



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

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

**ESTUDIO DE COEFICIENTES PARA EL CÁLCULO DE COSTOS DE  
OPERACIÓN VEHICULAR PARA LA PROVINCIA DEL GUAYAS**

**TUTOR**

**PhD JAVIER NICOLÁS ARECHE GARCÍA**

**AUTORES:**

**LUIS ENRIQUE MURILLO CACAO  
EDGAR JASMANY REALPE MONAR**

**GUAYAQUIL**

**2021**

<b>REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>		
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>		
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> Estudio De Coeficientes Para El Cálculo De Costos De Operación Vehicular Para La Provincia Del Guayas		
<b>AUTOR/ES:</b> Luis Enrique Murillo Cacao Edgar Jasmany Realpe Monar	<b>REVISORES O TUTORES:</b> PhD Javier Nicolás Areche García	
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	<b>Grado obtenido:</b> Ingeniero Civil	
<b>FACULTAD:</b> Facultad De Ingeniería, Industria Y Construcción	<b>CARRERA:</b> Carrera De Ingeniería Civil	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2021	<b>N. DE PAGS:</b> 104	
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción		
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Ingeniería Vial, Cálculo, Vehículo, Tráfico.		
<b>RESUMEN:</b> EL presente estudio tuvo con objetivo analizar los coeficientes para el cálculo de costos de operación vehicular mediante estudios de tráfico y mantenimiento vial para determinar la viabilidad económica de un proyecto vial en la Provincia del Guayas, para beneficio de todos los asociados al transporte para la toma de decisiones de sus tarifas y para determinar si un proyecto vial en la provincia del Guayas es viable económicamente ya sea en su construcción, reparación y/o mantenimiento. Se concluyó que el beneficio que tiene al realizar la mejora de la vía tomando como referencia el estudio de tráfico, factores de costo de operación para esta vía en el año 2021 es de \$ 2'228.991,21		
<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b> Luis Enrique Murillo Cacao Edgar Jasmany Realpe Monar	<b>Teléfono:</b> 0999139441 0939419472	<b>E-mail:</b> lmurilloc@ulvr.edu.ec erealpem@ulvr.edu.ec
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	MSC. Ing. Alex Salvatierra Espinoza Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

## TESIS EDGAR REALPE - LUIS MURILLO / JAVIER ARECHE

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>9%</b>	<b>8%</b>	<b>2%</b>	<b>0%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>www.aepo.es</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>2</b>	<b>gloriayeppez28.blogspot.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>3</b>	<b>foro2017.rfd.org.ec</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>maeazuay.files.wordpress.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>dspace.unl.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>creativecommons.org</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>www.up-spain.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>red.uao.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>María Gloria Galarza Pomaquiza, Cecilia Ivonne</b>	<b>&lt;1%</b>



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados LUIS ENRIQUE MURILLO CACAO Y EDGAR JASMANY REALPE MONAR declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Estudio De Coeficientes Para El Cálculo De Costos De Operación Vehicular Para La Provincia Del Guayas, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autores

Firma:



LUIS ENRIQUE MURILLO CACAO

C.I. 0941084162

Firma:



EDGAR JASMANY REALPE MONAR

C.I. 2100585849

## **CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación Estudio De Coeficientes Para El Cálculo De Costos De Operación Vehicular Para La Provincia Del Guayas, designado 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 Proyecto de Investigación titulado: Estudio De Coeficientes Para El Cálculo De Costos De Operación Vehicular Para La Provincia Del Guayas, presentado por los estudiantes EDGAR JASMANY REALPE MONAR Y LUIS ENRIQUE MURILLO CACAO como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



PhD JAVIER NICOLÁS ARECHE GARCÍA

C.C.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a Dios por brindarme la oportunidad de culminar esta meta, gracias por brindarme la fortaleza y dedicación valores que fueron forjados por mi padre y madre que me permiten terminar mi formación profesional.

Dar gracias a mis padres y hermanos, quienes fueron mi apoyo incondicional emocional y económicamente, por la fe y confianza depositada en mis capacidades para terminar mi carrera universitaria.

De igual manera mi agradecimiento a la Universidad Laica VICENTE ROCAFURTE, a la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción por brindarme la oportunidad de realizar mi formación profesional, mis profesores MSC. Alex Salvatierra, Decano de la Facultad por el apoyo brindado en mi preparación académica, PHD. Areche García Javier Nicolas mi tutor, por ser parte de este proceso como un guía que nos ha motivado a seguir adelante en los momentos complicados, gracias a su guía y conocimiento hemos podido llegar a cumplir con nuestra meta, mis agradecimiento a toda la planta Docente de profesionales de la Facultad de Ingeniería, Industrias y Construcción que con sus conocimientos y dedicación me dieron la oportunidad de ir creciendo día a día como profesional.

Agradecer a Luis Murillo Cacao, mi compañero de tesis por su esfuerzo y desempeño para la culminación de este proyecto de titulación.

¡Gracias!

Edgar Jasmany Realpe Monar.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios, quien me permite vivir una vida llena de bendiciones, por mantenerme con vida a pesar de las circunstancias vividas en el año 2020.

Doy gracias a mis pilares fundamentales, mi madre Maritza Cacao Holguín, mi tía Vilma Cacao Holguín y mi tío Fabricio Weber quienes siempre me apoyaron con su cariño, dedicación y esfuerzo.

Agradezco a toda la planta de docentes de la Universidad Laica Vicente de Guayaquil de la facultad de Ingeniería Industria y Construcción, quienes a pesar de su gran esfuerzo de enseñar a un grupo numerosos de estudiantes, lograron motivarnos a continuar y terminar nuestra formación académica.

Gracias.

Luis Enrique Murillo Cacao.

## **DEDICATORIA**

A Dios que ha sido mi más grande apoyo y fortaleza quien gracias a su guía y compañía ha estado conmigo hasta el día de hoy.

A mis padres Edgar Wilian Realpe Cordova y Eufemia Monar Trelles quien con su amor, paciencia y dedicación me ayudaron a cumplir con mi sueño, gracias por los valores forjados en mí y el buen ejemplo de esfuerzo, honradez y dedicación, a no desistir ni rendirme ante las adversidades de la vida.

A mis hermanos y cuñadas Orley Realpe-Jessenia Días y Vagner Realpe-Erika Pico por su apoyo incondicional tanto emocional y económicamente, en mi proceso de preparación profesional, por estar conmigo en todo momento gracias.

A mi hermana Giannela Realpe por su cariño y apoyo absoluto, en todo el proceso, por estar conmigo en los momentos buenos y en los malos, gracias por la fe que pones en mí en cada paso que doy y ser esa fortaleza que me ayuda a seguir adelante.

Finalmente a mi sobrina Anahis Sotamba, mi cuñado Angel Cruz y a todos mis amigos por apoyarme cuando lo necesite, por darme su mano en momentos complicados y por brindarme su amistad día a día, gracias a todos.

Con mucho aprecio...

Edgar Jasmany Realpe Monar.



## **DEDICATORIA**

A mis padres, Maritza Cacao Holguín, Vilma Cacao Holguín y Fabricio Weber por brindarme siempre su apoyo y dedicación, quienes siempre me dieron el ejemplo de seguir adelante sin detenerme y a cumplir mis metas.

A mi tutor, el Ing. Javier Areche García, por brindarnos su apoyo, dedicación y sobre todo su paciencia, al guiarnos en todo nuestro proceso de cumplir una de nuestras metas, ser Ingenieros Civiles de la República del Ecuador.

Finalmente a mi compañero de tesis Edgar Realpe Monar, con quien sin duda alguna pudimos forjar una gran amistad dentro de los 6 años de estudios, que con tiempo, esfuerzo y dedicación pudimos cumplir nuestra meta.

Gracias por todo.

Luis Enrique Murillo Cacao.

## INDICE DE CONTENIDO

<b>CAPITULO I</b> .....	1
<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del Problema .....	1
1.3 Formulación del Problema .....	2
1.4 Sistematización del Problema .....	2
1.5 Objetivo General: .....	2
1.6 Objetivos Específicos: .....	2
1.7 Justificación .....	2
1.8 Delimitación del Problema .....	4
1.9 Hipótesis o Idea a Defender .....	5
1.10 Línea de investigación Institucional/Facultad.....	5
<b>CAPITULO II</b> .....	6
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	6
2.1. Marco Teórico .....	6
2.1.1. Marco Referencial .....	6
2.2. Marco Conceptual .....	11
2.2.1. Costos de operación vehicular.....	11
2.2.2. La diferencia entre costos variables y costos fijos .....	13
2.2.3. Tipos de costos .....	14
2.2.4. Contabilidad de costos y contabilidad financiera .....	17
2.2.4.1. Costeo basado en actividades .....	19
2.2.4.2. Contabilidad Lean .....	22
2.2.4.3. Costos marginales.....	25
2.2.5. Historia de la contabilidad de costos.....	27
2.2.6. Interconexión entre desarrollo económico y seguridad vial.....	29
2.2.7. Beneficios del buen sistema de carretera.....	30
2.2.8. Diseño de carreteras .....	31
2.2.9. Perfil de carreteras .....	33
2.2.10. Curvas caídas .....	33
2.2.11. Curvas de cresta .....	35
2.2.12. Alineación.....	37

2.2.13. Seguridad Vial.....	38
2.2.14. Tránsito vehicular .....	39
2.2.15. Índice de suficiencia Vial.....	40
2.2.16. Índices de conectividad vial a partir de costos de desplazamiento .....	43
2.2.17. Velocidad media .....	49
2.2.18. Tiempo de viaje .....	50
2.2.19. Test de vehículos .....	54
2.2.20. Módulo Índice Internacional de Rugosidad (IRI).....	54
2.2.21. Relación del IRI con respecto al consumo de combustible .....	57
<b>2.3. Marco Legal .....</b>	<b>59</b>
2.3.1. Constitución de la República del Ecuador 2008, Decreto legislativo 0, Registro Oficial 449 de 20-oct-2008.....	59
2.3.1.1. Capítulo cuarto Régimen de competencias .....	59
2.3.1.2. Ley del sistema nacional de infraestructura vial transporte terrestre, Ley 0, Registro oficial Suplemento 998 de 05-may.-2017.....	59
2.3.1.2.1. Capítulo I. Objeto y ámbito de aplicación .....	59
2.3.1.2.2. Capítulo V. Conservación de la infraestructura del transporte terrestre.....	59
2.3.2. Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 – MTOP / 2013, Volumen N°3 Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.....	60
2.3.3. Plan Nacional Para El Buen Vivir 2017-2021 .....	60
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>62</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>62</b>
3.1. Metodología de la Investigación.....	62
3.2. Tipo de la investigación .....	62
3.3. Enfoque de la investigación.....	63
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	63
3.4.1. Técnica de la Investigación .....	63
3.4.2. Instrumento.....	64
3.4.3. Validez y confiabilidad .....	64
3.4.4. Población .....	64
3.4.5. Muestra .....	65
3.4.6. Análisis de resultado.....	65
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>69</b>
<b>INFORME FINAL .....</b>	<b>69</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>

<b>RECOMENDACIONES</b> .....	75
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	76
<b>ANEXOS</b> .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Costeos relativos de mantenimiento preventivo, rehabilitación y reconstrucción	4
Ilustración 2 Esquema de la Vía E488, Vía Colectora Milagro – Bucay.....	5
Ilustración 3 Correlación entre los tipos de superficie de rodamiento y el rango de los IRI medidos .....	55
Ilustración 4 Rendimiento de combustible y regularidad en el tiempo.....	58
Ilustración 5 Fórmula para calcular el VOC .....	67
Ilustración 6 Clasificación de vehículos MTOP.....	68
Ilustración 7 Cálculo del VOC .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Línea de investigación de FIIC .....	5
Tabla 2 Variables de la estructura de costos vehiculares .....	12
Tabla 3 Tipos de vehículo .....	67
Tabla 4 Costo de valor de viaje sin el proyecto vehículos livianos y pesados .....	70
Tabla 5 Costo de valor de viaje con el proyecto vehículos livianos y pesados.....	71
Tabla 6 Beneficio en Costo de operación vehicular.....	72

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ajuste por variación mensual del Volumen total de Tránsito 2019 .....	78
Anexo 2 Ajuste por variación diario del Volumen total de Tránsito 2019 .....	78
Anexo 3 Tasa de crecimiento según tipo de vehículo .....	78
Anexo 4 Conteo de trafico.....	79
Anexo 5 Composición Del Tráfico/T.P.D.S.....	79
Anexo 6 Composición Del Tráfico/Tráfico Asignado .....	79
Anexo 7 Tráfico futuro.....	80
Anexo 8 Valores recomendados para diseño de una carretera de dos carriles.....	80
Anexo 9 Cálculo de factores de Costo de operación de vehículos.....	81
Anexo 10 Conteo Vehicular.....	89
Anexo 11 Conteo Vehicular.....	89
Anexo 12 Estado de la carpeta asfáltica.....	90
Anexo 13 Estado de la carpeta asfáltica.....	90
Anexo 14 Solicitud de información conteo vehicular.....	91
Anexo 15 Respuesta a solicitud de informe de la vía Milagro – Naranjito – Bucay.....	92
Anexo 16 Solicitud de información vía E488.....	93
Anexo 17 Respuesta a oficio referente al índice de Rugosidad Internacional IRI de la vía Milagro – Naranjito- Bucay del año 2019.....	94
Anexo 18 Oficio Prefectura provincial del Guayas.....	95
Anexo 19 Respuesta a oficio referente al índice de Rugosidad Internacional IRI.....	96

## CAPITULO I

### DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Tema

Estudio de coeficientes para el cálculo de costos de operación vehicular para la Provincia del Guayas.

#### 1.2 Planteamiento del Problema

Para determinar si un proyecto vial es viable económicamente es necesario determinar los costos de operación vehicular en las condiciones actuales de la vía y las condiciones posteriores al ser reparada o construida, por lo que se hace necesario considerar ciertos coeficientes que dependen del tipo de vehículo, que servirán para determinar los Costos de Operación Vehicular, los cuales en Ecuador no se actualizan constantemente y los que existen son antiguos y de otras regiones como la región Interandina o Sierra, llegándose a utilizar inclusive coeficientes externos como los aplicados en México, de tal manera que hasta la presente fecha no se cuentan con parámetros actualizados para la provincia del Guayas.

El coeficiente de costo de operación vehicular está relacionado con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) con el cual se determina el costo de mantenimiento de las vías.

A través de los años se puede observar el progreso que ha tenido el transporte como medio de comunicación. La historia del hombre está ligada al transporte, que desde la antigüedad se han diseñado medios y modos para mejorar su movilidad personal y el transporte de sus bienes. Las personas deben desplazarse de un lugar a otro para realizar sus actividades como son: trabajo, estudio, comercio, recreación etc. Lo que siempre ha generado un desgaste en el vehículo generando costos de mantenimiento del automotor y de las vías.

Por ello buscan un transporte adecuado que cumpla y satisfaga sus necesidades. El constante crecimiento y desarrollo de las ciudades, hace que las distancias a recorrer por la población sean



cada vez mayores, obligando de esta manera a un desarrollo y mejoramiento del sistema de transporte y sus vías.

### **1.3 Formulación del Problema**

¿De qué manera influyen los coeficientes para el cálculo de costos de la operación vehicular en la evaluación de costos de los proyectos viales?

### **1.4 Sistematización del Problema**

- ¿Cuáles son los coeficientes de costos de operación vehicular para la provincia del Guayas?
- ¿Cuál es la variación económica de los mantenimientos viales y vehiculares en la provincia del Guayas?
- ¿Cómo se comporta la variación de los costos-beneficios con proyecto y sin proyecto (utilizando los coeficientes encontrados)?

### **1.5 Objetivo General:**

Analizar los coeficientes para el cálculo de costos de operación vehicular mediante estudios de tráfico y mantenimiento vial para determinar la viabilidad económica de un proyecto vial en la Provincia del Guayas.

### **1.6 Objetivos Específicos:**

- Definir los coeficientes de costos de operación vehicular mediante estudios de mantenimiento vehicular y vial en la Provincia del Guayas.
- Determinar la variación económica de los mantenimientos viales y vehiculares.
- Analizar el comportamiento de la variación de costos de mantenimiento vehicular y vial con proyecto y sin proyecto (utilizando los coeficientes encontrados).

### **1.7 Justificación**

Existen vacíos teóricos de los coeficientes reales o propios de la zona del Ecuador, tanto de la sierra como de la costa, por lo cual se usan actualmente coeficientes externos de otros países.

Por tanto, esta investigación busca definir los coeficientes reales de la Provincia del Guayas, para poderlos aplicar y así disminuir el excedente económico incurrido. Considerando que no existe una actualización de los coeficientes de costos de operación vehicular para la Provincia del Guayas, se propone realizar la investigación de nuevos coeficientes para determinar la viabilidad económica de los proyectos a realizarse y la disminución de los costos de operación y mantenimiento vial y vehicular.

Esta investigación se basa en establecer nuevos coeficientes vehiculares, que en vinculación con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) se determinará si existe disminución de costos de mantenimientos viales (periódicos y rutinarios) en la Provincia del Guayas.

Esta investigación se justifica desde el punto de vista metodológico debido a que se está usando una metodología cuantitativa con criterio científico que impulsará a obtener coeficientes reales en la zona de la costa y de la sierra.

Probablemente se están usando más recursos de lo que realmente se requiere, debido a que no hay coeficientes adaptados al tránsito ecuatoriano, por tanto, quienes implementan el mantenimiento vial, no tienen una guía clara, porque se están usando datos de otros países. Ante el problema descrito, se optó por el estudio de los coeficientes para identificar y minimizar los costos operativos y maximizar las utilidades de la transportación. La utilidad de este estudio va a beneficiar a todos los asociados al transporte para la toma de decisiones de sus tarifas y para determinar si un proyecto vial en la provincia del Guayas es viable económicamente ya sea en su construcción, reparación y/o mantenimiento.

Además, de lo anteriormente dicho, la importancia de esta investigación se basa en salvaguardar la economía de las instituciones al intervenir a tiempo y con menores costos, respecto a la realidad actual.

En la siguiente figura se puede apreciar la diferencia en costo que implica no intervenir a tiempo en una vía, dejando progresar su deterioro y postergando su mantenimiento o

rehabilitación. En las carreteras del país con frecuencia se observa este panorama que, a lo largo del tiempo desencadena la necesidad de realizar costosas reconstrucciones luego de un prolongado periodo de operación deficiente para proporcionar al usuario confort y seguridad en sus viajes.

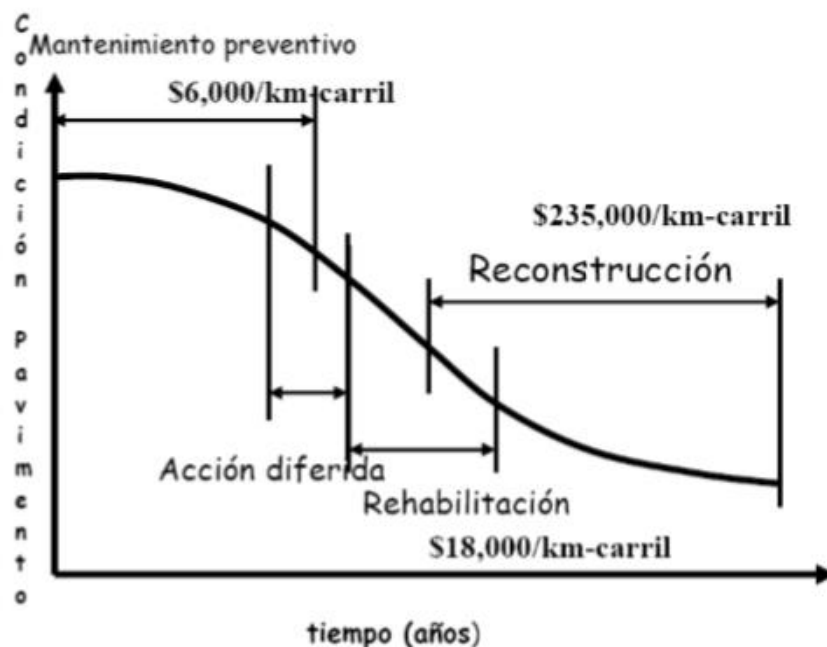


Ilustración 1 Costeos relativos de mantenimiento preventivo, rehabilitación y reconstrucción  
Fuente: Salomón, Delmar. (2006).

El mantenimiento preventivo del vehículo y el uso correcto de los repuestos son parte importante del presente estudio, ya que uno de los factores que tiene mayor incidencia en los costos operativos es el consumo de combustible y el rendimiento del mismo por kilómetros recorridos, lo cual dependerá del tipo de vehículo a utilizar.

