	\$12.00	\$36 000
4	Colocación de subbase y base	m ³	2500.00	\$20.00	\$50 000
5	Pavimentación asfáltica (7 cm)	m ²	5000.00	\$30.00	\$150 000
6	Construcción de drenaje	MI	1000.00	\$25.50	\$25 500
7	Señalización horizontal y vertical	Global	1.00	\$15 000.00	\$15 000
8	Obras complementarias (bordillos, aceras, iluminación)	Global	1.00	\$25 000.00	\$25 000
TOTAL, REFERENCIAL					\$352 000

Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

Tabla 13 Presupuesto de carreteras inteligentes Vices Santa Martha

PRESUPUESTO DE CARRETERAS INTELIGENTES VICES _ SANTA MARTHA					
Item	Descripcion	unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Ojos de gatos viales con reflectores de luz Led, alimentado por panel solar (Incluye instalación)	U	450.00	\$25.00	\$11 250
2	Sensor de infrarrojos	U	2.00	\$900.00	\$1 800
3	Sensor de tráfico inducción magnética	U	1.00	\$200.00	\$200
4	Sensor meteorológico	U	1.00	\$3 950.00	\$3 950
5	Pintura de vía	ML	4750.0000	\$6.25	\$29 688
6	Estacion de carga	U	1.00	\$2 850.00	\$2 850
7	Radar preventivo de Evolis	U	2.00	\$2 477.49	\$4 955
8	Pantalla led de remolque para exteriores con tablero de mensaje alimentando por energia solar, V	U	1.00	\$10 000.00	\$10 000
9	Poste Para alumbrado público con lámpara LED, alimentado con paneles solares	U	50.00	\$840.00	\$42 000
10	poste con WI-FI, alimentado por paneles solares	U	1.00	\$10 000.00	\$10 000
11	Señal de límites de velocidad de radar solar con soporte	U	2.00	\$2 600.00	\$5 200
TOTAL					\$121 892.48

Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

4.2 Análisis de los resultados

El análisis de los resultados obtenidos en los estudios de la vía Santa Martha, Vinces, realizado por Aguirre & Corozo (2025), permite evaluar las condiciones geotécnicas del terreno con el fin de garantizar la durabilidad y seguridad de la infraestructura vial. La información obtenida a partir de estos estudios es fundamental para el diseño y ejecución de la obra, ya que proporciona datos precisos sobre la composición y características del suelo en la zona.

Composición del Suelo: Los resultados muestran que el suelo en la vía Santa Martha presenta una mezcla de materiales orgánicos y minerales, con una predominancia de arcillas y limos. Este tipo de suelo, aunque adecuado para ciertos tipos de construcción, requiere un tratamiento especial en términos de drenaje y estabilización para evitar asentamientos o deformaciones en la estructura de la carretera. Las características específicas del suelo demandan el uso de técnicas de refuerzo para asegurar la integridad de la vía a largo plazo.

Estabilidad del Terreno: Un aspecto relevante de los estudios es la evaluación de la estabilidad del terreno. Los resultados indican que algunas zonas presentan un riesgo moderado de deslizamientos debido a la pendiente y a la composición del suelo. Para mitigar este riesgo, se recomienda la implementación de sistemas de drenaje adecuado y el uso de geotextiles que refuercen las capas del suelo. Además, se sugiere realizar un monitoreo constante de la estabilidad del terreno durante las fases de construcción y mantenimiento.

Además, el análisis de los resultados obtenido por Aguirre & Corozo (2025) aborda diversas áreas esenciales para garantizar la correcta operación y seguridad de la vía Santa Martha en Vinces. El informe destaca la importancia de incorporar medidas y tecnologías de seguridad vial eficaces, integrar sensores meteorológicos para supervisar las condiciones climáticas y garantizar una adecuada distribución del presupuesto para el proyecto. Además, se realiza una evaluación sobre el Tiempo Promedio de Detección de Anomalías (TPDA), lo que resulta clave para mejorar la respuesta ante emergencias.

Los análisis realizados sobre seguridad vial subrayan la necesidad de establecer medidas adecuadas que prevengan accidentes. Las características del terreno y el diseño de la vía Santa Martha requieren la implementación de señalización preventiva y reglamentaria. También se debe incorporar infraestructura vial con elementos de protección, como barreras y pasos peatonales bien definidos. Los resultados sugieren mejorar el diseño de los cruces y ajustar las curvas para reducir riesgos, sobre todo cuando las condiciones meteorológicas son desfavorables, como en días lluviosos o con baja visibilidad.

