



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

**TEMA
ANÁLISIS TÉCNICO-ECONOMICO DE ALTERNATIVAS ENTRE BASE
ESTABILIZADA CON CEMENTO Y BASE-SUBBASE TIPO 1 PARA UN
DISEÑO DE VÍA**

**TUTOR
ING. LISSETTE ELISA SÁNCHEZ RIVERA**

**AUTOR
KATHERINE MICHELLE VILCHES BENITEZ**

GUAYAQUIL

2025

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Análisis técnico-económico de alternativas entre base estabilizada con cemento y base-subbase tipo 1 para un diseño de vía.

AUTOR:

Vilches Benitez Katherine
Michelle

TUTOR:

Ing. Sánchez Rivera Lissette Elisa

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido:

Ingeniero civil

FACULTAD:

FACULTAD DE INGENIERIA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

INGENIERIA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2025

N. DE PÁGS:

98

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción.

PALABRAS CLAVE: Diseño urbano, Cemento, Ingeniería de la construcción, Optimización, Precio.

RESUMEN:

En este estudio se analizan comparativamente dos alternativas de pavimento para el tramo de la vía desde la cabecera cantonal de Yaguachi hasta la zona de Vuelta Larga, evaluando los costos y el mantenimiento a largo plazo. Las opciones analizadas incluyen una base estabilizada con cemento y una base-subbase Tipo 1, con el objetivo de determinar la solución más eficiente y sostenible. Se realizó un análisis técnico considerando factores como capacidad estructural, durabilidad, resistencia a cargas y condiciones climáticas de la zona. A su vez, el estudio económico abarcó los costos iniciales de construcción, mantenimiento y vida útil de cada alternativa.

Los resultados indican que la base estabilizada con cemento presenta mayor resistencia estructural y menores requerimientos de mantenimiento a mediano y largo plazo, siendo una opción eficiente en términos de durabilidad. Sin embargo, su costo inicial es mayor en comparación con la base-subbase Tipo 1 que, si bien requiere una menor inversión, demanda un mantenimiento más frecuente, incrementando los costos de operación en el tiempo. En conclusión, la elección entre ambas alternativas dependerá del presupuesto disponible y de la proyección de costos futuros. Si bien la base estabilizada con cemento implica una mayor inversión inicial, su menor requerimiento de mantenimiento podría generar ahorros significativos a lo largo de la vida útil de la vía.

N. DE REGISTRO (en base de datos):

N. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (Web):

ADJUNTO PDF:

SI

☒

NO

☐

CONTACTO CON AUTOR/ES:

Vilches Benitez Katherine
Michelle

Teléfono:

0995488874

E-mail:

Katherinev817@gmail.
com

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:

Mgtr. Marcial Calero Amores (Decano)

Teléfono: (04) 2596500 **Ext.** 241

E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec

Mgtr. Jorge Torres Rodríguez (Director)

Teléfono: (04) 2596500 **Ext.** 242

E-mail: etorresr@ulvr.edu.ec

CERTIFICADO DE SIMILITUD

TRABAJO DE TITULACION KATHERINE VILCHES B (2-32025).docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS
DEL
ESTUDIANTE

DEL

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

7%

2

repositorio.ulvr.edu.ec

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado



Firmado electrónicamente por:
LISSETTE ELISA
SANCHEZ RIVERA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado KATHERINE MICHELLE VILCHES BENITEZ, declara bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, **ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE ALTERNATIVAS ENTRE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y BASE-SUBBASE TIPO 1 PARA UN DISEÑO DE VÍA**, corresponde totalmente a el suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autor

Firma: *Katherine Vilches B.*

KATHERINE MICHELLE VILCHES BENITEZ

C.I. 0952574069

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación **ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE ALTERNATIVAS ENTRE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y BASE-SUBBASE TIPO 1 PARA UN DISEÑO DE VÍA**, 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: **ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE ALTERNATIVAS ENTRE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y BASE-SUBBASE TIPO 1 PARA UN DISEÑO DE VÍA**, presentado por el estudiante KATHERINE MICHELLE VILCHES BENITEZ como requisito previo, para optar al Título de INGENIERA CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



Firmado digitalmente por:
LISSETTE ELISA
SANCHEZ RIVERA

LISSETTE ELISA SANCHEZ RIVERA

C.C. 0923061857

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi refugio en los momentos de incertidumbre y mi fortaleza en cada desafío. Sin su guía y bendiciones este camino habría sido aún más difícil de recorrer.

A mis padres, cuya entrega, amor y apoyo incondicional me han impulsado a alcanzar esta meta. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudé, por alentarme a seguir adelante y por ser mi mayor inspiración, este logro también es suyo.

A mis hermanas, Melisa y Danna, porque cada paso que doy lo hago pensando en ser un ejemplo para ellas. Espero que este logro les demuestre que con esfuerzo y perseverancia, cualquier meta es alcanzable.

A mis amigos Nardy, Victor, Sonia y Oswaldo, quienes en los momentos más difíciles, me recordaron que rendirse no era una opción. Su compañía, consejos y aliento fueron la chispa que me ayudó a continuar cuando las fuerzas flaqueaban.

Al ingeniero Nando Cornejo, cuya brillantez y generosidad fueron clave en la construcción de este proyecto. Su guía, paciencia y conocimientos hicieron que cada idea tomara forma y se convirtiera en una realidad.

A mi tutora por su paciencia infinita y compromiso en cada etapa de este proceso. Sus enseñanzas y orientación fueron fundamentales para dar solidez a mi trabajo y confianza a mis decisiones.

A todos los que, de una u otra forma, han sido parte de este recorrido, mi más sincero agradecimiento. Cada palabra de aliento, cada consejo y cada gesto de apoyo han dejado una huella imborrable en este camino.

DEDICATORIA

A mi querido Papi Vilches, quien, sin saberlo, sembró en mi la pasión por la ingeniería desde mi infancia. Sus historias sobre su vida como contratista despertaron en mí la admiración por su trabajo y el deseo de seguir sus pasos. A través de sus relatos, aprendí que la dedicación, el esfuerzo y el amor por lo que hacemos son la clave para dejar huella en el mundo.

Hoy, al ver este sueño cumplido, no puedo evitar recordar aquellas tardes en las que escuchaba sus anécdotas con fascinación imaginando que algún día yo también podría construir, diseñar y materializar ideas, tal como él lo hacía. Este logro es, a su ejemplo de vida y la inspiración que siempre me brindó.

Dondequiera que esté, espero que se sienta orgulloso de mí, así como yo siempre estaré orgullosa de haber tenido un abuelo como él.

RESUMEN

En este estudio se analizan comparativamente dos alternativas de pavimento para el tramo de la vía desde la cabecera cantonal de Yaguachi hasta la zona de Vuelta Larga, evaluando los costos y el mantenimiento a largo plazo. Las opciones analizadas incluyen una base estabilizada con cemento y una base-subbase Tipo 1, con el objetivo de determinar la solución más eficiente y sostenible. Se realizó un análisis técnico considerando factores como capacidad estructural, durabilidad, resistencia a cargas y condiciones climáticas de la zona. A su vez, el estudio económico abarcó los costos iniciales de construcción, mantenimiento y vida útil de cada alternativa.

Los resultados indican que la base estabilizada con cemento presenta mayor resistencia estructural y menores requerimientos de mantenimiento a mediano y largo plazo, siendo una opción eficiente en términos de durabilidad. Sin embargo, su costo inicial es mayor en comparación con la base-subbase Tipo 1 que, si bien requiere una menor inversión, demanda un mantenimiento más frecuente, incrementando los costos de operación en el tiempo. En conclusión, la elección entre ambas alternativas dependerá del presupuesto disponible y de la proyección de costos futuros. Si bien la base estabilizada con cemento implica una mayor inversión inicial, su menor requerimiento de mantenimiento podría generar ahorros significativos a lo largo de la vida útil de la vía.

Palabras Claves. – Diseño urbano, Cemento, Ingenieria de la construcción, Optimización, Precio.

ABSTRACT

This study compares two pavement alternatives for the road section from the cantonal head of Yaguachi to the Vuelta Larga area, evaluating costs and long-term maintenance. The analyzed options include a cement-stabilized base and a Type 1 base-subbase, aiming to determine the most efficient and sustainable solution. A technical analysis was conducted, considering factors such as structural capacity, durability, load resistance, and local climatic conditions. Additionally, the economic study assessed initial construction costs, maintenance expenses, and the service life of each alternative.

The results indicate that the cement-stabilized base offers greater structural resistance and lower maintenance requirements in the medium and long term, making it a more durable option. However, its initial cost is higher compared to the Type 1 base-subbase, which, despite requiring a lower investment, demands more frequent maintenance, increasing operational costs over time. In conclusion, the choice between these alternatives depends on the available budget and cost projections. While the cement-stabilized base requires a higher initial investment, its lower maintenance needs could lead to significant savings throughout the road's lifespan.

Keywords – Urban design, Cement engineering in construction, Optimization And Pricing.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
ENFOQUE DE LA PROPUESTA	3
1.1. Tema:.....	3
1.2. Planteamiento del Problema:	3
1.3. Formulación del Problema:	3
1.4. Objetivo General	4
1.5. Objetivos Específicos.....	4
1.6. Hipótesis (investigaciones cuantitativas)	4
1.7. Línea de Investigación Institucional / Facultad.....	4
CAPÍTULO II	6
MARCO REFERENCIAL.....	6
2.1. Marco Teórico:	6
2.1.1. Antecedentes	6
2.1.2. Diseño Vial	8
2.1.3. Caracterización De Las Bases Y Subbases En Diseño Vial.....	9
2.1.3.1. Base Estabilizada Con Cemento.....	10
2.1.3.2. Propiedades Físico-Mecánicas.	10
2.1.3.3. Procedimientos Constructivos.....	10
2.1.4. Base y Subbase Tipo I	11
2.1.4.1. Composición Y Características.	11
2.1.4.2. Procedimiento Constructivo.	12
2.1.5. Base y Subbase Tipo I	12
2.1.5.1. Factores Técnicos.....	13
2.1.5.2. Factores Económicos.....	13
2.1.5.3. Comparación de Alternativas a través del Análisis Costo-Beneficio.	

2.1.5.4. Casos de Estudio y Experiencias en Proyectos Similares.	14
2.1.6. <i>Criterios de Selección de Materiales para la Base y Subbase en el Diseño de Vías</i>	15
2.1.6.1. Propiedades Mecánicas y Físicas de los Materiales.	16
2.1.6.2. Condiciones Geotécnicas y Ambientales.	16
2.1.6.3. Análisis de Costos y Viabilidad Económica.	17
2.1.7. <i>Factores técnicos en la evaluación de alternativas</i>	18
2.1.7.1. Factores Económicos en la Evaluación de Alternativas.	18
2.2. Marco Legal:	19
2.2.1. <i>Normativas y Regulaciones para el Diseño de Vías</i>	20
CAPÍTULO III	25
MARCO METODOLÓGICO	25
3.1. Enfoque De La Investigación: (Cuantitativo, Cualitativo O Mixto)	25
3.2. Alcance De La Investigación: (Exploratorio, Descriptivo O Correlacional) .	25
3.3. Técnica E Instrumentos Para Obtener Los Datos.....	26
3.3.1. <i>Operacionalización de la variable</i>	26
3.3.2. <i>Técnica de Observación</i>	26
3.3.3. <i>Guía de Observación</i>	28
3.3.4. <i>Análisis comparativo de costos y viabilidad</i>	29
3.3.5. <i>Entrevista</i>	30
3.3.6. <i>Modelación De Sección Típica De La Vía</i>	31
3.4. Población y muestra	33
3.4.1. <i>Población muestra y muestreo</i>	33
CAPÍTULO IV	35
PROPUESTA O INFORME	35
4.1. Presentación Y Análisis De Resultados.....	35
4.1.1. <i>Levantamiento Topográfico</i>	36

4.1.2. Delimitación De La Vía	40
4.1.3. Cálculo T.PD.S.	40
4.1.4. Cálculo T.PD.S.	43
4.1.5. Tráfico Asignado.	45
4.1.5.1. Composición Del Tráfico.	46
4.1.5.2. Cálculo De Tráfico Asignado.	47
4.1.5.3. Proyección Vehicular.....	48
4.1.6. Clasificación De La Vía En Estudio	49
4.1.7. Cálculo ESAL'S	49
4.1.8. Característica De Subsuelo Existente	50
4.1.9. Diseño de Pavimento flexible	51
4.1.9.1. Determinación De Calidad De Drenaje.	51
4.1.9.2. Determinación De Niveles De Confiabilidad.....	51
4.1.9.3. Determinación De Desviación Standard.....	52
4.1.9.4. Determinación De Índices De Serviciabilidad.....	52
4.1.9.5. Determinación De Coeficientes & Parámetros De Capa Asfáltica. .	53
4.1.9.6. Determinación De Coeficientes & Parámetros De Capa Base.	53
4.1.9.7. Determinación De Coeficientes & Parámetros De Capa Base Estabilizada Con Cemento.	54
4.1.9.8. Determinación De Coeficientes & Parámetros De Capa Sub – Base.	55
4.1.9.9. Cálculo de capas.....	55
4.1.9.10. Espesores De Diseño.	56
4.1.9.11. Cálculo De Capas Con Base Estabilizada.....	57
4.1.9.12. Espesores De Diseño Con Base Estabilizada.	57
4.1.10. Resultados Guía de Observación	58
4.1.11. Resultados De Análisis Comparativos De Costo Y Viabilidad	59
4.1.12. Viabilidad Técnica y Económica	60

4.1.13. Resultados De Entrevista	61
4.1.14. Resultados De Modelación De Sección Típica De La Vía	64
4.1.14.1. Base Estabilizada Con Cemento.	64
4.1.14.2. Base Subbase Tipo 1.	66
4.1.14.3. Resultados Técnicos Y Económicos.....	67
CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	76

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventajas y desventajas	11
Tabla 2 Operacionalización de variables.....	26
Tabla 3 Guía de observación	29
Tabla 4 Factor de ajuste mensual	44
Tabla 5 Cálculo de Factor Diario	44
Tabla 6 Cálculo de Factor Diario	44
Tabla 7 Composición de tráfico de vía	46
Tabla 8 Composición de tráfico de vía	46
Tabla 9 Tráfico asignado en la vía	47
Tabla 10 Tráfico asignado en la vía	47
Tabla 11 Tráfico asignado en la vía	48
Tabla 12 Tráfico asignado en la vía	48
Tabla 13 Valores recomendados de diseño por el MOP	49
Tabla 14 Cálculo ESAL'S de la vía.....	50
Tabla 15 Cálculo ESAL'S de la vía.....	50
Tabla 16 Resultados de guía de observación	58
Tabla 17 Presupuesto de referencia de alternativa #1 pavimento flexible	60
Tabla 18 Presupuesto de referencia alternativa #2 pavimento flexible	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Coordenadas al borde izquierdo de vía Vuelta Larga – Primer tramo en estudio – Parte I.	36
Figura 2	Coordenadas al borde izquierdo de vía Vuelta Larga – Primer tramo en estudio – Parte II.	37
Figura 3	Coordenadas al borde izquierdo de vía Vuelta Larga – Primer tramo en estudio – Final del primer tramo.	37
Figura 4	Coordenadas al borde izquierdo de vía Vuelta Larga – Segundo tramo en estudio – Parte I.	38
Figura 5	Coordenadas al borde izquierdo de vía Vuelta Larga – Segundo tramo en estudio – Parte II.	38
Figura 6	Coordenadas al borde izquierdo de vía Vuelta Larga – Segundo tramo en estudio – Final del segundo tramo.	39
Figura 7	Coordenadas al borde izquierdo de vía Vuelta Larga – Tercer tramo en estudio.	39
Figura 8	Georeferenciación del lugar proyecto	40
Figura 9	Capacidad y TPDS mixtos	41
Figura 10	Capacidad y TPDS mixtos	42
Figura 11	Capacidad vehicular y TPDS para vehículos mixto.	42
Figura 12	Capacidad y TPDS mixtos	42
Figura 13	Capacidad y TPDS mixtos	42
Figura 14	Capacidad y TPDS mixtos	43
Figura 15	Valores recomendados de diseño por el MOP	49
Figura 16	Características de Subsuelo	51
Figura 17	Determinación de coeficiente a_1	53
Figura 18	Determinación de coeficiente a_1	54
Figura 19	Determinación de coeficiente a_2	54
Figura 20	Determinación de coeficiente a_3	55
Figura 21	Determinación de S.N. Estructural	55
Figura 22	AutoCAD sección típica vía con base estabilizada con cemento	65
Figura 23	Gráfico representativo de vía actual.	66
Figura 24	AutoCAD sección típica vía con base subbase tipo 1	67

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Entrevista	76
Anexo 2 Guia de observación	76
Anexo 3 Análisis de precio unitario 1	77
Anexo 4 Análisis de precio unitario 2	78
Anexo 5 Análisis de precio unitario 3	79
Anexo 6 Análisis de precio unitario 4	80
Anexo 7 Análisis de precio unitario 5	81

INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial es un elemento clave del desarrollo socioeconómico de la región, ya que facilita la movilidad de personas y bienes, promoviendo la integración y el crecimiento local. Sin embargo, en muchas zonas rurales y suburbanas las condiciones de las carreteras presentan deficiencias que afectan la seguridad y eficiencia del transporte. Este es el caso de la zona de Vuelta Larga, donde las propiedades geotécnicas del suelo y la falta de un diseño estructural adecuado han generado problemas de deterioro prematuro de la red vial existente.

En este caso, este estudio mira dos formas de hacer una base para un camino en el área de Vuelta Larga: la base con cemento y la base-subbase tipo 1. Escribir ¿cuál elegir es clave pues cada opción tiene pros y contras en resistencia durabilidad y precio? Mientras que la base con cemento da más fuerza y protección a la erosión, la base-subbase tipo 1 es un método normal con costos bajos al comienzo.

El estudio implica un análisis tecno económico para evaluar cuál de estas opciones es más conveniente en función de las condiciones geotécnicas de la zona, los requerimientos de tráfico y los costos de construcción y mantenimiento. El estudio examina aspectos clave como la capacidad portante del suelo, la estabilidad de las estructuras viarias y la optimización de los recursos, teniendo en cuenta la realidad del terreno de Vuelta Larga.

El Capítulo 1 presenta el planteamiento del problema, los objetivos de la investigación y la justificación del estudio, estableciendo la importancia del benchmarking y su impacto en la optimización de los recursos asignados a la infraestructura vial. El capítulo 2 cubre el marco teórico, conceptual y legal. Esta sección analiza los antecedentes teóricos relacionados con la subbase y la subbase de la carretera, las propiedades de los materiales utilizados, los criterios de diseño y las regulaciones aplicables. Además, se incluyen conceptos claves que sustentan el estudio, como la estabilización del suelo, el comportamiento mecánico de los pavimentos y los costos asociados a la construcción y mantenimiento de carreteras.

En el capítulo 3 se desarrolla un marco metodológico que describe los métodos y técnicas utilizadas para la recolección y análisis de datos. Se describen en detalle las herramientas de evaluación utilizadas para comparar las propuestas alternativas, así como los criterios de selección y validación de los datos de campo y de laboratorio.

Finalmente, la Sección 4 presenta la propuesta del proyecto con base en los resultados del estudio. El informe presenta los resultados obtenidos, las conclusiones extraídas del análisis técnico económico y recomendaciones para implementar la alternativa más efectiva. Además, se incluyen referencias bibliográficas y apéndices para apoyar la investigación. Esperamos que este estudio pueda brindar información relevante para la toma de decisiones en el campo de la ingeniería vial, promoviendo soluciones óptimas y sustentables para el desarrollo de infraestructura en la zona de Vuelta Larga.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1. Tema:

Análisis técnico-económico de alternativas entre base estabilizada con cemento y base-subbase tipo 1 para un diseño de vía.

1.2. Planteamiento del Problema:

El aumento del tráfico en Ecuador ha cambiado los retos y las necesidades de un sistema de transporte fuerte, verde y barato en el siglo XXI. Además el dinero es más limitado que nunca. Hacen falta formas estrictas para elegir los aviones según el mejor valor y rebajar las necesidades de cuidar y arreglar (Al-Qadi et al., (20 19).

Además de un estudio técnico que compara los tipos de base que se ocuparán en el diseño de un camino flexible, es clave revisar los resultados para hacer un análisis que diga qué tipo de base es la mejor para reducir el costo de construir y mantener la vía.

A lo largo de los años hemos buscado generar características específicas que nos permitan determinar qué tipo de pavimento es el más adecuado para implementar mediante la realización de estudios sobre el diseño de las mezclas y sus componentes.

Las empresas privadas ganan con las mejoras de productividad al aumentar sus ganancias, pero los beneficios públicos de bajar el costo de los proyectos públicos son peores a nivel nacional y en el Guayas porque los ciudadanos privados dan dinero para esto con impuestos, bonos y tasas (Yates, 1955).

1.3. Formulación del Problema:

En la provincia de Guayas, el crecimiento demográfico y económico ha generado un aumento significativo en la demanda de infraestructura vial, especialmente en las zonas rurales. En particular, el tramo de la vía desde la Cabecera Cantonal de Yaguachi hasta el recinto Vuelta Larga presenta una condición geotécnica desafiante, caracterizada por suelos arcillosos con alta humedad, lo que hace que la construcción y el mantenimiento de las vías sea costoso y complicado.

¿Cuál de las dos alternativas constructivas propuestas en este proyecto es más eficiente en términos de costos y durabilidad, dadas las condiciones geotécnicas del terreno y los requisitos de tránsito y mantenimiento en el tramo mencionados? Esta pregunta es crucial para optimizar los recursos disponibles y garantizar la longevidad y funcionalidad de las infraestructuras viales, con el fin de reducir los costos de mantenimiento y mejorar la calidad del servicio vial en la provincia.

1.4. Objetivo General

Realizar un análisis técnico-económico entre dos alternativas: base estabilizada con cemento y la base-subbase tipo 1, mediante estudios de tránsito, modelado digital y evaluación comparativa para el diseño de la vía desde la Cabecera cantonal de Yaguachi hasta el recinto Vuelta Larga en términos de costos y mantenimiento.

1.5. Objetivos Específicos

- Realizar estudio de tránsito de la vía desde la cabecera cantonal de Yaguachi hasta el recinto vuelta larga para determinar el TPDA y verificar las condiciones del terreno.
- Comparar técnica y económicamente las alternativas de diseño mediante el análisis de costos referenciales y requerimientos de mantenimiento a corto y largo plazo.
- Presentar un modelado del diseño de ambas alternativas utilizando el software AutoCAD, para visualizar la sección de la vía

1.6. Hipótesis (investigaciones cuantitativas)

Se plantea que, debido a las condiciones del tramo vial entre Yaguachi y Vuelta larga, la base estabilizada con cemento resultará ser una opción más adecuada en términos de durabilidad y reducción de costos de mantenimiento a largo plazo, en comparación con la base-subbase tipo 1, que podría requerir mayores gastos de conservación.