### 1.8 Delimitación del Problema

- Campo:** Educación superior. Tercer nivel de grado.
- Área:** Ingeniería Civil
- Aspecto:** Investigación Analítica.
- Tema:** Estudio de coeficientes para el cálculo de costos de operación vehicular para la provincia del Guayas.
- Delimitación espacial:** Provincia: Guayas

Cantón: Naranjito – Bucay

Carretera: Desde E488, Vía colectora Milagro hasta Bucay  
(segundo orden).

Longitud: 36km

**Delimitación temporal:** 6 meses

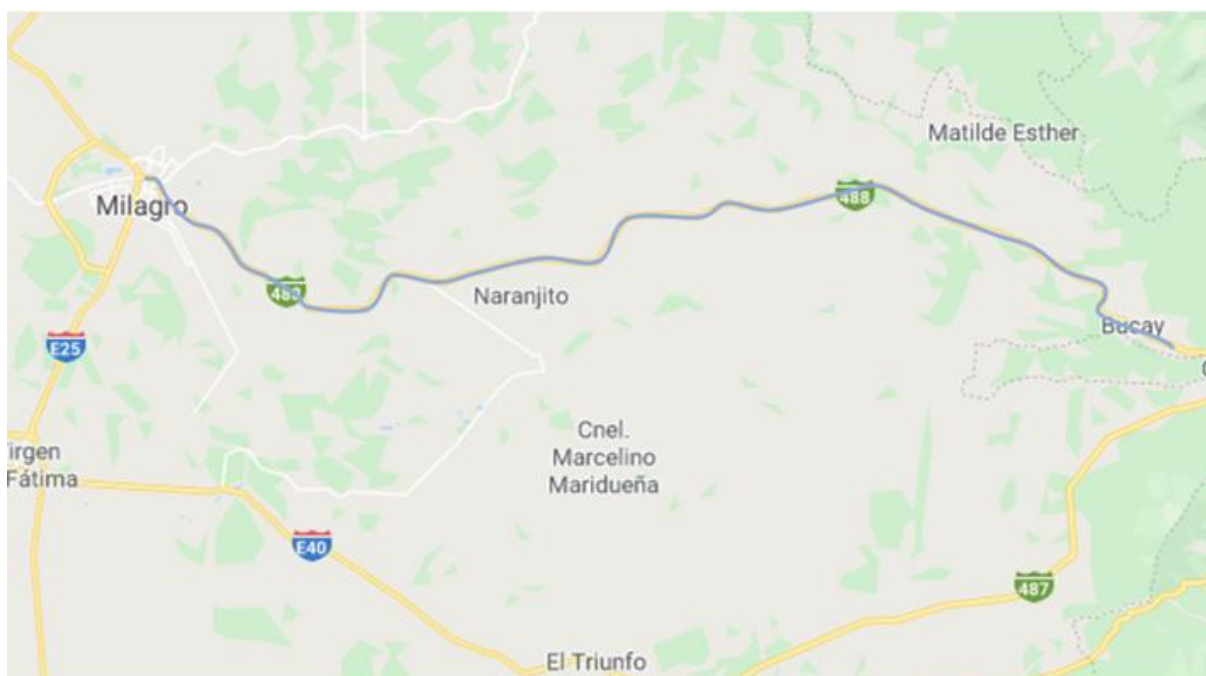


Ilustración 2 Esquema de la Vía E488, Vía Colectora Milagro – Bucay  
Fuente: Google

### 1.9 Hipótesis o Idea a Defender

Los coeficientes que en esta investigación se obtendrán, darán como resultado bajar los costos de mantenimiento de operación de la vía en la costa del Ecuador.

### 1.10 Línea de investigación Institucional/Facultad.

Tabla 1 Línea de investigación de FIIC

Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	<b>LÍNEA:</b> Territorio	<b>SUBLÍNEA:</b> Ordenamiento territorial, Usos del Suelo y Urbanismo.
---	-----------------------------	---

Fuente: FIIC (2019)

Elaborador por: Murillo & Realpe (2021)

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Marco Teórico

##### 2.1.1. Marco Referencial

Para la primera variable, Costos de operación, utilizamos la siguiente investigación titulada “Análisis de los modelos de ahorro de costes de los usuarios debido a la gestión de la conservación y mantenimiento del firme en las redes de carreteras” realizada por Luis Emilio Carrasco Díaz como requisito para optar al título de Master en Planificación y Gestión de Infraestructuras en la Universidad Politécnica de Madrid, en Madrid-España, presentada en fecha de Julio del 2018 tiene como objetivo general demostrar la relación entre el Índice de Regularidad Internacional y el modelo RUE del software HDM – 4, específicamente los componentes relacionados con la operación del vehículo (Vehicle Operating Costs), a través de la simulación de tres niveles de deterioro del firme. Esto es sometido a un análisis detallado para comprender y verificar los resultados de los recursos consumidos, posteriormente un análisis económico de la inversión, el cual simula los procedimientos de la administración para tomar las decisiones a través de indicadores económicos. Se obtuvo como principal resultado, que el retorno de las inversiones está a riesgo de la demanda porque los usuarios que transitaron por el tramo, son los que verdaderamente conseguirán ahorros de costes (Carrasco, 2018). Por esta razón, dicho estudio permite conocer cuán importante es realizar una identificación y cuantificación de los flujos de beneficios y costes del proyecto a realizar. Aportando a la investigación actual importante aspectos teóricos de la variable costos de operación en lo que es beneficios y costes del proyecto. Esta investigación permitió identificar que para realizar una correcta estimación de costos es necesario tener clara la proyección de demanda vehicular, por lo tanto, en el presente estudio se debe considerar la afluencia de tránsito en la provincia del Guayas.

Continuando con la variable nombrada en el párrafo anterior, utilizamos como segundo antecedente la investigación que tiene como título “Estudio y diseño del tramo de acceso de la vía Laurel del recinto Yurima, del cantón Daule, para determinar el costo beneficio del proyecto” realizado por Alejandro Xavier Cantos Chacón, como requisito para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil en Daule-Ecuador. Presentada en fecha de Julio 2018, tiene como objetivo general el estudio y diseño del tramo de acceso de la vía Laurel para identificar las alternativas viables y poder determinar el costo beneficio del proyecto. Fue fácil detectar las necesidades que los habitantes de este recinto tienen para requerir una mejor infraestructura vial en la zona, debido a que la producción no se moviliza con facilidad a los sectores de consumo; no obstante, en el caso de presentarse una emergencia se dificulta la entrada de servicios de emergencia. Por lo cual, este proyecto realizó los estudios y diseños para brindar a la comunidad una vía de acceso acorde a las necesidades de sus habitantes y obtuvo como resultado principal, el mejoramiento y fortalecimiento de la región y también mejorar la calidad de vida de los moradores que viven alrededor. Lo que permitió conocer sobre las variables que benefician la economía de un sector y de la infraestructura vial acorde a los costes de operación vehicular (Cantos, 2018). Este estudio permite dilucidar el impacto económico que tienen este tipo de obras viales en el sector productivo en la zona donde se desarrolla debido a que permite incurrir en menores costos de acceso y movilización de mercaderías. Esta investigación realiza una evaluación respecto al flujo de vehículos que circulan por la zona y estima los costos asociados a la operación de vehículos con y sin los beneficios del proyecto hasta el año 2038. Esta evaluación y valores sirven como referencia para determinar los costos por desgaste vehicular los cuales serán considerados en el presente proyecto, ofreciendo una estimación del costo por kilómetro recorrido que se debe aplicar tanto para vehículos livianos o pesados.

Continuando con la variable Costos de operación, utilizamos como tercer antecedente la investigación que tiene como título “Estructura de costos de operación vehicular para transporte de carga nacional” realizado por Demetrio Ancalle Choque, como requisito para optar por el título de Master en Auditoría y Control Financiero en la Universidad Mayor de San Andrés, en La Paz-Bolivia, presentada en fecha 2016 tiene como objetivo general Elaborar una estructura de costos de operación vehicular para transporte de carga interdepartamental, donde se planteó que no existía un sistema de información referente a procesos de costo que pueda oportunamente facilitar la estructura de costos de operación del transporte a nivel interdepartamental. La información se mantuvo en contabilidad en forma global como ingresos y gastos de explotación de acuerdo al plan de cuentas implementado por el contador de la empresa, que no contemplaba un subsistema o estructura de costos. De tal manera, obtuvo como principal resultado que, con la implementación pertinente de las cuentas, permitió a los ejecutivos de la empresa a identificar actividades y datos relacionados a costos, a fin de tomar las decisiones más oportunas y adecuadas al respecto o políticas de prevención principalmente en base a la reducción de costos de operación con la finalidad de mantener un crecimiento sostenidos, así como mantener ventajas competitivas en el mercado (Ancalle, 2015). Este estudio hace hincapié en la importancia de contar con un sistema de costos bien establecido y contribuye a la presente investigación mostrando los mecanismos de registros contables adecuados para los costos estudiados. Esta investigación contribuye a establecer una estructura de costos que se conforma por costos variables, costos fijos, y costos cuasi variables. De forma genera establece como costos variables a rubros como combustible, materiales de mantenimiento, repuestos, los costos fijos corresponden a los salarios y seguros, impuestos y tarifas de parque, y los costos cuasi variables corresponden a peaje, servicios de limpieza, servicio de carga y descarga entre otros.

En este apartado, se trabajará con la segunda variable, Coeficientes, utilizando la siguiente investigación titulada “Valoración de maquinaria y equipo pesado de construcción, para obtener costos de operación, basado en ingeniería de tasación” realizado por Miguel Francisco Carpio Villamar como requisito para optar por el título de Ingeniero en Administración de Proyectos de Construcción en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, en Guayaquil-Ecuador. Presentada en fecha de Marzo 2017 tiene como objetivo general Comprender el funcionamiento de la ingeniería de tasación para realizar una correcta valuación de la eficiencia de maquinaria y equipo de construcción mediante su aplicación, en los cuales se examinó cada uno de los componentes principales que se deben tomar en cuenta al momento de valorar este tipo de bienes, con los requerimientos de las NIIF. En avalúos de los activos fijos tangibles, más concretamente en el caso que nos ocupa Maquinaria y Equipos Industriales, la valuación debe procesarse con criterio técnico y con un amplio conocimiento de la maquinaria en cuestión. Para la realización de tareas correspondientes a máquinas y equipos industriales, es importante preocuparse por conocer algunos aspectos como: Costo de Reposición y Métodos de Depreciación. Esto lleva como primer paso a encontrar de la forma más fidedigna el Costo de Reposición, punto de partida para el proceso por el Método del Costo. El principal resultado del estudio fue un análisis de costos de operación, a partir de los valores actuales de reposición, tomado de los costos horarios de las máquinas pesadas. Carpio (2017). Este estudio aportó a la presente investigación mediante la introducción del análisis de los costos de reposición en materia de transporte y el establecimiento de los coeficientes por mantenimiento tanto de mano de obra como de repuestos, así como también el coeficiente de depreciación vehicular cuyo método se basa en el tipo de bien o de “Jans”. Siendo así se considerará esta forma de cálculo para la presente investigación.

Continuando con la segunda variable, utilizamos como segundo antecedente la investigación titulada “Evaluación del nivel de servicio en la autovía “Otavalo-Ibarra”



correspondiente al corredor norte concesionado “Rumichaca-Cálderón”, estatal E-35 (Longitud: 18,90 km)” realizado por Andrés Ramón, como requisito para optar el título de Ingeniero Civil, en la Escuela Politécnica del Ejército, en Otavalo-Ibarra-Ecuador presentada en fecha Noviembre 2016 teniendo como objetivo general Evaluar el nivel de servicio que brinda la autovía en base a su capacidad y concluir si esta presta las condiciones idóneas de operación para un tránsito, según los cálculos de operación vehicular, estipulado por el Manual de Capacidad de Carreteras y de acuerdo a las condiciones requeridas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, durante el periodo de concesión para establecer principios de continuidad, calidad de servicio, cobertura y seguridad vial. El principal resultado de la investigación fue evaluar la suficiencia y la calidad del servicio ofrecido por el sistema vial a los usuarios; garantizando un nivel adecuado de satisfacción en torno a sus necesidades de forma segura y eficiente (Ramón, 2016). La contribución de este estudio radica en el establecimiento de coeficientes tales como: coeficiente de resistencia de rodadura, coeficiente de fricción transversal y coeficiente de curvas cóncavas convexas. Mediante estos coeficientes se puede determinar factores como la velocidad y distancia a recorrer por lo vehículos lo cual índice en los costos. Para la presente investigación se tomarán en cuenta dichos coeficientes.

Continuando con la variable nombrada en el párrafo anterior, utilizamos como tercer antecedente la investigación que tiene como título “Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de las intersecciones con mayor demanda en la ciudad de Azogues” realizado por los autores Ángel Gilberto Jerez Hernández y Oscar Emanuel Morales Santos, como requisito para optar el título de Ingeniero Mecánico Automotriz en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, en Cuenca-Ecuador. Presentada en fecha Febrero 2016 teniendo como objetivo general proporcionar el análisis de capacidad y nivel de servicio para 10 puntos críticos de la ciudad de Azogues, presentando una alternativa de solución para los problemas de tráfico y seguridad vial. Los datos de volúmenes y movimientos en los puntos conflictivos fueron obtenidos por

medios de aforos, los cuales fueron útiles para el análisis de intersecciones con semáforo y sin semáforo con su respectiva metodología. Uno de los principales resultados del proyecto, fue que en algunos casos estas variables condujeron a un aumento de demoras, sin embargo, se obtuvo beneficios significativos en seguridad vial, generando una reducción en la operación de costos vehiculares, Hernández & Morales (2016). Esta investigación aporta con su distinción y valoración de los costos por demora versus los beneficios asociados la seguridad vial, los cuales superan significativamente a los costos. En este último documento de investigación se hace hincapié en el coeficiente de TPDA o tránsito promedio diario anual el cual se demuestra está relacionado con el mayor desgaste y consumo de combustible debido al mayor tiempo en carretera cuando este coeficiente es alto. Por lo tanto, la presente investigación se tendrá presente las características de flujo vehicular de los recorridos

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Costos de operación vehicular**

Para la primera variable, costos de operación, el constructo teórico se basará en lo estipulado en el libro de Raúl Andrés Cárdenas y Nápoles, (2016). “Costos II: La gestión operacional de costos”, este libro habla sobre Costos.

La estructura de costos de operación vehicular es un modelo matemático que está concebido para que los involucrados cuenten con una herramienta de cálculo para determinar el costo que se ocasiona al movilizar una unidad por las vías nacionales teniendo en cuenta la configuración del vehículo. La operación de un vehículo ocasiona una serie de costos al propietario, los cuales para efectos de la metodología propuesta se clasifica en:

- Costos Variables
- Costos Fijos
- Otros Costos que dependen de otros fines

En el siguiente cuadro se muestran las variables que hace parte de la estructura de cálculo, de entre los cuales se escoge las que corresponda.

Tabla 2 Variables de la estructura de costos vehiculares

<b>COSTOS VARIABLES</b>	<b>COSTOS FIJOS</b>	<b>OTROS COSTOS</b>
Peajes	Seguros	Comisión conductora
Combustibles	Salarios y prestaciones	Gastos de administración
Llantas	Parqueaderos	Descuentos
Lubricantes	Impuestos	Administrativos
Filtros	Recuperación de capital	
Mantenimiento		
Lavado y engrase		
Imprevistos		

Fuente: Tesis de Salazar (2008).

Elaborador por: Murillo & Realpe (2021)

Todo el mundo sabe que los coches son caros. Además del costo de adquisición, está el mantenimiento, el seguro y el costo promedio de gas por año, que parece aumentar continuamente. Todos sabemos que esos costos se acumulan, pero pocos sabemos exactamente cuánto cuesta realmente tener un automóvil.

Independientemente de cuánto gaste en su automóvil cada año, menos siempre es mejor. Aunque eliminar todos los gastos en transporte no es práctico ni posible para la mayoría de las personas, existen medidas que se pueden tomar para mantener bajos los costos (Alvarez & Harven, 2018)

Si el transporte público llega a los lugares que necesita, debe considerar seriamente sus méritos. No solo es otra persona la que conduce, sino que utilizar el transporte público a menudo puede reducir sus gastos de transporte mensuales en una cantidad significativa. Los autobuses, trenes, subterráneos y camionetas colectivas brindan alternativas relativamente económicas a conducir usted mismo al trabajo, y no tiene que pagar por su mantenimiento.

Los viajes compartidos son otra gran opción. El hecho de que tenga un automóvil no significa que siempre deba conducirlo. Tomar turnos con un amigo puede ahorrarle dinero en el costo promedio de gasolina por año y evitar el desgaste de su vehículo.

### **2.2.2. La diferencia entre costos variables y costos fijos**

Los costos variables son los costos de una empresa que están asociados con la cantidad de bienes o servicios que produce. Los costos variables de una empresa aumentan y disminuyen con su volumen de producción. Cuando el volumen de producción aumenta, los costos variables aumentarán. Por otro lado, si el volumen baja, también lo harán los costos variables.

Los costos variables son generalmente diferentes entre industrias. Por lo tanto, no es útil comparar los costos variables de un fabricante de automóviles y un fabricante de electrodomésticos, por ejemplo, porque la producción de sus productos no es comparable. Por lo tanto, es mejor comparar los costos variables entre dos empresas que operan en la misma industria, como dos fabricantes de automóviles.

A diferencia de los costos variables, los costos fijos de una empresa no varían con el volumen de producción. Los costos fijos siguen siendo los mismos independientemente de si se producen o no bienes o servicios. Por tanto, una empresa no puede evitar los costes fijos.

Usando el mismo ejemplo anterior, suponga que la empresa ABC tiene un costo fijo de \$ 10,000 por mes para alquilar la máquina que usa para producir tazas. Si la empresa no produce tazas durante el mes, aún tendría que pagar \$ 10,000 por el costo de alquilar la máquina. Por otro lado, si produce un millón de tazas, su costo fijo sigue siendo el mismo. Los costos variables cambian de cero a \$ 2 millones en este ejemplo (Arenas & Marino, 2016)

Los ejemplos más comunes de costos fijos incluyen pagos de arrendamiento y alquiler, servicios públicos, seguros, ciertos salarios y pagos de intereses. Cuantos más costos fijos tenga una empresa, más ingresos necesitará para alcanzar el punto de equilibrio, lo que significa que debe trabajar más duro para producir y vender sus productos. Eso es porque estos costos ocurren regularmente y rara vez cambian.

Si bien los costos variables tienden a permanecer planos, el impacto de los costos fijos en el resultado final de una empresa puede cambiar en función de la cantidad de productos que produce. Entonces, cuando la producción aumenta, los costos fijos bajan. El precio de una mayor cantidad de bienes se puede distribuir sobre la misma cantidad de un costo fijo. De esta manera, una empresa puede lograr economías de escala aumentando la producción y reduciendo los costos.

### **2.2.3. Tipos de costos**

La contabilidad de costos es un proceso contable que mide todos los costos asociados con la producción, incluidos los costos fijos y variables. El propósito de la contabilidad de costos es ayudar a la gerencia en los procesos de toma de decisiones que optimizan las operaciones con base en una gestión de costos eficiente. Los costos incluidos en la contabilidad de costos son los siguientes:

#### Costos directos

Los costos directos están relacionados con la producción de un bien o servicio. Un costo directo incluye materias primas, mano de obra y gastos o costos de distribución asociados con la producción de un producto. El costo se puede rastrear fácilmente hasta un producto, departamento o proyecto. Por ejemplo, Ford Motor Company (F) fabrica automóviles y camiones. Un trabajador de una planta pasa ocho horas construyendo un automóvil. Los costos directos asociados con el automóvil son los salarios pagados al trabajador y el costo de las piezas utilizadas para construir el automóvil (Arenas & Marino, 2016)

#### Costos indirectos

Los costos indirectos, por otro lado, son gastos no relacionados con la producción de un bien o servicio. Un costo indirecto no se puede rastrear fácilmente a un producto, departamento, actividad o proyecto. Por ejemplo, con Ford, los costos directos asociados con cada vehículo incluyen neumáticos y acero. Sin embargo, la electricidad utilizada para alimentar la planta se

considera un costo indirecto porque la electricidad se utiliza para todos los productos fabricados en la planta. Ningún producto puede rastrearse hasta la factura de electricidad.

### Costes fijos

Los costos fijos no varían con la cantidad de bienes o servicios que produce una empresa en el corto plazo. Por ejemplo, suponga que una empresa arrienda una máquina para la producción durante dos años. La empresa tiene que pagar \$ 2,000 por mes para cubrir el costo del arrendamiento, sin importar cuántos productos se utilice para fabricar esa máquina. El pago del arrendamiento se considera un costo fijo ya que permanece sin cambios.