El uso de sensores meteorológicos es una herramienta clave para garantizar la seguridad y el mantenimiento adecuado de la vía. Según los resultados, estos sensores permitirán medir en tiempo real variables climáticas como temperatura, humedad, viento, precipitaciones y visibilidad. Esta tecnología será fundamental para detectar condiciones peligrosas antes de que ocurran, como tormentas o deslizamientos, y activar alertas tanto para conductores como para autoridades, permitiendo una respuesta rápida ante cualquier emergencia. El análisis de los costos asociados al proyecto considera la inversión necesaria en tecnologías avanzadas, como los sensores meteorológicos y las medidas de seguridad vial. Si bien la inversión inicial será alta, se destaca que estas tecnologías contribuirán a reducir los costos de mantenimiento y prevención de accidentes a largo plazo. Además, se subraya la importancia de asignar recursos suficientes para el mantenimiento de los sensores y la infraestructura a lo largo del tiempo, garantizando su eficacia.

El Tiempo Promedio de Detección de Anomalías (TPDA) es crucial para evaluar la eficiencia de los sistemas de sensores. Este indicador refleja la rapidez con la que los sensores identifican y notifican anomalías, como cambios en las condiciones meteorológicas peligrosas. De acuerdo con los resultados, los sensores serán capaces de detectar eventos adversos con rapidez, lo que permitirá alertar a los conductores sobre situaciones peligrosas como lluvia intensa, hielo o neblina, mejorando la seguridad vial en la vía Santa Martha.

El análisis destaca la integración de sensores meteorológicos con los sistemas de gestión de tráfico, lo que optimizará el control y la circulación vehicular en tiempo real. Los resultados sugieren que los sensores pueden modificar la sincronización de

semáforos y activar señales de advertencia en situaciones de peligro, como cuando las condiciones del clima empeoran. Esta integración mejora la eficiencia en la gestión del tráfico y reduce el riesgo de accidentes.

Otro factor relevante es la durabilidad de los sensores en condiciones climáticas extremas. Los resultados indican que los sensores deben ser robustos y resistentes a las inclemencias del tiempo para garantizar su funcionamiento continuo. Se emplearán equipos de alta calidad para asegurar su fiabilidad a largo plazo. No obstante, se recomienda llevar a cabo un mantenimiento periódico y actualizar el software para mantener la precisión y el rendimiento de los sensores.

Se evaluó también el impacto ambiental del proyecto, especialmente en cuanto al consumo energético. Los resultados sugieren el uso de sensores alimentados por energía solar o tecnologías renovables, lo cual no solo minimiza el impacto ambiental, sino que también reduce los costos operativos. Estas soluciones sostenibles permiten que el proyecto sea más eficiente y respetuoso con el entorno.

El análisis también subraya la importancia de implementar un sistema de monitoreo constante que permita supervisar las condiciones tanto de la vía como del clima. Este sistema facilitará la detección temprana de problemas en la infraestructura y condiciones meteorológicas peligrosas. En caso de emergencia, el sistema podrá activar alertas y redirigir el tráfico para minimizar riesgos y optimizar la respuesta ante desastres naturales.

CONCLUSIÓN

En el análisis de las condiciones actuales de la vía Vinces-Santa Martha, se identificaron múltiples problemas relacionados con la infraestructura, seguridad vial y gestión del tráfico. La falta de mantenimiento adecuado de la carretera, la deficiente señalización y la inadecuada distribución del tráfico son factores que dificultan la circulación vehicular. Además, la escasa visibilidad en ciertos tramos y la ausencia de medidas de seguridad eficaces incrementan los riesgos de accidentes. Estos problemas afectan directamente tanto la fluidez del tránsito como la seguridad de los usuarios, lo que resalta la necesidad urgente de una mejora integral.

La implementación de tecnologías avanzadas de carreteras inteligentes, tales como sistemas de monitoreo en tiempo real, señalización inteligente y gestión dinámica del tráfico, resulta fundamental para la modernización de la vía Vinces-Santa Martha. Estos avances tecnológicos permiten un monitoreo constante de las condiciones de la carretera, adaptando la señalización según el flujo vehicular y las condiciones del clima o la visibilidad. Además, la gestión dinámica del tráfico ayuda a optimizar los tiempos de desplazamiento y a prevenir congestiones, mejorando así la seguridad y eficiencia del tránsito en la zona.