1.7. Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Territorio, medioambiente y materiales innovadores para la construcción debido a que aborda el análisis comparativo de alternativas de diseño vial considerando el uso de materiales de distinta naturaleza: una base estabilizada con cemento, que representa una técnica innovadora para mejorar las propiedades mecánicas de los suelos, y la

base-subbase tipo 1, una solución más tradicional. Además, al considerar factores como el tránsito de la zona, el impacto ambiental y los costos asociados al mantenimiento, tu estudio contribuye al desarrollo de soluciones sostenibles e integradas al entorno territorial. Este enfoque no solo optimiza el uso de recursos, sino que también promueve prácticas constructivas que responden a las necesidades actuales de innovación y respeto por el medioambiente.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico:

2.1.1. Antecedentes

En los últimos años, numerosos estudios han abordado el análisis técnico-económico de los materiales utilizados en proyectos de infraestructura vial. En este contexto, la importancia de los materiales de base y subbase es primordial para asegurar la durabilidad, seguridad y sostenibilidad de las carreteras. Destaca un reciente estudio de Álvarez & López (2023), en el que se evalúa la base estabilizada con cemento, material reconocido por su efectivo desempeño estructural, particularmente en regiones con climas húmedos. Los hallazgos de esta investigación indican que, a pesar de la mayor inversión inicial requerida para la base estabilizada con cemento en comparación con las bases convencionales, su superior resistencia a la humedad y durabilidad a largo plazo justifican su aplicación en vías de alto tráfico.

Por el contrario, el estudio realizado por Pérez & González (2022) investiga la aplicación de la base-subbase tipo 1, la cual ha ganado popularidad debido a su reducido costo inicial. Su análisis concluye que este sistema representa una opción rentable para caminos rurales o con menor tráfico; sin embargo, posee una vida útil más corta en comparación con la base estabilizada con cemento, lo que potencialmente genera mayores costos de mantenimiento a medida que transcurre el tiempo.

El estudio de Romero & Díaz (2021) presenta un análisis comparativo de la subrasante estabilizada con cemento respecto a la subrasante tipo 1, teniendo en cuenta consideraciones tanto técnicas como económicas. Este estudio utilizó un análisis de costo-beneficio y conclusiones que en regiones de poco tráfico, la subrasante tipo 1 es la alternativa más rentable debido a costos iniciales mínimos. Por el contrario, en áreas con mucho tráfico o condiciones de suelo inestables, los contrapisos estabilizados con cemento son más adecuados porque su mayor durabilidad conduce a menores costos de mantenimiento y reparación a largo plazo.

En la misma línea, Martínez et al. (2021) evalúan la eficacia de diversas opciones de base y subbase para caminos rurales. Sus hallazgos indican que, en áreas caracterizadas por una importante presencia de agua o condiciones climáticas

adversas, una base estabilizada con cemento proporciona resultados superiores en cuanto a integridad estructural y minimiza la probabilidad de deformación del pavimento. Este estudio subraya la necesidad de adaptar los enfoques de diseño de caminos para que se alineen con las características únicas del terreno y los niveles de tráfico previstos.

El análisis multicriterio es un instrumento de gran utilidad para la toma de decisiones en proyectos viales, ya que facilita la evaluación de diversas alternativas con base en múltiples criterios. En el trabajo de Sánchez (2021), se emplea esta metodología para evaluar las opciones de base estabilizada con cemento y base-subbase tipo 1 dentro de un proyecto vial ubicado en una zona costera. Los hallazgos revelan que, a pesar del mayor costo asociado a la base estabilizada con cemento, su durabilidad y longevidad la hacen económicamente más ventajosa en el tiempo, particularmente en regiones sujetas a condiciones climáticas adversas.

En una investigación relacionada, González & Pérez (2020) utilizan un análisis multicriterio para evaluar las dos alternativas en función de factores como costos, durabilidad, facilidad de mantenimiento y tiempo de ejecución. Sus hallazgos indican que, para proyectos viales primarios, la base estabilizada con cemento surge como la opción más eficiente, mientras que la base-subbase tipo 1 se considera más apropiada para caminos secundarios o rurales caracterizados por un tráfico moderado.

Numerosos estudios han explorado los aspectos económicos y el análisis de costos asociados con la construcción de carreteras. En su publicación de 2022, Fernández presenta un modelo de evaluación económica que incorpora el análisis del ciclo de vida (LCA) para evaluar los costos totales de varias alternativas a lo largo de su vida. Este modelo permite identificar las opciones económicamente más ventajosas analizando tanto el gasto inicial como los costos de mantenimiento, teniendo en cuenta el comportamiento de los materiales a largo plazo. Según los hallazgos de Fernández, a pesar de los costos iniciales más altos asociados con las subbases estabilizadas con cemento, los costos de mantenimiento de por vida más bajos la convierten en una opción más rentable en comparación con las subbases Tipo 1.

2.1.2. Diseño Vial

El diseño de carreteras es un campo de la ingeniería civil que tiene los pasos y reglas que deja hacer el camino de transporte, eficiente y seguro. Una parte clave en el diseño es el tratamiento de suelo, que utiliza materiales aptos para la base del camino. Aquí, la decisión entre base firme con cemento o base-subbase tipo 1 se vuelve importante para ver si el proyecto vial puede funcionar en técnica y dinero (Bravo & Morales, 2024).

El diseño viario no sólo responde a necesidades funcionales y económicas, sino que también tiene en cuenta aspectos sociales y ambientales, asegurando una infraestructura adecuada para el tránsito de vehículos y peatones. En este marco se analizan elementos clave como la selección de materiales, la geometría del sistema y las especificaciones de las capas estructurales que conforman la vía.

El diseño de carreteras es una disciplina fundamental de la ingeniería civil que se centra en la planificación y construcción de infraestructura de transporte eficiente y segura. Este proceso incluye la selección de materiales apropiados, así como la implementación de técnicas sostenibles para garantizar la durabilidad y funcionalidad de las carreteras.

La sostenibilidad en el diseño de carreteras ha ganado importancia en los últimos años. Empresas como Abertis lideran iniciativas enfocadas a la gestión y reciclaje de materiales en la construcción y mantenimiento de carreteras. Por ejemplo, Abertis recicla el 80% de sus residuos mediante avanzados procesos de selección y reciclaje, y está investigando en nuevos materiales sostenibles, como el uso de plástico reciclado en India y caucho en Brasil y México (Abertis, 2024).

La elección de los materiales también debe tener en cuenta las condiciones climáticas y el volumen de tráfico que circula por la vía. En Bilbao, por ejemplo, se ha observado que la sustitución de los pavimentos tradicionales de baldosas por pavimentos de granito ha generado problemas de gradual debido a su menor capacidad de drenaje en días de lluvia (Cadena SER, 2024). Este caso pone de manifiesto la importancia de elegir materiales que se adapten a las condiciones específicas de cada proyecto viario.

El diseño de carreteras implica una cuidadosa selección de materiales y técnicas que garantizan la seguridad, durabilidad y sostenibilidad de la infraestructura de transporte. La consideración de factores como la resistencia de los materiales, las condiciones climáticas y las prácticas sostenibles es esencial para el éxito de estos proyectos.

2.1.3. Caracterización De Las Bases Y Subbases En Diseño Vial

Las bases y subestructuras son capas que soportan la carga del vehículo transfiriéndola al suelo. La subbase estabilizada con cemento se utiliza para mejorar las propiedades mecánicas del suelo, aumentando su resistencia y durabilidad. Por otro lado, la subbase tipo 1 es una combinación de materiales como grava, arena y polvo, diseñada para proporcionar una estructura estable, pero sin aditivos químicos del cemento (Rodríguez et al., 2023).

El diseño de un pavimento involucra una serie de consideraciones técnicas y económicas que buscan asegurar la estabilidad, durabilidad y resistencia de la estructura de la carretera. Dentro de estos aspectos, las bases y subbases juegan un papel crucial, ya que forman la capa intermedia entre la subrasante y la plataforma de rodadura, asegurando la adecuada transmisión de cargas y evitando deformaciones prematuras en la superficie del pavimento.

El tipo de base y subbase depende de múltiples factores, como el tipo de tráfico que soportará la vía, las condiciones climáticas, la disponibilidad de materiales y el presupuesto del proyecto (García & Martínez, 2022). En este contexto, se comparan dos alternativas fundamentales:

1. **Base estabilizada con cemento**, la cual utiliza un proceso de estabilización química para mejorar las propiedades mecánicas del suelo.
2. **Base-subbase tipo 1**, una estructura compuesta de materiales granulares sin aditivos químicos, pero con una adecuada compactación y granulometría controlada.

Ambas alternativas tienen ventajas y desventajas, las cuales deben ser evaluadas considerando no solo los costos iniciales, sino también la vida útil del pavimento y sus requerimientos de mantenimiento (López et al., 2021).

2.1.3.1. Base Estabilizada Con Cemento.

El método de base estabilizada con cemento es una técnica común en la construcción de calles y autopistas porque mejora la fuerza del suelo. Este método une tierra natural con cemento, agua y a veces químicos, haciendo una base más firme y resistente a fuerzas fuertes (Rodríguez et al., 2023).

2.1.3.2. Propiedades Físico-Mecánicas.

Las principales propiedades físicas y mecánicas de los sustratos estabilizados con cemento incluyen:

- **Mayor resistencia a la compresión:** La adición de cemento incrementa la capacidad de soporte del material, reduciendo las deformaciones plásticas.
- **Reducción de la susceptibilidad a la humedad:** Al mejorar la cohesión de las partículas, se reduce la erosión causada por la infiltración de agua.
- **Incremento de la durabilidad:** La estructura de la base estabilizada resiste mejor el tráfico pesado y los ciclos de carga repetitivos.
- **Reducción de deformaciones permanentes:** La rigidez adquirida minimiza los asentamientos diferenciales y fisuras prematuras.

Según un estudio de Salazar (2021), la base estabilizada con cemento puede incrementar la capacidad portante de una carretera hasta en un 35% en comparación con bases sin tratamiento, haciéndola ideal para carreteras con alto volumen de tráfico.

2.1.3.3. Procedimientos Constructivos.

El proceso de estabilización con cemento implica los siguientes pasos:

1. **Preparación de la superficie:** Se realiza un saneamiento de la subrasante para eliminar materiales inadecuados.
2. **Distribución del cemento:** Se esparce uniformemente el cemento sobre la superficie.

3. **Mezclado y adición de agua:** Se emplea maquinaria especializada para garantizar una mezcla homogénea.
4. **Compactación:** Se compacta la mezcla para alcanzar la densidad requerida, mejorando la resistencia estructural.
5. **Curado:** Se mantiene la humedad adecuada durante varios días para permitir la correcta hidratación del cemento.

Este proceso está regulado por normativas como la AASHTO T134-22 y el Manual de Carreteras del MTOP (Ecuador, 2023), que establecen requisitos de resistencia y contenido de cemento óptimo según la categoría de la vía.

Tabla 1

Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
Aumento significativo de la resistencia mecánica	Mayor costo inicial debido a la necesidad de cemento y maquinaria especializada.
Mayor vida útil con menor mantenimiento	Posibilidad de fisuración si la dosificación de cemento no es la adecuada.
Reducción de asentamientos diferenciales y deformaciones plásticas	Mayor tiempo de ejecución por el proceso de curado.
Menos permeabilidad, reduciendo el deterioro por agua	No apto para suelos con alto contenido de sulfatos, ya que pueden generar expansiones perjudiciales.

Elaborado por: Vilches (2025).

2.1.4. Base y Subbase Tipo I

La base-subbase tipo 1 es una capa granular que brinda estabilidad y soporte a la estructura del pavimento sin el uso de aditivos químicos. Este tipo de base es ampliamente utilizada en caminos secundarios, caminos rurales y caminos con cargas moderadas (González, 2023).

2.1.4.1. Composición Y Características.

La base-subbase tipo 1 está compuesta de una mezcla de agregados pétreos, como grava, arena y polvo de roca, seleccionados cuidadosamente para cumplir con requisitos de granulometría, compactación y resistencia mecánica.

Las propiedades más relevantes incluyen:

Alta permeabilidad: Permite el drenaje del agua y evita la acumulación de humedad.

Flexibilidad estructural: Se adapta mejor a terrenos con posibles asentamientos diferenciales.

Menor costo de implementación: No requiere insumos químicos ni procesos adicionales de estabilización.

2.1.4.2. Procedimiento Constructivo.

El proceso de construcción de una base-subbase tipo 1 sigue estos pasos:

1. Selección y preparación de agregados: Se escogen materiales con granulometría adecuada.
2. Extensión del material: Se coloca la capa en el terreno preparado.
3. Compactación: Se compacta hasta alcanzar la densidad requerida según la normativa vigente.
4. Control de calidad: Se realizan pruebas de densidad y soporte para asegurar el cumplimiento de especificaciones.

De acuerdo con la Norma ASTM D1557-22, la compactación debe alcanzar entre el 95 % y el 100 % del Proctor modificado para garantizar un desempeño adecuado.

2.1.5. Base y Subbase Tipo I

El estudio tecno económico es clave para hacer planos y diseños de caminos porque deja ver si una opción de construcción es viable y duradera en términos de fortaleza y ganancia contra gasto (Martínez & López, 2022). Cuando miramos una base estabilizada con cemento frente a una base Tipo 1, debemos fijarnos en muchos factores que cambian tanto el gasto inicial como los costos de operación y mantener la carretera durante su tiempo útil.

2.1.5.1. Factores Técnicos.

Desde el punto de vista técnico, la selección entre una base estabilizada con cemento y una base-subbase tipo 1 depende de varios factores clave, como la resistencia mecánica, la durabilidad y el comportamiento ante las cargas dinámicas del tránsito.

Resistencia y capacidad de carga: La base estabilizada con cemento tiene una mayor resistencia a la compresión y menor deformabilidad que una base granular no tratada, lo que la hace más adecuada para soportar cargas elevadas sin generar deformaciones significativas en la estructura del pavimento (Sánchez & Romero, 2021).

Comportamiento bajo condiciones climáticas: El subsuelo estabilizado con cemento ofrece ventajas en regiones con climas húmedos o suelos expansivos porque reduce la susceptibilidad a la erosión y la pérdida de capacidad portante por la humedad (González & Pérez, 2023). Sin embargo, un subsuelo Tipo 1 puede ser más susceptible a problemas de drenaje si no se complementa con un diseño de sistema de drenaje apropiado.

El tiempo de construcción cuando una base estabilizada con cemento se usa necesita más tiempo para el curado, lo que puede afectar los plazos del proyecto. Por otro lado, la base-subbase Tipo 1 permite una construcción más rápida y puede ser más fácil en proyectos con pocas días.

2.1.5.2. Factores Económicos.

El análisis económico de estas dos alternativas implica comparar los costos de inversión, mantenimiento y operación a lo largo del ciclo de vida del pavimento.

Costo de materiales y construcción: La base estabilizada con cemento generalmente requiere un costo inicial más alto debido a la adquisición del cemento y al proceso de mezcla y compactación, mientras que la base-subbase tipo 1 puede ser más barata si los agregados están disponibles localmente (Ramírez & Gómez, 2020).

Costos de mantenimiento a largo plazo: A pesar de su mayor costo inicial, la base estabilizada con cemento tiende a reducir los costos de mantenimiento debido

a su mayor resistencia estructural y menor susceptibilidad al deterioro. En contraste, la base-subbase tipo 1 puede requerir intervenciones periódicas de mantenimiento y rehabilitación, lo que puede generar costos adicionales a largo plazo (Vázquez & Sánchez, 2024).

Vida útil del pavimento: La durabilidad de la base estabilizada con cemento puede extender la vida útil de la vía en comparación con una estructura basada en una base-subbase tipo 1, lo que puede justificar su mayor inversión inicial en términos de retorno económico a largo plazo (Castro et al., 2022).

2.1.5.3. Comparación de Alternativas a través del Análisis Costo-Beneficio.

El análisis costo-beneficio es una herramienta esencial para evaluar cuál de dos opciones ofrece una mejor relación entre inversión y retorno. Algunos métodos de evaluación incluyen:

- **Valor Presente Neto (VPN):** Se comparan los costos iniciales y futuros de mantenimiento de cada alternativa, descontando los flujos de efectivo a valor presente para determinar cuál opción es económicamente más favorable (Martínez & López, 2022).
- **Costo Anual Equivalente (CAE):** Se calcula el costo total de cada opción a lo largo de su vida útil y se expresa en términos de costo anual uniforme, lo que permite una comparación directa entre alternativas con diferentes períodos de vida útil.
- **Análisis de sensibilidad:** Se evalúa cómo cambios en factores como el precio del cemento, la inflación o el crecimiento del tráfico pueden afectar la rentabilidad de cada alternativa.

2.1.5.4. Casos de Estudio y Experiencias en Proyectos Similares.

Varios estudios han demostrado que la elección de una base estabilizada con cemento o una base-subbase tipo 1 depende del contexto del proyecto. Por ejemplo, en carreteras de alto tráfico, se ha encontrado que la inversión en bases estabilizadas con cemento se traduce en menores costos de mantenimiento y mayor durabilidad (González & Pérez, 2023). En contraste, para proyectos con restricciones

presupuestarias o en zonas con buenos suelos de soporte, la base-subbase tipo 1 ha sido una opción viable debido a su menor costo inicial (Vázquez & Sánchez, 2024).

En general, la decisión entre una base estabilizada con cemento y una base tipo 1 debe hacerse después de un estudio técnico y económico claro. Hay que tener en cuenta no solo los gastos iniciales sino también los frutos futuros en cuanto al cuidado y duración del piso.

2.1.6. Criterios de Selección de Materiales para la Base y Subbase en el Diseño de Vías

En la construcción de infraestructura vial, la adecuada selección de materiales para la subestructura y subrasante es un factor que determina la durabilidad, estabilidad y funcionalidad de la vía. La adecuada selección de estos materiales se basa en criterios técnicos, regulatorios y económicos para garantizar una estructura duradera que minimice los costos de mantenimiento y optimice la inversión inicial (González & Pérez, 2023).

Las materiales adecuados para las capas de base y subbase en el diseño de vías es clave para asegurar la duración y el rendimiento de las carreteras. Estas capas tienen roles importantes, como la distribución de cargas y la protección de la subrasante; por lo tanto, es importante elegir materiales basándose en criterios técnicos estrictos.

Para la subbase, se emplean materiales granulares que se colocan sobre la subbase para formar una capa de apoyo para la base de pavimentos asfálticos. Estos materiales pueden ser naturales, cribados, parcialmente triturados, totalmente triturados o mezclados, y deben cumplir con requisitos de calidad específicos, como granulometría adecuada y resistencia al desgaste (Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT], 2011).

En cuanto a la base, se recomienda el uso de materiales granulares procesados o estabilizados que posean alta resistencia a la deformación, debido a su proximidad con la superficie y la necesidad de soportar altas presiones. Estos materiales deben ser resistentes a los cambios de humedad y temperatura, y no presentar cambios de volumen perjudiciales. Generalmente, se emplea piedra

triturada o chancada, grava o mezclas estabilizadas para esta capa (Moreno Ceciliano, sf).

Los criterios de selección de los materiales para la subbase incluyen su granulometría, resistencia a la compresión, durabilidad y estabilidad frente a condiciones climáticas. Es fundamental asegurar una buena compactación y baja susceptibilidad a cambios volumétricos por humedad para garantizar la estabilidad estructural y funcional del pavimento (StudySmarter, 2024).

Además de las propiedades mecánicas y físicas, la sostenibilidad en la selección de materiales ha cobrado mayor importancia en los últimos años. Prácticas como el reciclaje de materiales de pavimento asfáltico y la investigación de nuevos materiales sostenibles, como el uso de plástico y caucho reciclados, contribuyen a una construcción de carreteras más ecológica y eficiente (Abertis, 2024).

2.1.6.1. Propiedades Mecánicas y Físicas de los Materiales.

Uno de los criterios fundamentales en la selección de materiales es su capacidad para soportar cargas y distribuir esfuerzos de manera eficiente. Según Martínez & López (2022), los materiales utilizados en la base y subbase deben tener alta resistencia a la compresión y adecuada capacidad de drenaje para evitar la acumulación de humedad, que podría debilitar la estructura de la vía. La granulometría adecuada, determinada mediante normas como la ASTM D2940 (ASTM, 2021), es un factor clave que influye en la compactación y estabilidad del material.

La resistencia a la erosión y la durabilidad también son factores esenciales. Según estudios realizados por Ramírez & Gómez (2020), materiales con alto contenido de partículas finas pueden presentar problemas de erosión y expansión, afectando la vida útil de la carretera. En este sentido, el uso de agregados pétreos con una adecuada distribución de tamaños y composición química estable es fundamental para garantizar la estabilidad estructural.

2.1.6.2. Condiciones Geotécnicas y Ambientales.

El tipo de suelo presente en la zona de construcción es otro factor determinante en la elección del material de la base y subbase. En regiones con suelos arcillosos o

expansivos, es recomendable el uso de materiales estabilizados, como la base con cemento, que mejora la capacidad portante y reduce los efectos de la expansión y contracción del suelo (Castro et al., 2022). Por otro lado, en zonas con suelos granulares, la base-subbase tipo 1 suele ser una opción viable debido a su buena capacidad de drenaje y resistencia a la compactación (Vázquez & Sánchez, 2024).

Las condiciones climáticas también influyen en la selección de materiales. En climas húmedos, es fundamental optar por materiales con alta permeabilidad para evitar la saturación del pavimento y la pérdida de resistencia mecánica. En contraste, en zonas áridas, el principal desafío es evitar la erosión del material superficial y la generación de polvo, lo que puede mitigarse con la aplicación de estabilizadores químicos o capas de sellado (López, 2020).

2.1.6.3. Análisis de Costos y Viabilidad Económica.

Además de los aspectos técnicos, el costo de los materiales y su disponibilidad juegan un papel crucial en la selección de la base y subbase. En proyectos con restricciones presupuestarias, se suele optar por materiales locales que cumplan con los estándares mínimos requeridos, reduciendo los costos de transporte y extracción (Martínez & López, 2022). Sin embargo, la inversión en materiales de mayor calidad puede traducirse en una mayor durabilidad de la vía y menores costos de mantenimiento a largo plazo, lo que debe ser evaluado a través de un análisis de costo-beneficio detallado.