### Costos variables

Los costos variables fluctúan a medida que cambia el nivel de producción, contrariamente a un costo fijo. Este tipo de costo varía según la cantidad de productos que produce una empresa. Un costo variable aumenta a medida que aumenta el volumen de producción y disminuye a medida que disminuye el volumen de producción. Por ejemplo, un fabricante de juguetes debe empaquetar sus juguetes antes de enviar productos a las tiendas.

Esto se considera un tipo de costo variable porque, a medida que el fabricante produce más juguetes, sus costos de empaque aumentan, sin embargo, si el nivel de producción del fabricante de juguetes está disminuyendo, el costo variable asociado con el empaque disminuye.

### Costos de operación

Los costos operativos son gastos asociados con las actividades comerciales diarias, pero no se remontan a un solo producto. Los costos operativos pueden ser variables o fijos. Los ejemplos de costos operativos, que se denominan más comúnmente gastos operativos, incluyen el alquiler y los servicios públicos de una planta de fabricación. Los costos operativos son gastos del día a día, pero se clasifican por separado de los costos indirectos, es decir, los costos vinculados a la producción real. Los inversores pueden calcular el índice de gastos operativos

de una empresa, que muestra qué tan eficiente es una empresa al utilizar sus costos para generar ventas (Anaguano & German, 2018)

### Costos de oportunidad

El costo de oportunidad son los beneficios de una alternativa que se renuncia cuando se toma una decisión sobre otra. Este costo es, por lo tanto, más relevante para dos eventos mutuamente excluyentes. Al invertir, es la diferencia de rendimiento entre una inversión elegida y una que se deja pasar. Para las empresas, los costos de oportunidad no aparecen en los estados financieros pero son útiles en la planificación por parte de la administración.

Por ejemplo, una empresa decide comprar un nuevo equipo de fabricación en lugar de arrendarlo. El costo de oportunidad sería la diferencia entre el costo del desembolso de efectivo para el equipo y la productividad mejorada frente a cuánto dinero se podría haber ahorrado en gastos de intereses si el dinero se hubiera utilizado para pagar la deuda.

### Costos hundidos

Los costos hundidos son costos históricos en los que ya se ha incurrido y no harán ninguna diferencia en las decisiones actuales de la administración. Los costos hundidos son aquellos costos a los que una empresa se ha comprometido y son costos inevitables o irre recuperables. Los costos hundidos están excluidos de las decisiones comerciales futuras.

### Costos controlables

Los costos controlables son los gastos que los administradores tienen control y tienen el poder de aumentar o disminuir. Los costos controlables se consideran así cuando la decisión de asumir el costo la toma una sola persona. Algunos ejemplos comunes de costos controlables son los suministros de oficina, los gastos de publicidad, las bonificaciones para empleados y las donaciones caritativas. Los costos controlables se clasifican como costos a corto plazo, ya que se pueden ajustar rápidamente (Ancalle, 2016)

La línea de fondo

La contabilidad de costos busca evaluar los diferentes costos de una empresa y cómo afectan las operaciones, los costos, la eficiencia y las ganancias. La evaluación individual de la estructura de costos de una empresa permite a la administración mejorar la forma en que administra su negocio y, por lo tanto, mejorar el valor de la empresa.

#### **2.2.4. Contabilidad de costos y contabilidad financiera**

Costo vs contabilidad financiera La contabilidad de costos se refiere a la rama de la contabilidad que se ocupa de los costos incurridos en la producción de unidades de una organización. Por otro lado, la contabilidad financiera se refiere a la contabilidad relacionada con el registro de datos financieros de una organización, con el fin de exhibir la posición exacta de la empresa.

La contabilidad de costos genera información para controlar las operaciones, con el objetivo de maximizar el beneficio y la eficiencia de la empresa. Por el contrario, la contabilidad financiera comprueba los resultados financieros del período contable y la posición de los activos y pasivos en el último día del período. No hay comparación entre estos dos porque son igualmente importantes para los usuarios (Arturo, Ernesto, & Javier, 2017)

La contabilidad de costos es el campo de la contabilidad que se utiliza para registrar, resumir e informar la información de costos de forma periódica. Su función principal es conocer y controlar los costos. Ayuda a los usuarios de los datos de costos a tomar decisiones sobre la determinación del precio de venta, control de costos, proyección de planes y acciones, medición de la eficiencia de la mano de obra, etc.

La contabilidad de costos se suma a la efectividad de la contabilidad financiera al proporcionar información relevante que, en última instancia, resulta en un buen proceso de toma de decisiones de la organización. Rastrea el costo incurrido en cada nivel de producción, es



decir, desde la entrada del material hasta la salida producida, se registran todos y cada uno de los costos. Hay dos tipos de sistemas de contabilidad de costos, estos son:

- Sistema de contabilidad no integrado: El sistema de contabilidad en el que se mantiene un juego de libros separado para la información de costos.
- Sistema de contabilidad integrado: el sistema de contabilidad en el que los datos financieros y de costos se mantienen en un solo juego de libros.

La Contabilidad Financiera es la rama de la contabilidad, que mantiene el registro completo de todas las transacciones monetarias de la entidad y las reporta al final del período financiero en formatos adecuados que aumentan la legibilidad de los estados financieros entre sus usuarios. Los usuarios de la información financiera son muchos, es decir, desde la administración interna hasta las partes externas.

La preparación de estados financieros es el principal objetivo de la contabilidad financiera de una manera específica para un período contable particular de una entidad. Incluye estado de resultados, balance general y estado de flujo de efectivo que ayuda a rastrear el desempeño, la rentabilidad y el estado financiero de una organización durante un período (Acosta, Rozas, & Silva, 2017)

Las siguientes son las principales diferencias entre la contabilidad de costos y la contabilidad financiera:

- La contabilidad de costos tiene como objetivo mantener registros de costos de una organización. La contabilidad financiera tiene como objetivo mantener todos los datos financieros de una organización.
- Contabilidad de costos Registra los costos históricos y determinados. Por el contrario, la Contabilidad financiera registra solo los costos históricos.
- Los usuarios de la contabilidad de costos se limitan a la gestión interna de la entidad, mientras que los usuarios de la contabilidad financiera son tanto internos como externos.

- En el costo, el stock contable se valora al costo, mientras que en la contabilidad financiera, el stock se valora al menor de los dos, es decir, el costo o el valor realizable neto.

La contabilidad de costos es obligatoria solo para la organización que se dedica a las actividades de fabricación y producción. Por otro lado, la Contabilidad Financiera es obligatoria para todas las organizaciones, así como el cumplimiento de las disposiciones de la Ley de Sociedades Anónimas y la Ley del Impuesto sobre la Renta también es imprescindible.

La información de contabilidad de costos se informa periódicamente a intervalos frecuentes, pero la información de contabilidad financiera se informa después de la finalización del año financiero, es decir, generalmente un año.

La información de contabilidad de costos determina las ganancias relacionadas con un producto, trabajo o proceso en particular. A diferencia de la Contabilidad financiera, que determina el beneficio obtenido por toda la organización durante un período determinado.

El propósito de la contabilidad de costos es controlar los costos, pero el propósito de la contabilidad financiera es mantener registros completos de la información financiera, sobre cuya base se pueden realizar informes al final del período contable (Anaguano P. &., 2018)

#### **2.2.4.1. Costeo basado en actividades**

El cálculo de costos basado en actividades (ABC) es un método de cálculo de costos que asigna costos indirectos y generales a productos y servicios relacionados. Este método de contabilización de costos reconoce la relación entre costos, actividades generales y productos manufacturados, asignando costos indirectos a los productos de manera menos arbitraria que los métodos de costos tradicionales. Sin embargo, algunos costos indirectos, como los salarios del personal administrativo y de oficina, son difíciles de asignar a un producto.

El costeo basado en actividades (ABC) se utiliza principalmente en la industria manufacturera, ya que mejora la confiabilidad de los datos de costos, por lo que produce costos

casi reales y clasifica mejor los costos incurridos por la empresa durante su proceso de producción.

Este sistema de cálculo de costes se utiliza en el cálculo de costes objetivo, el cálculo de costes de productos, el análisis de rentabilidad de la línea de productos, el análisis de rentabilidad del cliente y la fijación de precios de servicios. El costeo basado en actividades se utiliza para comprender mejor los costes, lo que permite a las empresas formar una estrategia de precios más adecuada.

La fórmula para el cálculo de costos basado en actividades es el total del grupo de costos dividido por el generador de costos, lo que produce la tasa del generador de costos. La tasa del generador de costos se utiliza en el cálculo de costos basado en actividades para calcular la cantidad de costos indirectos y generales relacionados con una actividad en particular.

El cálculo ABC es el siguiente:

- Identifique todas las actividades necesarias para crear el producto.
- Divida las actividades en grupos de costos, que incluyen todos los costos individuales relacionados con una actividad, como la fabricación. Calcule la sobrecarga total de cada grupo de costos.
- Asigne cada actividad de grupo de costos generadores de costos, como horas o unidades.
- Calcule la tasa de impulsores de costos dividiendo los gastos generales totales en cada grupo de costos por los impulsores de costos totales.
- Divida la sobrecarga total de cada grupo de costos por los generadores de costos totales para obtener la tasa de generadores de costos.
- Multiplique la tasa de impulsores de costos por el número de impulsores de costos.
- El sistema ABC de contabilidad de costos se basa en actividades, que son cualquier evento, unidad de trabajo o tarea con un objetivo específico, como configurar máquinas para la producción, diseñar productos, distribuir productos terminados u operar

máquinas. Las actividades consumen recursos generales y se consideran objetos de costo.

Bajo el sistema ABC, una actividad también puede considerarse como cualquier transacción o evento que genere costos. Un generador de costos, también conocido como impulsor de actividad, se utiliza para referirse a una base de asignación. Los ejemplos de generadores de costos incluyen configuraciones de máquinas, solicitudes de mantenimiento, energía consumida, órdenes de compra, inspecciones de calidad u órdenes de producción.

Hay dos categorías de medidas de actividad: impulsores de transacciones, que implica contar cuántas veces se produce una actividad, y factores de duración, que miden cuánto tiempo tarda en completarse una actividad (Anaguano & German, 2018)

A diferencia de los sistemas tradicionales de medición de costos que dependen del recuento de volumen, como las horas de máquina y / o las horas de mano de obra directa para asignar costos indirectos o generales a los productos, el sistema ABC clasifica cinco niveles amplios de actividad que, hasta cierto punto, no están relacionados con cómo se producen muchas unidades. Estos niveles incluyen actividad a nivel de lote, actividad a nivel de unidad, actividad a nivel de cliente, actividad de mantenimiento de la organización y actividad a nivel de producto.

### **Beneficios del costeo basado en actividades (ABC)**

El costeo basado en actividades (ABC) mejora el proceso de costeo de tres formas. En primer lugar, amplía la cantidad de grupos de costos que se pueden utilizar para reunir los costos generales. En lugar de acumular todos los costos en un grupo para toda la empresa, agrupa los costos por actividad.

En segundo lugar, crea nuevas bases para asignar costos generales a los artículos, de manera que los costos se asignan en función de las actividades que generan costos en lugar de en medidas de volumen, como horas de máquina o costos laborales directos.

Finalmente, ABC altera la naturaleza de varios costos indirectos, haciendo que los costos que antes se consideraban indirectos, como la depreciación, los servicios públicos o los salarios, sean atribuibles a ciertas actividades. Alternativamente, ABC transfiere los costos generales de los productos de alto volumen a los productos de bajo volumen, aumentando el costo unitario de los productos de bajo volumen (Alvarez & Harven, 2018)

#### **2.2.4.2. Contabilidad Lean**

Lean es, ante todo, una estrategia empresarial basada en 5 principios: creación de valor para el cliente; organizar el negocio en torno a sus flujos de valor; creando flujo y atracción; empoderamiento de los empleados y mejora continua. El impacto de estos principios crea cambios en toda la organización y todo el negocio debe estar alineado para ejecutar la estrategia.

Las empresas utilizan su sistema de contabilidad de gestión para alinear la estrategia de la empresa con su modelo de negocio de prácticas operativas proporcionando datos relevantes a todos los niveles de gestión para la toma de decisiones y el análisis financiero.

Lean Accounting es el sistema de contabilidad de gestión para una organización esbelta. Proporciona la información financiera y no financiera relevante necesaria para ejecutar la estrategia lean e impulsar el éxito financiero.

Lean es una estrategia empresarial multifacética, con un enfoque principal en los empleados y el aprendizaje. Mediante el uso de diversas herramientas, prácticas y métodos lean, los empleados aprenden a dominar su trabajo, a resolver los problemas correctos y a ayudar a una organización a aprender cómo hacer las cosas mañana que no puede hacer hoy. Es por eso que siempre debemos hablar de "pensamiento lean" en lugar de "hacer lean" (Anaguano & German, 2018)

Lean también cambia la forma en que una organización piensa sobre cómo ganar dinero. El impacto financiero de una estrategia lean es bien conocido; todo lo que tenemos que hacer es observar las muchas empresas que han tenido éxito en sus transformaciones. Sabemos que enfocar una organización en el valor del cliente resultará en un crecimiento de los ingresos, y que la implementación de herramientas y técnicas lean que crean flujo y eliminan el desperdicio resultará en una mejor gestión de costos. Éstos son los aspectos económicos de lean.

Pero antes de que aparezca algo de eso, debe ocurrir un cambio fundamental en qué y cómo una organización se mide operativamente y financieramente. La gestión financiera debe estar alineada con la economía de lean, y de eso se trata la contabilidad lean.

Para lograr el éxito, una organización esbelta debe desarrollar una función contable eficaz y eficiente que complemente su sistema de contabilidad financiera para proporcionar una base de conocimientos para tomar decisiones sobre el futuro de manera eficaz (esto es fundamental porque el enfoque de la contabilidad financiera está en la actividad pasada). La contabilidad ajustada pone la información relevante a disposición de los tomadores de decisiones de manera oportuna (Ancalle, 2016)

En un contexto más amplio, la contabilidad ajustada es un sistema de aprendizaje financiero para toda la organización, no solo para la función contable. Debido a que la economía de lean cambia las relaciones entre las operaciones y los números financieros, toda la empresa debe aprender las nuevas relaciones e incorporar el contexto dinámico de estas relaciones en su análisis financiero.

Ahora, aquí está el desafío: el impacto financiero de lean no es directo ni inmediato, lo que contradice el pensamiento financiero empresarial tradicional a corto plazo. Una organización esbelta considera que los empleados y el tiempo son sus dos activos más importantes. Ayudar

a los empleados a aprender cómo utilizar mejor el tiempo de una organización para ofrecer valor a los clientes es una estrategia a largo plazo.

Esto se logra mediante la mejora continua, que centra la atención de los empleados en maximizar las actividades de valor agregado y eliminar las actividades sin valor. La contabilidad ajustada utiliza esta información para calcular la capacidad del flujo de valor e incorporar el impacto de la capacidad en todos los análisis financieros.

La gestión financiera interna en una organización ajustada debe centrarse en el flujo de dinero, en lugar de en los resultados financieros informados externamente. Los resultados financieros externos pueden verse afectados por el cumplimiento de los requisitos de informes contables, que la mayoría de las personas en una empresa no comprenden. Al enfocar el análisis financiero en el flujo de dinero, todas las funciones en una organización pueden realizar análisis financieros consistentes y confiables que resultarán en un crecimiento financiero a largo plazo (Anaguano & German, 2018)

Todas las funciones en una empresa esbelta deben aprender y comprender el impacto de sus decisiones financieras particulares basadas en las correlaciones entre el desempeño operativo esbelto, la capacidad de recursos y las cifras financieras.

Las empresas lean reconocen que la optimización de todo el flujo de la cadena de valor es el objetivo principal de las prácticas, herramientas y métodos operativos lean, y este objetivo debe tener prioridad sobre todos los objetivos departamentales. Cuando se trata de medir el desempeño operativo, las empresas lean emplean una filosofía diferente a los sistemas de medición tradicionales: entender el presente para cambiar el futuro. Esto constituye la base para realizar mejoras. Mejorar el rendimiento futuro para servir mejor a los clientes requerirá acciones y cambios específicos en las actividades operativas actuales.

Las mediciones tradicionales tienen dos características comunes: se basan en las finanzas y se desarrollan en torno a la estructura vertical de la organización. Las medidas de base

financiera (cualquier número con el signo de dólar delante de ellas) son automáticamente retroactivas.

#### **2.2.4.3. Costos marginales**

El costo marginal representa los costos incrementales incurridos al producir unidades adicionales de un bien o servicio. Se calcula tomando el cambio total en el costo de producir más bienes y dividiéndolo por el cambio en el número de bienes producidos.

Los costos variables habituales incluidos en el cálculo son la mano de obra y los materiales, más los aumentos estimados en los costos fijos (si los hubiera), como los gastos de administración, gastos generales y ventas. La fórmula del costo marginal se puede utilizar en modelos financieros para optimizar la generación de flujo de caja.

En cada nivel de producción y durante cada período de tiempo, los costos de producción pueden aumentar o disminuir, especialmente cuando surge la necesidad de producir más o menos volumen de producción. Si la fabricación de unidades adicionales requiere la contratación de uno o dos trabajadores adicionales y aumenta el costo de compra de las materias primas, se producirá un cambio en el costo total de producción.

Para determinar el cambio en los costos, simplemente deduzca los costos de producción incurridos durante la primera ejecución de salida de los costos de producción en el siguiente lote cuando la producción haya aumentado (Anaguano P. &, 2018)

Es inevitable que el volumen de producción aumente o disminuya con los diferentes niveles de producción. Las cantidades involucradas suelen ser lo suficientemente significativas para evaluar los cambios en el costo. Un aumento o disminución en el volumen de bienes producidos se traduce en costos de bienes fabricados (COGM).



Para determinar los cambios en la cantidad, el número de mercancías fabricadas en la primera ejecución de producción se deduce del volumen de producción realizado en la siguiente ejecución de producción.

El costo marginal se refiere al aumento o disminución del costo de producir una unidad más o atender a un cliente más. También se conoce como costo incremental.

Los costos marginales se basan en los gastos de producción que son variables o directos (mano de obra, materiales y equipos, por ejemplo) y no en los costos fijos que tendrá la empresa, aumente la producción o no. Los costos fijos pueden incluir gastos generales administrativos y esfuerzos de marketing, gastos que son los mismos sin importar cuántas piezas se produzcan.

A menudo se calcula cuando se han producido suficientes artículos para cubrir los costos fijos y la producción está en un punto de equilibrio, donde los únicos gastos en el futuro son los costos variables o directos. Cuando los costos promedio son constantes, a diferencia de las situaciones en las que los costos de los materiales fluctúan debido a problemas de escasez, el costo marginal suele ser el mismo que el costo promedio

El cálculo del costo marginal ayuda a una empresa a determinar el punto en el que el aumento de la cantidad de artículos producidos aumentará el costo promedio. Los costos pueden aumentar cuando aumenta el volumen si la empresa necesita agregar equipos, mudarse a una instalación más grande o tiene dificultades para encontrar un proveedor que pueda proporcionar suficientes materiales.

Por ejemplo, si una empresa puede producir 200 unidades a un costo total de \$ 2000 y producir 201 cuesta \$ 2020, el costo promedio por unidad es \$ 10 y el costo marginal de la unidad 201 es \$ 20 (Villegas, 2018)

Esta es la fórmula para calcular el costo marginal: Divida el cambio en los costos totales por el cambio en la cantidad. Usando el ejemplo anterior, el cambio en el costo es 20 y el cambio en la cantidad es 1. 20 dividido por 1 es igual a 20.

Cuando se representa en un gráfico, el costo marginal tiende a seguir una forma de U. Los costos comienzan siendo altos hasta que la producción alcanza el punto de equilibrio cuando se cubren los costos fijos. Permanece en ese punto bajo durante un período y luego comienza a aumentar a medida que el aumento de la producción requiere gastar dinero en más empleados, equipos, etc.

Comprender el costo marginal de un producto ayuda a una empresa a evaluar su rentabilidad y a tomar decisiones informadas relacionadas con el producto, incluido el precio.

### **2.2.5. Historia de la contabilidad de costos**

La contabilidad de costos no es un concepto nuevo. Ha existido durante años. Es la manera perfecta para que todas las empresas y organizaciones realicen un seguimiento de sus actividades y costos. Es un compañero muy ventajoso de la contabilidad financiera tradicional. Aprendamos un poco más sobre la evolución y la historia de la contabilidad de costos.

La era de la revolución industrial resultó en la primera ola de grandes empresas y organizaciones. Entonces estas organizaciones eran más complejas y dinámicas. Esto es lo que llevó a la invención de lo que ahora es el proceso moderno de contabilidad de costos en uso.