Desde una perspectiva económica, el rediseño de la vía y la integración de tecnologías inteligentes son inversiones clave para la sostenibilidad de la infraestructura vial a largo plazo. Si bien la implementación inicial de estas tecnologías puede generar costos elevados, su impacto positivo en la reducción de accidentes, la mejora en la fluidez del tráfico y la disminución de los costos operativos de mantenimiento y gestión, contribuye significativamente a la viabilidad financiera del proyecto. A largo plazo, se espera que las tecnologías aplicadas no solo optimicen el uso de los recursos viales, sino que también fomenten el desarrollo económico de la región mediante una mayor conectividad y menores tiempos de desplazamiento.

RECOMENDACIÓN

Se recomienda realizar un diagnóstico exhaustivo de la vía Vinces-Santa Martha para identificar con precisión las deficiencias en infraestructura, seguridad vial y gestión del tráfico. Es esencial implementar un plan de mantenimiento continuo que contemple la reparación de baches, la mejora de la señalización y la creación de zonas de mayor visibilidad. Además, se debe evaluar la distribución de los flujos vehiculares y adoptar medidas que favorezcan la circulación ordenada y segura, reduciendo los puntos críticos de congestión y accidente.

Para optimizar la seguridad y la eficiencia del tráfico, se sugiere incorporar tecnologías de carreteras inteligentes, tales como sensores de monitoreo en tiempo real, sistemas de señalización adaptativa y una gestión dinámica del tráfico. Estas herramientas permitirían ajustar las condiciones de la vía en función del volumen vehicular, las condiciones meteorológicas y otros factores, contribuyendo a la reducción de los riesgos y mejorando la fluidez del tránsito. La integración de estos sistemas también facilitaría una mejor toma de decisiones en cuanto a la gestión de incidentes y eventos imprevistos en la carretera.

Finalmente, se aconseja realizar un análisis detallado del impacto económico de las modificaciones propuestas, considerando tanto los costos iniciales como los beneficios a largo plazo. Las tecnologías inteligentes y el rediseño vial, aunque representen una inversión significativa al principio, tienen el potencial de generar ahorros operativos al reducir el mantenimiento y mejorar la circulación. Asimismo, el fortalecimiento de la infraestructura vial potenciaría el desarrollo económico de la región, mejorando la conectividad y la competitividad, lo que justificaría el gasto inicial.

BIBLIOGRAFÍA

- Caceres, G. (2020). El impacto de la implementación de la tecnología en la seguridad vial en Colombia. 144. Colombia. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/14916>
- Cazares, L. (3 de Junio de 2024). Mecanismo principales de los dispositivos inteligentes en Vias . (123). Lima, Peru. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/37287>
- Cedeño, V. (16 de mayo de 2019). Componentes de las señales de transito en el Ecuador. 2(12), 2.1, 222. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24604w/tecnicas-e-instrumentos-de-investigacion.pdf>
- Chávez Soria, Y. (2021). Sistema Inteligente de Transporte en las Condiciones Viales Existentes de la Carretera Panamericana Sur. 123. Lima. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPLA_11583e05290e2da97a1d4e3dcdfb468
- Cuellar, M. (2022). *Importancia de la implementación de sistemas inteligentes, como apoyo a la gestión del transporte terrestre automotor de carga en Colombia*. Tesis Doctoral , Universidad Piloto de Colombia , Bogota. Obtenido de <https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11655>
- Escalante, M. (2020). EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE. 206. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a5ffbf71-7cf9-455f-a9e6-b000b6e57c46/content>
- Herrera, J. (2021). *Mezcla asfáltica con polietileno características que aporta en la mezcla asfáltica*. Universidad Católica de Colombia , Ingeniería civil , Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/da522f2c-d340-4e73-b262-dd717b6be6ce/content>
- INEN. (2020). *Normativas para la construcción de vías* (Vol. 2). Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec>