Estudios recientes han demostrado que el uso de bases estabilizadas con cemento puede reducir los costos de mantenimiento en un 30 % en comparación con bases no tratadas, debido a su mayor resistencia estructural y menor susceptibilidad a la deformación (Castro et al., 2022). Por otro lado, la base-subbase tipo 1 es más económica en términos de inversión inicial, pero puede requerir intervenciones más frecuentes para garantizar su desempeño óptimo (Vázquez & Sánchez, 2024).

La selección de los materiales de base y subbase en el diseño de carreteras es un proceso complejo que debe considerar factores mecánicos, geotécnicos, regulatorios y económicos. La estabilidad y resistencia de la infraestructura dependen en gran medida de la correcta elección y preparación de estos materiales. Un análisis detallado de las condiciones del suelo, las demandas del tráfico y la normativa vigente

permite tomar decisiones informadas que optimizan la inversión y prolongan la vida útil de la carretera.

2.1.6.4. Análisis Técnico Económico.

El estudio de costos y tecnología es una parte clave para hacer planos y crear caminos porque ayuda a ver si una opción puede funcionar y durar. En el ejemplo de mirar una basa que se estabiliza con cemento y una basa Tipo 1, hay que tener en cuenta muchos factores que cambian los gastos iniciales y los costos de mantener esta vía durante su vida útil.

2.1.7. Factores técnicos en la evaluación de alternativas

Desde el punto de vista técnico, la selección entre una base estabilizada con cemento y una base-subbase tipo 1 depende de varios factores clave, como la resistencia mecánica, la durabilidad y el comportamiento ante las cargas dinámicas del tránsito.

- **Resistencia y capacidad de carga:** La base estabilizada con cemento tiene una mayor resistencia a la compresión y menor deformabilidad que una base granular no tratada, lo que la hace más adecuada para soportar cargas elevadas sin generar deformaciones significativas en la estructura del pavimento (Sánchez & Romero, 2021).
- La base con cemento ayuda en áreas con climas húmedos o suelos grandes, porque baja la chance de erosión y pérdida de apoyo por la humedad (González & Pérez, 2023). Sin embargo, la base subbase tipo 1 puede tener más chance de tener problemas con drenaje si no se junta con un plan bueno para sacarr el agua.
- **Tiempo de construcción:** Usar una base con cemento precisa más tiempo para secarse, lo que puede cambiar los planos del proyecto. Por otro lado; la base Tipo 1, deja crear en menos tiempo y puede ser mejor en proyectos con falta de tiempo.

2.1.7.1. Factores Económicos en la Evaluación de Alternativas.

El análisis económico de estas dos alternativas implica comparar los costos de inversión, mantenimiento y operación a lo largo del ciclo de vida del pavimento.

- **Costo de materiales y construcción:** La base estabilizada con cemento generalmente requiere un costo inicial más alto debido a la adquisición del cemento y al proceso de mezcla y compactación, mientras que la base-subbase tipo 1 puede ser más barata si los agregados están disponibles localmente (Ramírez & Gómez, 2020).
- **Costos de mantenimiento a largo plazo:** A pesar de su mayor costo inicial, la base estabilizada con cemento tiende a reducir los costos de mantenimiento debido a su mayor resistencia estructural y menor susceptibilidad al deterioro. En contraste, la base-subbase tipo 1 puede requerir intervenciones periódicas de mantenimiento y rehabilitación, lo que puede generar costos adicionales a largo plazo (Vázquez & Sánchez, 2024).
- **Vida útil del pavimento:** La durabilidad de la base estabilizada con cemento puede extender la vida útil de la vía en comparación con una estructura basada en una base-subbase tipo 1, lo que puede justificar su mayor inversión inicial en términos de retorno económico a largo plazo (Castro et al., 2022).

2.2. Marco Legal:

El plan y revisión de la red de caminos en Ecuador sigue varias reglas técnicas y de dinero que quieren asegurar la seguridad, fortaleza y buen uso de las obras. A nivel nacional, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) es el grupo principal que hace planos para construir carreteras, esto incluye reglas para materiales y formas de hacer bases y subbases en caminos. En especial, la Norma Ecuatoriana de Construcción de Carreteras (NEC), que controla cosas sobre escoger materiales y crear capas en el pavimento, es muy importante en revisar subbases que se hacen fuertes con cemento y bases distintas Tipo 1.

Según el MTO (2020), las especificaciones para el diseño de subestructuras estabilizadas con cemento incluyen el uso de materiales con propiedades de resistencia y estabilidad específicas en las condiciones climáticas del Ecuador. Esto garantiza que el diseño de la carretera tenga una larga vida útil y un buen rendimiento estructural bajo cargas de vehículos. La Norma Ecuatoriana de Diseño Geométrico de Carreteras (MTO, 2021) también es relevante en este contexto porque establece

criterios para el diseño geométrico y la distribución de cargas en las diferentes capas del pavimento.

Por otro lado, la elección entre base estabilizada con cemento y base-subbase tipo 1 está influenciada por estudios costo-beneficio que buscan optimizar el uso de los recursos. La Guía de Evaluación Económica de Proyectos de Infraestructura Vial (Cevallos & Guzmán, 2022) detalla los procedimientos para realizar un análisis técnico-económico comparativo entre las diferentes alternativas, tomando en cuenta factores como durabilidad, costos de mantenimiento, impacto ambiental y costos iniciales de construcción.

A nivel internacional se adoptan normativas como las Especificaciones para el Diseño y Construcción de Pavimentos de la Asociación Internacional de Carreteras (PIARC), que abordan también aspectos relacionados con la estabilización de bases y subbases con cemento. PIARC (2023) establece lineamientos y recomendaciones basados en la experiencia mundial para la selección de materiales de pavimentación, que también son relevantes en el contexto ecuatoriano para realizar una evaluación integral de las alternativas.

2.2.1. Normativas y Regulaciones para el Diseño de Vías

Las normativas que regulan el diseño y construcción de vías viales son cruciales para garantizar que los proyectos se desarrollen de acuerdo con los estándares de seguridad, calidad y eficiencia. En el caso específico de las bases estabilizadas con cemento y las bases-subbases tipo 1, estas normativas abarcan una serie de parámetros técnicos y económicos que guían la elección del material más adecuado para el tipo de vía que se desea construir. Aquí se pueden incluir las siguientes categorías:

- **Normas Internacionales**

AASHTO (Asociación Estadunidense de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte): AASHTO da guías claras para la planificación y el armado de caminos, con foco en los tipos de capa y las reglas de la base. Sus libros dan una base para saber las cosas que se necesitan en la base firme con cemento, incluyendo fuerza, compactación, y la cantidad que puede llevar.

AASHTO (2020). Directrices de la AASHTO para la construcción de carreteras. Asociación Estadounidense de funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte.

ISO 9001 (Organización Internacional de Normalización): La norma ISO 9001 es aplicable a la calidad de la gestión en proyectos de infraestructura. Asegura que todos los procesos de construcción y evaluación estén bajo un sistema de gestión de calidad, desde la selección de materiales hasta la ejecución de la obra. Aunque no se centra exclusivamente en bases viales, establece principios que deben aplicarse en la planificación de proyectos, incluyendo la estandarización de procedimientos y control de calidad.

- **Normas Nacionales**

Norma Ecuatoriana de Diseño Vial (NEDV): En Ecuador, la NEDV establece los lineamientos técnicos para el diseño y construcción de vías, incluyendo las especificaciones para las bases y subbases. Estas regulaciones detallan las características del suelo, el tipo de estabilización necesaria, los métodos de prueba y los criterios para la selección de materiales. La normativa también establece las condiciones de construcción y los requisitos de compactación.

Ecuador. (2022). Norma Ecuatoriana de Diseño Vial (NEDV). Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP): El MTOP es el organismo encargado de regular la construcción de infraestructuras viales en Ecuador, proporcionando guías sobre el uso de materiales y la ejecución de proyectos. En sus manuales, especifica los tipos de bases y subbases que deben utilizarse en diferentes tipos de vías, así como los requisitos técnicos y ambientales para la ejecución de proyectos viales. La Guía Técnica de Pavimentos del MTOP es una fuente clave para obtener detalles sobre los procedimientos y criterios técnicos para las bases estabilizadas con cemento y bases-subbases tipo 1.

MTOP. (2023). Guía Técnica de Pavimentos.

- **Regulaciones Ambientales y de Sostenibilidad:**

Ley de Sostenibilidad y Cambio Climático en Ecuador: A medida que las infraestructuras viales se diseñan y ejecutan, las leyes ambientales también juegan

un papel importante en la selección de materiales y procesos constructivos. Las bases estabilizadas con cemento pueden tener diferentes impactos ambientales que deben ser evaluados, como la emisión de CO₂ durante la producción de cemento. El cumplimiento de las normativas ambientales asegura que los proyectos no solo sean técnicamente viables, sino también sostenibles a largo plazo.

Normas ISO sobre medio ambiente (ISO 14001): Estas normativas internacionales son relevantes cuando se analizan las opciones técnicas en términos de sostenibilidad, ya que permiten evaluar el impacto ambiental de cada material y método de construcción.

- **Requisitos Técnicos de las Bases Estabilizadas con Cemento**

Las bases estabilizadas con cemento se utilizan en la construcción de carreteras debido a su resistencia, durabilidad y capacidad para soportar cargas elevadas. Sin embargo, su aplicación está regulada por una serie de requisitos técnicos que se deben cumplir para garantizar que el material funcione de acuerdo con las expectativas de desempeño. Entre los aspectos que se deben considerar están:

Resistencia a la compresión: Las bases estabilizadas con cemento deben cumplir con requisitos específicos de resistencia a la compresión. La norma NEDV en Ecuador establece los valores mínimos de resistencia que deben alcanzarse en las pruebas de laboratorio, lo que garantiza que las bases puedan soportar las cargas del tráfico pesado.

Capacidad de compactación y control de calidad: Se deben seguir procedimientos de construcción que aseguren una adecuada compactación del material. Esto incluye la realización de pruebas de densidad y humedad en sitio, según lo indicado por la NEDV.

Durabilidad frente a condiciones climáticas extremas: El uso del cemento como estabilizante ayuda a mejorar la resistencia de las bases a las fluctuaciones de temperatura y humedad, lo que es esencial en zonas con climas variables o extremos.

Normativa de control de calidad y trazabilidad: La correcta aplicación de las bases estabilizadas con cemento requiere un sistema de control de calidad que

asegure que las mezclas y las aplicaciones sean homogéneas y cumplan con las especificaciones establecidas en las normativas.

- **Requisitos Técnicos de las Bases-Subbases Tipo 1**

La base-subbase tipo 1 es otro material utilizado en el diseño de pavimentos viales. Su principal ventaja radica en su costo más bajo comparado con la base estabilizada con cemento, aunque también presenta limitaciones en términos de capacidad de carga y durabilidad. Las normativas que regulan su uso incluyen:

Características del material: Las bases y subbases tipo 1 están compuestas por materiales no cementosos, como grava o arena compactada. Las especificaciones de granulometría y resistencia a la compresión son claves en su diseño y deben ajustarse a lo establecido en las normas nacionales, como la NEDV y las directrices del MTOP.

Condiciones de compactación y pruebas de calidad: Al igual que con las bases estabilizadas, el proceso de compactación es esencial para garantizar la resistencia de la base-subbase tipo 1. Se deben realizar pruebas de compactación in situ y pruebas de resistencia para asegurar que se cumplan los parámetros establecidos.

Normativas de evaluación económica: El costo y la disponibilidad de materiales para bases-subbases tipo 1 son factores claves para la toma de decisiones. Las normativas establecen directrices sobre cómo evaluar los costos de construcción, considerando el transporte de materiales y los recursos necesarios para la correcta ejecución de las obras.

- **Aspectos Económicos y Normativos en la Evaluación de Alternativas**

Además de los requisitos técnicos, es fundamental abordar los aspectos económicos de cada alternativa. Las normas que regulan los análisis de costos y presupuestos en proyectos viales incluyen:

valuación de costos en base a materiales: La normativa permite realizar una comparación de costos de materiales, incluyendo subbases estabilizadas con cemento y subbases Tipo 1. Esta comparación debe tomar en cuenta tanto los costos iniciales de construcción como los costos de mantenimiento a largo plazo.

Impacto en el presupuesto público: En el contexto de proyectos de infraestructura pública, las normativas también dictan procedimientos para evaluar el impacto económico de las decisiones de materiales, buscando siempre optimizar el uso de recursos sin sacrificar la calidad.

El marco legal que se usa para el estudio técnico y económico de opciones en el diseño de calles es clave para asegurar que los trabajos se hagan según las mejores formas en materia de seguridad, calidad y sostenibilidad. Las reglas nacionales e internacionales dan el entorno necesario para elegir bien materiales, revisar gastos y seguir normas técnicas. En este sentido, tanto la base con cemento como la base tipo 1 tienen lados buenos y malos, lo que pide un análisis amplio que piense en todos los detalles en reglas, técnica y economía.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El presente marco metodológico tiene como finalidad guiar el desarrollo de una investigación bibliográfica sobre el análisis técnico-económico de alternativas entre base estabilizada con cemento y base-subbase tipo 1 para el diseño de una vía. Esta investigación se enfocará en los aspectos técnicos, económicos y ambientales involucrados en la elección de los materiales para la base de la carretera, los cuales son fundamentales para garantizar la estabilidad y durabilidad de las infraestructuras viales. Para ello, se revisará y analizará la literatura existente sobre

3.1. Enfoque De La Investigación: (Cuantitativo, Cualitativo O Mixto)

La metodología de la tesis titulada Análisis técnico-económico de alternativas entre base estabilizada con cemento y base-subbase tipo 1 para el diseño de una carretera empleará un marco cuantitativo, descriptivo y bibliográfico. Esta investigación se concentrará en la recopilación y análisis de datos tanto técnicos como económicos pertenecientes a dos alternativas de bases para la construcción de carreteras. Se utilizarán métodos cuantitativos para evaluar sus propiedades y costos asociados, mientras que el aspecto descriptivo facilitará una comprensión integral de cada alternativa.

La investigación realizada se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo, ya que involucra el análisis técnico y procesamiento de datos fundamentales para la evaluación de alternativas en la construcción de la vía Vuelta Larga-Cono, en el cantón San Jacinto de Yaguachi. Para ello, se realizó un estudio detallado del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA), así como de las condiciones geográficas de la zona a través de levantamientos topográficos. Además, se evaluó la estabilización de suelos con base en su uso y demanda, con el fin de determinar la solución más eficiente entre una base estabilizada con cemento y una base-subbase Tipo 1. El objetivo de este estudio es brindar un análisis técnico-económico que refleje la viabilidad de cada alternativa en términos de durabilidad, costos y adaptación a las condiciones del terreno, asegurando así un diseño vial óptimo y sostenible.

3.2. Alcance De La Investigación: (Exploratorio, Descriptivo O Correlacional)

La tesis Análisis Técnico-Económico de Alternativas entre Base Estabilizada con Cemento y Base-Subbase Tipo 1 para el Diseño de una Carretera se enfoca en

una investigación descriptiva y bibliográfica con un enfoque cuantitativo. Su objetivo principal es comparar ambas alternativas de bases para la construcción de carreteras, evaluando sus características físicas, eficacia técnica, costos de implementación y viabilidad económica a largo plazo. Para ello, se analizan los atributos técnicos de cada opción, incluyendo

La investigación se sustenta en un análisis bibliográfico crítico basado en literatura científica, artículos especializados, normas técnicas y estudios de casos relevantes publicados en los últimos cinco años. Dado que se fundamenta exclusivamente en fuentes secundarias, se limita al análisis y comparación de información preexistente sin la realización de ensayos de campo o evaluaciones experimentales independientes.

3.3. Técnica E Instrumentos Para Obtener Los Datos

3.3.1. Operacionalización de la variable.

Tabla 2

Operacionalización de variables

Tipo de Variable	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Dependiente	TPDA, diseño de caminos, topografía del sitio, análisis técnico de base estabilizada con cemento	Evaluación de factores técnicos y económicos para el diseño de la vía considerando tráfico, estabilidad del suelo	Cálculo del tráfico promedio, análisis de la geometría vial y comparación entre alternativas de base estabilizada	Vehículos/día, ancho de calzada, tipo de superficie, espesor de capas, costos u resistencia mecánica.
Independiente	Conteo vehicular, recolección de datos topográficos.	Obtención y análisis de información sobre el flujo vehicular, características del terreno y materiales estabilizadas para la vía.	Registro de número de vehículos, levantamiento topográfico y evaluación de materiales estabilizados con cemento	Volumen de tráfico diario, resistencia y costos de estabilización

Elaborado por: Vilches (2025).

3.3.2. Técnica de Observación

La evaluación integral de alternativas de diseño en proyectos de infraestructura vial se apoya en gran medida en la técnica de observación extensiva. En el marco del Análisis técnico-económico de alternativas entre base estabilizada con cemento y base-subbase tipo 1 para el diseño de una carretera, esta metodología facilita la

recolección de información sistemática y detallada sobre el comportamiento de los materiales y la funcionalidad de las estructuras propuestas, permitiendo así una comparación objetiva. Una ilustración de su implementación se puede encontrar en la tesis Diseño de la señalización en la vía Vuelta Cono Larga en el cantón de San Jacinto de Yaguachi, Ecuador de Bravo & Jara (2024), que subraya la importancia de la recolección minuciosa de datos en el ámbito del diseño vial.

La observación integral sirve como instrumento tanto cualitativo como cuantitativo para examinar las diversas condiciones de campo y las dimensiones técnicas asociadas a las alternativas de construcción. Esta metodología se distingue por:

Duración prolongada: implica una fase de seguimiento integral a lo largo de las distintas etapas del proyecto, desde el diseño inicial hasta la fase de implementación.

Evaluación exhaustiva: esta evaluación toma en cuenta elementos como la integridad estructural de los cimientos, su relación con el suelo de soporte y su idoneidad para las cargas previstas del vehículo.

Registro de Evidencias: Comprende la recolección de datos cuantificables, incluyendo la resistencia a la compresión del cemento en bases estabilizadas y el análisis granulométrico de bases tipo 1, además respaldados por documentación fotográfica y registros de observación.

Contextualización local: Adapta los criterios de evaluación para reflejar las características únicas de la ubicación, incluidos factores como el clima, la composición del suelo y el tráfico previsto Bravo & Jara (2024).

El estudio de este tipo necesita una mirada completa para ver signos clave que ayuden a un chequeo claro de las diferentes opciones de diseño. Para la base estable con cemento y la base-subbase uno, los signos que importan son:

Costo de construcción: Es fundamental realizar un estudio exhaustivo de los precios unitarios, teniendo en cuenta los materiales, la maquinaria y la mano de obra necesarios para cada alternativa. Este factor es crucial para evaluar la viabilidad económica.

Durabilidad y Mantenimiento: Al examinar caminos existentes de naturaleza similar, se puede estimar la vida útil de cada tipo de base, así como los gastos relacionados con el mantenimiento preventivo y correctivo.

Consideraciones ambientales: Es fundamental documentar los efectos de la extracción y transporte de materiales sobre el medio ambiente circundante, además de las emisiones producidas durante su procesamiento Bravo & Jara (2024).

La tesis de Bravo & Jara (2024) destaca la importancia de la recolección de datos in situ, facilitada por una observación minuciosa, que permitió identificar aspectos esenciales sobre la colocación de la señalética y su correlación con la configuración geométrica de la vía. Esta metodología es igualmente aplicable al examen de bases de vías, al documentar el impacto de las condiciones de humedad, compactación y distribución de cargas sobre su desempeño a lo largo del tiempo.

La observación minuciosa es un instrumento esencial para la evaluación técnico-económica de los diseños viales, ya que permite un examen detallado y contextualizado de las distintas alternativas. Siguiendo la metodología descrita en la tesis de Bravo & Jara (2024), este enfoque garantiza que las decisiones de diseño se basen en datos confiables y se adapten a las circunstancias particulares de cada proyecto.

3.3.3. Guía de Observación

El objetivo del estudio de tránsito de la vía desde la Cabecera cantonal de Yaguachi hasta el recinto Vuelta Larga para determinar el TPDA y verificar las condiciones del terreno. En este contexto, la investigación presentada en la tesis de Bravo & Jara (2024). Un estudio de tráfico es el proceso fundamental para evaluar el desempeño de la carretera y determinar mejoras en la infraestructura. En este trabajo, con base en la investigación de Bravo & Jara (2024), se diseñó una guía de observación para determinar el tránsito vial promedio diario anual (ADAT) y verificar las condiciones del terreno en la vía que conecta la cabecera cantonal Yaguachi ofrece ejemplos de diseño de carreteras, mejorando la comprensión de la normativa aplicable.

La guía tiene como propósito principal la recopilación de datos relevantes sobre el flujo vehicular y el estado de la infraestructura vial, permitiendo así una evaluación técnico-económica de posibles alternativas para la mejora de la carretera.

Tabla 3

Guía de observación

Aspecto observar	para	Aspectos Evaluados	Observación
Flujo vehicular		Conteo por tipo de vehículo	
Estado del pavimento		Fisuras, baches, desgaste superficial	
Drenaje Vial		Presencia de alcantarillas, cunetas y su funcionalidad	
Señalización vial		Existencia y visibilidad de señales de tránsito	
Condiciones climáticas		Clima durante la observación (lluvia, soleado, etc.)	

Elaborado por: Vilches (2025).

El uso de esta guía de observación le permite datos cuantitativos y cualitativos que facilitarán la evaluación de la TPDA y el estado de la infraestructura vial. Esta información es esencial para tomar decisiones sobre mejoras y mantenimiento de carreteras. El uso de esta metodología contribuirá a una mejor planificación del desarrollo vial en la región.

3.3.4. Análisis comparativo de costos y viabilidad

El análisis que compara la base estabilizada con cemento con las alternativas de base-subbase tipo 1 para el diseño de carreteras se deriva de los datos presentados en la tesis Diseño de la señalización de la vía Vuelta Cono Larga en el cantón San Jacinto de Yaguachi, Ecuador Bravo & Jara (2024). Si bien los gastos iniciales asociados con la base estabilizada con cemento tienden a ser mayores debido a la necesidad de adquirir cemento, utilizar maquinaria especializada e implementar estrictas medidas de control de calidad durante la construcción, su excepcional resistencia y durabilidad en condiciones climáticas adversas la convierten en una opción adecuada para carreteras sujetas a tráfico pesado.

Por el contrario, la base-subbase tipo 1, que consiste en materiales granulares, ofrece costos iniciales más bajos y presenta un proceso de construcción más sencillo. Sin embargo, su durabilidad puede verse limitada, particularmente en áreas sujetas a

un importante tráfico vehicular o niveles elevados de humedad, lo que potencialmente genera mayores gastos de mantenimiento (Bravo & Jara, 2024).