Por tanto, el origen y la evolución de la contabilidad de costes se remontan a la revolución industrial. La idea era ayudar a los empresarios a registrar y realizar un seguimiento de sus costos y gastos (Viena, 2018)

Antes de la edad de oro de la industrialización, la mayoría de los gastos de estos negocios son lo que categorizaríamos como costos variables. Costos relacionados con mano de obra, materiales y otros costos variables similares.

Sin embargo, cuando la industrialización despegó, estas empresas tenían más "costos fijos". Estos son costos que no están directamente relacionados con la producción de bienes o servicios. Algunos ejemplos de costos fijos son el alquiler, la depreciación, los costos de almacenamiento, etc.

A medida que se desarrollaban los ferrocarriles, la industria del acero y otras industrias tan grandes, la comprensión de los costos fijos se volvió importante. Asignarlos se volvió importante para los gerentes y propietarios para la toma de decisiones, los precios y el desarrollo de productos. Y este fue el origen de la contabilidad de costes moderna.

El entorno de una empresa en el mundo moderno es muy complejo y dinámico. Una empresa tiene que navegar por muchos factores complejos, como la competencia, los nuevos participantes, los riesgos, la incertidumbre, etc.

Esto hace que la operación y expansión de estas empresas sea mucho más compleja y difícil. Este no era el caso antes de la industrialización, cuando las empresas eran pequeñas y se encontraban en un entorno relativamente más simple (Urbina, Tipanluisa, Portilla, & Cotacahi, 2017)

La contabilidad financiera tradicional por sí sola no es suficiente para la gestión eficaz de organizaciones medianas y grandes. Entonces, con el tiempo, hubo el origen y la evolución de una rama de la contabilidad financiera: el proceso de contabilidad de costos.

Y luego, durante las últimas décadas, la contabilidad de costos ha experimentado una rápida evolución y crecimiento en el mundo empresarial. Se desarrollaron nuevos procedimientos y técnicas para perfeccionar aún más el proceso de contabilidad de costos.

La idea detrás del desarrollo de la contabilidad de costos fue negar las limitaciones del sistema contable tradicional. Por lo tanto, la contabilidad de costos ayudará a la organización a controlar los costos y maximizar la eficiencia, algo que la contabilidad financiera no puede ofrecer.

Con el tiempo, estos métodos científicos llevaron a la formación de estándares. Estos estándares de contabilidad de costos tienen como objetivo la uniformidad de métodos en una industria o una economía. Y con el tiempo se desarrolló la auditoría de costos, para revisar y examinar los registros contables de costos (Villegas, 2018)

#### **2.2.6. Interconexión entre desarrollo económico y seguridad vial.**

Los países de ingresos bajos y medianos (LMIC) soportan una carga desproporcionada de muerte y discapacidad causada por accidentes de tránsito (RTC). Los RTC matan a 1,2 millones de personas en todo el mundo cada año y se espera que aumenten en un 65% con respecto a los durante los próximos 20 años si no disminuye.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) predice que para 2030, las lesiones por CRT se convertirán en la quinta causa principal de muerte en todo el mundo, en comparación con la novena en 2004.

Es importante determinar si las muertes por CRT son un desafortunado accidente no intencionado consecuencia, inevitable en un país con una economía en rápido desarrollo. Si las muertes de RTC se deben directamente a aspectos del desarrollo económico, entonces los programas de seguridad vial pueden priorizar la modificación de los factores de riesgo y la expansión de los programas en los países en desarrollo junto con sus economías y sistemas de carreteras.

La relación entre desarrollo económico y accidentes de tránsito es compleja. Los estudios en 41 de 88 países que compararon las tendencias de mortalidad por CRT con medidas de desarrollo económico encontraron asociaciones positivas. En términos absolutos, los países de ingresos medianos tenían las tasas de mortalidad más altas, pero cuando se ajustaban por el número de vehículos de motor, los países más pobres mostraron las tasas más altas de mortalidad por accidentes de tránsito (Anaguano P. &., 2018)

La OMS y otras organizaciones han enfatizado la importante contribución del desarrollo económico a la movilidad, el aumento de la motorización y la propiedad de vehículos, el aumento de las millas recorridas por vehículos y, por lo tanto, una mayor exposición al riesgo.

En muchos países de ingresos bajos y medios, los nuevos Se construyeron carreteras de alta velocidad para dar cabida al comercio en expansión. La rápida urbanización y el aumento de los viajes entre las zonas urbanas y rurales, especialmente en épocas de vacaciones, han contribuido a aumentar el tráfico sin sistemas de seguridad vial con recursos proporcionales.

Los países con mayor desarrollo económico, en cambio, tienden a tener nuevos y existentes carreteras equipadas con sistemas de seguridad vial, mejor transporte público, regulación más eficiente, mayor responsabilidad ante las autoridades públicas por la aplicación de la ley y campañas de educación pública sobre seguridad vial; esto, en última instancia, tiene el potencial de conferir un beneficio protector.

#### **2.2.7. Beneficios del buen sistema de carretera**

Un sistema de carreteras bien diseñado mejorará el precio general de la propiedad (práctica de valor agregado), mejorará el éxito de la caza, disminuirá el tiempo de venta, disminuirá el desgaste del equipo, hará que la propiedad sea más segura y ayudará con el control de incendios (Arenas & Marino, 2016)

Cuantas más carreteras tenga una propiedad, más fácil será para los propietarios y posibles compradores moverse. Las carreteras también pueden funcionar como cortafuegos, lo que reduce el riesgo y la responsabilidad durante las quemaduras controladas o en caso de un incendio forestal. Además, los automóviles, camiones, vehículos todo terreno y equipos agrícolas no se estropearán tanto porque se conducirán por carreteras de calidad en lugar de caminos difíciles.

En el caso de vender terrenos, los propietarios deben tener en cuenta cómo los compradores pretenden utilizar la propiedad. Por ejemplo, algunos están interesados en la tierra para fines recreativos, mientras que otros se centran más en inversiones agrícolas. En cualquier caso, un buen sistema de carreteras puede aumentar el acceso a los viajes y beneficiar a múltiples tipos de compradores.

Para fines recreativos, el acceso a todos los puntos de la propiedad es fundamental para obtener un precio máximo. A los compradores recreativos les gusta tener muchos caminos, ya sea para cazar, andar en vehículos todo terreno, caminar, montar a caballo, etc. Más caminos le dan al propietario la capacidad de moverse por la propiedad de una manera que hace que la propiedad se sienta más grande de lo que es (Acosta, Rozas, & Silva, 2017)

#### **2.2.8. Diseño de carreteras**

El diseño geométrico de carreteras es la rama de la ingeniería de carreteras que se ocupa del posicionamiento de los elementos físicos de la carretera de acuerdo con las normas y restricciones. Los objetivos básicos del diseño geométrico son optimizar la eficiencia y la seguridad al tiempo que se minimizan los costos y los daños ambientales.

El diseño geométrico también afecta a un quinto objetivo emergente llamado "habitabilidad", que se define como el diseño de carreteras para fomentar objetivos comunitarios más amplios, incluido el acceso a empleos, escuelas, negocios y residencias, acomodar una variedad de modos de viaje como caminar, andar en bicicleta, tránsito y automóviles, y minimizando el uso de combustible, las emisiones y el daño ambiental.

El diseño de carreteras geométricas se puede dividir en tres partes principales: alineación, perfil y sección transversal. Combinados, proporcionan un diseño tridimensional para una calzada. La alineación es la ruta de la carretera, definida como una serie de tangentes y curvas horizontales. El perfil es el aspecto vertical de la carretera, incluidas las curvas de cresta y pandeo, y las líneas rectas que las conectan.

La sección transversal muestra la posición y el número de carriles y aceras para vehículos y bicicletas, junto con su pendiente transversal o peralte. Las secciones transversales también muestran características de drenaje, estructura del pavimento y otros elementos fuera de la categoría de diseño geométrico.

Las carreteras se diseñan en conjunto con las pautas y estándares de diseño. Estos son adoptados por autoridades nacionales y subnacionales (por ejemplo, estados, provincias, territorios y municipios). Las pautas de diseño tienen en cuenta la velocidad, el tipo de vehículo, la pendiente de la carretera, las obstrucciones de visibilidad y la distancia de frenado.

Con la aplicación adecuada de las pautas, junto con un buen criterio de ingeniería, un ingeniero puede diseñar una carretera que sea cómoda, segura y atractiva a la vista (Anaguano P. &, 2018)

El perfil de una carretera consta de pendientes de la carretera, llamadas pendientes, conectadas por curvas verticales parabólicas. Las curvas verticales se utilizan para proporcionar un cambio gradual de una pendiente de carretera a otra, de modo que los vehículos puedan navegar sin problemas por los cambios de pendiente a medida que viajan.

Las curvas verticales sag son aquellas que tienen una pendiente tangente al final de la curva que es más alta que la del comienzo de la curva. Al conducir en una carretera, una curva de hundimiento aparecería como un valle, con el vehículo primero yendo cuesta abajo antes de llegar al final de la curva y continuando cuesta arriba o nivelado.

Las curvas verticales de cresta son aquellas que tienen una pendiente tangente al final de la curva que es menor que la del inicio de la curva. Al conducir en una curva de cresta, la carretera aparece como una colina, con el vehículo primero subiendo antes de llegar a la cima de la curva y continuar cuesta abajo.

### **2.2.9. Perfil de carreteras**

La carretera es la fuente de excitación más intensa del vehículo. El comportamiento dinámico vertical del vehículo (oscilaciones) depende de una serie de factores, la mayoría relacionados con la vía: longitud, altura, forma, frecuencia de irregularidades, etc., y de la velocidad del vehículo. Además, los parámetros del chasis tienen una gran influencia en la dinámica vertical del vehículo (Barandiarán & Calderón, 2018)

Cada camino tiene un perfil de irregularidades (pequeñas subidas y bajadas), que pueden ser periódicas o aleatorias (estocásticas). La mayoría de las carreteras reales tienen un perfil aleatorio o irregularidades. Para el estudio de la dinámica vertical, podemos simplemente el perfil de la carretera para que coincida con una señal sinusoidal o una señal periódica.

Con Xcos (de Scilab) podemos diseñar un modelo que genere el perfil sinusoidal de la carretera. La salida (perfil de altura de la carretera en el tiempo) se puede utilizar para modelos matemáticos de un cuarto de automóvil, para simular las oscilaciones de la rueda y el chasis para una entrada de carretera sinusoidal.

El tiempo ( $t$ ) se genera con un bloque de tiempo. Para la frecuencia angular ( $\omega$ ) usamos un bloque de ganancia, con el parámetro establecido en 1. El valor se puede reemplazar con una función que tenga en cuenta la longitud de la irregularidad ( $L$ ) y la velocidad del vehículo ( $v$ ). La amplitud ( $h_0$ ) se establece en una constante de 0,02 m, también dentro de un bloque de ganancia (Cantos, 2018)

### **2.2.10. Curvas caídas**

Las curvas verticales de hundimiento son curvas que conectan pendientes descendentes, formando un cuenco o un hundimiento. Diseñarlos es muy similar al diseño de curvas verticales de cresta. Una vez más, la distancia visual es el parámetro que normalmente se emplea para encontrar la longitud de la curva.



Sin embargo, al diseñar una curva vertical hundida, el ingeniero debe prestar especial atención a la comodidad de los conductores. Las curvas verticales hundidas se caracterizan por un cambio positivo en la pendiente, lo que significa que los vehículos que viajan sobre curvas verticales hundidas se aceleran hacia arriba.

Debido a la inercia del cuerpo del conductor, esta aceleración hacia arriba se siente como un empujón hacia abajo. Cuando este empuje y la gravedad percibidos se combinan, los conductores pueden experimentar incomodidad.

La longitud de las curvas verticales de pandeo, que es el único parámetro que necesitamos para el diseño, se determina considerando el drenaje, la comodidad del conductor, la estética y la distancia visual. Una vez más, las preocupaciones sobre la estética y la comodidad del conductor normalmente se resuelven automáticamente cuando la curva se diseña teniendo en cuenta la distancia visual adecuada.

La comodidad del conductor, por ejemplo, requiere una longitud de curva que sea aproximadamente el 50% de la longitud de la curva requerida para la distancia visual. El drenaje puede ser un problema si la curva es bastante larga y plana, o si el hundimiento está dentro de un corte. Para obtener más información sobre estas preocupaciones secundarias, consulte los manuales de diseño locales (Ancalle, 2016)

La teoría detrás de los cálculos de la distancia visual para las curvas verticales de hundimiento es solo ligeramente diferente de la de las curvas verticales de cresta. Las curvas verticales hundidas normalmente presentan a los conductores con una vista dominante de la carretera durante las horas del día, pero desafortunadamente, truncan la extensión hacia adelante de los faros del conductor durante la noche.

Debido a que la distancia visual está restringida después del anochecer, los haces de los faros son el foco de los cálculos de la distancia visual. Para los cálculos de distancia visual, normalmente se supone una divergencia hacia arriba.

Además, se supone que los faros del vehículo se encuentran a 2 pies por encima de la superficie de la carretera. Al igual que con las curvas verticales de cresta, estos supuestos conducen a dos configuraciones posibles, una en la que la distancia visual es mayor que la longitud de la curva y otra en la que ocurre lo contrario.

#### **2.2.11. Curvas de cresta**

Las espirales son curvas que se utilizan para hacer la transición entre una curva circular con un radio y un grado de curvatura específicos y una tangente recta (cuyo radio es infinito). El término espiral es intercambiable con servidumbre o curva de transición. El radio y la nitidez de una curva en espiral aumentan uniformemente a lo largo de su longitud. La longitud y el grado de curvatura de una curva en espiral se basan en la velocidad anticipada del tráfico y la nitidez de la curva circular que la espiral debe encontrar.

Por ejemplo, para 70 [millas por hora] [113 kilómetros por hora], se necesita una espiral de 400 [pies] [122 metros] para conectar una curva circular de 4 grados con una tangente. La nitidez de la espiral aumentará 1 grado por cada 100 [pies]. A 100 [pies] a lo largo de la espiral, tendrá el mismo radio que una curva de 1 grado; a 200 [pies], su radio es el de una curva de 2 grados; a 400 [pies] (Calleja, 2016)

Tanto la espiral como la curva circular tienen el mismo radio y 4 grados de nitidez. Si uno diseñara para encontrar una curva circular de cuatro grados para una velocidad más lenta, la longitud de la espiral sería menor y su grado de nitidez sería mayor. Los autores de los manuales de ingeniería ferroviaria y posteriores ingenieros de los departamentos de carreteras desarrollaron tablas de estándares de diseño para facilitar la aplicación de curvas espirales.

Las curvas en espiral permiten que los vagones de ferrocarril sigan una curva simple sin descarrilarse. En combinación con el peralte o elevación del riel exterior, las curvas en espiral ayudan a contrarrestar la fuerza centrífuga. Tanto las espirales como el peralte se calcularon cuidadosamente para situaciones específicas.

En la actualidad, pocos ferrocarriles, si es que hay alguno, no tienen curvas en espiral, por lo que no es posible experimentar las sacudidas y sacudidas y los cambios de velocidad asociados con las conexiones abruptas de curvas tangentes. Sin embargo, es posible que haya tenido la oportunidad de experimentar tales conexiones mientras conduce. Si ha conducido por una carretera con secciones rectas o tangentes conectadas a curvas cerradas, habrá notado una amenaza para su equilibrio y la estabilidad del automóvil al dar la vuelta a la curva.

La fuerza centrífuga es más fuerte en el centro de una curva donde el vehículo puede desviarse del carril, creando un peligro de conducción. Las curvas en espiral facilitan la transición a la curva y ayudan a limitar la duración del impacto total de la fuerza centrífuga.

Otro peligro de seguridad ocurre cuando las ruedas funcionan en diferentes ángulos con respecto al eje del vagón de ferrocarril. "En una curva, los bogies (un grupo de cuatro ruedas) de un automóvil forman un ángulo con el eje del automóvil". El cambio de una vía recta a una curvatura completa tuvo que realizarse en poco tiempo: el tiempo necesario para recorrer la longitud de la distancia entre ejes del camión (Bonilla, Rosales, & Badillo, 2018)

Para un tren de alta velocidad, esto sería solo una fracción de segundo. En una curva de transición, este cambio de posición se logra gradualmente y sin sacudidas". Cuanto mayor sea la velocidad del tren, mayor será el peligro de vuelco en la unión de la tangente y la curva simple.

La preocupación por los costos impulsó la adopción de la curva en espiral y el ajuste correspondiente del riel exterior. Los desarrolladores y operadores de ferrocarriles (principalmente empresarios privados) deseaban minimizar los costos de construcción y operación. Les preocupaba el gasto y la demora causados por el desgaste de las ruedas del automóvil al rozar el riel y el descarrilamiento.

Los ingenieros de localización de ferrocarriles realizaron un extenso reconocimiento de campo para seleccionar rutas que proporcionaran el mejor equilibrio entre los costos de

construcción y operación. El mayor gasto de construir una ruta más larga pero más nivelada se justificó como una inversión que pronto valdría la pena.

Las ruedas del tren durarían más y los coches evitarían los baches y los posibles descarrilamientos. Otra ventaja muy importante era que los trenes podían viajar a una velocidad más constante. Como "el tiempo es dinero", esto se convirtió en un argumento importante para emplear la curva en espiral.

Aunque la comodidad era secundaria a la economía como una razón para usar curvas en espiral, la comodidad mejorada condujo a un mayor viaje de pasajeros y una mayor rentabilidad (Carballo & Guelmes, 2016)

#### **2.2.12. Alineación**

La alineación de carreteras es la posición ocupada por la línea central de una carretera en el plano. La línea central de la carretera está marcada antes de su construcción real. El costo de construcción, la seguridad del mantenimiento y la facilidad de desplazamiento dependen de su alineación. Por lo tanto, la alineación de la carretera debe seleccionarse con cuidado.

Los objetos básicos de la alineación de carreteras son los siguientes:

1. La alineación de la carretera debe ser lo más corta posible para proporcionar economía en el costo de construcción.
2. La alineación debe ser lo más recta posible, lo que asegura una mayor velocidad al tráfico y un menor costo de construcción.
3. La alineación debe ser fácil para las operaciones de construcción, mantenimiento y tráfico.
4. La alineación debe cruzar las líneas ferroviarias y otras carreteras y el puente en ángulo recto.
5. Debe atravesar ríos, canales o arroyos, etc. un lugar donde su ancho sea mínimo.

6. La alineación sirve a la población máxima que conecta ciudades intermedias importantes y grupos de aldeas.

7. La alineación debe atravesar regiones de belleza y paisajes naturales.

8. La alineación debe ser tal que cruce el número mínimo de puentes, cruces, alcantarillas y terraplenes.

9. Debe proporcionar curvas suaves y gradientes fáciles.

10. Debe ser tal que se realice un movimiento de tierra mínimo en terraplén o corte.

### **2.2.13. Seguridad Vial**

En todo el mundo, los traumatismos causados por el tránsito se cobran más de 1,2 millones de vidas cada año y son las principales causas de muerte entre los jóvenes de entre 15 y 29 años. Estas muertes tienen un gran impacto en la salud y el desarrollo y representan una carga económica en todos los países.

En las Américas, 154.089 personas murieron a causa del tráfico en 2013, aproximadamente el 12% de las muertes por accidentes de tráfico en el mundo. Esta cifra representa un aumento del 3% en las muertes por accidentes de tránsito en la Región, frente a 149.357 muertes en 2010 (Acosta, Rozas, & Silva, 2017)

La tasa de mortalidad por accidentes de tránsito en la Región es de 15,9 por 100.000 habitantes. Estas muertes no se distribuyen por igual de un país a otro; además, la distribución de las defunciones no es coherente con el nivel de ingresos. Los usuarios vulnerables de la vía (peatones, ciclistas y motociclistas) representan casi la mitad (45%) de todas las muertes por accidentes de tránsito en la Región. En 2013, los ciclistas, motociclistas y peatones representaron el 3%, 20% y 22% de todas las muertes por accidentes de tránsito, respectivamente.

Para hacer frente a los traumatismos causados por el tránsito, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha adoptado el Plan de acción para la seguridad vial y está trabajando con

los Estados Miembros en la implementación y plena aplicación de la legislación para regular la cultura y el comportamiento de los usuarios de las carreteras y reducir los factores de riesgo (conducción, velocidad y alcohol) y mejorar los factores de protección (uso de cascos, cinturones de seguridad y sistemas de retención infantil).

#### **2.2.14. Tránsito vehicular**

La urbanización causa muchos problemas a la movilidad humana, ya que las personas que viven en las ciudades tienden a incrementar el flujo vehicular. La infraestructura vial de la ciudad no aumenta más rápido que el número de vehículos, lo que provoca congestión del tráfico en los densos centros urbanos.