- Jiménez, G. I. (2021). *Carretera inteligente con aplicación de servicios digitales en el tramo de riesgo de la vía Ambato, sector Izamba-Píllaro de la provincia de Tungurahua*. Tesis, Universidad Técnica de Ambato , Ingeniería , Tungurahua. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/items/2c031c2c-4362-4f44-9f99-9801727b6a87>
- Ley orgánica de control y gestión de riesgos . (2004). Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-PREVENCIÓN-Y-CONTROL-DE-LA-CONTAMINACIÓN-AMBIENTAL.pdf>
- Mendiola, R. (14 de enero de 2023). Características de Radars para la implementación de mejoras en las vías del Ecuador. *Bibliografías*. Guayaquil, Ecuador- Costa. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/37373>
- Morales, A. (23 de abril de 2020). Análisis de Rompevelocidades en vías de primer y segundo orden. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/da522f2c-d340-4e73-b262-dd717b6be6ce/content>
- Moran, A. (2020). *Análisis de la variación térmica en el amortiguador de un vehículo liviano bajo condiciones de trabajo de periodo regular*. Tesis , Universidad Central de Colombia , Ingeniería , Colombia. Obtenido de <https://tesispublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/2020>
- Pedraza, G. (2024). *Aproximación al diseño conceptual de la gestión de carreteras inteligentes: una referencia a modelos de participación pública-privada*. Tesis , UIS , Departamento de Ingeniería , Perú. Obtenido de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/14667>
- Peña, J. G. (2021). *Alternativa de señalización horizontal inteligente para la movilidad en vías urbanas principales*. Tesis , Universidad Piloto de Colombia , Ingeniería Civil , Colombia. Obtenido de <https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/10305>
- Perez, M. (5 de Febrero de 2014). *Legislación, normativa y proyectos oficiales del Ecuador vinculados a la Arquitectura y la Construcción Sostenible*, 1.5 .

Obtenido de DIALNET:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4890535>

Ramos, R. (23 de abril de 2020). Principales funciones de las señales de Transito en el Ecuador . *Bibliografías (234)*. Guayaquil, Ecuador . Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32429/3/Trabajo-de-Titulación.pdf>

Rojas, C. (2021). *Implementacion de vias inteligentes en vias de primer orden en Lima-Peru*. Tesis , Universidad de Peru , Ingenieria Civil , Lima. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10035>

Sánchez, V. (2024). *Rediseño de la vía Troncal del Pacífico E15 basado en la implementación de tecnologías de carreteras inteligentes*. Tesis, Universidad Técnica de Manabí, Ingenieria civil , La Troncal. Obtenido de <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/927>

Suarez, P. (2022). Desarrollar un diseño de mezclas asfálticas convencional y mezclas asfálticas con nanotubos de carbono mediante el método Marshall. Loja. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/21956>

Tejada, A. (Agosto de 2022). *Diseño de una mezcla asfaltica ecologica utilizando polietileno*. Tesis, Escuela academica profesional de ingenieria civil, Sipan. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10270>

Torrez, R. (2016). *Carretera inteligente con mensajes de advertencias y cierre de vías debido a la afectación de condiciones inesperadas*. Tesis, ESPOL, Ingenieria Civil, Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/37373>

Torrez, R. (223 de Julio de 2020). Principales señáleticas implementadas en vias de primer y segundo orden para mejoramiento vial. Lima, Peru. Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2018/06/1435111>

Velazquez, W. (2016). *Carretera inteligente con señalética reactiva y algoritmo de toma de decisiones para proveer rutas alternas por cierre de vías*. Tesis, ESPOL, Ingenieria Civil , Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/37287>

Viton, J. (2015). *INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE LA RED VIAL NACIONAL DE VIAL NACIONAL DE CARRETERAS USANDO SISTEMA INTELIGENTES DE TRANSPORTE*. Tesis , Universidad Nacional de Ingeniería , Ingeniería , LIMA.
Obtenido de file:///C:/Users/ASUS/Downloads/vera_vj%20(1).pdf

ANEXOS

ANEXO 1 Ubicación de hitos



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

ANEXO 2 Levantamiento Topográfico



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

ANEXO 3 Coordenadas para estudio Topográfico



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

ANEXO 4 Confirmación de coordenadas por GPS



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

ANEXO 5 Levantamiento Topográfico de la vía



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

ANEXO 6 Estragos de baches en la vía



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

ANEXO 7 Accidentes de tránsito por falta de señaléticas y baches



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

ANEXO 8 Agrietamiento Nivel 3



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

ANEXO 9 Agrietamiento por fatiga o piel de cocodrilo en el pavimento



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)

ANEXO 10 Deterioro del pavimento en la vía Santa Martha



Elaborado por: Aguirre & Corozo (2025)