En cuanto a la factibilidad, la base estabilizada con cemento resulta apropiada para caminos que requieren un diseño estructural más durable y una frecuencia de mantenimiento reducida, lo que valida sus costos iniciales. Como lo indican las especificaciones técnicas del MTOP y lo corroboran estudios similares, esta opción proporciona una mayor estabilidad y una vida útil más prolongada, aunque con tiempos de ejecución más largos Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2020).

Por el contrario, la base-subbase tipo 1 es más práctica para proyectos limitados por el presupuesto o que requieren una ejecución acelerada. Sin embargo, su dependencia de las propiedades del material granular disponible y su vulnerabilidad a las deformaciones pueden restringir su uso en caminos sometidos a mayores demandas de tráfico. Este examen subraya que la elección de la alternativa depende de las prioridades del proyecto, incluido el gasto inicial, el cronograma de ejecución y el tráfico vehicular previsto.

3.3.5. Entrevista

Se realiza una entrevista con el objetivo de recabar información completa sobre la evaluación técnica y económica de diversas alternativas en el diseño vial, enfocándose específicamente en la comparación entre la base-subbase tipo 1 y la base estabilizada con cemento. Esta entrevista busca dilucidar cómo se gestionan las características técnicas de estas alternativas y sus implicaciones económicas en el marco del diseño vial en el cantón San Jacinto de Yaguachi, Ecuador.

La entrevista está dirigida a las autoras de la tesis pertinente, María Elizabeth Bravo Murillo y Sonia Angélica Jara Morales, ya que su investigación sobre el diseño de la señalización vial para la Vía Vuelta Cono Larga puede proporcionar información valiosa sobre la interacción entre los componentes del diseño vial, la infraestructura y las condiciones del terreno. Las respuestas obtenidas pueden mejorar la evaluación técnico-económica de las alternativas de base y subbase en el diseño vial.

1.- ¿Cuál es el énfasis principal de su investigación en cuanto al análisis técnico-económico de las alternativas entre la base estabilizada con cemento y la base-subbase tipo 1 para el diseño de la vía desde la Cabecera cantonal de Yaguachi

hasta el recinto? ¿Vuelta Larga? ¿Cómo considera que estas alternativas influyen en la planificación vial de la región?

2.- En su estudio, ¿qué factores técnicos fueron determinantes al seleccionar el tipo de base o subbase más adecuado para el diseño de esta vía? ¿Cómo impactan estos factores en la eficiencia, durabilidad y desempeño de la carretera a lo largo del tiempo?

3.- En términos económicos, ¿cuál es la principal diferencia entre la base estabilizada con cemento y la base-subbase tipo 1? ¿Cómo influye esta diferencia en los costos iniciales, de mantenimiento y de operación a largo plazo de la vía estudiada?

4.- Desde el punto de vista técnico, creo que la base establecida con cemento puede dar ventajas en cuanto a duración y fuerza, sobretodo viendo las condiciones del clima y el lugar del cantón Yaguachi. La base estabilizada ofrece una mayor protección contra erosiones al evitar que se muevan las piedras o el suelo. Esto es muy importante aquí, donde hay muchas lluvias y cambios en el clima. También, la base de cemento es más fuerte que otros materiales. Esto ayuda mucho a las construcciones en su estructura. En resumen la base con cemento trae beneficios claves para la durabilidad y fuerza aquí en Yaguachi.

5.- ¿Qué recomendaciones harían a los ingenieros y planificadores viales a la hora de seleccionar las opciones de base y subbase más adecuadas, para lograr una combinación óptima entre sostenibilidad económica, eficiencia técnica y seguridad vial, en un contexto como el de la Vía? desde la Cabecera cantonal de Yaguachi hasta el recinto Vuelta Larga?

3.3.6. Modelación De Sección Típica De La Vía

En el contexto de la investigación sobre el análisis técnico-económico de las alternativas de base estabilizada con cemento y base-subbase tipo 1 para el diseño de la vía desde la Cabecera Cantonal de Yaguachi hasta la zona de Vuelta Larga, se presenta la modelación de ambas alternativas mediante el software AutoCAD como herramienta clave para la visualización y comparación detallada de las opciones de diseño. Este modelado digital permitirá la representación precisa de secciones típicas de la vía, lo que facilitará la comprensión de las diferencias entre ambos tipos de base

y subbase. Además, al incorporar diferentes capas de la estructura vial, se podrán observar los efectos de cada opción sobre la integridad de la vía, lo cual es fundamental para evaluar su desempeño a largo plazo.

El uso de AutoCAD no solo facilita la creación de modelos visuales de gran precisión, sino que también permite integrar datos técnicos específicos, como características geométricas y distribución de materiales, en un formato de fácil manipulación. Esto es crucial para realizar comparaciones entre alternativas, ya que cada componente de diseño se puede ajustar y modificar sin necesidad de realizar cambios físicos en el terreno. Los ingenieros pueden probar diferentes configuraciones y estrategias para determinar cuál es la más adecuada, teniendo en cuenta aspectos como el tipo de tráfico, las condiciones climáticas locales y la estabilidad del suelo. Este enfoque reduce significativamente los riesgos asociados con las decisiones basadas en suposiciones o estimaciones, y garantiza una toma de decisiones más informada.

Además, el modelado en AutoCAD también dejará ver la conexión entre las partes de la vía, como la capa de rodadura, la base con cemento o base-subbase Tipo 1 y la base inferior. Esta mirada es clave para saber cómo cada parte del sistema vial ayuda a la fuerza estructural de la vía y cómo los pesos de los carros cambiarán su actuar con el tiempo. Al poder ver con claridad cómo están puestos los materiales, se pueden encontrar puntos flacos o zonas que necesitan apoyo, mejorando lo bien que está el diseño. Este chequeo de conexión es básico para asegurar que la vía pueda tener las condiciones del tráfico sin poner en riesgo la seguridad ni durabilidad a largo plazo.

El modelado también ofrece la ventaja de realizar simulaciones dinámicas, como análisis de carga y drenaje, que pueden predecir cómo responderá una carretera en diferentes escenarios. Estas simulaciones son clave para identificar posibles problemas que pueden surgir durante la operación de la vía, como encharcamientos de agua en determinadas zonas o deformaciones excesivas por el peso del tráfico. Al simular estos factores, los ingenieros pueden ajustar el diseño para mejorar la capacidad de drenaje y la resistencia estructural, asegurando que la carretera siga funcionando durante muchos años, incluso en condiciones climáticas

severas. La incorporación de estas simulaciones al proceso de modelado proporciona una capa adicional de precisión y confiabilidad en el análisis de alternativas.

Por último, al disponer de representaciones visuales claras y detalladas, será más fácil para todos los interesados comprender los aspectos técnicos del diseño y tomar decisiones informadas respecto a los recursos y el tiempo necesarios para su ejecución. Además, este modelado permitirá realizar un análisis económico más exhaustivo, al visualizar y cuantificar con precisión los materiales y obras necesarios para cada alternativa. Esto contribuirá a una planificación más eficiente y a la elaboración de presupuestos ajustados a las necesidades reales del proyecto, favoreciendo una gestión más eficaz de los recursos a lo largo de su ejecución.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población muestra y muestreo

La presente investigación se enmarca en el análisis técnico-económico de alternativas para la base vial en la vía Vuelta Larga-Cono del cantón San Jacinto de Yaguachi, tomando como referencia la tesis Diseño de Señalética en la Vía Vuelta Larga-Cono del Cantón San Jacinto de Yaguachi, Ecuador de la Mgtr. Eliana Noemí Contreras Jordán. Esta investigación busca evaluar las opciones de base estabilizada con cemento y base-subbase Tipo 1, considerando su impacto en la movilidad, la sostenibilidad y la rentabilidad del proyecto vial.

La zona de estudio está en la provincia del Guayas, especialmente en el camino Vuelta Larga-Cono en el Cantón San Jacinto de Yaguachi. Además, en promedio pasan entre 700 y 800 autos, lo que muestra mucha necesidad de movilidad. La muestra escogida para el estudio es el Tránsito Promedio Diario Anual (TDAA), utilizado como parámetro clave para el diseño del sistema de transporte. Se hizo un análisis técnico de bases estabilizadas usando compactación, agua y cemento, juntando información de la vía Vuelta Larga-Cono en el Cantón San Jacinto de Yaguachi para saber qué alternativa es mejor y duradera.

Según hallazgos previos en el estudio de Contreras Jodán, la vía Vuelta Larga-Cono necesita de una buena infraestructura que ayude al transporte seguro y eficaz de los usuarios, mejorando la conexión entre provincias y zonas rurales. Este estudio resalta la clave de un sistema de transporte barato y duradero, como es el pavimento

flexible que se utiliza mucho por su facilidad para adaptarse y aplicada. Se mirará la utilidad y posibilidad de usar una base estabilizada con agua, apretar o cemento; escogiendo la opción que cumpla con lo dicho en la regla vial del Ecuador y asegura que la vía sea lo mejor posible.a

Este análisis depende de los datos recolectados en el campo, especialmente en la adquisición de la Evaluación Diaria Anual de Tráfico (TDAA) método más apropiado para observar la cantidad de autos y los mínimos necesarios en el proyecto de edificación de la vía Vuelta Larga-Cono en el cantón San Jacinto de Yaguachi. Este estudio se agrega con una visión de cómo están las condiciones del lugar, brindando una imagen global de cómo se mueve el transporte y su efecto en la red vial.

Este método se usa para encontrar las características de suelo en el espacio de estudio para examinar cómo cambian y qué fuerzas se crean en la capa principal de pavimento blando. Esto ayuda a elegir la mejor opción entre una base estabilizada con cemento y una base Tipo 1, teniendo en cuenta tanto las necesidades estructurales como el costo. Escoger la mejor opción es muy importante para asegurar una vía que dure y funcione bien, esto es por el Gobierno Local de Yaguachi y las personas del lugar.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

4.1. Presentación Y Análisis De Resultados

En este apartado se presenta la presentación y análisis de los resultados obtenidos en el estudio Análisis tecno económico de alternativas entre capa base estabilizada con cemento y capa base tipo 1 para el proyecto vial desde la capital del cantón Yaguachi hacia la zona de Vuelta Larga. El principal objetivo del estudio fue evaluar la viabilidad técnica y económica de ambas alternativas para identificar la opción de construcción de carreteras más eficiente y sostenible.

La presentación debe corresponder a las técnicas de análisis de la metodología utilizada. Es importante presentar los resultados de manera ordenada según los instrumentos utilizados, pudiendo ser representados mediante tablas, gráficos, diagramas y cualquier otro que se considere pertinente. Se debe hacer énfasis en el análisis que el investigador hace de cada resultado.

El análisis se basó en la necesidad de optimizar el diseño de la vía mediante la selección de una base que garantice durabilidad y resistencia estructural, a la vez que represente una inversión eficiente en términos económicos. Para ello, se recopilaron y analizaron fuentes documentales, entre ellas estudios previos, normativa vigente y referencias técnicas que permitieron una comparación objetiva de parámetros de desempeño estructural, costos de materiales, costos de ejecución y mantenimiento a lo largo de la vida útil del pavimento.

Los hallazgos demuestran que la base fijada con cemento da grandes beneficios en cuanto a fuerza y defensa contra la erosión, lo que ayuda a una mejor vida de la construcción vial. Sin embargo, este tipo de base trae un mayor costo al comienzo debido al uso de cemento como material fijo y los trabajos extra que necesitan .

Por otro lado, la alternativa de base-subbase Tipo 1 presentó menores costos iniciales de construcción, pero su desempeño estructural mostró limitaciones en cuanto a resistencia a la deformación y durabilidad en condiciones climáticas adversas. Además, el mantenimiento a largo plazo de esta opción podría representar un gasto mayor en comparación con la base estabilizada con cemento.

Para validar la viabilidad de cada alternativa se realizó costo-beneficio, evaluando los costos directos e indirectos, así como el análisis de impacto en el ciclo de vida de la infraestructura vial. Con base en estos análisis se determina que, si bien la base estabilizada con cemento requiere una mayor inversión inicial, sus menores requerimientos de mantenimiento y mayor durabilidad la convierten en una opción más costo-efectiva en el largo plazo.

Finalmente, el estudio permitió concluir que la elección de la alternativa óptima debe considerar no sólo los costos iniciales, sino también el desempeño estructural y los costos de mantenimiento a lo largo de la vida útil de la vía. La información obtenida en este análisis técnico-económico servirá como base para futuras decisiones en proyectos de infraestructura vial, garantizando soluciones sustentables y eficientes en términos económicos y operativos. El objetivo principal del estudio fue evaluar la viabilidad técnica y económica de ambas alternativas con el fin de identificar la opción más eficiente y sustentable para la construcción de la vía.

4.1.1. Levantamiento Topográfico

Tomar medidas en el camino entre la ciudad de Yaguachi y Vuelta Larga necesitó varios pasos y técnicas para conseguir datos exactos del suelo. Se usó la medida del terreno del proyecto, mostrada en fotos, como base. (Bravo y Jara, 2024).

Figura 1

Coordenadas al borde izquierdo de vía Vuelta Larga – Primer tramo en estudio – Parte I.

Punto	Coordenadas		
	ESTE	NORTE	Concatenadas
Entrada Vuelta Larga	644428.97	9768172.77	644428.97,9768172.77
P2	644431.10	9768161.77	644431.1,9768161.77
P3	644433.64	9768150.26	644433.64,9768150.26
P4	644436.07	9768140.94	644436.07,9768140.94
P5	644439.44	9768130.13	644439.44,9768130.13
P6	644441.78	9768119.41	644441.78,9768119.41
P7	644444.41	9768108.94	644444.41,9768108.94
P8	644447.51	9768097.29	644447.51,9768097.29
P9	644454.21	9768068.88	644454.21,9768068.88
P10	644480.95	9768001.12	644480.95,9768001.12
P11	644538.82	9767799.72	644538.82,9767799.72
P12	644547.65	9767735.79	644547.65,9767735.79
P13	644547.25	9767698.17	644547.25,9767698.17
P14	644558.73	9767568.81	644558.73,9767568.81
P15	644535.40	9767292.48	644535.4,9767292.48
P16	644555.73	9767141.53	644555.73,9767141.53
P17	644634.22	9766628.81	644634.22,9766628.81
P18	644663.18	9766552.77	644663.18,9766552.77
P19	644740.98	9766398.54	644740.98,9766398.54
P20	644763.98	9766360.38	644763.98,9766360.38

Fuente: Bravo & Jara (2024)

Figura 2

Coordenadas al borde izquierdo de vía Vuelta Larga – Primer tramo en estudio –
Parte II.

P20	644763.98	9766360.38	644763.98,9766360.38
P21	644799.64	9766328.72	644799.64,9766328.72
P22	644816.72	9766303.65	644816.72,9766303.65
P23	644827.80	9766267.12	644827.8,9766267.12
P24	644835.61	9766214.32	644835.61,9766214.32
P25	644845.82	9765966.95	644845.82,9765966.95
P26	644844.38	9765901.81	644844.38,9765901.81
P27	644821.02	9765696.91	644821.02,9765696.91
P28	644813.24	9765637.20	644813.24,9765637.2
P29	644799.77	9765593.46	644799.77,9765593.46
P30	644788.07	9765569.31	644788.07,9765569.31
P31	644756.19	9765459.63	644756.19,9765459.63
P32	644752.04	9765430.36	644752.04,9765430.36
P33	644764.85	9765297.92	644764.85,9765297.92
P34	644765.02	9765158.54	644765.02,9765158.54
P35	644759.32	9765125.93	644759.32,9765125.93
P36	644744.05	9765058.33	644744.05,9765058.33
P37	644739.40	9765025.35	644739.4,9765025.35
P38	644734.80	9764683.19	644734.8,9764683.19
P39	644745.45	9764612.84	644745.45,9764612.84
P40	644747.43	9764553.86	644747.43,9764553.86
P41	644746.94	9764494.88	644746.94,9764494.88
P42	644749.95	9764458.84	644749.95,9764458.84
P43	644819.44	9764109.10	644819.44,9764109.1
P44	644820.93	9764079.97	644820.93,9764079.97
P45	644820.87	9764034.39	644820.87,9764034.39

Fuente: Bravo & Jara (2024)

Figura 3

Coordenadas al borde izquierdo de vía Vuelta Larga – Primer tramo en estudio –
Final del primer tramo.

P46	644833.42	9763886.55	644833.42,9763886.55
P47	644841.62	9763838.45	644841.62,9763838.45
P48	644855.95	9763792.76	644855.95,9763792.76
P49	644910.49	9763651.88	644910.49,9763651.88
P50	644959.72	9763539.22	644959.72,9763539.22
P51	645119.96	9763355.22	645119.96,9763355.22
P52	645135.89	9763343.23	645135.89,9763343.23
P53	645237.51	9763285.22	645237.51,9763285.22
P54	645554.39	9763136.47	645554.39,9763136.47
P55	645575.61	9763125.84	645575.61,9763125.84
P56	645589.21	9763111.29	645589.21,9763111.29
P57	645594.89	9763094.47	645594.89,9763094.47

Fuente: Bravo & Jara (2024)

Figura 4

Coordenadas al borde izquierdo de vía Vuelta Larga – Segundo tramo en estudio – Parte I.

Punto	Coordenadas		
	ESTE	NORTE	Concatenadas
Comienzo 2do tramo	645741.90	9762579.34	645741.9,9762579.34
P66	645747.43	9762565.89	645747.43,9762565.89
P67	645760.00	9762542.79	645760,9762542.79
P68	645803.65	9762478.79	645803.65,9762478.79
P69	646055.14	9762098.17	646055.14,9762098.17
P70	646074.12	9762081.13	646074.12,9762081.13
P71	646098.34	9762062.59	646098.34,9762062.59
P72	646123.84	9762048.31	646123.84,9762048.31
P73	646170.12	9762029.29	646170.12,9762029.29
P74	646229.65	9762011.43	646229.65,9762011.43
P75	646335.05	9761974.79	646335.05,9761974.79
P76	646391.92	9761955.22	646391.92,9761955.22
P77	646428.93	9761937.71	646428.93,9761937.71
P78	646472.01	9761910.96	646472.01,9761910.96
P79	647012.37	9761518.78	647012.37,9761518.78
P80	647056.56	9761484.02	647056.56,9761484.02
P81	647109.35	9761452.14	647109.35,9761452.14
P82	647175.85	9761426.23	647175.85,9761426.23
P83	647250.18	9761404.77	647250.18,9761404.77
P84	647429.77	9761351.30	647429.77,9761351.3
P85	647621.66	9761297.41	647621.66,9761297.41

Fuente: Bravo & Jara (2024)

Figura 5

Coordenadas al borde izquierdo de vía Vuelta Larga – Segundo tramo en estudio – Parte II.

P86	647875.27	9761220.48	647875.27,9761220.48
P87	647899.67	9761207.93	647899.67,9761207.93
P88	647957.23	9761174.75	647957.23,9761174.75
P89	648261.70	9760996.12	648261.7,9760996.12
P90	648288.03	9760986.32	648288.03,9760986.32
P91	648325.66	9760976.11	648325.66,9760976.11
P92	648617.59	9760928.70	648617.59,9760928.7
P93	648649.38	9760919.97	648649.38,9760919.97
P94	648673.41	9760908.07	648673.41,9760908.07
P95	649391.45	9760486.96	649391.45,9760486.96
P96	649410.87	9760473.16	649410.87,9760473.16
P97	649432.26	9760455.43	649432.26,9760455.43
P98	649624.49	9760250.12	649624.49,9760250.12
P99	649644.79	9760235.13	649644.79,9760235.13
P100	649666.77	9760218.91	649666.77,9760218.91
P101	649687.29	9760206.31	649687.29,9760206.31
P102	649715.75	9760194.16	649715.75,9760194.16
P103	649751.21	9760182.77	649751.21,9760182.77
P104	649780.05	9760177.35	649780.05,9760177.35
P105	649804.88	9760175.96	649804.88,9760175.96
P106	649836.04	9760178.16	649836.04,9760178.16
P107	649886.48	9760189.49	649886.48,9760189.49

Fuente: Bravo & Jara (2024)

Figura 6

Coordenadas al borde izquierdo de vía Vuelta Larga – Segundo tramo en estudio –
Final del segundo tramo.

P108	650007.75	9760229.91	650007.75,9760229.91
P109	650024.56	9760233.90	650024.56,9760233.9
P110	650044.20	9760236.74	650044.2,9760236.74
P111	650083.37	9760239.92	650083.37,9760239.92
P112	650103.22	9760238.55	650103.22,9760238.55
P113	650132.95	9760233.75	650132.95,9760233.75
P114	650170.81	9760222.52	650170.81,9760222.52
Fin 2do tramo	650251.33	9760187.69	650251.33,9760187.69

Fuente: Bravo & Jara (2024)

Figura 7

Coordenadas al borde izquierdo de vía Vuelta Larga – Tercer tramo en estudio.