Además de los retrasos en los viajes, la congestión del tráfico vehicular genera problemas graves para los seres humanos (p. Ej., Problemas de salud debido al estrés), para el planeta (p. Ej., Aumento de la contaminación) y para la economía (p. Ej., Desperdicio de una gran cantidad de dinero debido a tiempo pasado en embotellamientos).

Con el fin de mejorar el flujo de tráfico vehicular en áreas urbanas densas, este trabajo presenta un nuevo Servicio de Gestión de Tráfico Vehicular basado en la teoría de Ingeniería de Tráfico, llamado Re-RouTE. El servicio Re-RouTE se basa en la densidad de vehículos en las carreteras y aplica el modelo de ingeniería de tráfico macroscópico de densidad de flujo para identificar rutas congestionadas (Anaguano P. &., 2018)

Las carreteras se representan mediante un gráfico ponderado, que luego se utiliza para descubrir rutas sin atascos y con un pequeño aumento en la distancia de viaje. El objetivo principal de Re-Route es reducir los atascos de tráfico al tiempo que aumenta el flujo de tráfico vehicular global de la red de carreteras.

Además, el servicio se diseñó para reducir los atascos de tráfico en lugar de trasladarlos a una carretera / área diferente. Los resultados de la simulación muestran la capacidad de Re-

RouTE para mejorar el tiempo de viaje, la distancia de viaje, la velocidad y la cantidad de mensajes transmitidos en comparación con una solución de literatura.

### **2.2.15. Índice de suficiencia Vial**

Índica el nivel de servicio de la red vial en una superficie. - Combinación de la densidad vial con la presencia de la población. - Mide la Justificación de la longitud vial construida en el territorio. - Áreas por debajo del valor medio del índice de Engel se considera áreas críticas. - A menor valor menor capacidad de infraestructura vial o zonas relativamente saturadas; mayores valores mayor capacidad de garantizar la circulación o intercambio de bienes de acuerdo a la población y superficie involucrada. Se sugiere clasificar en 3 a 5 intervalos de clase: 1. Zonas con infraestructura saturada (valores más bajos) 2. Zonas con infraestructura vial relativamente saturada (valores medios) 3. Zonas sin saturación vial (valores altos).

En una era de recesión económica, los operadores intentan desarrollar e implementar políticas y acciones operativas y de mantenimiento "óptimas" para gestionar con un entorno económico limitado. De hecho, mientras las necesidades de los usuarios de las carreteras aumentan y las infraestructuras viales se degradan, la disponibilidad de recursos disminuye. Estas condiciones conflictivas las enfrentan comúnmente las agencias viales, cuya tarea de mantener una red vial eficiente a menudo se convierte en un desafío (Arturo, Ernesto, & Javier, 2017)

En este contexto, el concepto de gestión vial eficiente se ha introducido en las últimas dos décadas como el “proceso de mantenimiento y mejora de la red vial existente para permitir su uso continuo por el tráfico de manera eficiente y segura, normalmente de una manera que sea efectiva y ambientalmente”. Sensible; un proceso que intenta optimizar el rendimiento general de la red de carreteras a lo largo del tiempo”.

La evaluación del desempeño se encuentra comúnmente en una serie de actividades y procesos relacionados con la ingeniería, la economía, la salud, etc. Su definición en este contexto es sencilla, en el sentido de que el desempeño se refiere esencialmente a cuán

exitosamente funciona una tarea, sistema u operación. Desde esta perspectiva, la medición del desempeño es una tarea necesaria para evaluar y mejorar las características y operaciones de un sistema, proceso o infraestructura.

“La medición del desempeño es un proceso de evaluación del progreso hacia el logro de objetivos predeterminados, incluida información sobre la eficiencia con la que los recursos se transforman en bienes y servicios (productos), la calidad de esos productos (qué tan bien se entregan a los clientes y en qué medida los clientes están satisfechos) y los resultados (los resultados de una actividad del programa en comparación con su propósito previsto), y la eficacia de las operaciones gubernamentales en términos de sus contribuciones específicas a los objetivos del programa " (Bahos, Molano, Miramá, & Hernández, 2016)

En el sector de las carreteras, el rendimiento se puede medir desde varias perspectivas diferentes y por varias razones. Evaluar las condiciones actuales y futuras de las infraestructuras viales. Evaluar la eficiencia de la agencia vial con respecto a los servicios prestados, la productividad, la protección del medio ambiente, la rentabilidad, etc.

De hecho, el sector de las carreteras involucra a una serie de partes interesadas diferentes, a menudo con intereses y expectativas contradictorios. Esto lleva a la necesidad de evaluar y medir diversas dimensiones del desempeño en esta área.

- Los proveedores de redes de carreteras (administradores de carreteras) desempeñan un papel fundamental en la medición del rendimiento y la explotación de los hallazgos relevantes. La medición del desempeño abarca tres preguntas que se espera sean respondidas por los administradores de carreteras:
- ¿Están haciendo lo correcto la administración vial? (esto se denomina con frecuencia eficacia en la literatura sobre medición del desempeño)
- ¿Están haciendo bien las cosas la administración vial? (denominada eficiencia)
- ¿Qué factores externos y en qué medida afectan el sector vial?



Las autoridades viales son aquellas que establecen “metas” para la gestión de la red vial; estos objetivos están motivados por los requisitos planteados por todos los interesados. Dado que las “metas” definen un estado generalizado e ideal para la red vial, los “objetivos” se introducen en un esfuerzo por materializar un curso de acción para alcanzarlos.

El logro de los objetivos se compara con los "estándares"; tanto los objetivos como los estándares están representados a través de medidas de desempeño, los objetivos establecidos deben considerar los intereses de todas las partes interesadas, ser cuantificables en forma de medidas de desempeño y estar relacionados con metas de implementación alcanzables (Arenas & Marino, 2016)

Las autoridades de la red de carreteras recopilan y conservan amplios conjuntos de datos relacionados con sus servicios y el ciclo de vida de sus infraestructuras. Sin embargo, es importante señalar que la recopilación, el análisis, el perfeccionamiento y la presentación adecuados de esos datos es un requisito previo para usarlos y para informar adecuadamente a una audiencia más amplia.

Como tal, se requiere el desarrollo de medidas (o indicadores) de desempeño apropiados para vincular los datos de transporte e infraestructura para la gestión de carreteras. La OCDE define los indicadores de desempeño de la siguiente manera:

Una herramienta que permite:

La efectividad de una operación u organización a medir; o, Un resultado logrado para ser medido o evaluado en relación con un conjunto de objetivos.

Los objetivos relacionados con la introducción de indicadores de desempeño pueden ser los siguientes:

- Evaluación del estado físico, con respecto al nivel de servicio ofrecido, integridad estructural y provisión de seguridad de las infraestructuras

- Soporte en la gestión de la red vial en términos de toma de decisiones para inversiones, gastos y operaciones
- Diagnóstico de elementos críticos de la red con respecto al deterioro y remediación  
Acción relacionada con la toma de decisiones.
- Seguimiento y monitoreo de políticas con respecto a su efectividad y cumplimiento de los objetivos asociados
- Suministro de información a los usuarios y actores del servicio vial
- Asignación óptima de recursos mediante la cuantificación de la eficiencia de las inversiones viales y otras actividades administrativas viales
- Seguimiento de costes (y datos relevantes) con respecto a la construcción y mantenimiento de infraestructuras y equipos viales.

Los indicadores de desempeño se pueden explotar de diversas maneras, incluida la toma de decisiones interna y una mejor comunicación entre las diferentes partes interesadas de la red de carreteras.

#### **2.2.16. Índices de conectividad vial a partir de costos de desplazamiento**

Este índice permite establecer la capacidad de conectarse (intercambiando personas, mercancías, servicios e información) de los asentamientos poblacionales hacia los principales centros poblados por intermedio de infraestructura vial (carreteras). El análisis consiste en hacer un modelado espacial utilizando el análisis de redes en SIG, y tiene como principal objetivo la elaboración de un mapa de costo de conexión, entre los poblados, este costo, estará dado, por el nivel de impedancia de la red vial. La impedancia a su vez, se determinará en base al costo de tiempo para movilizarse por la red y la distancia entre los poblados más cercanos, el tiempo o impedancia, será calculada o ponderada en función de velocidades aproximadas permitidas según las características de la red vial. Podemos hacer el análisis de costos de desplazamiento en formato RASTER o VECTOR en SIG como describimos a continuación:

El análisis, en términos generales, consiste en obtener dos coberturas temáticas, una matriz de impedancia o superficie de costo (raster) de movilización o conectividad, y otra de fuentes o ubicación de los centros poblados (la ubicación de centros poblados actúa como objetivo para el análisis de costos de desplazamiento), y así poder aplicar un sin número de herramientas SIG sobre análisis espacial, para el cálculo de costos por distancias. En nuestro ejemplo la matriz de impedancia ha sido elaborada ponderando las características propias de la red vial terrestre, pudiendo incrementar o variar el análisis con otros tipos de variables o pesos (población, servicios, polos productivos etc.), según las características de los sistemas territoriales que estemos analizando y el resultado que queramos obtener.

Determinación de la Velocidad Aproximada. La Velocidad Aproximada es la utilizada para el análisis de impedancia, esta es igual a la velocidad de diseño menos una penalización en función del estado de la vía. Para asignar un valor de velocidad de diseño según la clase de vía, previamente es necesario realizar una operación espacial (por superposición) en distintas capas temáticas (mapa de pendientes y red vial), del DEM obtenemos el mapa de pendientes del área de análisis. El objetivo de esta operación es obtener el valor medio de pendiente para un tramo de vía determinado, ahora bien, este tramo estará de acuerdo a la topografía del terreno en que estemos trabajando, queda a criterio del analista, pero siempre partiendo de que mientras mayor accidentado es el terreno, mayor será la segmentación de la línea que representa la vía. (Existen algunas herramientas en SIG para realizar esta segmentación sin afectar la forma original de la línea). Cada segmento de línea representara una fila en la tabla de atributos de las vías.

Los índices de conectividad abordan la conectividad de la red de transporte de una comunidad, más comúnmente calles y aceras. Un índice de conectividad es simplemente una unidad de medida, una métrica. El propósito de la evaluación es evaluar una pieza específica (conectividad) de un diseño completo de calles más grandes. Existen varios métodos para medir la conectividad de la calle, pero el modelo más comúnmente aceptado es el cálculo de "Enlaces

y nodos". En última instancia, este análisis aborda la congestión del tráfico y los patrones de viaje en una comunidad.

Desde una postura más proactiva, este enfoque de diseño urbano puede ser promovido por la legislación y los códigos de desarrollo de la ciudad o el condado. Uno de esos enfoques es establecer longitudes máximas de bloque en códigos y ordenanzas de zonificación y subdivisión.

La idea de la conectividad del transporte es simple. Los ciudadanos quieren ir del punto A al punto B, pero su viaje está limitado por las redes de transporte (y las opciones de modo) y la propiedad privada. Las ciudades y los condados juegan un papel fundamental en el diseño y distribución de sus comunidades. Cada vez más, los investigadores y los profesionales del transporte están identificando que la congestión del tráfico suburbano probablemente esté relacionada con la separación de usos (es decir, distritos de zonificación de un solo uso), así como con la subdivisión y el trazado de las calles sin salida de muchas de estas comunidades.

La realidad económica de este diseño de red de transporte es que el mismo número de millas de carril, organizado en un patrón suburbano, ofrece la misma infraestructura, pero menos capacidad que los sistemas tradicionales de calles con cuadrículas.

1. Una evaluación del índice de conectividad de su comunidad actual y existente
2. Reforma legislativa para garantizar que los códigos locales promuevan una mejor conectividad en el futuro
3. Buscar proyectos de inversión en infraestructura de capital que mejoren la conectividad en la comunidad existente.

El valor del tiempo de viaje (VTT) se refiere al costo del tiempo dedicado al transporte. Incluye los costos para las empresas del tiempo que sus empleados y vehículos dedican a viajar, y los costos para los consumidores del tiempo personal (no remunerado) dedicado a los viajes.

El valor del ahorro de tiempo de viaje (VTTS) se refiere a los beneficios de reducir los costos de tiempo de viaje.

El ahorro de tiempo de viaje suele ser el principal beneficio de un proyecto de transporte. Los proyectos de alivio de la congestión se justifican principalmente por la reducción del tiempo de viaje que producirán. El ahorro de tiempo de viaje también puede conducir a reducciones en los costos operativos del vehículo. Estos beneficios se analizan en la sección Reducción de costos operativos del vehículo.

### Ejemplos

- Se agrega un nuevo carril a una autopista, lo que aumenta la velocidad del tráfico y reduce las demoras.
- Se implementa una estrategia de coordinación de señales, lo que permite un viaje más rápido a lo largo de un corredor en particular.
- Una mejora en un sistema de tránsito reduce el tiempo de espera o aumenta la confiabilidad del tiempo de viaje. También puede reducir el tiempo de viaje en una carretera paralela.

Se debe estimar los tiempos de viaje promedio antes y después de la implementación del proyecto. Si es posible, estos deben calcularse por separado para diferentes períodos de tiempo, como diferentes horas del día (pico y no pico) y diferentes días de la semana (día laborable y fin de semana).

Si el tráfico se desvía de otra carretera o carreteras, calcular también el ahorro de tiempo de viaje para los usuarios de estas carreteras. Si este análisis tiene en cuenta los cambios en la confiabilidad del tiempo de viaje, entonces también será necesario calcular los cambios en la variación del tiempo de viaje y el retraso en la llegada (por ejemplo, la frecuencia de los viajeros en períodos pico que llegan más de 10 minutos más tarde que el promedio).

Un paso importante en la valoración del ahorro de tiempo de viaje de un proyecto es establecer los costos unitarios del tiempo de viaje (centavos por minuto o dólares por hora). Varios factores pueden afectar los costos unitarios del tiempo de viaje, incluidos los tipos de viajes, los viajeros y las condiciones de viaje.

Dado que no existe un mercado para la compra y venta de tiempo de viaje, se deben utilizar métodos indirectos. Se han realizado varios tipos de estudios para determinar el valor monetario que las empresas y los viajeros asignan a los costos del tiempo de viaje, basándose en el análisis de los costos comerciales, las encuestas a los viajeros y midiendo las respuestas de comportamiento de los viajeros que enfrentan una compensación entre tiempo y dinero, por ejemplo, cuando se le ofrece la opción de pagar más por un viaje más rápido.

El tiempo de transporte de carga y de negocios (denominado tiempo "pagado", "en el reloj" o "comercial") tiende a tener costos unitarios relativamente altos porque incluye el valor de los salarios y beneficios del conductor, los vehículos y la carga, y la necesidad de cumplir horarios de entrega.

El tiempo de viaje personal generalmente se estima entre el 25% y el 50% de los salarios vigentes, pero varía según factores como el tipo de viaje, el viajero y las condiciones. Los costos unitarios del tiempo de viaje tienden a aumentar con los ingresos y son más bajos para los niños y las personas desempleadas (dicho de otra manera, las personas empleadas suelen estar dispuestas a pagar más por ahorrar tiempo de viaje).

Los costos unitarios de tiempo de viaje tienden a aumentar con la variabilidad y la llegada de manera incierta, y son particularmente altos para retrasos inesperados durante actividades con horarios estrictos, como viajes de negocios y desplazamientos.

Parte del tiempo de viaje tiene un bajo costo o un valor positivo porque las personas disfruta de la experiencia, incluidos los viajes recreativos y los mandados que involucran actividades sociales.

En condiciones agradables, caminar, andar en bicicleta y esperar pueden tener un valor bajo o positivo, pero en condiciones desagradables (caminar por una carretera muy transitada o esperar un autobús en un área que parece sucia y peligrosa), los costos son dos o tres veces más altos que en tiempo del vehículo.

Las necesidades y preferencias de viaje varían. Por ejemplo, algunas personas colocan un costo más alto en el tiempo dedicado a conducir mientras que otras colocan un costo más alto en los viajes en tránsito.

Una vez que se establecen tanto el ahorro de tiempo de viaje como los costos unitarios de tiempo de viaje para cada categoría de viaje, se puede calcular el valor total de ahorro de tiempo de viaje del proyecto. Estos ahorros de tiempo de viaje deben aplicarse a los viajeros que realizaron viajes en las instalaciones antes de la implementación del proyecto. Un proyecto de transporte que aumenta la capacidad o la eficiencia puede inducir a viajar en el enlace afectado.

Para muchos viajes, la confiabilidad mejorada del tiempo de viaje crea un valor adicional. Esto refleja el hecho de que la incertidumbre hace que los viajeros y los operadores de carga ajusten sus horarios de salida para tener en cuenta la posibilidad de que sus viajes tarden más de lo habitual. Cuanto menos inseguros estén sobre el tiempo adicional que deben dedicar a esta contingencia, más precisamente podrán programar su viaje, lo que les ahorrará tiempo.

Un valor adicional puede resultar de la eliminación de la "demora en el horario", que es la cantidad de tiempo que se obliga a tomar un viaje porque el servicio de transporte programado deseado que se está utilizando no se adapta a llegar al destino exactamente cuándo se requiere.

El retraso del horario también puede ocurrir cuando la congestión en la ruta hace que sea imposible llegar al destino a la hora deseada, por lo que uno se ve obligado a llegar

temprano. Las mejoras en el transporte que reducen las "demoras en los horarios" pueden acreditarse con estos ahorros de tiempo de viaje adicionales bajo ciertas circunstancias.

En la práctica, la mejora de la fiabilidad y la reducción de los retrasos en los horarios rara vez se cuentan como beneficios en el tiempo de viaje por varias razones. En primer lugar, obtener datos de comportamiento adecuados para estimar estos cambios requiere un esfuerzo especial y puede que no valga la pena.

Además, debe existir la justificación de que la desutilidad de estos elementos de tiempo equivale al tiempo consumido en viajar. Esto suele ser difícil de vender, ya que en muchas situaciones existen formas útiles para que las personas usen el tiempo adicional de llegar temprano, por lo que el tiempo adicional no se pierde realmente de la misma manera que el tiempo que se consume en viajar.

No obstante, en algunos casos, los beneficios de una mayor confiabilidad y un menor retraso en el horario pueden ser significativos y deben tenerse en cuenta, quizás con un factor de ponderación para representar estas posibles diferencias en las desutilidades.

#### **2.2.17. Velocidad media**

La velocidad media espacial es la velocidad promedio de los vehículos que viajan en un segmento determinado de la carretera durante un período de tiempo específico y se calcula utilizando el tiempo y la longitud promedio de viaje para el segmento de la carretera. Por ejemplo, los sistemas de vehículos con sonda basados en transponedores recopilan los tiempos de viaje entre ubicaciones instrumentadas y un tiempo de viaje promedio se calcula a partir de los tiempos de viaje de vehículos de sonda individuales. La velocidad media espacial se calcula dividiendo la distancia entre ubicaciones instrumentadas por el tiempo de viaje promedio. La velocidad media del tiempo se asocia con un punto en el tiempo, mientras que la velocidad media del espacio se asocia con una sección de la carretera. En casi todos los casos que involucran el cálculo de velocidades promedio a partir de tiempos de viaje individuales, se debe



usar la velocidad media espacial. Las velocidades medias en el tiempo se usan más comúnmente en referencia a un solo punto a lo largo de una carretera y se promedian durante un período de tiempo.

Velocidad: la velocidad es una cantidad escalar, lo que significa que no tiene dirección. Denota qué tan rápido se mueve un objeto. Si la velocidad de la partícula es alta, significa que la partícula se mueve rápido y si es baja, significa que la partícula se mueve lentamente.

Velocidad: la velocidad es una cantidad vectorial, lo que significa que tiene magnitud y dirección. Denota la velocidad a la que el objeto se mueve o cambia de posición. La dirección del vector de velocidad es fácil de encontrar. Su dirección es la misma que la dirección del objeto en movimiento. Incluso si el objeto se está desacelerando y la magnitud de la velocidad está disminuyendo, su dirección seguirá siendo la misma que la dirección en la que se mueve el objeto.

La velocidad promedio se calcula dividiendo la distancia total que algo ha viajado por la cantidad total de tiempo que le tomó recorrer esa distancia.

La velocidad es la rapidez con la que algo va en un momento determinado. La velocidad media mide la tasa media de velocidad durante la duración de un viaje. La velocidad promedio generalmente se aplica a vehículos como automóviles, trenes y aviones. A menudo se mide en millas por hora (mph) o kilómetros por hora (kph). La velocidad media se utiliza en todo tipo de campos, incluida la física, la astronomía y el transporte.

#### **2.2.18. Tiempo de viaje**

El tiempo de viaje se define en términos generales como "el tiempo necesario para atravesar una ruta entre dos puntos de interés". El tiempo de viaje se puede medir directamente atravesando las rutas que conectan dos o más puntos de interés. El tiempo de viaje se compone del tiempo de ejecución, o el tiempo en que el modo de transporte está en movimiento, y el tiempo de retraso detenido, o el tiempo en el que el modo de transporte se detiene (o se mueve

lo suficientemente lento como para detenerse, es decir, generalmente menos de 8 kph o 5 mph). Ilustra los conceptos de tiempo de ejecución y tiempo de retraso detenido. El tiempo de viaje también se puede estimar en ciertos casos suponiendo que la velocidad promedio en un punto particular (velocidad puntual) es constante para una distancia relativamente corta (generalmente menos de 0.8 kilómetros, o 0.5 millas). La suposición de velocidades consistentes en un segmento de carretera corto es más aplicable a instalaciones de flujo ininterrumpido con patrones de flujo de tráfico estables. El tiempo de viaje estimado se puede calcular utilizando la velocidad media del punto, o la velocidad media en el tiempo, y la longitud del segmento de la carretera.

El tiempo de viaje también se puede estimar en ciertos casos suponiendo que la velocidad promedio en un punto particular (velocidad puntual) es constante para una distancia relativamente corta (generalmente menos de 0.8 kilómetros, o 0.5 millas). La suposición de velocidades consistentes en un segmento de carretera corto es más aplicable a instalaciones de flujo ininterrumpido con patrones de flujo de tráfico estables. El tiempo de viaje estimado se puede calcular utilizando la velocidad media del punto, o la velocidad media en el tiempo, y la longitud del segmento de la carretera.

El valor del tiempo de viaje (VTT) se refiere al costo del tiempo dedicado al transporte. Incluye los costos para las empresas del tiempo que sus empleados y vehículos dedican a viajar, y los costos para los consumidores del tiempo personal (no remunerado) dedicado a los viajes. El valor del ahorro de tiempo de viaje (VTTS) se refiere a los beneficios de reducir los costos de tiempo de viaje.

El ahorro de tiempo de viaje suele ser el principal beneficio de un proyecto de transporte. Los proyectos de alivio de la congestión se justifican principalmente por la reducción del tiempo de viaje que producirán. El ahorro de tiempo de viaje también puede conducir a reducciones en

los costos operativos del vehículo. Estos beneficios se analizan en la sección Reducción de costos operativos del vehículo.

### Ejemplos

- Se agrega un nuevo carril a una autopista, lo que aumenta la velocidad del tráfico y reduce las demoras.
- Se implementa una estrategia de coordinación de señales, lo que permite un viaje más rápido a lo largo de un corredor en particular.
- Una mejora en un sistema de tránsito reduce el tiempo de espera o aumenta la confiabilidad del tiempo de viaje. También puede reducir el tiempo de viaje en una carretera paralela.

Los costos unitarios de tiempo de viaje tienden a aumentar con la variabilidad y la llegada de manera incierta, y son particularmente altos para retrasos inesperados durante actividades con horarios estrictos, como viajes de negocios y desplazamientos.

Parte del tiempo de viaje tiene un bajo costo o un valor positivo porque las personas disfrutan de la experiencia, incluidos los viajes recreativos y los mandados que involucran actividades sociales.

En condiciones agradables, caminar, andar en bicicleta y esperar pueden tener un valor bajo o positivo, pero en condiciones desagradables (caminar por una carretera muy transitada o esperar un autobús en un área que parece sucia y peligrosa), los costos son dos o tres veces más altos que en tiempo del vehículo.

Las necesidades y preferencias de viaje varían. Por ejemplo, algunas personas colocan un costo más alto en el tiempo dedicado a conducir mientras que otras colocan un costo más alto en los viajes en tránsito.

En la práctica, la mejora de la fiabilidad y la reducción de los retrasos en los horarios rara vez se cuentan como beneficios en el tiempo de viaje por varias razones. En primer lugar,

obtener datos de comportamiento adecuados para estimar estos cambios requiere un esfuerzo especial y puede que no valga la pena.

Además, debe existir la justificación de que la desutilidad de estos elementos de tiempo equivale al tiempo consumido en viajar. Esto suele ser difícil de vender, ya que en muchas situaciones existen formas útiles para que las personas usen el tiempo adicional de llegar temprano, por lo que el tiempo adicional no se pierde realmente de la misma manera que el tiempo que se consume en viajar.

El tiempo de viaje esperado está representado por una medida de centralidad (por ejemplo, la media) de la distribución del tiempo de viaje, y la variabilidad del tiempo de viaje como una medida de la dispersión de la distribución del tiempo de viaje. La medida estadística de centralidad es típicamente la media y la medida de variabilidad es la desviación estándar. De ahí el nombre del marco.

Este enfoque permite estimar el valor de la confiabilidad del tiempo de viaje (también conocido como el valor de la variabilidad del tiempo de viaje). Este valor representa el peso monetario de los viajeros para reducir la variabilidad (es decir, mejorar la confiabilidad).

Además, el índice de confiabilidad se define como el índice entre el valor de la confiabilidad del tiempo de viaje y el valor del ahorro de tiempo de viaje. Esta relación permite estimar el valor de la confiabilidad, especialmente cuando solo se conoce el valor del ahorro de tiempo de viaje.

Existen varios inconvenientes con este enfoque. Por ejemplo, se supone que quienes toman las decisiones desean evitar igualmente todas las formas de variabilidad; sólo se calcula una estimación para la medida de dispersión en el modelo. Además, los investigadores aún tienen que ponerse de acuerdo sobre la medida adecuada de la variabilidad del tiempo de viaje.

Además, la mayoría de los investigadores y profesionales están de acuerdo en que la desviación estándar (o coeficiente de variación) del tiempo de viaje es la medida de

confiabilidad más aplicable al análisis de costo-beneficio. Sin embargo, existen problemas que se agravan, como la necesidad de que los viajeros incluyan un tiempo de reserva que puede tener un valor menor de confiabilidad.

#### **2.2.19. Test de vehículos**

Las técnicas de vehículo de prueba (a menudo denominadas "automóvil flotante") son los métodos más comunes de recopilación de tiempo de viaje y consisten en uno o varios vehículos que se envían específicamente para conducir con el flujo de tráfico con el propósito expreso de recopilar datos.

El personal de recolección de datos dentro del vehículo de prueba controla la velocidad del vehículo de acuerdo con las pautas de manejo establecidas. Un pasajero en el vehículo de prueba puede registrar manualmente los tiempos de viaje en los puntos de control designados utilizando un portapapeles y un cronómetro, o se puede usar instrumentación de computadora para registrar la velocidad del vehículo, los tiempos de viaje o las distancias en puntos de control o intervalos preestablecidos. Un DMI electrónico conectado a la transmisión del vehículo se puede acoplar con una computadora portátil para registrar las velocidades y distancias recorridas hasta cada medio segundo o menos. Se puede usar un receptor GPS junto con una computadora portátil para registrar la posición y la velocidad del vehículo de prueba a intervalos de tiempo tan frecuentes como cada segundo.

#### **2.2.20. Módulo Índice Internacional de Rugosidad (IRI)**

Los objetivos principales de la superficie de rodamiento en pavimentos para carreteras son proporcionar al usuario características de comodidad, seguridad y durabilidad. La superficie de rodamiento de un pavimento se clasifica considerando la naturaleza de las irregularidades superficiales, las cuales afectan la seguridad, la comodidad y el costo de los usuarios. En la ingeniería de carreteras, la calidad del pavimento se analiza determinando la regularidad

superficial, que tiene que ver con las irregularidades verticales acumuladas a lo largo de un kilómetro, con respecto a un plano horizontal en un pavimento. Éstas se deben principalmente a dos causas: la primera, al procedimiento constructivo, y la segunda al daño producido a la carretera misma por el tránsito vehicular. La regularidad superficial se define normalmente, por un índice que se refiere a una determinada longitud de carretera. Los índices se obtienen midiendo el perfil longitudinal y aplicando un modelo matemático de análisis para reducir el perfil a un índice estandarizado. Con el fin de estandarizar el valor de la regularidad superficial, el Banco Mundial propuso el índice internacional de rugosidad (IRI) que se basa en un modelo matemático denominado cuarto de carro normalizado (Golden Quarter Car) circulando a 80 km/h. Dicho índice se obtiene a partir de la acumulación del desplazamiento relativo entre las masas de la carrocería y la suspensión del modelo, cuando el vehículo circula por el perfil del camino en estudio (Instituto Mexicano del transporte, 2004).

Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA)	Índice Internacional de Rugosidad, IRI (m/km)						
	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	> 12
0 - 4 999	<i>Muy bueno</i>		<i>Bueno</i>				
5 000 - 9 999			<i>Regular</i>		<i>Malo</i>		
10 000 - 19 999						<i>Muy malo</i>	
> 20 000							

Ilustración 3 Correlación entre los tipos de superficie de rodamiento y el rango de los IRI medidos  
Fuente: Instituto Mexicano del transporte (2004).

El IRI fue desarrollado en 1986 utilizando los resultados del Experimento Internacional de Rugosidad Vial realizado en Brasil en 1982. Desde entonces, el IRI se ha convertido en un estándar reconocido para la medición de la rugosidad de las carreteras. Las principales ventajas del IRI son que es estable en el tiempo y transferible a todo el mundo.

El IRI es un índice definido aplicando el algoritmo propuesto por Sayers a una realización medida del perfil longitudinal. La medición de la rugosidad es bastante difícil y compleja porque depende de las características del vehículo además de la situación real del pavimento.

Además, los niveles de rugosidad de la carretera se ven fácilmente afectados por las estructuras del vehículo y la velocidad de conducción. Durante el transcurso de medio siglo de desarrollo, los ingenieros y científicos han inventado varias técnicas y métodos para medir la rugosidad de las carreteras.

Los dispositivos de medición se pueden dividir en cuatro tipos generales: sistemas de medición de la rugosidad de la carretera de tipo respuesta (RTRRMS), mediciones de perfil directo, mediciones de perfil indirecto y paneles de calificación subjetiva. Los dispositivos de Tipo I miden la rugosidad del pavimento correlacionando las mediciones de RTRRMS con el IRI calculado a partir de un perfil, por ejemplo, utilizando un integrador de relieve o un medidor de rugosidad NAASRA.

Los dispositivos de tipo II miden el perfil de la carretera directamente, lo que implica medir la huella de cada rueda por separado, por ejemplo, utilizando un rayo de 3 metros de longitud o un probador láser de superficie de la carretera (LRST). Los dispositivos de tipo III miden el perfil longitudinal en el rango de longitud de onda de interés, por ejemplo, utilizando un perfilómetro de General Motors Research (GMR). Los dispositivos de tipo IV evalúan la calidad del pavimento en función de la guía de evaluación y la experiencia personal.

La mayoría de las agencias de carreteras recopilan datos IRI utilizando un probador láser de superficies de carreteras o un perfilómetro GMR. Este equipo mide perfiles de superficie a velocidades de tráfico y proporciona excelentes resultados para su uso en análisis de redes para sistemas de gestión de pavimentos.

Sin embargo, debido a que estos dispositivos están montados en una camioneta, un automóvil o un remolque de tamaño completo, es difícil usarlos en la carretera durante períodos

cortos de tiempo. Además, estos dispositivos son bastante caros y delicados. Por estas razones, no son eficaces para proporcionar retroalimentación a las cuadrillas de los contratistas.

La medición del IRI a nivel de red se ha convertido en una práctica habitual para muchas agencias viales en los últimos años. Por otro lado, también se requiere la medición del IRI a nivel de proyecto, principalmente para aceptar o ajustar el precio de los productos de los contratistas de pavimentación. El desarrollo de métodos para la medición de IRI es un requisito previo para un sistema de gestión de pavimentos (PMS) y otras partes de la industria de gestión de carreteras.

Un acelerómetro es un dispositivo que mide la aceleración en uno, dos o tres ejes ortogonales, y se utilizan ampliamente en los campos de la ingeniería civil, la biología y la industria. Los acelerómetros se pueden utilizar para medir el estado de conducción del vehículo, donde facilitan las evaluaciones del rendimiento y la respuesta general del vehículo. Esta información se puede utilizar para realizar ajustes en varios subsistemas del vehículo, según sea necesario.

Los acelerómetros también se pueden utilizar para medir la actividad sísmica, la inclinación, la vibración de la máquina, la distancia dinámica y la velocidad, con o sin la influencia de la gravedad.

#### **2.2.21. Relación del IRI con respecto al consumo de combustible**

La irregularidad de los pavimentos produce una resistencia al rodamiento y por ende un aumento en el consumo de combustible. Se estima un aumento entre 3 a 6% de resistencia al rodamiento por el aumento de cada unidad de IRI. Otro motivo para el mayor consumo de combustible es que a mayor irregularidad los conductores reducen la velocidad lo cual aumenta el consumo de combustible. En un estudio llamado WesTrack se comprobó que al reducir la rugosidad en un 10% se reducía el consumo de combustible de camiones en un 4,5%



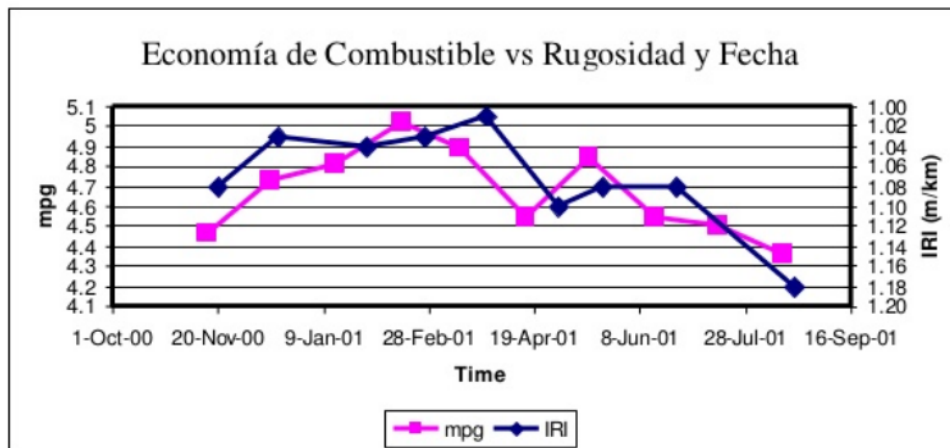


Ilustración 4 Rendimiento de combustible y regularidad en el tiempo.  
Fuente: NCAT

VOC (costo operativo del vehículo) incluye el consumo de combustible, el consumo de neumáticos, el consumo de aceite y el consumo de varias piezas. El consumo de combustible es uno de los más altos en términos de COV y este COV cambia con las diversas condiciones de la carretera (rugosidad de la superficie, pendiente, radio de curva y clima, etc.).

La economía de combustible se expresa en la cantidad de kilómetros que se pueden conducir con 1 litro de combustible, y se supone que los COV aumentan a medida que se deteriora la economía de combustible.

La rugosidad de la superficie de la carretera es el criterio clave para la rehabilitación de la carretera entre estas condiciones de la carretera porque la pendiente, la curva. El VOC se calcula con las velocidades características de cada tipo de vehículo en HDM-4.

La velocidad libre es la velocidad del vehículo, cuando el volumen de tráfico es pequeño y esta velocidad está limitada por la regulación del tráfico, la potencia del motor o la seguridad (como la potencia de frenado en una carretera en declive). La velocidad de funcionamiento es una velocidad limitada por otros vehículos que pasan, peatones o semáforos cuando aumenta el volumen de tráfico. Y la velocidad congestionada es una velocidad limitada por un volumen de tráfico extremadamente grande.

La velocidad media del vehículo se calcula relacionando estas velocidades características con el volumen de tráfico de la carretera. Por lo tanto, la velocidad operativa promedio del vehículo varía con los tipos de vehículos y carreteras y el volumen de tráfico.

## **2.3. Marco Legal**

### **2.3.1. Constitución de la República del Ecuador 2008, Decreto legislativo 0, Registro Oficial 449 de 20-oct-2008**

#### **2.3.1.1. Capítulo cuarto Régimen de competencias**

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008)

Esta ley permite planificar el desarrollo cantonal, ejerciendo el sobre el uso y ocupaciones del suelo en el sector. Además, permite a los usuarios planificar, construir y mantener la viabilidad urbana.

### **2.3.1.2. Ley del sistema nacional de infraestructura vial transporte terrestre, Ley 0, Registro oficial Suplemento 998 de 05-may.-2017**

#### **2.3.1.2.1. Capítulo I. Objeto y ámbito de aplicación**

En su artículo 1, esta ley presenta como objetivo, establecer el régimen jurídico para el diseño, planificación, ejecución y control de la infraestructura del transporte terrestre y sus servicios complementarios.

Asimismo, en su artículo 2, presenta las aplicaciones obligatorias, específicamente para las entidades que conforman el sector público según la Constitución. (Republica del Ecuador Asamblea Nacional, 2017)

#### **2.3.1.2.2. Capítulo V. Conservación de la infraestructura del transporte terrestre**

Esta ley, en su artículo 29, estipula la responsabilidad que las entidades gubernamentales con la infraestructura del transporte terrestre, señalización y los dispositivos de control y de seguridad vial.

Mientras que en su artículo 30, presenta la notificación de daños donde las personas que conozcan de los mimos en cuanto a transporte terrestre, dispositivo de control y seguridad vial. (Republica del Ecuador Asamblea Nacional, 2017)

**Reglamento de Régimen Académico Consejo Educación Superior, Resolución del consejo de Educación Superior 51 / Registro Oficial Edición Especial 854 del 25-Enero-2017 en su última modificación del 22-Marzo-2017. Estado: Reformado.**

**Reglamento de Titulación de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, publicado en el 2019 / Estado: Reformado.**

### **2.3.2. Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 – MTOP / 2013, Volumen N°3**

#### **Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes**

Este volumen de la Norma Ecuatoriana Vial, NEVI-12, establece las políticas, criterios, procedimientos y métodos para el desarrollo de los estudios para proyectos viales con una base de información amplia y confiable, referente a los diversos temas técnicos y criterios viales que conforman la realidad geopolítica de la zona de cruce del proyecto. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

### **2.3.3. Plan Nacional Para El Buen Vivir 2017-2021**

En Cuanto al Plan Nacional Para el Buen Vivir el presente proyecto ayuda con el cumplimiento de los objetivos estipulados en los siguientes puntos: (CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACIÓN , 2017)

Objetivo 5: Impulsar la productividad y Competitividad para el crecimiento Económico Sustentable de Manera Redistributiva y Solidaria.

5.1. Generar trabajo y empleo dignos y de calidad, incentivando al sector productivo para que aproveche las infraestructuras construidas y capacidades instaladas que le permitan incrementar la productividad para satisfacer con calidad y de manera creciente la demanda interna y desarrollar la oferta exportadora de manera estratégica.

5.4. Fortalecer y fomentar la asociatividad, los circuitos alternativos de comercialización, las cadenas productivas y el comercio justo, priorizando la economía popular y solidaria, para consolidar de manera redistributiva la estructura productiva del país.

5.5. Promover la productividad, competitividad y calidad de los productos primarios y de la disponibilidad de servicios conexos y otros insumos, para desarrollar la industria agrícola, pecuaria, acuícola y pesquera sostenible con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación.

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Metodología de la Investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista en su libro metodología de la investigación, sexta edición del año 2014 define la Investigación no experimental como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. En la investigación no experimental se observa fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos. En un experimento, el investigador prepara deliberadamente una situación a la que son expuestos varios casos o individuos. Es decir, en un experimento se “construye” una realidad. En cambio, en un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos. (Hernández F. y., 2014)

Los diseños no experimentales se pueden clasificar en transeccionales y longitudinales. Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Los diseños longitudinales, recolectan datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. (Hernández F. y., 2014)

Esta investigación tiene un diseño no experimental longitudinal, porque se recolectaron datos de la cantidad de vehículos que circulo por la vía E488, Vía colectora Milagro hasta Bucay durante todo el año 2019.

#### 3.2. Tipo de la investigación

Según Hernández, Fernández y batista en su libro de la investigación, sexta edición del año 2014, se define la investigación descriptiva como la investigación que tiene como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo de personas u otros

seres vivos, objetos, situación, contextos, fenómenos, comunidades, etc., y proporcionar su descripción. Son, por tanto, estudios puramente descriptivos y cuanto establecen hipótesis, éstas son también descriptivas (de pronóstico de una cifra o valores). (Hernández F. y., 2014)

Esta investigación es descriptiva de campo, porque se describirá los datos obtenidos en la vía y obtendremos los coeficientes en valores numéricos.