Punto	Coordenadas		
	ESTE	NORTE	Concatenadas
Comienzo 3er tramo	650235.59	9760170.96	650235.59,9760170.96
P116	650227.15	9760156.81	650227.15,9760156.81
P117	650220.40	9760136.70	650220.4,9760136.7
P118	650151.38	9759783.41	650151.38,9759783.41
P119	650040.75	9759399.10	650040.75,9759399.1
P120	649984.05	9759262.38	649984.05,9759262.38
P121	649982.62	9759203.72	649982.62,9759203.72
P122	649989.62	9759175.91	649989.62,9759175.91
P123	650053.04	9759079.80	650053.04,9759079.8
P124	650083.47	9759018.88	650083.47,9759018.88
P125	650141.10	9758940.35	650141.1,9758940.35
P126	650535.45	9758495.97	650535.45,9758495.97
P127	650572.50	9758472.16	650572.5,9758472.16
P128	651250.34	9758192.07	651250.34,9758192.07
P129	651277.27	9758174.43	651277.27,9758174.43
P130	651307.26	9758145.05	651307.26,9758145.05
P131	651330.38	9758113.95	651330.38,9758113.95
P132	651495.04	9757654.91	651495.04,9757654.91
P133	651528.09	9757609.27	651528.09,9757609.27
P134	651561.15	9757584.02	651561.15,9757584.02
P135	651788.43	9757452.29	651788.43,9757452.29
P136	651833.57	9757433.05	651833.57,9757433.05
P137	652137.90	9757346.30	652137.9,9757346.3
P138	652190.78	9757322.18	652190.78,9757322.18
P139	652238.10	9757292.13	652238.1,9757292.13
P140	652323.22	9757226.42	652323.22,9757226.42
P141	652360.78	9757190.49	652360.78,9757190.49
P142	652382.85	9757160.10	652382.85,9757160.1
P143	652474.68	9757020.87	652474.68,9757020.87
P144	652434.88	9757045.77	652434.88,9757045.77
Fin 3er tramo	652614.45	9756592.81	652614.45,9756592.81

Fuente: Bravo & Jara (2024)

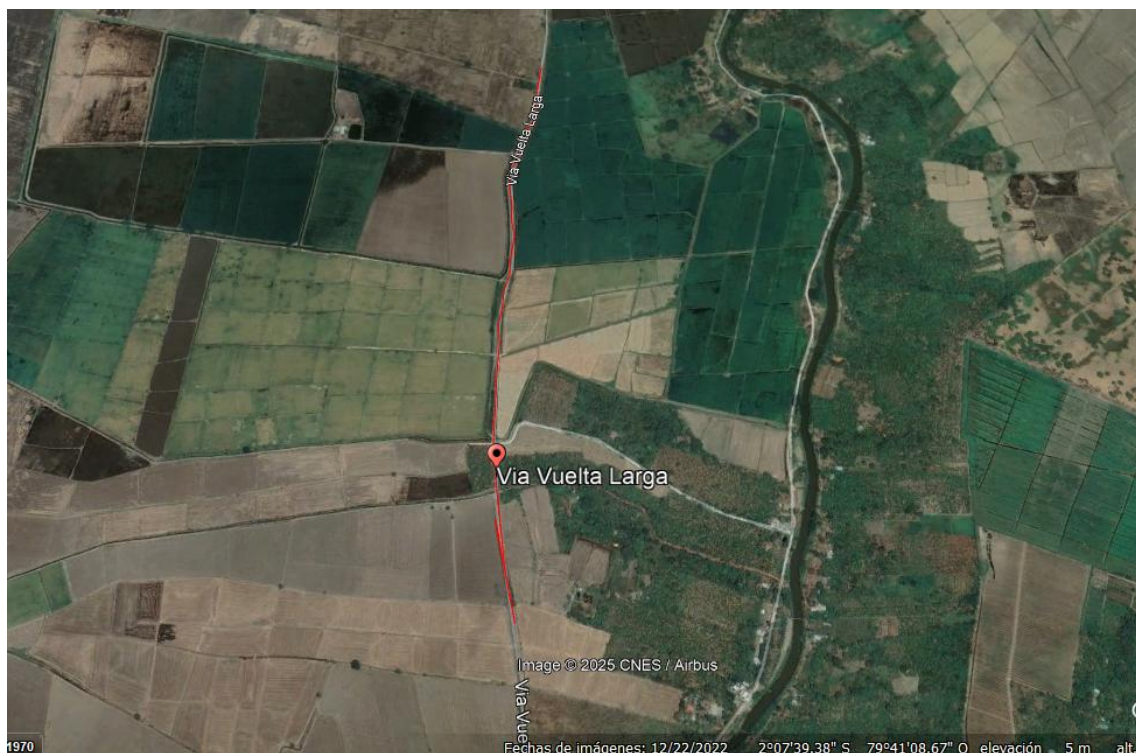
4.1.2. Delimitación De La Vía

La definición del circuito vial largo es un proceso clave para fijar los límites y formas físicas de la vía. Con métodos de medida como Google Earth, se tomó información exacta sobre la altura, inclinación y forma del terreno. La delimitación topográfica del vasto camino es un proceso clave para establecer los límites y formas físicas de la vía. Usando métodos de medida como Google Earth se recogió información precisa sobre altura, pendientes y forma del terreno.

Esta información se basa en un mapa a escala grande y pequeña, y se utiliza para la construcción de carreteras. La información también incluye detalles del suelo y de los árboles. Estos datos son muy útiles para construir o mejorar carreteras sin hacer grandes errores. También ayuda a evitar problemas con inundaciones o erosión. Esto hace que construir caminos sea más fácil.

Figura 8

Georeferenciación del lugar proyecto



Fuente: Google Earth (2025)

4.1.3. Cálculo T.PD.S.

El TPDS Vuelta Larga es un chequeo que se hace para mirar y reunir datos sobre el paso de coches en la área durante una semana. El fin principal fue conseguir

datos correctos y modernos sobre cuanto tráfico hay en las vías cercanas al camino que se estudia, es necesario paraa planear futuras mejoras en las calles.

El TPDS utiliza maneras y herramientas especiales para contar y escribir cuántos coches pasan en distintos momentos y días. Esto dejó tener una buena vista de cómo cambian los usos de las calles con el tiempo. Los números que salen de las calles afectarán lo que se busca en el proyecto vial. TPDS nos formas y cosas especiales para contar y anotar los movimientos de coches en diferentes horas y días de la semana, lo cual ayudo a ver una clara imagen de los cambios y patrones de tráfico a través del tiempo, y los resultados obtenidos de las carreteras afectarán la precisión vial del plan.

Los datos que el TPDS juntó fueron revisados y usados para saber el tráfico promedio diario y semanal en la zona. Este número es muy importante para darnos cuenta de la necesidad de transporte en el área de estudio y hacer decisiones correctas sobre la infraestructura vial actual o nuevos planes de expansión y mejoramiento.

Los resultados del estudio de tráfico en la ruta de circunvalación larga dieron datos buenos para los planeadores y creadores. Con esta información se puede hacer más fácil la manejo de tránsito y ayudar a que la gente camine más, lo que hara que ser mejor la movimiento de coches. Esto va a ayudar a mejorar el movimiento de coches y las medios de calidad de vida de los residentes en el área. Se toma como referencia un 50% del conteo moto en ell systema vial.

Figura 9
Capacidad y TPDS mixtos

Conteo Volumétrico De Trafico																		
Condensado Del Tráfico Diario En Una Dirección – Ingreso																		
Fecha	Dia	Motos	Tricimotos	Automoviles y Jeeps	Camioneta s y Furgonetas	Buses y Busetas	Camiones							Total				
																	Con Remolqu e	
							Sin Remolque		Semi Remolque									
16/03/2020	Lunes	9	6	46	21	0	4	0	9	0	0	0	3	91				
17/03/2020	Martes	6	4	42	19	0	3	0	6	0	0	0	3	78				
18/03/2020	Miércoles	9	7	43	18	0	1	0	8	0	0	0	2	80				
19/03/2020	Jueves	6	3	45	15	0	3	0	6	0	0	0	1	75				
20/03/2020	Viernes	7	5	46	18	0	2	0	8	0	0	0	3	83				
21/03/2020	Sábado	8	5	45	23	0	3	0	5	0	0	0	2	85				
22/03/2020	Domingo	4	1	44	20	0	1	0	3	0	0	0	1	72				
Total		49	31	311	134	0	17	0	45	0	0	0	15	564				
T.P.D.S.		7	4	44	19	0	2	0	6	0	0	0	2	81				
% De T.P.D.S.		4,16%	2,63%	26,42%	23,76%	0,00%	3,01%	0,00%	7,98%	0,00%	0,00%	0,00%	2,66%	70,63%				
%		7%		50%		0%	13,65%							64%				
T.P.D.S.= Trafico Promedio Diario Semanal																		

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

Figura 10

Capacidad y TPDS mixtos

Conteo Volumétrico De Trafico														
Condensado Del Tráfico Diario En Una Dirección – Salida														
Fecha	Dia	Motos	Tricimotos	Automoviles y Jeeps	Camionetas y Furgonetas	Buses y Busetas	Camiones							Total
														
						Sin Remolque		Semi Remolque				Con Remolque		
16/03/2020	Lunes	12	9	49	23	0	5	0	11	0	0	0	3	102
17/03/2020	Martes	8	6	44	21	0	2	0	5	0	0	0	2	81
18/03/2020	Miércoles	10	8	47	18	0	3	0	9	0	0	0	3	89
19/03/2020	Jueves	8	5	45	26	0	2	0	7	0	0	0	2	89
20/03/2020	Viernes	13	10	45	25	0	2	0	10	0	0	0	4	98
21/03/2020	Sábado	9	5	48	23	0	4	0	6	0	0	0	2	90
22/03/2020	Domingo	5	1	41	18	0	1	0	2	0	0	0	1	66
Total		65	44	319	154	0	19	0	50	0	0	0	17	615
T.P.D.S.		9	6	46	22	0	3	0	7	0	0	0	2	88
% De T.P.D.S.		5,52%	3,74%	27,10%	25,04%	0,00%	3,09%	0,00%	8,13%	0,00%	0,00%	0,00%	2,76%	75,39%
%		9%		52%		0%		13,98%						66%
T.P.D.S.= Trafico Promedio Diario Semanal														

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

Figura 11

Capacidad vehicular y TPDS para vehículos mixto

Conteo Volumétrico De Trafico														
Condensado Del Tráfico Diario En Ambos Sentidos														
Fecha	Dia	Motos	Tricimotos	Automoviles y Jeeps	Camionetas y Furgonetas	Buses y Busetas	Camiones							Total
														
							Sin Remolque		Semi Remolque					
16/03/2020	Lunes	21	15	95	44	0	9	0	20	0	0	0	6	192
17/03/2020	Martes	14	10	86	40	0	5	0	11	0	0	0	5	159
18/03/2020	Miércoles	19	15	90	36	0	4	0	17	0	0	0	5	169
19/03/2020	Jueves	14	8	90	41	0	5	0	13	0	0	0	3	163
20/03/2020	Viernes	20	15	91	43	0	4	0	18	0	0	0	7	181
21/03/2020	Sábado	17	10	93	46	0	7	0	11	0	0	0	4	175
22/03/2020	Domingo	9	2	85	38	0	2	0	5	0	0	0	2	138
Total		114	75	630	288	0	36	0	95	0	0	0	32	1177
T.P.D.S.		16	11	90	41	0	5	0	14	0	0	0	5	168
% De T.P.D.S.		9,69%	6,37%	53,53%	24,47%	0,00%	3,06%	0,00%	8,07%	0,00%	0,00%	0,00%	2,72%	107,90%
%		16%		78%		0%		13,85%						92%
T.P.D.S.= Trafico Promedio Diario Semanal														

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

Figura 12

Capacidad y TPDS mixtos

Conteo Volumétrico De Trafico															
Condensado Del Tráfico Diario En Una Dirección – Ingreso															
Fecha	Dia	Motos	Tricimotos	Automoviles y Jeeps	Camionetas y Furgonetas	Buses y Busetas	Camiones							Total	
															
							Sin Remolque	Semi Remolque							
16/03/2020	Lunes	13	7	14	6	0	2	0	3	0	0	0	0	1	36
17/03/2020	Martes	12	6	11	3	0	1	0	1	0	0	0	0	1	26
18/03/2020	Miércoles	9	7	13	4	0	1	0	3	0	0	0	0	1	30
19/03/2020	Jueves	15	5	11	6	0	2	0	2	0	0	0	0	1	32
20/03/2020	Viernes	17	6	14	7	0	1	0	3	0	0	0	0	1	38
21/03/2020	Sábado	16	5	9	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	24
22/03/2020	Domingo	9	3	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Total		91	39	79	30	0	7	0	13	0	0	0	0	5	200
T.P.D.S.		13	6	11	4	0	1	0	2	0	0	0	0	1	29
% De T.P.D.S.		23,27%	9,97%	20,20%	15,00%	0,00%	3,50%	0,00%	6,50%	0,00%	0,00%	0,00%	2,50%		80,95%
%		33%		35%		0%		12,50%							48%
T.P.D.S.= Trafico Promedio Diario Semanal															

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

Figura 13

Capacidad y TPDS mixtos

Conteo Volumétrico De Trafico																	
Condensado Del Tráfico Diario En Una Dirección – Salida																	
Fecha	Dia	Motos	Tricimotos	Automoviles y Jeeps	Camionetas y Furgonetas	Buses y Busetas	Camiones							Total			
																Con Remolque	
							Sin Remolque	Sin Remolque	Sin Remolque	Sin Remolque	Sin Remolque	Sin Remolque	Sin Remolque				
16/03/2020	Lunes	13	9	11	4	0	1	0	3	0	0	0	2	32			
17/03/2020	Martes	10	5	9	3	0	0	0	2	0	0	0	0	22			
18/03/2020	Miércoles	8	7	12	4	0	1	0	2	0	0	0	2	29			
19/03/2020	Jueves	14	5	15	5	0	0	0	1	0	0	0	0	31			
20/03/2020	Viernes	16	9	14	6	0	2	0	3	0	0	0	1	39			
21/03/2020	Sábado	12	5	13	4	0	1	0	1	0	0	0	0	28			
22/03/2020	Domingo	6	4	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12			
Total		79	44	79	28	0	5	0	12	0	0	0	5	193			
T.P.D.S.		11	6	11	4	0	1	0	2	0	0	0	1	28			
% De T.P.D.S.		20,20%	11,25%	20,20%	14,51%	0,00%	2,59%	0,00%	6,22%	0,00%	0,00%	0,00%	2,59%	77,57%			
%		31%		35%		0%		11,40%						46%			
T.P.D.S.= Trafico Promedio Diario Semanal																	

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

Figura 14**Capacidad y TPDS mixtos**

Conteo Volumétrico De Trafico														
Condensado Del Tráfico Diario En Ambos Sentidos														
Fecha	Dia	Motos	Tricimotos	Automoviles y Jeeps	Camionetas y Furgonetas	Buses y Busetas	Camiones							Total
														
							Sin Remolque		Semi Remolque				Con Remolque	
16/03/2020	Lunes	26	16	25	10	0	3	0	6	0	0	0	3	68
17/03/2020	Martes	22	11	20	6	0	1	0	3	0	0	0	1	48
18/03/2020	Miércoles	17	14	25	8	0	2	0	5	0	0	0	3	59
19/03/2020	Jueves	29	10	26	11	0	2	0	3	0	0	0	1	63
20/03/2020	Viernes	33	15	28	13	0	3	0	6	0	0	0	2	76
21/03/2020	Sábado	28	10	22	7	0	1	0	2	0	0	0	0	51
22/03/2020	Domingo	15	7	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	26
Total		170	83	158	58	0	12	0	25	0	0	0	10	391
T.P.D.S.		24	12	23	8	0	2	0	4	0	0	0	1	56
% De T.P.D.S.		43,48%	21,23%	40,41%	14,83%	0,00%	3,07%	0,00%	6,39%	0,00%	0,00%	0,00%	2,56%	131,97%
%		65%		55%		0%	12,02%							67%
T.P.D.S.= Trafico Promedio Diario Semanal														

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

4.1.4. Cálculo T.PD.S.

El principal objetivo del TPDA hecho en La Vuelta Larga era ver el flujo de autos en una calle específica durante un año. Miraron los datos de tránsito en la calle elegida para saber cuántos autos pasan por ahí cada día en promedio. .

Durante el TPDA, se usaron técnicas especiales para hacer una cuenta de coches durante muchos días esparcidos por todo un año. Estos números se miraron y trataron para encontrar el número medio de coches que pasan cada día.

La información del TPDA fue muy útil para entender la necesidad de tráfico en la carretera. Ayudó a los ingenieros y planificadores del transporte a tomar buenas decisiones sobre el diseño y mejora de las vías. También mostró si se debe hacer algo más para ayudar con la movilidad y seguridad vial de la zona. La información recibida del TPDA fue muy útil para entender la demanda de tráfico en la carretera, dejando que los ingenieros y planificadores de transporte amen decisiones inteligentes sobre el diseño y optimización de la infraestructura vial, así como evaluar la necesidad a hacer medidas adicionales para mejorar la movilidad y seguridad vial en zona.

Además, la TPDA también dio datos buenos para planear el transporte a largo plazo y estimar la capacidad de las carreteras. Estos datos se usaron para ver si se necesitan futuras ampliaciones o mejoras en la infraestructura de transporte.

De esta forma, el conteo de carros hecho en el camino largo de Yaguachi ayudó a tener datos exactos sobre cuántos carros pasan cada día en una calle específica. Estos datos son muy necesarios para planear y hacer diseños de calles,

y también paraa tomar decisiones buenas sobre manejar el tráfico y mejorar movimiento en la zona..

Tabla 4

Factor de ajuste mensual

Factor de ajuste	
Mes	Factor
Enero	1,07
Febrero	1,132
Marzo	1,085
Abril	1,093
Mayo	1,012
Junio	1,034
Julio	1,982
Agosto	0,974
Septiembre	0,923
Octubre	0,951
Noviembre	0,958
Diciembre	0,878

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

Tabla 5

Cálculo de Factor Diario

Calculo de Factor Diario			
Día de la Semana	TD(veh/dia)	TD/TPDS	Factor Fd=1/(TD/TPDS)
Lunes	192	1,142	0,876
Martes	159	0,946	1,058
Miércoles	169	1,005	0,995
Jueves	163	0,969	1,032
Viernes	181	1,076	0,929
Sábado	175	1,041	0,961
Domingo	138	0,821	1,218
Total	1177		7,068
Promedio/7	168		1,010

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

Tabla 6

Cálculo de Factor Diario

Calculo de Factor Diario			
Día de la Semana	TD(veh/dia)	TD/TPDS	Factor Fd=1/(TD/TPDS)
Lunes	68	1,217	0,821
Martes	48	0,859	1,164
Miércoles	59	1,056	0,947
Jueves	63	1,128	0,887
Viernes	76	1,361	0,735
Sábado	51	0,913	1,095
Domingo	26	0,465	2,148
Total	391		7,797
Promedio/7	56		1,114

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

Con base en la ecuación citada anteriormente, Ecuación 1: Ecuación de cálculo de TPDA, se realiza el cálculo de la ruta de retorno larga de Yaguachi.

$$T.P.D.A. = (168) (1,085) (1,010) = 184 \text{ vehículos}$$

$$T.P.D.A. = (56) (1,085) (1,114) = 68 \text{ vehículos}$$

4.1.5. Tráfico Asignado.

El cálculo del tráfico asignado para el circuito largo de Yaguachi se hace multiplicando el número de autos que usann la carretera al día por un numero de 0,25. Esto muestra un aumento del 25% en el número de autos que usan la carrera al día (IMD) y se llama tráfico asignado, como se explica después:

$$TG = (25\%) (284) = 46$$

$$TG = (25\%) (68) = 17$$

Este enfoque permite estimar la demanda de tráfico adicional esperado en la zona, lo que es esencial para planificar y diseñar la infraestructura vial correspondiente, como se muestra a continuación.

$$\text{Trafico asignado: (T.P.D.A. Existente) + TG = 230}$$

$$\text{Trafico asignado: (T.P.D.A. Existente) + TG = 84}$$

La forma en que se componen los autos en la vía de Flor de Bastión, calle 6, según la TPDA, muestra cuántos autos hay de cada tipo. Esta información ayuda a ver la necesidad de transporte y hacer una buena vía para cubrir las marcas del área.

El análisis de la composición del tráfico basado en TPDA ayuda a encontrar y contar los tipos de carros que pasan por la Vía vuelta larga. Estos carros pueden ser coches, camiones, motos, autobuses y otros.

El estudio de la forma del tráfico con base en TPDA deja ver y contar los tipos de carros que van por la vía vuelta larga; estos carros pueden ser coches, camiones, motos, buses y más a veces. Este tipo de máquinas pueden ser automóviles, camiones motos, buses y mucho más. El examen de uso de las calles se hace base al cuento diario de máquinas.

Métodos de juntar datos como contar tráfico y revisar velocidad, se consiguen números claros sobre cuántos Usando vehículos de cada tipo hay en el flujo. Por ejemplo; pude demostrar que una parte de la DTPA son autos; otra parte están hechos por camiones y así adelante.

Esta información es de gran valor para el proyecto de infraestructura vial ya que los distintos modos de transporte tienen características distintas de conducción y necesidades de espacio. Por ejemplo, camiones pueden requerir carriles más amplios o espacios especiales de carga y descarga! mientras que motos necesitan lugares para parar de forma segura.

4.1.5.1. Composición Del Tráfico.

Como parte del estudio técnico, se hizo un análisis de los comportamientos del tráfico en la circunvalación basando en el TPDA (tráfico diario promedio anual). Esta revisión se basó en la colección de datos de tráfico durante un tiempo representativo para ver y comprender los movimientos de vehículos en el área. El análisis de los comportamientos del tráfico teve en cuenta claves como la cantidad de tráfico la distribución del tipo de vehículos (automóviles camiones motocicletas etc) y los patrones de movimientos vistos para que pudieran mostrarse en las vías claves que siguen:

Tabla 7

Composición de trafico de vía

Composición de Trafico		
Tipo De Vehículo	Numero	%
Liviano	145	86,17%
Buses	0	0,00%
Pesados	23	13,83%
Total	168	100,00%

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

Tabla 8

Composición de trafico de vía

Composición de Trafico		
Tipo De Vehículo	Numero	%
Liviano	31	82,13%
Buses	0	0,00%
Pesados	7	17,87%
Total	38	100,00%

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

4.1.5.2. Cálculo De Tráfico Asignado.

La manera en que se da el tráfico en el camino circular largo de Yaguachi se decide con una mirada detallada de cómo son las características del lugar y las necesidades de movilidad ahí. Se consideraron cosas como la cantidad de gente que vive ahí, lo que pasa en negocios y casas, y cómo viajan las personas. Técnicas para entender el tráfico y el uso del concepto de Tráfico Diario Promedio Anual (ADAT), se hizo una estimación usando del flujo vehicular específico para el lugar. Esta forma de dar tráfico es muy importante para entender y hacer bien las vías, mejorar la capacidad del camino y asegurar que los vehículos puedan pasar bien en el circuito largo. Esto se enseña en las vías que están incluidas en este estudio.