### **3.3. Enfoque de la investigación**

Según Hernández, Fernández y Baptista en su libro metodología de la investigación, sexta edición del año 2014, el termino investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema. El tipo de Investigación realizada en el proyecto de investigación es un Enfoque cuantitativo, que utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. (Hernández F. y., 2014)

El enfoque cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos.<sup>3</sup> El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. (Hernández F. y., 2014)

En esta investigación el enfoque es cuantitativo, dado que se realizará recolección de datos de la cantidad de vehículos que circulen por la vía E488, Vía colectora Milagro hasta Bucay (Segundo Orden), para luego obtener el TPDA y poder determinar los Costos de operación vehicular actual, para obtener el costo beneficio del proyecto.

### **3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos**

#### **3.4.1. Técnica de la Investigación**

Las técnicas que se usaron en esta investigación fueron los MÉTODOS DE CALCULO que se nombran a continuación:

- Factor de Ajuste diario (Fd)
- Determinación del tráfico futuro
- Fórmula para calcular VOC
- Cálculo de TPDA

### **3.4.2. Instrumento**

Los instrumentos utilizados en la investigación son:

- Formatos de recolección de datos
- Computadora con programa Excel

### **3.4.3. Validez y confiabilidad**

#### *3.4.3.1. Validez*

“La validez, en términos generales, se refiere al índice en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014)

En esta investigación los instrumentos de la recolección de datos que se utilizaron son 100% validos ya que el peaje cuenta con sistema computarizado para el conteo y registro de vehículos.

#### *3.4.3.2. Confiabilidad*

La confiabilidad de un medidor se refiere al grado en que la aplicación repetida a la misma persona o elemento da como resultado los mismos resultados. (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014).

Para el presente trabajo de investigación se realizaron cálculos en Excel con fórmulas preestablecidas lo que nos da resultados confiables y que garantiza la veracidad en el presente proyecto de investigación.

### **3.4.4. Población**

El universo o población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014).

El universo de esta investigación son los TPDA de las vías de Segundo orden de la provincia del Guayas.

### **3.4.5. Muestra**

La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población (Hernández, 2014).

En esta investigación la muestra fue no probabilística, de tipo muestra intencionada dado que solo contábamos con los datos proporcionados por la estación de peaje Naranjito, durante el año 2019, que corresponde a la vía E488, Vía colectora Milagro hasta Bucal (Segundo Orden), además decimos que es de tipo intencionada porque los investigados cuentan con familiares que habitan en esta vía, que facilitaron el contacto para la obtención de los datos.

### **3.4.6. Análisis de resultado**

Una vez seleccionado el diseño de investigación apropiada y la muestra adecuada, se procede a la recolección de los datos pertinentes. La recopilación de datos implica el desarrollo de un plan de proceso detallado que nos permita recopilar datos para un propósito particular. (HERNANDEZ, 2014).

Para esta investigación, la primera etapa se realizó a través de la recolección de datos de aforo de tráfico vehicular mediante los datos proporcionados del peaje Naranjito durante todo el año 2019, para obtener datos consistentes del tráfico actual que circula por la vía.

La determinación del tráfico Promedio Diario Anual se define como el producto entre un volumen de tráfico obtenido de un aforo continuo y los factores de ajuste correspondientes al día, semana y mes en el cual ha sido realizado el aforo.

#### **Factor de Ajuste diario (Fd)**

Se los obtienes en base al conteo de la semana. El factor de ajuste se define como:

$$Fd = \frac{TPDS}{TD}$$

TPDS= tráfico promedio diario semanal

TP= tráfico Diario

Por lo tanto, el TPDA se obtiene mediante la siguiente relación:



$$\text{TPDA} = \text{TPDS} (\text{Fm}) (\text{Fd})$$

TPDA= tráfico promedio diario Anual

Fm= factor mensual

Fd= factor diario

$$\text{TPDA} = 2336 * 0,9418959492 * 1,017190$$

$$\text{TPDA} = 2238 \text{ Vehículos/día/ambos sentidos}$$

### **Determinación del tráfico futuro**

Para determinar el volumen de tráfico futuro del proyecto, se debe obtener en base al conteo actual sumado con el incremento que se espera cuando se realice mejoras a la existente.

Para obtener el tráfico futuro se debe obtener el valor del tráfico asignado, según la siguiente expresión:

$$\text{Tráfico asignado} = \text{TPDA EXISTENTE} + \text{TG}$$

TPDA= tráfico promedio diario Anual

TG= tránsito Generado (TG)

$$\text{TG} = 25\% \text{ TPDA}$$

$$\text{TG} = 2238 * 25\%$$

$$\text{TG} = 560 \text{ Vehículos/día/ambos sentidos}$$

Con los datos del T.P.D.A Existente y tráfico generado, podemos calcular el Tráfico Asignado con el cual se realiza la proyección a 20 años.

$$\text{Tráfico asignado} = \text{TPDA EXISTENTE} + \text{TG}$$

$$\text{Tráfico asignado} = 2238 + 560$$

$$\text{T asignado} = 2798 \text{ Vehículos/día/ambos sentidos}$$

En este caso nuestro estudio está basado en el año 2019, con una proyección a 20 años se realiza con la siguiente formula:

$$\text{Tf} = \text{TPDA} (1+i)^n$$

TPDA= tráfico futuro

i= tasa de crecimiento vehicular

n= número de años del proyecto

## Fórmula para calcular VOC

$$\text{Auto VOC} = -1\text{E-}05 \cdot \text{IRI}^3 + 0,0004 \cdot \text{IRI}^2 + 0,0005 \cdot \text{IRI} + 0,0744$$

$$\text{C. Liviano VOC} = -6\text{E-}05 \cdot \text{IRI}^3 + 0,0015 \cdot \text{IRI}^2 + 0,0117 \cdot \text{IRI} + 0,2177$$

$$\text{C. Pesado VOC} = -9\text{E-}05 \cdot \text{IRI}^3 + 0,0021 \cdot \text{IRI}^2 + 0,0252 \cdot \text{IRI} + 0,4155$$

Ilustración 5 Fórmula para calcular el VOC

Fuente: Murillo & Realpe (2021)

Tabla 3 Tipos de vehículo

Tipo de vehículo	Número
Livianos	1845
Bus	182
Pesado	272
Extra – 3 ejes	15
Extra > 3 ejes	22
<b>TOTAL</b>	<b>2336</b>

Fuente: Concesionaria del Guayas CONCEGUA 2019

Elaborador por: Murillo & Realpe (2021)

Con la Obtención del TPDA proyectado se clasificará la vía, los datos servirán para el cálculo de los costos operativos vehiculares actuales para luego analizar los beneficios socioeconómicos de la implementación del proyecto como son el costo de operación y tiempos de viajes de los conductores y usuarios de transporte público que circulan por la vía.

Para poder determinar el TPDA es importante conocer el tamaño y peso de cada tipo de vehículos, la clasificación ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES emitidas por el MOP-2002




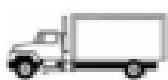
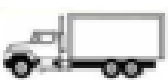



TIPO DE VEHICULO		No. de EJES	ESQUEMA	SIMBOLO
VEHICULOS LIVIANOS	AUTOMOVIL	2		A
	CAMIONETA			C
VEHICULOS PESADOS	AUTOBUSES	2		B
	CAMIONES	2		2-S
		3		3-S
				2-S1
		4		2-S2
		5		3-S2
		OTRAS COMBINACIONES		
VEHICULOS ESPECIALES	CAMIONES Y/O REMOLQUES ESPECIALES	VARIABLE		En variable
	MAQUINARIA AGRICOLA			
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS			
	OTROS			

Ilustración 6 Clasificación de vehículos MTOP  
Fuente: MTOP

## CAPÍTULO IV

### INFORME FINAL

El valor del tráfico futuro es de 4872 vehículos/ mixtos/ en ambos sentidos (*Ver Anexos*). De acuerdo a la clasificación en la norma del MTOP la vía en estudio es de clase I, el rango de 3000 a 8000 vehículos.

Con respecto al **primer objetivo específico**, definir los coeficientes de costos de operación vehicular mediante estudios de mantenimiento vehicular y vial en la Provincia del Guayas, se definieron los siguientes coeficientes de costos:

El coeficiente de operación actual para vehículos livianos es de 0,2952575 y para vehículos pesados es de 0,56322375

	<b>C. Liviano <math>VOC = -6E-05*IRI^3 + 0,0015*IRI^2 + 0,0117*IRI + 0,2177</math></b>					
<b>IRI= 4,5</b>	f1	IRI <sup>3</sup>	f2	IRI <sup>2</sup>	f3	F3
	-6,00E-05	91,125	0,0015	20,25	0,0117	4,5
	<b>C.Liviano VOC</b> 0,2952575					
	<b>C. Pesado <math>VOC = -9E-05*IRI^3 + 0,0021*IRI^2 + 0,0252*IRI + 0,4155</math></b>					
<b>IRI= 4,5</b>	f1	IRI <sup>3</sup>	f2	IRI <sup>2</sup>	f3	F3
	-9,00E-05	91,125	0,0021	20,25	0,0252	4,5
	<b>C.Pesado VOC</b> 0,56322375					

Ilustración 7 Cálculo del VOC  
Fuente: Murillo & Realpe (2021)

Con respecto al **segundo objetivo específico**, determinar la variación económica de los mantenimientos viales y vehiculares. Se determinó una variación económica del 16,28% lo que representa un ahorro de \$ 2.166.101,96 que se obtiene al realizar la mejora de la vía tomando como referencia el estudio de tráfico, factores de costo de operación para esta vía en el año 2020.

- El costo de valor de viaje sin el proyecto entre vehículos livianos y pesados en el 2020 es de \$13.299.427,54

Tabla 4 Costo de valor de viaje sin el proyecto vehículos livianos y pesados

<b>LIVIANOS Y PESADOS SIN EL PROYETO IRI 4,5</b>				
<b>ITEM</b>	<b>AÑO</b>	<b>LIVIANO</b>	<b>PESADOS</b>	<b>TOTAL</b>
	2019	\$ 8.573.685,44	\$ 4.352.438,96	\$ 12.926.124,40
1	2020	\$ 8.862.618,64	\$ 4.436.808,90	\$ 13.299.427,54
2	2021	\$ 9.161.288,89	\$ 4.522.819,23	\$ 13.684.108,12
3	2022	\$ 9.470.024,32	\$ 4.610.501,94	\$ 14.080.526,26
4	2023	\$ 9.789.164,14	\$ 4.699.889,62	\$ 14.489.053,76
5	2024	\$ 10.119.058,97	\$ 4.791.015,54	\$ 14.910.074,51
6	2025	\$ 10.273.262,24	\$ 4.833.447,74	\$ 15.106.709,98
7	2026	\$ 10.587.624,07	\$ 4.918.650,04	\$ 15.506.274,11
8	2027	\$ 10.911.605,36	\$ 5.005.359,22	\$ 15.916.964,58
9	2028	\$ 11.245.500,49	\$ 5.093.602,00	\$ 16.339.102,49
10	2029	\$ 11.589.612,80	\$ 5.183.405,61	\$ 16.773.018,41
11	2030	\$ 11.944.254,95	\$ 5.274.797,72	\$ 17.219.052,68
12	2031	\$ 12.309.749,16	\$ 5.367.806,53	\$ 17.677.555,69
13	2032	\$ 12.686.427,48	\$ 5.462.460,74	\$ 18.148.888,22
14	2033	\$ 13.074.632,16	\$ 5.558.789,53	\$ 18.633.421,69
15	2034	\$ 13.474.715,91	\$ 5.656.822,62	\$ 19.131.538,53
16	2035	\$ 13.887.042,21	\$ 5.756.590,28	\$ 19.643.632,49
17	2036	\$ 14.311.985,70	\$ 5.858.123,28	\$ 20.170.108,98
18	2037	\$ 14.749.932,47	\$ 5.961.452,95	\$ 20.711.385,42
19	2038	\$ 15.201.280,40	\$ 6.066.611,20	\$ 21.267.891,60
20	2039	\$ 15.666.439,58	\$ 6.173.630,48	\$ 21.840.070,06

Fuente: CONCEGUA 2019, Murillo & Realpe 2020 - 2039

Elaborador por: Murillo & Realpe (2021)

- El costo de valor de viaje con el proyecto entre vehículos livianos y pesados para el 2021 sería de \$11.133.325,58

Tabla 5 Costo de valor de viaje con el proyecto vehículos livianos y pesados

LIVIANOS Y PESADOS PROYECTO IRI 2				
ITEM	AÑO	LIVIANO	PESADOS	total
	2019	\$ 7.161.350,02	\$ 3.659.696,60	\$ 10.821.046,62
1	2020	\$ 7.402.687,51	\$ 3.730.638,06	\$ 11.133.325,58
2	2021	\$ 7.652.158,08	\$ 3.802.958,83	\$ 11.455.116,91
3	2022	\$ 7.910.035,81	\$ 3.876.685,79	\$ 11.786.721,60
4	2023	\$ 8.176.604,02	\$ 3.951.846,36	\$ 12.128.450,38
5	2024	\$ 8.452.155,57	\$ 4.028.468,50	\$ 12.480.624,08
6	2025	\$ 8.580.957,08	\$ 4.064.147,12	\$ 12.645.104,19
7	2026	\$ 8.843.534,36	\$ 4.135.788,46	\$ 12.979.322,83
8	2027	\$ 9.114.146,52	\$ 4.208.696,84	\$ 13.322.843,36
9	2028	\$ 9.393.039,40	\$ 4.282.894,74	\$ 13.675.934,14
10	2029	\$ 9.680.466,40	\$ 4.358.405,03	\$ 14.038.871,44
11	2030	\$ 9.976.688,68	\$ 4.435.251,01	\$ 14.411.939,68
12	2031	\$ 10.281.975,35	\$ 4.513.456,36	\$ 14.795.431,71
13	2032	\$ 10.596.603,80	\$ 4.593.045,22	\$ 15.189.649,02
14	2033	\$ 10.920.859,87	\$ 4.674.042,14	\$ 15.594.902,02
15	2034	\$ 11.255.038,18	\$ 4.756.472,11	\$ 16.011.510,29
16	2035	\$ 11.599.442,35	\$ 4.840.360,56	\$ 16.439.802,91
17	2036	\$ 11.954.385,29	\$ 4.925.733,37	\$ 16.880.118,66
18	2037	\$ 12.320.189,48	\$ 5.012.616,90	\$ 17.332.806,38
19	2038	\$ 12.697.187,28	\$ 5.101.037,97	\$ 17.798.225,24
20	2039	\$ 13.085.721,21	\$ 5.191.023,86	\$ 18.276.745,06

Fuente: CONCEGUA 2019, Murillo & Realpe 2020 - 2039

Elaborador por: Murillo & Realpe (2021)

Con respecto al **tercer objetivo específico**, analizar el comportamiento de la variación de costos de mantenimiento vehicular y vial con proyecto y sin proyecto, se analiza lo siguiente:

- Que hay una variación en los costos de valor de viaje sin el proyecto entre vehículos livianos y pesados a 20 años (2039) de \$21.840.070,06 en comparación con los costos de valor de viaje con el proyecto entre vehículos livianos y pesados, el cual es de \$18.276.745,06, lo que nos representa un ahorro total entre vehículos livianos y pesados de \$3.563.325,00 equivalente a un 16,32%.

Tabla 6 Beneficio en Costo de operación vehicular

Beneficio en Costo de operación Vehicular			
Año	Sin proyecto	Con proyecto	Beneficio
2019	\$ 12.926.124,40	\$10.821.046,62	\$ 2.105.077,78
2020	\$ 13.299.427,54	\$11.133.325,58	\$ 2.166.101,96
2021	\$ 13.684.108,12	\$11.455.116,91	\$ 2.228.991,21
2022	\$ 14.080.526,26	\$11.786.721,60	\$ 2.293.804,66
2023	\$ 14.489.053,76	\$12.128.450,38	\$ 2.360.603,38
2024	\$ 14.910.074,51	\$12.480.624,08	\$ 2.429.450,43
2025	\$ 15.106.709,98	\$12.645.104,19	\$ 2.461.605,79
2026	\$ 15.506.274,11	\$12.979.322,83	\$ 2.526.951,28
2027	\$ 15.916.964,58	\$13.322.843,36	\$ 2.594.121,22
2028	\$ 16.339.102,49	\$13.675.934,14	\$ 2.663.168,35
2029	\$ 16.773.018,41	\$14.038.871,44	\$ 2.734.146,97
2030	\$ 17.219.052,68	\$14.411.939,68	\$ 2.807.112,99
2031	\$ 17.677.555,69	\$14.795.431,71	\$ 2.882.123,98
2032	\$ 18.148.888,22	\$15.189.649,02	\$ 2.959.239,20
2033	\$ 18.633.421,69	\$15.594.902,02	\$ 3.038.519,67
2034	\$ 19.131.538,53	\$16.011.510,29	\$ 3.120.028,24
2035	\$ 19.643.632,49	\$16.439.802,91	\$ 3.203.829,58
2036	\$ 20.170.108,98	\$16.880.118,66	\$ 3.289.990,32
2037	\$ 20.711.385,42	\$17.332.806,38	\$ 3.378.579,04
2038	\$ 21.267.891,60	\$17.798.225,24	\$ 3.469.666,36
2039	\$ 21.840.070,06	\$18.276.745,06	\$ 3.563.325,00

Fuente: CONCEGUA 2019, Murillo & Realpe 2020 - 2039

Elaborador por: Murillo & Realpe (2021)

En cuanto a la **Hipótesis**: “Los coeficientes que en esta investigación se obtuvieron, dieron como resultado la reducción de los costos de mantenimiento de operación de la vía en la costa del Ecuador” como se observa en la tabla 6, dicha reducción de los costos de operación y mantenimiento con los nuevos coeficientes equivale a un 16%.

## CONCLUSIONES

Como resultados del presente estudio teniendo a encontrar los diferentes factores para el análisis del proyecto vial fue posible establecer las siguientes conclusiones:

En cuanto al **primer objetivo específico**, definir los coeficientes de costos de operación vehicular mediante estudios de mantenimiento vehicular y vial en la Provincia del Guayas, se obtuvo los siguientes resultados:

- El parque automotor de vehículos comerciales de carga y livianos en nuestro estudio son livianos, buses, pesados, extra-pesados 3 ejes, extra pesado > 3 ejes con una distribución en mi incidencia de tránsito vehicular del 78,98% livianos, 7,79% buses, 11,64% pesados, 0,64% extra pesados.
- A partir del estudio realizado se determinaron los factores mensuales de incidencia del tráfico en la vía, en el proyecto se tomó el mes de enero que fue la fecha en que se realizó el conteo, el cual fue  $f_m = 0,9418959492$ .
- Se determinaron los factores de operación de la vía sin el proyecto y con el proyecto realizado, teniendo como resultado:

CON EL PROYECTO C. livianos VOC: 0,24662 C. Pesado VOC: 0,47358

SIN EL PROYECTO C. livianos VOC: 0,2952575 C. Pesado VOC: 0,56322357

Para el **segundo objetivo específico**, determinar la variación económica de los mantenimientos viales y vehiculares. Se determinó una variación económica de \$ 2'228.991,21 que representa un ahorro del 16,28% que se obtiene al realizar la mejora de la vía tomando como referencia el estudio de tráfico, factores de costo de operación para esta vía en el año 2021.

En el **tercer objetivo específico**, analizar el comportamiento de la variación de costos de mantenimiento vehicular y vial con proyecto y sin proyecto, se concluye:

- Que hay una variación en los costos de valor de viaje sin el proyecto entre vehículos livianos y pesados a 20 años (2039) en comparación con los costos de valor de viaje con el proyecto entre vehículos livianos y pesados, lo que nos representa un ahorro total entre vehículos livianos y pesados de \$3.563.325,00.