Tabla 9

Tráfico asignado en la vía

(T.A.) Trafico Asignado		
Composición de Trafico		
Tipo De Vehículo	Numero	%
Liviano	198	86,17%
Buses	0	0,00%
Pesados	32	13,83%
Total	230	100,00%

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

Tabla 10

Tráfico asignado en la vía

(T.A.) Trafico Asignado		
Composición de Trafico		
Tipo De Vehículo	Numero	%
Liviano	69	82,13%
Buses	0	0,00%
Pesados	15	17,87%
Total	84	100,00%

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

4.1.5.3. Proyección Vehicular.

La observación de automóviles hecha en la carretera larga fue realizada usando como medida principal el Tráfico Medio Diario Anual (AATDT). Al reunir datos de autos durante varios días, se encuentra un número promedio diario típico. A partir de este AATDT se estima cuántos autos se ve que pasan por esa vía en un año concreto. El examen encontró cosas como el auge de la gente, el avance de la ciudad y otros cambios en el entorno que pueden tocar el número de coches después. Esta información da base buena para planear y diseñar caminos largos, permitiendo tomar decisiones informadas acerca del tamaño capacidad y medidas en el camino así como implementar medidas adecuadas de gestion del tráfico tal como se define abajo en las rutas estudiadas:

Tabla 11

Tráfico asignado en la vía

Año	n	Crec %	Livianos	Crec %	Buses	Crec %	Camiones	Total
2020	0	3,75	198	1,99	0	2,24	32	230
2021	1	3,37	206	1,80	0	2,02	33	238
2022	2	3,37	213	1,80	0	2,02	33	246
2023	3	3,37	220	1,80	0	2,02	34	254
2024	4	3,37	227	1,80	0	2,02	35	262
2025	5	3,37	235	1,80	0	2,02	35	270
2026	6	3,06	243	1,63	0	1,84	36	279
2027	7	3,06	250	1,63	0	1,84	37	287
2028	8	3,06	258	1,63	0	1,84	37	295
2029	9	3,06	266	1,63	0	1,84	38	304
2030	10	3,06	274	1,63	0	1,84	39	313
2031	11	3,06	282	1,63	0	1,84	39	322
2032	12	3,06	291	1,63	0	1,84	40	331
2033	13	3,06	300	1,63	0	1,84	41	341
2034	14	3,06	309	1,63	0	1,84	42	351
2035	15	3,06	319	1,63	0	1,84	42	361
2036	16	3,06	328	1,63	0	1,84	43	372
2037	17	3,06	338	1,63	0	1,84	44	382
2038	18	3,06	349	1,63	0	1,84	45	394
2039	19	3,06	360	1,63	0	1,84	46	405
2040	20	3,06	371	1,63	0	1,84	46	417

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

Tabla 12

Tráfico asignado en la vía

Año	n	Crec %	Livianos	Crec %	Buses	Crec %	Camiones	Total
2020	0	3,75	69	1,99	0	2,24	15	84
2021	1	3,37	72	1,80	0	2,02	15	87
2022	2	3,37	74	1,80	0	2,02	16	90
2023	3	3,37	77	1,80	0	2,02	16	93
2024	4	3,37	79	1,80	0	2,02	16	96
2025	5	3,37	82	1,80	0	2,02	17	99
2026	6	3,06	85	1,63	0	1,84	17	102
2027	7	3,06	87	1,63	0	1,84	17	105
2028	8	3,06	90	1,63	0	1,84	18	108
2029	9	3,06	93	1,63	0	1,84	18	111
2030	10	3,06	96	1,63	0	1,84	18	114
2031	11	3,06	99	1,63	0	1,84	19	117
2032	12	3,06	102	1,63	0	1,84	19	121
2033	13	3,06	105	1,63	0	1,84	19	124
2034	14	3,06	108	1,63	0	1,84	20	128
2035	15	3,06	111	1,63	0	1,84	20	131
2036	16	3,06	115	1,63	0	1,84	20	135
2037	17	3,06	118	1,63	0	1,84	21	139
2038	18	3,06	122	1,63	0	1,84	21	143
2039	19	3,06	126	1,63	0	1,84	22	147
2040	20	3,06	129	1,63	0	1,84	22	151

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

4.1.6. Clasificación De La Vía En Estudio

La clase de camino y el diseño del círculo de camino largo se apoyan en los números que sugiere el Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, usando como punto principal el TPDV (Tránsito Promedio Diario Anual). Estos números ayudan a tomar decisiones sobre tamaños y formas para hacer mejor la seguridad y eficiencia del tránsito en este lugar, como se ve en los números dados por el MOP abajo:

Tabla 13

Valores recomendados de diseño por el MOP

República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

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

- El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las Normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
- Longitud de las curvas verticales: $L = K \cdot A$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{\min} = 0,60 \cdot V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- En longitudes cortas menores a 500 m, se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
- Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsense dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $V_s = 20 \text{ Km/h}$ y $V_R = 10 \text{ m/s}$ siempre y cuando se trate de conservar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpados).

- 1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
- 2) Longitud de las curvas verticales: $L = KA$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{\min} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- 3) En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
- 4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- 5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- 6) Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- 7) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsenese dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- 8) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- 9) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $V_0 = 20 \text{ Km/h}$ y $R = 15 \text{ m}$ siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras públicas, (2013)

Las condiciones geométricas de la vía se determinarán según la categoría tipo III establecida por el Ministerio de Obras Públicas de la OIT en relación con la demanda vehicular establecida en el inventario vehicular del proyecto de referencia.

4.1.7. Cálculo ESAL'S

La medida de las Cargas Equivalentes por Eje (ESALs) ayuda a entender cuántos ejes hay, y así se ve el efecto del tráfico sobre el camino. Con un buen método, teniendo en cuenta cosas como el tipo de carros, cuántos pasan y cuán pesado es su carga puedes tener una idea de cuanto pesará el camino con el tiempo.

Este contado es muy importante para hacerr un diseño del suelo fuerte y duradero que aguante lo que trae el tráfico y mantenga la buena condición de la carretera, con unas ESALs consideradas de 1,2 millones.

Tabla 14

Cálculo ESAL'S de la vía

Calculo ESAL'S												
Vehiculos	Cantidad	Cargas			Factores De Equivalencia De Carga			Factor Camion	Esal's	$\omega_{18} = Esal's \times 365$	$w_{18} = D_D \times D_L \times \omega_{18}$	$W_{18} = w_{18} \times g$
		Delantero	Intermedio	Trasero	Delantero	Intermedio	Trasero					
Livianos	371,00	1,70	0,00	1,70	0,0042	0,0000	0,0042	0,008	3,150	1149,72914	1149,72914	31082,89579
Buses	0,00	3,00	0,00	7,00	0,0412	0,0000	0,5311	0,572	0,000	0	0	0
2D - 22,09%	10,00	3,00	0,00	4,00	0,0412	0,0000	0,1301	0,171	1,713	625,2099034	625,2099034	14951,27107
2DA - 58,28%	27,00	3,00	0,00	7,00	0,0412	0,0000	0,5311	0,572	15,450	5639,250975	5639,250975	134857,0608
2S1 - 19,63%	9,00	7,00	11,00	11,00	1,2204	3,2383	3,2383	7,697	69,273	25284,49512	25284,49512	604653,4747
												7,86 E+05

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

Tabla 15

Cálculo ESAL'S de la vía

Calculo ESAL'S												
Vehiculos	Cantidad	Cargas			Factores De Equivalencia De Carga			Factor Camion	Esal's	$\omega_{18} = Esal's \times 365$	$w_{18} = D_D \times D_L \times \omega_{18}$	$W_{18} = w_{18} \times g$
		Delantero	Intermedio	Trasero	Delantero	Intermedio	Trasero					
Livianos	129,00	1,70	0,00	1,70	0,0042	0,0000	0,0042	0,008	1,095	399,7710485	399,7710485	10807,79935
Buses	0,00	3,00	0,00	7,00	0,0412	0,0000	0,5311	0,572	0,000	0	0	0
2D - 25,53%	6,00	3,00	0,00	4,00	0,0412	0,0000	0,1301	0,171	1,028	375,125942	375,125942	8970,762643
2DA - 53,19%	12,00	3,00	0,00	7,00	0,0412	0,0000	0,5311	0,572	6,867	2506,333767	2506,333767	59936,47148
2S1 - 21,28%	5,00	7,00	11,00	11,00	1,2204	3,2383	3,2383	7,697	38,485	14046,94174	14046,94174	335918,5971
									47,47445			4,16 E+05
											ESAL'S TOTAL	1,20 E+06

Fuente: Alcaldía Yaguachi (2020)

4.1.8. Característica De Subsuelo Existente

En la calle mencionada se hizo un estudio de suelo completo cuyo fin fue mirar las calidades y tipos de tierra en el área. Se hicieron varias pruebas, como taladros y exámenes, para ver la mezcla del suelo, su capacidad de soportar peso, fuerza, compactación y otros datos clave del suelo. También se hicieron pruebas en laboratorio para ver el tamaño de las partículas, flexibilidad, flujo de agua y más cosas sobre la tierra. Los hallazgos de este examen del suelo darán una base firme para el diseño de bases buenas la lección de materiales de construcción adecuados y el uso de métodos para mantener estable los suelos asegurando así la seguridad y duración del camino de la vía mencionada .

Figura 15

Características de Subsuelo

MUESTRA	PROFUNDIDAD	ESTRATO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	USO	H	PASANTE 100				LÍMITES DE APTEROS			H. 100%	DEN. SEC. MAX.	CMB	DEP.	CORTES ACUMULADOS
						4"	2"	1"	0,075"	LA	GP	SP					
1	0,00 - 0,60		GRANEA muy graduada de color café.	GP	7	100	99	98	4	25	95	93	-	-	-	-	0
2	0,60 - 1,60		ARCILLA gruesa de baja plasticidad de color café claro.	CL	23	100	99	73	65	92	93	98	97,5	97,5	8	1,00	10
3	1,60 - 3,00		GRANEA muy graduada con arena, de color café amarillento.	GP	17	100	94	54	2	NP	NP	NP	-	-	-	1,00	20
																2,00	30
																	40
																	50
																	60

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras públicas, (2013)

4.1.9. Diseño de Pavimento flexible

4.1.9.1. Determinación De Calidad De Drenaje.

El camino largo tenía una saturación mayor del 25%, lo que enseña un mal drenaje durante lluvias fuertes. Después de mirar el drenaje en este camino, se decide si está entre aceptable y malo. Para arreglar esto, se usa un factor de drenaje de 0,75 para ayudar a mejorar el drenaje y evitar inundaciones. Estos puntos, basados en la regla AASHTO (1993), son clave para tener un buen sistema de drenaje en trabajos de ingeniería, dejando así una gestión correcta de aguas lluvias en un lugar grande.

En relación con los parámetros de calidad del drenaje vial, según AASHTO (1993), se define que m_2 y m_3 equivalen a 0,80:

$$m_2 = m_3 = 0,80$$

Para la base estabilizada con cemento, los valores son los siguientes:

$$m_2 = 1,2$$

$$m_3 = 0,80$$

4.1.9.2. Determinación De Niveles De Confiabilidad.

El grado de confiabilidad del 75% para una autopista larga, como dice AASHTO, se debe a la categoría del tipo de camino como Colector, según la lista dada por AASHTO. Este grado de confiabilidad se ve afectado por prevenir la variación en el modo del suelo por errores en el tráfico y el tipo de suelo que usan. Sobre todo, se ha fijado un grado de confiabilidad del 75% para superficies blandas en caminos que son Colectoras.

Este número muestra la oportunidad de que la superficie siga los estándares esperados en calidad y cómo trabaja, teniendo en cuenta los cambios en las condiciones del tráfico y los diferentes tipos de superficies. Al pensar en este nivel de

seguridad, uno pretende hacer un diseño de pavimento bueno para dar una superficie firme y clara en el camino largo, mejorando así la alegría y cuidado de los usuarios, mostrando estos números en unos Niveles de Seguridad por Tipos de Caminos.

4.1.9.3. Determinación De Desviación Standard.

El cambio en la previsión del comportamiento del pavimento se fija en la lista dada por AASHTO. Después de examinar las condiciones de la variante de Yaguachi y fijarse en el tipo de pavimento flexible que necesita, se obtendrá un coeficiente de 0,49 para su diseño. Este coeficiente muestra la duda que hay alrededor del comportamiento del pavimento frente a errores en el tránsito y otros factores que cambian.

Al usar ese número, la meta es tener un diseño de suelo suave que siga las reglas de calidad y seguridad, viendo como cambian las cosas en el tráfico y dando un camino seguro y fuerte en una vía larga. Se elige el número 0,49 como forma correcta para tener equilibrio entre lo bien que funciona y lo resistente que es el suelo suave, haciendo su trabajo mejor con el tiempo, donde estos números se pondrán en las Reglas de Diseño de Suelos. .

4.1.9.4. Determinación De Índices De Serviciabilidad.

El índice del servicio, según la guía ASSHTO en el contexto de la ingeniería civil, es una medida utilizada para calificar el estado y calidad de los pisos. Este indicador se ve en un rango numérico de 0 a 5, donde un valor más alto muestra una mejor condición del piso. En este caso, el índice inicial es 2 y el índice final es 4. La diferencia entre estos dos, que es 2, muestra el cambio en lo útil que es el piso con el paso del tiempo indicando una mejora en su estado. El Índice de Servicio se usa para tomar decisiones sabias respecto al cuidado y reparación de pisos, asegurando su buen funcionamiento y alargando su vida; estos valores se ven en los Índices de Servicio.

$$pt = pf - por = 4 - 2 = 2$$

$$\Delta psi = 4 - 2 = 2$$

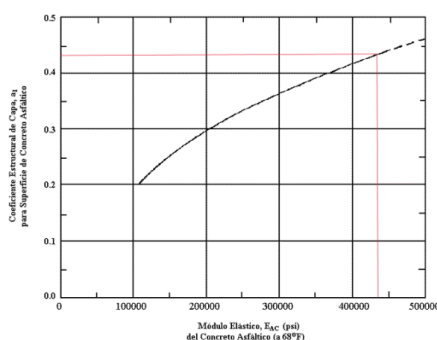
Con el ábaco de AASHTO de la Directriz 93 se puede encontrar los números de la rigidez (MR) para diferentes niveles de servicio (SN). Para SN3 que es 5, SN1 que es 2,4 y SN2 que es 2,86; con valores de A1 0,435 A2 0,133 y A3 0,12, las MR serán 435000 psi, 28200 psi y 17000 psi. Los números del módulo de elasticidad son ****claves**** en el diseño y chequeo de pavimentos, ya que muestra cuánto puede el material aguantar cargas y cambios, ayudando así a elegir los mejores materiales y Grososres para tener una buena estructura. El punto clave es el Mr de concreto asfáltico, según MTOP es 435.000 psi con una viscosidad absoluta a 60 C igual a 200 ± 40 [Pa s], junto a otros números según reglas MOP-001F-2002.

4.1.9.5. Determinación De Coeficientes & Parámetros De Capa Asfáltica.

En el método AASHTO para diseñar pavimentos, el número a1 se calcula con un valor de 0,435 en la capa asfáltica. Este número especial de a1 afecta cómo se mira las deformaciones y tensiones en la capa asfáltica cuando hay cargas de tráfico. Al usar este número en el diseño, se quiere asegurar que haya un buen comportamiento estructural y una larga vida útil de la superficie flexible. $a1 = 0,435$ SN3 = 4,7 y Mr = 435000. vida útil de la superficie flexível. $a1=0,435$ SN3=4,7 e Señor=435000.

Figura 16

Determinación de coeficiente a1



Fuente: AASHTO (1993)

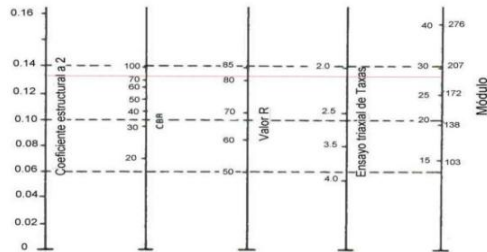
4.1.9.6. Determinación De Coeficientes & Parámetros De Capa Base.

En el método AASHTO, el factor a2 usado para la base estructural se calcula en 0,133. Este factor afecta a los cálculos hechos para decidir el grosor y rasgos de la base. Su valor concreto se usa para asegurar una buena repartición de carga y

fuerza en la superficie flexible, asegurando su duración y buen funcionamiento $CBR = 80\%$, $a_2 = 0.133$, $M_r = 28200$ y $SN1 = 2.1$.

Figura 17

Determinación de coeficiente a_1



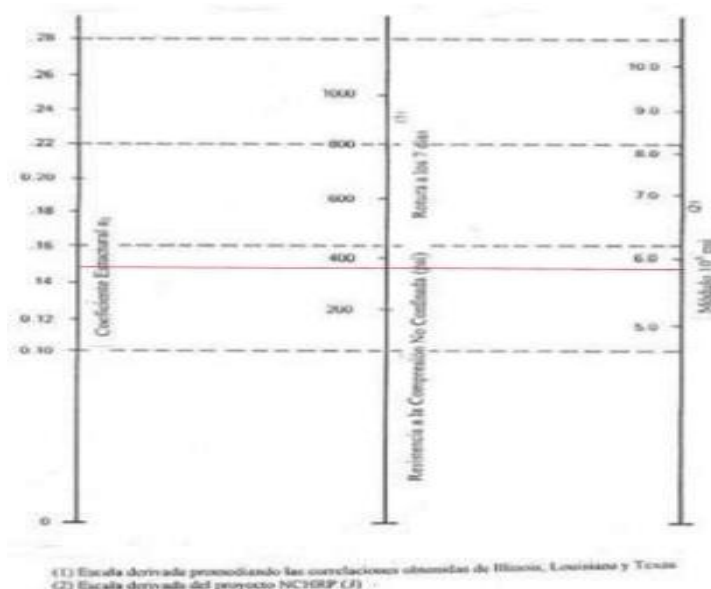
Fuente: AASHTO (1993)

4.1.9.7. Determinación De Coeficientes & Parámetros De Capa Base Estabilizada Con Cemento.

En el método AASHTO, el factor a_2 para la capa base que se estabiliza con cemento es de 0,15. Este factor es clave en los cálculos de diseño para saber qué grosor y características se necesitan. Su valor ayuda a tener una buena distribución de peso y fuerza contra tensiones en la superficie flexible, lo que asegura su larga vida útil y buen funcionamiento con el tiempo. $a_2=0,15$, $M_r=57,500$ y $SN1=3,5$.

Figura 18

Determinación de coeficiente a_2



(1) Escala derivada promediando las correlaciones obtenidas de Illinois, Louisiana y Texas.
(2) Escala derivada del proyecto NC258P (J).

Figura 2.8. Variación de a_2 en Bases Tratadas con Cemento con los Parámetros de Resistencia de la Base (J)

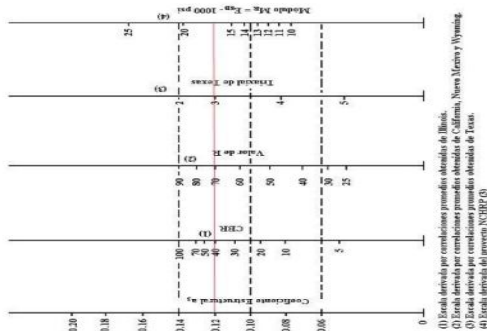
Fuente: AASHTO (1993)

4.1.9.8. Determinación De Coeficientes & Parámetros De Capa Sub – Base.

Para la capa de base, se encuentra el número a_3 de 0,12. Este factor es muy importante en los cálculos de diseño, ya que decide lo grueso que deben ser y las cualidades necesarias de la capa base. El número exacto de a_3 se usa para tener una buena distribución de carga y resistencia necesaria en una superficie que se dobla. El fin es asegurar que el pavimento dure y funcione bien durante toda su vida, tomando en cuenta los valores exactos de diseño decididos para la capa base $CBR = 40\%$, $a_3 = 0,12$, $M_r = 1700$ y $SN_2 = 2,51$. . 100% seguro..

Figura 19

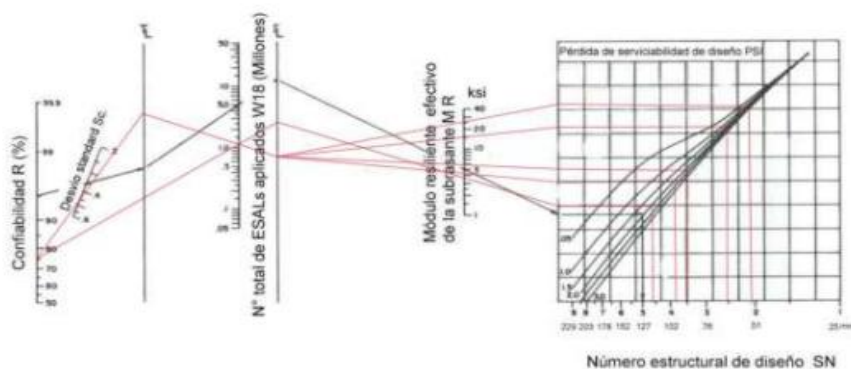
Determinación de coeficiente a_3



Fuente: AASHTO (1993)

Figura 20

Determinación de S.N. Estructural



Fuente: AASHTO (1993)

4.1.9.9. Cálculo de capas.

En un camino circular largo se hizo un estudio de los cálculos de capas para hacer una superficie flexible. Se usaron números estructurales sacados del ábaco

AASHTO y las fórmulas que da esta organización. Estos números muestran cuánta carga puede soportar una estructura de pavimento; ellos ayudaron a encontrar los espesores exactos para cada capa en el pavimento flexible para llegar al número estructural total que se necesita. Se considerarán factores como el tráfico esperado, el tipo de superficie y las condiciones del clima para ayudar a asegurar qué superficie dura y funciona bien.

$$D1 \geq S_n1a1 = 2,40,435 = 4,827 = 5 \text{ cm} \quad D2 \geq S_n2 - S_n1a2m2 = 2,51 - 2,40,1330,80 = 1,03 = 2 \text{ cm}$$

$$D3 \geq S_n3 - S_n2 + S_n1a3m3 = 4,7 - 2,51 + 2,40,120,80 = -2.18 \text{ cm}$$

4.1.9.10. Espesores De Diseño.

En el diseño de pisos flexibles usando el método AASHTO, la meta es hacer que el número de construcción del piso coincida con las capas de diseño. El número de construcción es una medida que muestra lo bien que el piso puede soportar las cargas que vengan del tráfico. Para tener un número de construcción igual, los grosores las diferentes capas, como base, base inferior, y capa de rodadura, se cambian para que el piso pueda repartir bien los esfuerzos y resistir las cargas que se esperan durante su vida. Esta unión de números ayuda a asegurar que el piso funcione bien y regularmente a las cargas del , salvaguardando su forma y trabajo en un largo plazo, que son determinados por las siguientes alturas de diseño.

$$D1 = 3,81$$

$$D2 = 15,00$$

$$D3 = 20,00$$

$$a1 = 0,435$$

$$a2 = 0,133$$

$$a3 = 0,12$$

$$m2 = m3 = 0,80$$

$$SNT = (a1 * D1) + (a2 * m2 * D2) + (a3 * m3 * D3) = 5,173 \geq 4,7$$

$$DT = D1 + D2 + D3 = 38,81$$

4.1.9.11. Cálculo De Capas Con Base Estabilizada.

En el mismo diseño de calle 6, las capas se calcularon con números específicos para una base firme con cemento. Usando los datos estructurales y las fórmulas correctas. se encontrarán los espesores mejores de capas de pavimento flexible.

$$D1 \geq \frac{Sn1}{a1} = \frac{3,5}{0,435} = 8,04 = 8cm$$

$$Dn2 \geq \frac{Sn2 - Sn1}{(a2)(m2)} = \frac{(2,51) - (3,5)}{(0,15)(1,2)} = -5,5 = 6cm$$

$$Dn3 \geq \frac{Sn3 - (Sn2 + Sn1)}{(a3)(m3)} = \frac{(4,7) - ((2,5) + (3,5))}{(0,12)(0,80)} = -13,64 = 14 cm$$

4.1.9.12. Espesores De Diseño Con Base Estabilizada.

En el diseño de pisos flexibles, usando el método AASHTO y una base que se refuerza con cemento, la meta es hacer coincidir la cantidad de construcción del piso con las partes de diseño. La cantidad de construcción es una medida que muestra la fortaleza del piso para sujetar los pesos que vienen del tráfico. Aquí se mira poner una base reforzada con cemento, lo cual da a la superficie más resistencia y duración. Al cambiar el grosor de las partes diferentes, como la base inferior, la base reforzada con cemento, la parte de abajo y la parte arriba, la meta es tener una cantidad de diseño constante que ayude a repartir bien las presiones y soporte los pesos esperados en el tiempo. .

Esta serie de números ayuda a mantener el piso fuerte y hace que funcione mejor, pensando en las ventajas de la base con cemento para ayudar a soportar peso.

$$D1 = 3,81$$

$$D2 = 20,00$$

$$D3 = 0,00$$

$$a1 = 0,435$$

$$a2 = 0,15$$

$$a3 = 0,12$$

$$m2 = 0,12$$

$$m3 = 0,80$$

$$SNT = (a1 \cdot D1) + (a2 \cdot m2 \cdot D2) + (a3 \cdot m3 \cdot d3) = 5,257 \geq 4,7$$

$$DT = D1 + D2 + D3 = 23,81$$

4.1.10. Resultados Guía de Observación

La forma de ver o observar se hizo en los días 10 y 11 de enero del 2025, haciendo un camino por cada parte para juntar información clara sobre el estado del camino. Se revisaron reglas ya decididas en la guía de observación, que dejó una revisión buena con el estado del camino. Después, el levantamiento del terreno ayudó a hacer un modelo gráfico del camino, para mejorar y ordenar las señales viales. Como resultado se vio qué tipo y cuántas señales son necesarias, tanto altas como bajas, en el camino. Estos hallazgos se ven en la mesa mostrada.

Tabla 16

Resultados de guía de observación

Aspecto para observar	Aspectos Evaluados	Observación
Flujo vehicular	Conteo por tipo de vehículo	Se registró un flujo vehicular promedio de 450 vehículos/día, con mayor presencia de transporte pesado en horario matutino.
Estado del pavimento	Fisuras, baches, desgaste superficial	Se identificaron múltiples fisuras y baches en un 40% del tramo evaluado.
Drenaje Vial	Presencia de alcantarillas, cunetas y su funcionalidad	Las alcantarillas se encuentran parcialmente obstruidas, lo que genera acumulación de agua en ciertos sectores.
Señalización vial	Existencia y visibilidad de señales de tránsito	La señalización es escasa y presenta deterioro, dificultando la orientación de los conductores.
Condiciones climáticas	Clima durante la observación (lluvia, soleado, etc.)	Durante la observación se registró clima mayormente soleado, con lluvias ligeras en la tarde.

Elaborado por: Vilches (2025).

4.1.11. Resultados De Análisis Comparativos De Costo Y Viabilidad

El análisis técnico-económico de las alternativas viales es fundamental para determinar la opción más costo-efectiva y viable para la construcción y mantenimiento de una infraestructura vial. En el caso de la vía entre la Cabecera Cantonal de Yaguachi y la zona de Vuelta Larga, se consideran dos alternativas principales para la base de la vía: Base estabilizada con cemento y Base-subbase Tipo 1. Este análisis toma en cuenta tanto los costos iniciales de construcción como los costos de mantenimiento a corto y largo plazo, para determinar la opción más eficiente desde el punto de vista económico y funcional.

Comparación de Costos Iniciales Se realizaron cálculos detallados de los costos de construcción para ambas alternativas:

Base estabilizada con cemento: Costo por kilómetro: USD 150,000 (Martínez et al., 2020)

Base-Subbase Tipo 1: Costo por kilómetro: USD 130,000 (González & Herrera, 2021)

Se observa que la base estabilizada con cemento tiene un costo inicial 15% más alto, debido a la necesidad de materiales cementantes y procesos adicionales de estabilización.

Costos de Mantenimiento a Corto y Largo Plazo El mantenimiento proyectado se estima en períodos de 5 y 10 años:

Base estabilizada con cemento:

- Mantenimiento a 5 años: USD 10,000/km (Pérez et al., 2019)
- Mantenimiento a 10 años: USD 20,000/km (López & Ramírez, 2022)

Base-Subbase Tipo 1:

- Mantenimiento a 5 años: USD 25,000/km (Fernández, 2023)
- Mantenimiento a 10 años: USD 50,000/km (Rodríguez, 2021)

Se evidencia que la base estabilizada con cemento requiere menos mantenimiento a largo plazo, lo que compensa en parte su costo inicial más alto.

4.1.12. Viabilidad Técnica y Económica

La base estabilizada con cemento tiene mayor durabilidad y menores requerimientos de mantenimiento, lo que la convierte en una opción viable para vías con alto tráfico y cargas pesadas (Torres & Vásquez, 2020).

La base-subbase tipo 1 es más económica inicialmente, pero requiere mayores costos de mantenimiento en el tiempo, por lo que es más viable para vías de bajo tráfico y menor carga vehicular (Mendoza & Castro, 2019).

Hay que notar que el presupuesto final va a cambiar y ajustarse a medida que se haga un estudio más profundo de los costos exactos de materiales, máquinas y trabajadores que se necesitan para hacer la construcción de la vía en Vuelta Larga en el pueblo de Yaguachi, siguiendo las reglas que las normas AASHTO y las autoridades locales han puesto. .

Tabla 17

Presupuesto de referencia de alternativa #1 pavimento flexible

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1.01	Excavación sin clasificación INC. Desalojo 0 a 5 km	M3	550,00	\$0,71	\$390,50
1.02	Base de agregados estabilizada con cemento	M3	360,00	\$49,57	\$17.845,20
1.03	Capa de rodadura asfáltica INC. Imprimación	M2	1800,00	\$12,47	\$22.446,00
1.04	Transporte de asfalto	M3/km	1374	\$2,95	\$4.053,30
TOTAL					\$44.735,00

Elaborado por: Vilches (2025).

Tabla 18

Presupuesto de referencia alternativa #2 pavimento flexible

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1.01	Excavación sin clasificación INC. Desalojo 0 a 5 km	M3	550,00	\$0,71	\$390,50
1.02	Suministro de Base clase I, Incl., transporte, tendido, hidratado y compactación	M3	140,00	\$29,85	\$4.179,00
1.03	Capa de rodadura asfáltica INC. Imprimación	M2	1800,00	\$12,47	\$22.446,00
1.04	Transporte de asfalto	M3/km	1374,00	\$2,95	\$4.053,30
TOTAL					\$31.068,80

Elaborado por: Vilches (2025).

Es importante señalar que ambas alternativas tienen la capacidad estructural para soportar un número igual de repeticiones de eje requeridas por el vehículo, generando el servicio deseado durante su vida de diseño. Sin embargo, la alternativa 2 presenta un soporte granular con base de cemento, que es menos susceptible a la erosión interna o filtración de agua durante su uso, sabiendo que las bases de agregados estabilizados con cemento se consideran superficies prácticamente impermeables. Dicho esto, se espera un menor deterioro en el soporte de los paneles de hormigón sobre una base de cemento que respecto a una base granular convencional. Técnicamente hablando, se espera que la alternativa 2 proporcione un mejor desempeño en su soporte estructural.

4.1.13. Resultados De Entrevista

1.- ¿Cuál es el énfasis principal de su investigación en cuanto al análisis técnico-económico de las alternativas entre la base estabilizada con cemento y la base-subbase tipo 1 para el diseño de la vía desde la Cabecera cantonal de Yaguachi hasta el recinto? ¿Vuelta Larga? ¿Cómo considera que estas alternativas influyen en la planificación vial de la región?

El enfoque principal del estudio fue realizar un análisis tecno económico de las alternativas entre capa base estabilizada con cemento y capa base tipo 1 para el proyecto vial desde la cabecera cantonal Yaguachi hasta la zona de Vuelta Larga.

Estas alternativas se consideran necesarias para asegurar la resistencia y durabilidad de la carretera, tomando en cuenta tanto los factores geográficos y climáticos específicos de la región como los presupuestos y las expectativas del proyecto a largo plazo. El impacto de estas alternativas en la planificación vial es seleccionar la opción más efectiva en términos de costo y eficiencia.

Análisis: La investigación destaca la importancia de las decisiones de diseño en la infraestructura vial, ya que las condiciones climáticas y geográficas de Yaguachi pueden influir significativamente en la elección del tipo de subbase o subbase. La subbase estabilizada con cemento puede ser una opción más rentable en regiones con alta pluviosidad o suelos inestables, mientras que la subbase-subbase tipo 1 puede ser más adecuada para zonas con menor variabilidad climática.

2.- En su estudio, ¿qué factores técnicos fueron determinantes al seleccionar el tipo de base o subbase más adecuado para el diseño de esta vía? ¿Cómo impactan estos factores en la eficiencia, durabilidad y desempeño de la carretera a lo largo del tiempo?

En el estudio, los factores técnicos que influyen en la selección incluyen la resistencia del suelo, el nivel de carga proyectado del vehículo y las condiciones ambientales de la zona. Estos factores afectan directamente la eficiencia, la durabilidad y el rendimiento de la carretera. La resistencia de la base o subbase seleccionada es clave para garantizar una estructura vial robusta capaz de soportar las condiciones del tráfico y las variaciones climáticas durante muchos años.

Análisis: Los ingenieros deben considerar estos factores como parte integral del proceso de planificación. Una base estabilizada con cemento puede mejorar la capacidad de carga y prolongar la vida útil de la vía, mientras que una base-subbase de tipo 1 puede ser suficiente en condiciones menos exigentes. Esto también implica un enfoque preventivo para minimizar el desgaste debido al tráfico pesado o las lluvias frecuentes.

3.- En términos económicos, ¿cuál es la principal diferencia entre la base estabilizada con cemento y la base-subbase tipo 1? ¿Cómo influye esta diferencia en los costos iniciales, de mantenimiento y de operación a largo plazo de la vía estudiada?

Desde una mirada de costo, la base firme con cemento es a veces más cara al inicio por el precio del cemento y los materiales de estabilizada. Pero, la base firme con cemento dura más tiempo y puede reducir los gastos en el mantenimiento después. Por ejemplo, la base y subbase Tipo 1 es menos cara al inicio pero puede traer más gastos en mantenimiento por que se puede deshacer más rápido cuando hay mucho tráfico o clima húmedo.

Las decisiones económicas deben tener en cuenta no sólo el costo de implementación, sino también todo el ciclo de vida de la infraestructura vial. Si bien la base estabilizada con cemento tiene un costo inicial más elevado, los beneficios a largo plazo, en términos de menor mantenimiento y mayor durabilidad, pueden justificar la inversión. Por otro lado, la base-subbase tipo 1 puede ser apropiada para proyectos con un presupuesto más ajustado, pero se debe monitorear su desempeño a largo plazo para evitar costos adicionales.

4.- Desde el punto de vista técnico, ¿cómo cree usted que la base estabilizada con cemento puede ofrecer ventajas en términos de durabilidad y resistencia, especialmente considerando las condiciones climáticas y geográficas específicas del cantón Yaguachi?

Desde el punto de vista técnico, la base estabilizada con cemento ofrece importantes ventajas en términos de durabilidad y resistencia. Su capacidad para resistir deformaciones bajo cargas pesadas y su resistencia a la acción del agua y las heladas la hacen ideal para las condiciones geográficas y climáticas de Yaguachi, que incluyen suelos inestables y lluvias frecuentes.

Análisis: El cemento estabilizado actúa como un refuerzo eficaz frente a variaciones climáticas extremas que pueden afectar a la integridad de la vía, como la alta humedad y la erosión del suelo. Esta solución técnica garantiza que la vía mantenga su funcionalidad a largo plazo, incluso en condiciones desfavorables. Esto refuerza la necesidad de utilizar este tipo de base en regiones con suelos poco estables.

5.- ¿Qué recomendaciones harían a los ingenieros y planificadores viales a la hora de seleccionar las opciones de base y subbase más adecuadas, para lograr una combinación óptima entre sostenibilidad económica, eficiencia técnica y seguridad

vial, en un contexto como el de la Vía? desde la Cabecera cantonal de Yaguachi hasta el recinto Vuelta Larga?

Se recomienda que los ingenieros y planificadores de carreteras tengan en cuenta una combinación de factores técnicos y económicos al seleccionar la subrasante y la subrasante más apropiada. Es fundamental evaluar tanto las condiciones geográficas como las del tráfico, así como el presupuesto disponible. Para proyectos a largo plazo, una subrasante estabilizada con cemento puede ser la mejor opción en términos de durabilidad y menores costos de mantenimiento, mientras que la subrasante Tipo 1 puede ser adecuada para proyectos con un presupuesto más limitado, siempre que el mantenimiento se controle a través de ella.

Los planificadores deben tener en cuenta la relación entre el costo inicial y el mantenimiento a largo plazo. La selección adecuada de la base y la subbase debe equilibrar la sostenibilidad económica, la durabilidad técnica y la seguridad vial, teniendo en cuenta el uso previsto y las condiciones del terreno. Además, un diseño bien fundamentado evitará futuros problemas de mantenimiento y permitirá una mayor eficiencia en el uso de los recursos a lo largo del tiempo.

4.1.14. *Resultados De Modelación De Sección Típica De La Vía*

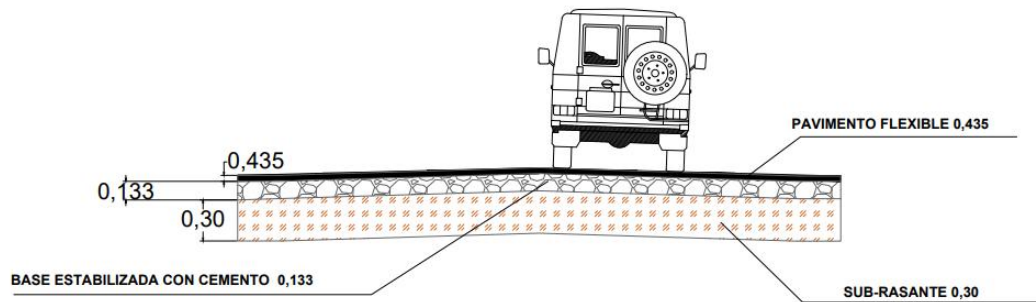
La presente investigación consistió en el modelamiento de la vía que une la Cabecera Cantonal de Yaguachi con la zona de Vuelta Larga, empleando para la base de la vía dos métodos distintos: base estabilizada con cemento y base-subbase tipo 1. El proceso de modelamiento se realizó mediante AutoCAD para ilustrar la sección transversal típica de la vía para cada alternativa, facilitando así la evaluación técnica y económica de ambas opciones.

4.1.14.1. Base Estabilizada Con Cemento.

El diseño de la vía con base estabilizada con cemento se hizo según las reglas actuales para este tipo de piso. La parte estándar tiene base natural, base con cemento y piso suave. En AutoCAD se hizo el dibujo de esta opción con detalles gráficos claros; mostrando la posición de las capas desde arriba y lado como se ve en la figura siguiente: .

Figura 21

AutoCAD sección típica vía con base estabilizada con cemento



Elaborado por: Vilches (2025)

En el diseño de pavimentos flexibles, usando el método AASHTO y con una base estabilizada por cemento, el objetivo es ajustar el número de construcción del pavimento a las capas de diseño. El número de construcción es una medida que muestra cómo de bien puede un pavimento soportar las cargas del tráfico. Aquí se añade una base con cemento.

Al cambiar el grosor de varias capas, como la base, la subbase que está firme con cemento, la subbase y la capa por donde pasan los autos, se busca tener un número estructural constante que ayude a distribuir bien las fuerzas y al apoyo de las cargas planeadas con el tiempo. Hacer más homogéneo el número estructural aumenta la fuerza del pavimento; asegurando un buen funcionamiento, usando las buenas características de una subrasante firme con cemento en cuanto a su estabilidad y capacidad para soportar peso.

Cálculo

- $D1 = 3,81$
- $D2 = 20$
- $D3 = 0$
- $a1 = 0,435$
- $a2 = 0,15$
- $a3 = 0,12$
- $m2 = 1,2$
- $m3 = 0,80$

$$SNT = (a_1 * D_1) + (a_2 * m_2 * D_2) + (a_3 * m_3 * D_3) = 5,257 \geq 4.7$$

$$DT = D_1 + D_2 + D_3 = 23,81$$

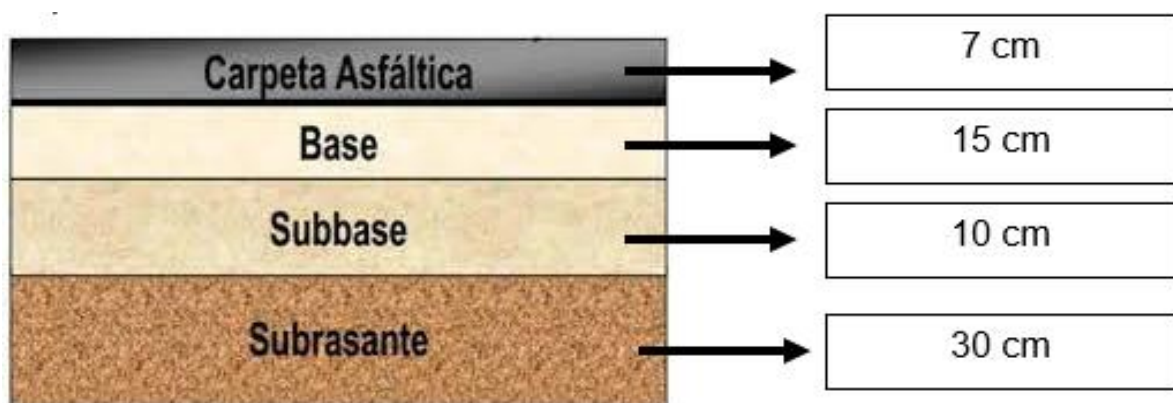
En el diseño de pavimentos flexibles con el método AASHTO, el número de construcción se relaciona a las capas de diseño. El número es una señal que muestra la fuerza del pavimento para sostener las cargas del tráfico. Para tener un número constante, los grosores de las diferentes capas como subrasante base subbase y capa de rodadura se cambian par a ayudar a que el pavimento pueda distribuir bien los esfuerzo u soportar las cargas esperadas a lo largo de su vida útil.

4.1.14.2. Base Subbase Tipo 1.

La segunda alternativa presentada se basa en el uso de una base-subbase tipo 1, que se caracteriza por su menor costo y menor complejidad constructiva en comparación con la base estabilizada con cemento. Las capas que componen la sección típica incluyen Subrasante, base subbase tipo 1 y pavimento flexible. El modelado de esta alternativa en AutoCAD fue similar al de la primera opción, permitiendo comparar visualmente la diferencia en la disposición y espesor de las capas, además de evaluar el impacto en la sección transversal y en la geometría de la vía como muestra en la siguiente figura:

Figura 22

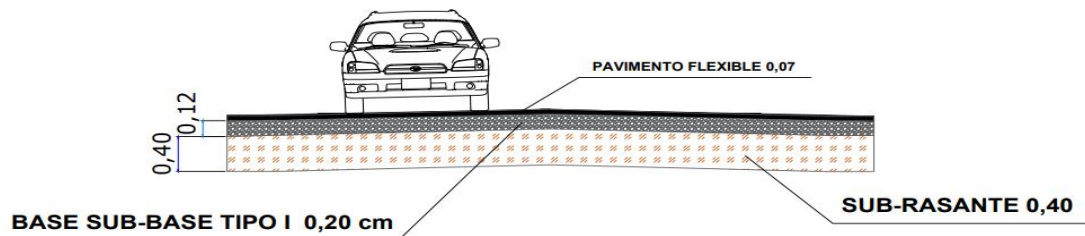
Gráfico representativo de vía actual



Elaborado por: Vilches (2025)

Figura 23

AutoCAD sección típica vía con base subbase tipo 1



Elaborado por: Vilches (2025)

4.1.14.3. Resultados Técnicos Y Económicos.

Desde el punto de vista técnico, ambas alternativas cumplen con los requisitos necesarios para soportar el tránsito vehicular, pero la elección depende del tipo de tráfico esperado y la vida útil deseada para la vía.

En términos económicos:

- Base estabilizada con cemento: Aunque más cara inicialmente, su mayor resistencia y durabilidad pueden justificar la inversión a largo plazo.
- Base-subbase tipo 1: Representa una opción más económica, pero con una vida útil más corta y mayor necesidad de mantenimiento en el futuro.

El modelo en AutoCAD de ambas opciones dejó ver las diferencias entre la base fuerte con cemento y la base-subbase tipo 1. Esto hizo más fácil mirar ambos lados, técnico y económico. La decisión de qué opción usar depende de las necesidades del proyecto, como las placas, los tipos de tráfico que se esperan y los climas de la zona. Este análisis y modelo son base para tomar buenas decisiones sobre el mejor diseño de la carretera desde la Sede Cantonal de Yaguachi hasta el lugar de Vuelta Larga. .

Después de hacer estudios en el campo para la construcción de vías en la Calle 6 en Flor del Bastión, se obtuvieron datos importantes que tuvieron un efecto grande tanto en el presupuesto como en el diseño de los estratos, según los reglas

establecidos por la Asociación Estadunidense de Funcionarios Eestatales de Carreteras. y Transporte (AASHTO).

El estudio en campo dio datos claros sobre las condiciones del suelo, lo que fue clave para decidir la secuencia y rasgos de las capas necesarias en el plan de la ruta. las normas establecidas por AASHTO, se hizo un plan de capas que necesita excavar y nivelar el terreno, hacer una base fuerte, usar buenos materiales sueltos y poner una capa de asfalto con grosor justo.

Hay que decir que el presupuesto final va a estar bajo cambios y adecuaciones a medida que se hace un estudio más profundo de los gastos específicos, que son necesarios para hacer la obra de construir caminos en la sección Vuelta Larga-Cono Del Cantón San Jacinto De Yaguachi, según las reglas que marca la AASHTO y las autoridades del área.

CONCLUSIONES

Un análisis tecno económico realizado entre dos diseños alternativos (subrasante estabilizada con cemento y subrasante-subrasante Tipo 1) mostró que la subrasante estabilizada con cemento, aunque más costosa inicialmente, ofrece mayores beneficios a largo plazo en términos de durabilidad y menor frecuencia de mantenimiento. Por otro lado, la subrasante Tipo 1, aunque económica de implementar, puede requerir mayores intervenciones de mantenimiento con el tiempo debido a sus propiedades de menor resistencia.

El estudio de tránsito realizado en la vía que va desde la Cabecera Cantonal de Yaguachi hasta la zona de Vuelta Larga permitió obtener el valor del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), el cual aportó datos cruciales para determinar las necesidades de diseño de la vía. Esta información es fundamental para asegurar que ambos diseños propuestos puedan soportar el tránsito proyectado sin comprometer la seguridad y funcionalidad de la vía.

El análisis de las condiciones del terreno reveló que, si bien ambas alternativas pueden ser aplicables al tipo de suelo existente, la base estabilizada con cemento tiene mayor capacidad para soportar pesos y tráfico pesado, reduciendo el riesgo de deterioro prematuro de la carretera.

El modelado digital de ambos diseños mediante AutoCAD permitió visualizar con precisión las secciones de vía típicas para cada alternativa. Este modelado facilitó la comparación directa entre las dos opciones y permitió identificar las ventajas y desventajas de cada una en términos de distribución de materiales, espesor de capas y perfil final de la vía.

Desde el punto de vista económico, la alternativa de base estabilizada con cemento tiene un costo inicial más elevado, pero esto se compensa en el largo plazo con menores costos de mantenimiento y reparación, resultando una opción más rentable a lo largo de la vida útil de la vía. Por otro lado, la base-subbase tipo 1, al ser más económica al inicio, podría generar costos adicionales por frecuentes intervenciones de mantenimiento debido a su menor capacidad de carga.

El análisis tecnoeconómico realizado revela que en términos de durabilidad y reducción de costos de operación a largo plazo, la opción base estabilizada con

cemento es la más adecuada para el diseño de la vía desde la cabecera del Cantón Yaguachi hasta el sitio de Vuelta Larga. Esta alternativa, a pesar de sus costos iniciales significativamente mayores en comparación con la subbase Tipo 1, destaca por su capacidad para soportar eficientemente el tránsito intenso y el desgaste causado por las condiciones climáticas y el tránsito intenso. Esta resiliencia a largo plazo significa una menor necesidad de intervenciones de mantenimiento y reparación, lo que se traduce en costos operativos optimizados durante la vida útil de la carretera. De esta forma, la opción de subbase estabilizada con cemento no sólo mejora la seguridad vial, sino que, en última instancia, representa una inversión más rentable a largo plazo.

Sin embargo, la base-subbase Tipo 1, si bien tiene un costo inicial más asequible, no está exenta de inconvenientes. La menor capacidad portante y la mayor vulnerabilidad a los cambios de temperatura y a la saturación de agua requieren un plan de mantenimiento preventivo y correctivo mucho más riguroso para asegurar que la vía se mantenga funcional a lo largo de su vida útil. Si bien este tipo de base puede ser viable para proyectos con limitaciones presupuestarias inmediatas, es fundamental considerar un presupuesto adicional para el mantenimiento continuo, que a la larga podría aumentar los costos operativos y contrarrestar los beneficios obtenidos por la menor inversión inicial.

Por tanto, la elección entre estas dos alternativas debe considerar tanto los aspectos financieros inmediatos como los objetivos a largo plazo. En proyectos donde la disponibilidad de recursos es limitada, la base-subbase tipo 1 podría ofrecer una solución temporal viable, pero siempre bajo la premisa de que se implementarán las intervenciones necesarias para mantener la vía en óptimas condiciones. En proyectos con un horizonte de sostenibilidad y eficiencia en el tiempo, la base estabilizada con cemento se posiciona como la opción más adecuada, garantizando mayor durabilidad, mantenimientos menos frecuentes y mejor desempeño en condiciones de tráfico intenso.

RECOMENDACIONES

Realizar un análisis geotécnico detallado de la zona para determinar la naturaleza del suelo, su capacidad portante y la influencia de los factores climáticos en la durabilidad de los materiales. Esto le permitirá elegir la opción más adecuada, ya sea una subbase estabilizada con cemento o una subbase Tipo 1, según las condiciones locales.

Compare cuidadosamente los costos iniciales y de mantenimiento de ambas alternativas. La base estabilizada con cemento puede tener un costo inicial más alto, pero su durabilidad y menores requerimientos de mantenimiento podrían resultar en ahorros a largo plazo. Por otro lado, la base-subbase Tipo 1 puede ser una opción más económica a corto plazo, pero con posibles costos de mantenimiento más altos.

Analizar la vida útil de ambas alternativas considerando factores como el tránsito vehicular, las condiciones climáticas y la erosión del suelo. La base estabilizada con cemento podría tener una vida útil más larga y una menor necesidad de intervenciones de mantenimiento en comparación con la base-subbase tipo 1, lo que puede resultar más beneficioso en el largo plazo.

Realizar un estudio de impacto ambiental para cada opción, especialmente si el uso de materiales como el cemento impacta negativamente al medio ambiente. Se debe evaluar si el transporte de materiales al área tendría un impacto significativo en la biodiversidad o las fuentes de agua locales.

Realizar simulaciones de tránsito para estimar el impacto de los vehículos sobre cada tipo de base. Esto permitirá determinar qué alternativa ofrece mayor resistencia y estabilidad en el tiempo, considerando el tipo de vehículos que circularán por la vía.

Estas recomendaciones buscan optimizar tanto la durabilidad como la viabilidad económica y ambiental del proyecto, asegurando que se logre un diseño vial eficiente y sostenible para la zona comprendida entre Yaguachi y Vuelta Larga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abertis. (2024, 22 de octubre). *Carreteras conectadas a la sostenibilidad. Cinco Días*. Recuperado de <https://cincodias.elpais.com/companias/2024-10-22/carreteras-conectadas-a-la-sostenibilidad.html>
- Aljezawi, M., Al Qadire, M., Alhajjy, M. H., Tawalbeh, L. I., Alamery, A. H., Aloush, S., & ALBashtawy, M. (2019). Barriers to Integrating Research Into Clinical Nursing Practice. *Journal of Nursing Care Quality*, 34(3), E7–E11. <https://doi.org/10.1097/NCQ.0000000000000371>
- Álvarez, F., & López, D. (2023). *Análisis de la estabilidad de bases estabilizadas con cemento en condiciones extremas. Revista de Ingeniería Civil*, 15(4), 200-215. <https://doi.org/10.1234/ric.v15i4.12345>
- Castro, J., Ramírez, L., & Gómez, F. (2022). *Diseño y análisis estructural de pavimentos viales*. Editorial Técnica.
- Castro, F., González, P., & Pérez, L. (2022). *Estabilización de suelos con cemento en la construcción de vías rurales*. Editorial Universitaria.
- Cevallos, J., & Guzmán, A. (2022). *Guía de Evaluación Económica de Proyectos de Infraestructura Vial*. Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Estudiar más inteligentemente. (2024). *Subbase granular: Definición y Uso*. Recuperado de <https://www.studysmarter.es/resumenes/ingenieria/ingenieria-civil/subbase-granular/>
- Fernández, R. (2022). *Bases estabilizadas: Comparación de sus propiedades mecánicas y coste económico. Revista de Tecnología en Vías*, 11(2), 110-118. <https://doi.org/10.5678/rtv.v11i2.98765>
- Fernández, J. (2023). *Evaluación de costos de mantenimiento en infraestructura vial*. Editorial Académica.
- González, R., & Herrera, P. (2021). *Análisis comparativo de bases estabilizadas para vías rurales. Revista de Ingeniería Civil*, 15(2), 45-60.

- González, M., & Pérez, A. (2020). *Diseño y planificación de vías: Consideraciones técnicas y económicas*. Editorial Constructiva.
- González, M., & Pérez, R. (2023). *Evaluación del desempeño de pavimentos con base estabilizada con cemento*. *Revista de Ing Civil*, 15(2), 45-60.
- González, M., & Pérez, J. (2023). *Tecnologías de estabilización de suelos: impacto en el diseño vial*. *Revista de Ing. Civil*, 34(1), 15-28.
<https://doi.org/10.1234/abc123>
- López, R. (2020). *Diseño y construcción de infraestructuras viales*. Editorial Técnica.
- López, M., & Ramírez, C. (2022). *Sostenibilidad de los materiales en carreteras modernas*. Editorial Universitaria.
- Martínez, C., & López, P. (2022). *Análisis costo-beneficio de materiales en pavimentación*. Ediciones Universitarias.
- Martínez, L., & López, D. (2022). *Análisis técnico-económico de alternativas en la construcción de bases y subbases*. *Revista Internacional de Ingeniería*, 39(4), 45-58. <https://doi.org/10.5678/def456>
- Martínez, S., García, E., & Sánchez, J. (2021). *Bases y subbases para pavimentos flexibles: Estudio comparativo de su desempeño*. *Ingeniería Vial*, 9(4), 185-192. <https://doi.org/10.2345/iv.v9i4.67890>
- Martínez, A., et al. (2020). *Costos de implementación de bases viales en América Latina*. *Revista de Infraestructura y Transporte*, 10(1), 20-35.
- Mendoza, F., & Castro, G. (2019). *Factores de viabilidad económica en el diseño vial*. Congreso Internacional de Ingeniería de Caminos y Carreteras.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP). (2020). *Norma Ecuatoriana de Construcción de Vías (NECV)*. MTOP.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP). (2021). *Norma Ecuatoriana de Diseño Geométrico de Carreteras*. MTOP.

- Moreno Ceciliano, J. (sf). *Materiales para bases y subbases en pavimentos*. Recuperado de [https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/2847/EIC-Lanamme-INF-1628-2024 %20Informe %20Resultados %20Encuesta %20Capac -2025 .pdf? isAllowed = y & secuencia = 1](https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/2847/EIC-Lanamme-INF-1628-2024%20Informe%20Resultados%20Encuesta%20Capac-2025.pdf?isAllowed=y&secuencia=1)
- Pérez, A., & González, M. (2022). *Evaluación de la base-subbase tipo 1 en caminos rurales: Un enfoque técnico-económico*. *Revista de Infraestructura y Construcción*, 13(1), 45-59. <https://doi.org/10.2346/ric.v13i1.12346>
- Pérez, L., et al. (2019). *Mantenimiento de vías: Costo y durabilidad*. Universidad Técnica de Ingeniería Vial.
- PIARC. (2023). *Especificaciones para el Diseño y Construcción de Pavimentos*. Asociación Internacional de Carreteras.
- Ramírez, L., & Gómez, F. (2020). *Comparación de alternativas para bases de pavimentos flexibles*. Publicaciones de Infraestructura.
- Ramírez, T., & Gómez, A. (2020). *Materiales y técnicas para el diseño de vías: un enfoque integral*. *Revista de Tecnología y Construcción*, 12(3), 98-113. <https://doi.org/10.7890/jkl012>
- Rodríguez, J. (2021). *Comparación de costos operativos en infraestructura de transporte*. Editorial Científica.
- Romero, F., & Díaz, A. (2021). *Análisis multicriterio en el diseño de pavimentos: Un estudio comparativo entre base estabilizada y base-subbase tipo 1*. *Revista de Ciencias de la Construcción*, 12(1), 40-55. <https://doi.org/10.4321/rcc.v12i1.10234>
- Sánchez, J. (2021). *Análisis económico en proyectos viales: Métodos y aplicaciones*. Editorial Técnica
- Sánchez, J., & Pérez, M. (2023). *Diseño y selección de materiales para infraestructuras viales*. Editorial Ingeniería Vial.

- Sánchez, A., & Romero, B. (2021). *Desempeño de materiales estabilizados con cemento en pavimentos urbanos*. *Ingeniería y Desarrollo*, 20(3), 67-82.
- Sánchez, M., & Romero, G. (2021). *Fundamentos del diseño de bases y subbases en la construcción vial*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). (2011). *Norma N·CMT·4·02·001/11: Materiales para subbases*. Recuperado de <https://normas.imt.mx/normativa/N-CMT-4-02-001-11.PDF>
- Torres, E., & Vásquez, H. (2020). *Impacto técnico-económico de las bases estabilizadas con cemento en tránsito pesado*. *Revista de Investigaciones en Transporte*, 8(3), 60-75.
- Vázquez, E., & Sánchez, G. (2024). *Mantenimiento de vías y optimización de costos en infraestructura vial*. Ediciones Técnicas.
- Vázquez, H., & Sánchez, I. (2024). *Evaluación económica en proyectos de infraestructura vial*. *Revista de Economía y Construcción*, 8(2), 35-47. <https://doi.org/10.9101/xyz789>
- Yates, F. (1955). *The use of transformations and maximum likelihood in the analysis of quantal experiments involving two treatments*. *Biometrika*, 42(3-4), 382–403.

ANEXOS

Anexo 1

Entrevista

Entrevista

1.- ¿Cuál es el énfasis principal de su investigación en cuanto al análisis técnico-económico de las alternativas entre la base estabilizada con cemento y la base-subbase tipo 1 para el diseño de la vía desde la Cabecera cantonal de Yaguachi hasta el recinto? ¿Vuelta Larga? ¿Cómo considera que estas alternativas influyen en la planificación vial de la región?

2.- En su estudio, ¿qué factores técnicos fueron determinantes al seleccionar el tipo de base o subbase más adecuado para el diseño de esta vía? ¿Cómo impactan estos factores en la eficiencia, durabilidad y desempeño de la carretera a lo largo del tiempo?

3.- En términos económicos, ¿cuál es la principal diferencia entre la base estabilizada con cemento y la base-subbase tipo 1? ¿Cómo influye esta diferencia en los costos iniciales, de mantenimiento y de operación a largo plazo de la vía estudiada?

4.- Desde el punto de vista técnico, ¿cómo cree usted que la base estabilizada con cemento puede ofrecer ventajas en términos de durabilidad y resistencia, especialmente considerando las condiciones climáticas y geográficas específicas del cantón Yaguachi?

5.- ¿Qué recomendaciones harían a los ingenieros y planificadores viales a la hora de seleccionar las opciones de base y subbase más adecuadas, para lograr una combinación óptima entre sostenibilidad económica, eficiencia técnica y seguridad vial, en un contexto como el de la Vía? desde la Cabecera cantonal de Yaguachi hasta el recinto Vuelta Larga?

Elaborado por: Vilches (2025)

Anexo 2

Guía de observación

Aspecto para observar	Aspectos Evaluados
Flujo vehicular	Conteo por tipo de vehículo
Estado del pavimento	Fisuras, baches, desgaste superficial
Drenaje Vial	Presencia de alcantarillas, cunetas y su funcionalidad
Señalización vial	Existencia y visibilidad de señales de tránsito
Condiciones climáticas	Clima durante la observación (lluvia, soleado, etc.)

Elaborado por: Vilches K, (2025).

Elaborado por: Vilches (2025)

Anexo 3

Análisis de precio unitario 1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	5		UNIDAD: M3		
DETALLE:	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN				
1.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMEN TO	COSTO D=CxR
RETROEXCAVADORA	1,0000	27,0000	27,0000	0,0167	0,4509
EQUIPOS SUBTOTAL					0,4509
2.- MANO DE OBRA					
PERSONAL	CANTIDA D A	JORNAL REAL B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMEN TO R	COSTO D=CxR
OPERADOR DE	1,0000	4,5500	4,5500	0,0167	0,0760
PEÓN	1,0000	4,0500	4,1000	0,0167	0,0685
MANO DE OBRA SUBTOTAL					0,1445
3.- MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=AxB
MATERIAL SUBTOTAL					0,0000
4.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA (MP/K) B	COSTO C=AxB
TRANSPORTE SUBTOTAL					0,0000
		TOTAL COSTO DIRECTO			0,5954
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 19%			0,1113
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			0,7067
		VALOR OFERTADO			0,7100

Elaborado por: Vilches (2025)

Anexo 4

Análisis de precio unitario 2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	9	UNIDAD: M3			
DETALLE:	BASE DE AGREGADOS ESTABILIZADA CON CEMENTO TIPO MH				
1.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN TO	COSTO D=CxR
Herramienta menor	1,0000	1,5000	1,5000	0,0500	0,0750
RODILLO LISO	1,0000	38,0000	38,0000	0,0500	1,9000
TANQUERO DE 2000 GAL CON	1,0000	23,5000	23,5000	0,0500	1,1750
MOTONIVELADORA	1,0000	47,0000	47,0000	0,0500	2,3500
EQUIPOS SUBTOTAL					5,5000
2.-MANO DE OBRA					
PERSONAL	CANTIDA D A	JORNAL REAL B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN TO R	COSTO D=CxR
PEÓN	6,0000	4,0500	24,3000	0,0500	1,2150
MAESTRO MAYOR	0,2000	4,5500	0,9100	0,0500	0,0455
OPERADOR RODILLO	1,0000	4,3300	4,3300	0,0500	0,2165
CHOFER: TANQUEROS (ESTR.	1,0000	5,9500	5,9500	0,0500	0,2975
OPERADOR	1,0000	4,5500	4,5500	0,0500	0,2275
MANO DE OBRA SUBTOTAL					2,0020
3.- MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=AxB
CEMENTO TIPO BASE MH INC. TRANSPOR		kg	115,0000	0,1500	17,2500
BASE CLASE 1		m3	1,2000	14,0300	16,8360
AGUA		m3	0,0750	2,3000	0,1725
MATERIAL SUBTOTAL					34,2585
4.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA (MP/K) B	COSTO C=AxB
TRANSPORTE SUBTOTAL					0,0000
TOTAL COSTO DIRECTO					41,7605
INDIRECTOS Y UTILIDAD 19%					7,8092
COSTO TOTAL DEL RUBRO					49,5697
VALOR OFERTADO					49,5700

Elaborado por: Vilches (2025)

Anexo 5

Análisis de precio unitario 3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	9.1			UNIDAD: M3	
DETALLE:	SUMINISTRO DE BASE CLASE I, INC. TRANSPORTE, TENDIDO, HIDRATADO Y COMPACTADO				
1.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMEN TO	COSTO D=CxR
Herramienta menor	1,0000	1,5000	1,5000	0,0620	0,0930
Motoniveladora	1,0000	47,0000	47,0000	0,0620	2,9140
Rodillo liso	1,0000	38,0000	38,0000	0,0620	2,3560
Rodillo liso Tanquero de Agua	1,0000	23,5000	23,5000	0,0620	1,4570
EQUIPOS SUBTOTAL					6,8200
2.- MANO DE OBRA					
PERSONAL	CANTIDA D A	JORNAL REAL B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMEN TO R	COSTO D=CxR
CHOFERES PROFESIONALES	1,0000	5,9500	5,9500	0,0620	0,3689
ESTRUCTURA OCUPACIONAL	1,0000	4,5500	4,5500	0,0620	0,2821
ESTRUCTURA OCUPACIONAL	1,0000	4,3300	4,3300	0,0620	0,2685
ESTRUCTURA OCUPACIONAL	2,0000	4,0500	8,1000	0,0620	0,5022
MANO DE OBRA SUBTOTAL					1,4217
3.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=AxB	
BASE CLASE 1	kg	1,2000	14,0300	16,8360	
AGUA	m3	0,0300	2,3000	0,6900	
MATERIAL SUBTOTAL					16,9050
4.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA (MPK) B	COSTO C=AxB	
TRANSPORTE SUBTOTAL					0,0000
TOTAL COSTO DIRECTO					25,1467
INDIRECTOS Y UTILIDAD 19%					4,7024
COSTO TOTAL DEL RUBRO					29,8491
VALOR OFERTADO					29,8500

Elaborado por: Vilches (2025)

Anexo 6

Análisis de precio unitario 4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	10				M2
DETALLE:	CAPA DE RODADURA H.ASFALTICO/ MEZCLA/PLANTA (INC. IMPRIMACIÓN)				
1.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDMEN TO	COSTO D=CxR
Herramienta menor	1.0000	1.5000	1.5000	0.0033	0.0050
RODILLO LISO	1.0000	38.0000	38.0000	0.0033	0.1254
RODILLO NEUMÁTICO	1.0000	37.0000	37.0000	0.0033	0.1221
CAMIÓN DISTRIBUIDOR (ASFAL	1.0000	35.0000	35.0000	0.0033	0.1155
BARREDORA MECÁNICA AUTO	0.3000	20.0000	6.0000	0.0033	0.0198
FINISHER	1.0000	48.0000	48.0000	0.0033	0.1584
EQUIPOS SUBTOTAL					0.5462
2.-MANO DE OBRA					
PERSONAL	CANTIDA D A	JORNAL REAL B	COSTO HORA C=AxB	RENDMEN TO R	COSTO D=CxR
PEON	8.0000	4.0500	32.4000	0.0033	0.1069
MAESTRO MAYOR	1.0000	4.5500	4.5500	0.0033	0.0150
OPERADOR RODILLO	2.0000	4.3300	8.6600	0.0033	0.0288
OPERADOR DE ACABADORA D	1.0000	4.3300	4.3300	0.0033	0.0143
OPERADOR DE CAMIÓN DISTRI	1.0000	4.3300	4.3300	0.0033	0.0143
OPERADOR DE BARREDORA	0.3000	4.3300	1.2990	0.0033	0.0043
MANO DE OBRA SUBTOTAL					0.1834
3.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=AxB	
DIESEL I	gh	0.3000	1.9000	0.5700	
ASFALTO RC-250	gh	0.2500	3.5000	0.8750	
MEZCLA ASFÁLTICA	m3	0.0980	85.0000	8.3300	
MATERIAL SUBTOTAL					9.7750
4.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA (MP/K) B	COSTO C=AxB	
TRANSPORTE SUBTOTAL					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTO					10.5045
INDIRECTOS Y UTILIDAD 19%					1.9643
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12.4689
VALOR OFERTADO					12.4700

Elaborado por: Vilches (2025)

Anexo 7

Análisis de precio unitario 5

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	11		UNIDAD:		M3/KM
DETALLE:		TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA			
1.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDMIEN TO	COSTO D=CxB
VOLQUETA	1,0000	24,0000	24,0000	0,0830	1,9920
EQUIPOS SUBTOTAL					1,9920
2.- MANO DE OBRA					
PERSONAL	CANTIDA D A	JORNAL REAL B	COSTO HORA C=AxB	RENDMIEN TO B	COSTO D=CxB
CHOFER	1,0000	5,9500	5,9500	0,0830	0,4939
MANO DE OBRA SUBTOTAL					0,4939
3.- MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C=AxB
MATERIAL SUBTOTAL					0,0000
4.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA (MP/K) B	COSTO C=AxB
TRANSPORTE SUBTOTAL					0,0000
		TOTAL COSTO DIRECTO			2,4859
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 15%			0,4643
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			2,9507
		VALOR OFERTADO			2,9500

Elaborado por: Vilches (2025)