Y en cuanto a la **Hipótesis**: “Los coeficientes que en esta investigación se obtuvieron, ayudan a bajar los costos de operación y mantenimiento de la vía en la costa del Ecuador” se demostrándose lo planteado en el primer capítulo en el ítem de la hipótesis.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda al Ministerio de Transporte y Obras Publicas realizar un inventario vial en la provincia del Guayas para calcular los costos de valor de viaje de todas las vías de la provincia.
- A partir de los registros obtenidos de los factores vehiculares de costo de operación se recomienda al Ministerio de Transporte y Obras Publicas la ejecución de un análisis detallado que permita la determinación de factores actualizados y ajustado para los estudios viales.
- Se recomienda al Ministerio de Transporte y Obras Publicas realizar un mapeo de correlaciones de la incidencia del tráfico en las vías de nuestro país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, L., Rozas, P., & Silva, A. (2017). *Desarrollo vial e impacto fiscal del sistema de concesiones en Colombia*.
- Ancalle, D. (2016). *Estructura de costos de operación vehicular para transporte de carga nacional*.
- Arenas, A., & Marino, K. (2016). *Diseño de un sistema de clasificación de señales de tránsito vehicular utilizando redes neuronales convolucionales*.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). oas.org. *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR*. Ecuador. Obtenido de [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Cantos, A. (2018). "Estudio Y Diseño Del Tramo De Acceso De La Via Laurel Del Recinto Yurima, Del Canton Daule, Para Determinar El Costo Beneficio Del Proyecto". Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil. Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Guayaquil, Ecuador.
- Cárdenas, R. (2016). *Costos II: La gestión operacional de costos*. IMCP.
- Carpio, M. (2017). *Valoración de maquinaria y equipo pesado de construcción, para obtener los costos de operación, basado en la ingeniería de tasación*.
- Carrasco, L. (2018). "Análisis de los modelos de ahorro de costes de los usuarios debido a la gestión de la conservación y mantenimiento del firme en las redes de carreteras". Trabajo de investigación para optar al título de Master en Planificación y Gestión de Infraestructuras. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid-España.
- Consejo Nacional De Planificación (2017). *Plan Nacional del Buen Vivir*. Ecuador.
- Guerrero, E. (2017). *Diseño de la carretera que une los caseríos de Muchucayda-Nueva Fortaleza-Cauchalda-Distrito de Santiago de Chuco, Departamento de La Libertad*.
- Hernández, Fernández y Baptista (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. Editorial Mc Graw Hill.
- Hernández, A. y Morales, O. (2016). "Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de las intersecciones con mayor demanda en la ciudad de Azogues". Trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero Mecánico Automotriz. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Cuenca-Ecuador.
- Hernández, J. M. (2017). *Patrones de uso de cinturón de seguridad vial en dos ciudades de Colombia*. Archivos de medicina.

- Instituto Mexicano del Transporte (2004). *Sistema de evaluación de pavimentos versión 2.0*. Publicación Técnica N° 245. Sanfandila, Qro.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Norma para Estudios y Diseños Viales NEVI-12*. Ecuador.
- Ramón, A. (2016). “*Evaluación del nivel de servicio en la autovía “Otavalo-Ibarra” correspondiente al corredor norte concesionado “Rumichaca-Calderón”*”. Trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero Civil. Escuela Politécnica del Ejercito. Otavalo-Ibarra-Ecuador.
- Republica del Ecuador Asamblea Nacional. (2017). *Ley Sistema Nacional De Infraestructura Vial*. Ecuador.
- Salazar, G. (2008). *Sistema institucional de gestión de las carreteras de segundo orden del ecuador, para disminuir costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos*. (Tesis de Grado) Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Salomón, D. (2006). *Conservación de Pavimentos y Sistemas de Gestión de Infraestructura Vial: Conservando la Inversión del Patrimonio Vial a menor costo*. Simposio de Pavimentos. Quito, Ecuador
- Vallejo, C., & De la Maza, R. (2019). *Rogelio Salmona Y La Construcción Del Límite. Diálogos Entre Topografía Y Paisaje/Rogelio Salmona And The Construction Of Limits. Dialogues Between Topography And Landscape*. Proyecto, Progreso, Arquitectura, 132-151.

## ANEXOS

Anexo 1 Ajuste por variación mensual del Volumen total de Tránsito 2019

MES DEL AÑO	TM (VEH/MES)	TPDM (VEH/MES)	TPDM/TPDA	FACTOR MENSUAL Fm
<b>Enero</b>	74224	2394	1,0616884	0,9418959492
<b>Febrero</b>	66669	2381	1,0557967	0,9471520004
<b>Marzo</b>	79457	2563	1,1365404	0,8798631327
<b>Abril</b>	68670	2289	1,0149864	0,9852349234
<b>Mayo</b>	68478	2209	0,9794985	1,0209305898
<b>Junio</b>	65449	2182	0,9673779	1,0337221683
<b>Julio</b>	67684	2183	0,9681413	1,0329071115
<b>Agosto</b>	69528	2243	0,9945176	1,0055126702
<b>Septiembre</b>	67324	2244	0,9950916	1,0049325975
<b>Octubre</b>	58346	1882	0,8345720	1,1982189856
<b>Noviembre</b>	67061	2235	0,9912043	1,0088737447
<b>Diciembre</b>	70259	2266	1,0049737	0,9950509534
<b>TOTAL</b>	<b>823149</b>	<b>27072</b>		

Elaborado por: Autores

Anexo 2 Ajuste por variación diario del Volumen total de Tránsito 2019

DIA DE LA SEMANA	TD(VEH/DÍA)	TD /TPDS	FACTOR DIARIO FD
<b>Lunes</b>	2059	0,881	1,13
<b>Martes</b>	2069	0,886	1,13
<b>Miércoles</b>	2041	0,874	1,14
<b>Jueves</b>	2243	0,960	1,04
<b>Viernes</b>	2530	1,083	0,92
<b>Sábado</b>	2415	1,034	0,97
<b>Domingo</b>	2996	1,282	0,78
<b>TPDS =</b>	<b>2336</b>	<b>7</b>	1,017190

Elaborado: Autores

Anexo 3 Tasa de crecimiento según tipo de vehículo

PERIODO	LIVIANO	BUS	CAMION
2010-2015	4,21	2,24	2,52
2015-2020	3,75	1,99	2,24
2020-2025	3,37	1,8	2,02
2025-2030	3,06	1,63	1,84

Fuente: Departamento de factibilidad MTOP

#### Anexo 4 Conteo de trafico

FECHA	DIA	LIVIANOS	BUS	PESADO	EXTRA - 3 EJES	EXTRA > 3 EJES	TOTAL
Enero 20	LUNES	1.588	172	257	15	27	2059
Enero 21	MARTES	1591	171	255	17	35	2069
Enero 22	MIÉRCOLES	1514	195	292	13	27	2041
Enero 23	JUEVES	1702	195	293	18	35	2243
Enero 24	VIERNES	1987	205	306	12	20	2530
Enero 25	SÁBADO	1920	188	282	18	7	2415
Enero 26	DOMINGO	2615	145	217	14	5	2996
<b>TOTAL</b>		<b>12917</b>	<b>1271</b>	<b>1902</b>	<b>107</b>	<b>156</b>	<b>16353</b>
<b>T.P.D.S.</b>		<b>1845</b>	<b>182</b>	<b>272</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>2336</b>

Elaborado por: autores

#### Anexo 5 Composición Del Tráfico/T.P.D.S

TIPO DE VEHICULO	NUMERO	%
LIVIANOS	1845	78,98%
BUS	182	7,79%
PESADO	272	11,64%
EXTRA - 3 EJES	15	0,64%
EXTRA > 3 EJES	22	0,94%
<b>TOTAL</b>	<b>2336</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: autores

#### Anexo 6 Composición Del Tráfico/Tráfico Asignado

TIPO DE VEHICULO	NUMERO	%
LIVIANOS	2210	78,98%
BUS	218	7,79%
PESADO	326	11,64%
EXTRA - 3 EJES	18	0,64%
EXTRA > 3 EJES	26	0,94%
<b>TOTAL</b>	<b>2798</b>	<b>100,00%</b>


Elaborado por: autores

## Anexo 7 Tráfico futuro

ITEM	AÑO	LIVIANO	BUS	PESADO	EXTRA - 3 EJES	EXTRA > 3 EJES	TOTAL
	2019	2210	218	326	18	26	2798
1	2020	2284	222	332	18	27	2884
2	2021	2361	226	339	19	27	2972
3	2022	2441	230	346	19	28	3064
4	2023	2523	234	353	19	29	3158
5	2024	2608	238	360	20	29	3256
6	2025	2648	240	363	20	29	3301
7	2026	2729	244	370	20	30	3394
8	2027	2812	248	377	21	30	3489
9	2028	2899	252	384	21	31	3587
10	2029	2987	256	391	22	32	3688
11	2030	3079	260	398	22	32	3791
12	2031	3173	265	405	22	33	3898
13	2032	3270	269	413	23	33	4008
14	2033	3370	273	421	23	34	4121
15	2034	3473	278	428	24	35	4238
16	2035	3579	282	436	24	35	4357
17	2036	3689	287	444	24	36	4481
18	2037	3802	292	452	25	37	4607
19	2038	3918	296	461	25	37	4738
20	2039	4038	301	469	26	38	4872

Elaborado por: autores

## Anexo 8 Valores recomendados para diseño de una carretera de dos carriles.

 República del Ecuador <b>MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS</b>		<b>VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN</b>																						
NORMAS	CLASE I 3 000 - 8 000 TPDA <sup>1)</sup>						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA <sup>1)</sup>						CLASE III 300 - 1 000 TPDA <sup>1)</sup>				CLASE IV 100 - 300 TPDA <sup>1)</sup>				CLASE V MENOS DE 100 TPDA <sup>1)</sup>			
	RECOMENDABLE	ABSOLUTA	RECOMENDABLE	ABSOLUTA	RECOMENDABLE	ABSOLUTA	RECOMENDABLE	ABSOLUTA	RECOMENDABLE	ABSOLUTA	RECOMENDABLE	ABSOLUTA	RECOMENDABLE	ABSOLUTA	RECOMENDABLE	ABSOLUTA	RECOMENDABLE	ABSOLUTA						
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	80	70	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	50	40	50	35	25
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	41	210	110	75	110	30	20
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
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	370	480	390	310	390	150	110
Peralte	MÁXIMO = 10%																10% (Para V = 50 K.P.H.)				8% (Para V = 50 K.P.H.)			
Coefficiente "K" para:																								
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	38	12	7	12	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
Gradiente longitudinal 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
Gradiente longitudinal mínima (%)	0,5%																							
Ancho de pavimento (m)	7,3		7,3		7,0		6,70		6,70		6,00		6,00				4,00 <sup>1)</sup>							
Clase de pavimento	Carpetas Asfálticas y Herrerajin						Carpetas Asfálticas						Carpetas Asfálticas o D.T.S.B				D.T.S.B, Capa Granular o Espedrado							
Ancho de espaldones <sup>1)</sup> 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)							
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 <sup>1)</sup> - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0				4,0 (C.V. Tipo 3 y SE)							
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																							
Ancho de la calzada (m)	0,50 m. mínimo a cada lado																							
Ancho de Aceras (m) <sup>1)</sup>	Según el Art. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha Ley																							
Mínimo derecho de vía (m)	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:  $L = KA$ , 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.
- 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, úsese 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  $V_e = 20$  Km/h y  $R = 15$  m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Anexo 9 Cálculo de factores de Costo de operación de vehículos

<b>C. Liviano <math>VOC = -6E-05*IRI^3 + 0,0015*IRI^2 + 0,0117*IRI + 0,2177</math></b>							
<b>IRI= 2</b>	f1	IRI <sup>3</sup>	f2	IRI <sup>2</sup>	f3	IRI	F3
	-6,00E-05	8	0,0015	4	0,0117	2	0,2177
<b>C.Liviano VOC</b>	0,24662						
<b>C. Pesado <math>VOC = -9E-05*IRI^3 + 0,0021*IRI^2 + 0,0252*IRI + 0,4155</math></b>							
<b>IRI= 2</b>	f1	IRI <sup>3</sup>	f2	IRI <sup>2</sup>	f3	IRI	F3
	-9,00E-05	8	0,0021	4	0,0252	2	0,4155
<b>C.Pesado VOC</b>	0,47358						
<b>C. Liviano <math>VOC = -6E-05*IRI^3 + 0,0015*IRI^2 + 0,0117*IRI + 0,2177</math></b>							
<b>IRI= 4,5</b>	f1	IRI <sup>3</sup>	f2	IRI <sup>2</sup>	f3	IRI	F3
	-6,00E-05	91,125	0,0015	20,25	0,0117	4,5	0,2177
<b>C.Liviano VOC</b>	0,2952575						
<b>C. Pesado <math>VOC = -9E-05*IRI^3 + 0,0021*IRI^2 + 0,0252*IRI + 0,4155</math></b>							
<b>IRI= 4,5</b>	f1	IRI <sup>3</sup>	f2	IRI <sup>2</sup>	f3	IRI	F3
	-9,00E-05	91,125	0,0021	20,25	0,0252	4,5	0,4155
<b>C.Pesado VOC</b>	0,56322375						



Anexo 10 Conteo Vehicular



Anexo 11 Conteo Vehicular



Anexo 12 Estado de la carpeta asfáltica



Anexo 13 Estado de la carpeta asfáltica



## Anexo 14 Solicitud de información conteo vehicular



Guayaquil, 03 de Febrero del 2020

Srs.  
Concesionaria del Guayas  
CONCEGUA S.A.

Asunto: Solicitud de información de conteo vehicular.

De nuestras consideraciones:

Por medio del presente, yo Edgar Jasmany Realpe Monar con C.I.: 2100585849 y Luis Enrique Murillo Cacao con C.I.: 0941084162, en calidad de estudiantes de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Carrera de Ingeniería Civil; solicitamos muy encarecidamente a ustedes que nos puedan facilitar información sobre el conteo y/o control vehicular de cualquiera de los peajes de la vía E488 Milagro – Naranjito – Bucay, para poder realizar nuestro proyecto de tesis "ESTUDIO DE COEFICIENTES PARA EL CÁLCULO DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR PARA LA PROVINCIA DEL GUAYAS", información necesaria para realizar el estudio de la vía.

Cabe recalcar que la información solicitada es para fines académicos, para la obtención nuestro título de Ing. Civil.

Particular que se comunica para los fines pertinentes.

Atentamente,

Edgar Realpe Monar  
Estudiante de la ULVR

Luis Murillo Cacao  
Estudiante de la ULVR

CONCESIONARIA DEL GUAYAS  
CONCEGUA S.A.  
03/02/2020  
09:10  
FIRMA AUTORIZADA

## Anexo 15 Respuesta a solicitud de informe de la vía Milagro – Naranjito – Bucay



Oficio Nro. MTOP-DDG-20-0112-OF

Guayaquil, 04 de febrero de 2020

**Asunto:** RESPUESTA A SOLICITUD DE INFORME DE LA VIA MILAGRO - NARANJITO - BUCAY

Sr  
Javier Nicolas Areche Garcia  
En su Despacho

De mi consideración:

Me refiero al documento S/N de fecha 29 de enero de 2020, en el que los señores Edgar Realpe Monar y Luis Murillo Cacao, estudiantes de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, solicitan información respecto a un estudio de la vía Estatal E488 Milagro - Naranjito - Bucay.

Al respecto; y, en base al memorando en referencia suscrito por el Ing. Edgar Calderón Cañar, Supervisor de Obra, cumplo con informar a Usted que la Dirección Distrital del MTOP Guayas no cuenta con estudios de "Coeficientes para el cálculo de costos de operación vehicular en la vía Estatal E-488 Milagro - Naranjito - Bucay".

Particular que se informa para fines pertinentes.

Atentamente,

***Documento firmado electrónicamente***

Ing. Andrés Glen Delgado León  
**DIRECTOR DISTRITAL DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL GUAYAS**

Referencias:  
- MTOP-CONS\_GUA-2020-116-ME

Anexos:  
- 289-ulvr\_.pdf

Copia:  
Señor Magíster  
Edgar Miguel Calderón Cañar  
**Supervisor de Obra**

js



El nombre electrónico es:  
**ANDRES GLEN  
DELGADO LEON**

Dirección: Av. Francisco de Orellana y Justino Cornejo, Edif. Gobierno Zonal, Piso 7 Código, Postal: 090150, Guayaquil- Ecuador  
Teléfono: 593 - 4 - 2069615  
www.obraspublicas.gob.ec

Anexo 16 Solicitud de información vía E488



Guayaquil, 26 de Junio del 2020

Srs.  
MSc. Susana Gonzales Rosado  
PREFECTA PROVINCIAL DEL GUAYAS  
Presente.

Asunto: Solicitud de información de la vía E488.

De nuestras consideraciones:

Por medio del presente, yo Edgar Jasmany Realpe Monar con C.I.: 2100585849 y Luis Enrique Murillo Cacao con C.I.: 0941084162, en calidad de estudiantes de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Carrera de Ingeniería Civil; solicitamos muy encarecidamente a usted que nos puedan facilitar información sobre el Índice de Rugosidad internacional (IRI) de la vía E488 Naranjito – Bucay, para poder realizar nuestro proyecto de tesis "ESTUDIO DE COEFICIENTES PARA EL CÁLCULO DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR PARA LA PROVINCIA DEL GUAYAS", información necesaria para realizar el estudio de la vía.

Cabe recalcar que la información solicitada es para fines académicos, para la obtención nuestro título de Ing. Civil.

Particular que se comunica para los fines pertinentes.

Atentamente,

Luis Murillo Cacao  
lmurilloc@ulvr.edu.ec

GOBIERNO PROVINCIAL DEL GUAYAS  
DIRECCIÓN PROVINCIAL DE  
SECRETARÍA GENERAL

Anexos: \_\_\_\_\_  
Fecha: 26/6/20 Hora: 10:45  
La recepción de esta solicitud, no significa  
que su contenido este aprobado.

Anexo 17 Respuesta a oficio referente al índice de Rugosidad Internacional IRI de la vía Milagro – Naranjito- Bucay del año 2019



**Oficio No. GPG-PG-SGR-01035-2020**  
Guayaquil, 27 de julio de 2020

Señor  
Luis Murillo Cacao  
**ESTUDIANTE DE LA UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**  
Ciudad.-

De mi consideración

En atención a su oficio s/n, ingresado a través de la Dirección Provincial de Secretaría General, referente al índice de Rugosidad Internacional IRI de la vía Milagro – Naranjito – Bucay del año 2019; al respecto, traslado a usted, copia del oficio No. **GPG-DPOP-UNICON –JNC-0017-2020** de fecha 21 de julio de 2020, suscrito por el Ing. José Nicola Célleri, Director Provincial de Obras Públicas y Delegado de la Dirección Provincial de Concesiones del Gobierno del Guayas. En tal virtud, téngase por contestado su requerimiento.

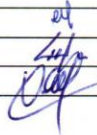
Aprovecho la oportunidad para expresarles mis sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

  
Susana González Rosado, Mgs.  
**PREFECTA PROVINCIAL DEL GUAYAS**

Adj.: Lo indicado  
C.c.: Director Provincial de Obras Públicas y Delegado de la Dirección Provincial de Concesiones  
**Archivo**

Elaborado por:	Luis Potes B TÉCNICO DE GESTIÓN LEGAL	
Revisado por:	Abg. Héctor González Pezo SUBSECRETARIO	
Revisado por:	Abg. Víctor Mieles Cabal DIRECTOR PROVINCIAL DE SECRETARÍA GENERAL	



Anexo 18 Oficio Prefectura provincial del Guayas



del Guayas

CONCESIONES

Oficio No. GPG-DPOP-UNICON-JNC-0017-2020

Guayaquil, 21 de julio de 2020

Señora Licenciada  
**Susana González Rosado**  
**PREFECTA PROVINCIAL DEL GUAYAS**  
En su despacho

En atención al oficio No. GPG-PG-SGR-0097-2020 del 30 de junio de 2020, mediante el cual remite copia del requerimiento de información formulado por el Sr. Luis Murillo Cacao, Estudiante de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil; tengo a bien adjuntar a la presente copia del memorando No. 0019-JMV-RTA-UNICON-2020, de fecha 21 de julio de 2020, suscrito por el Ing. Jaime Marín Varela, Responsable Técnico Administrativo, mediante el cual hace la entrega del Índice de Rugosidad Internacional IRI de la vía Milagro – Naranjito – Bucay del año 2019

Suscribe el presente documento el Ing. José Bolívar Nicola Céleri, Director Provincial de Obras Públicas, en virtud de la delegación de funciones efectuada por la Sra. Susana González Rosado, Prefecta Provincial del Guayas, realizada a través del oficio No. GPG-PG-SGR-0303-2020 del 7 de julio de 2020.

Atentamente,

**Ing. José Nicola Céleri**  
**DIRECTOR PROVINCIAL DE OBRAS PÚBLICAS**  
**DELEGADO DE LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DE CONCESIONES**  
JBNC/JPR

Adjunto: Lo indicado

C.c.: Ing. Pablo Cornejo Hidalgo, Coordinador General de Infraestructura  
Archivo

RECEBIÓ PROVINCIA DEL GUAYAS  
DIRECCIÓN PROVINCIAL DE OBRAS PÚBLICAS  
SECCIÓN TÉCNICA ADMINISTRATIVA

Fecha: 22/07/2020 16:03

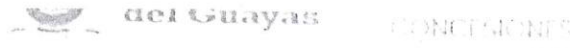
El receptor de esta comunicación, no se responsabiliza por el contenido de la misma.

Recibido en el despacho de la Prefecta Provincial del Guayas

Ing. Pablo Cornejo Hidalgo

Coordinador General de Infraestructura

Anexo 19 Respuesta a oficio referente al índice de Rugosidad Internacional IRI



**MEMORANDO No. 0019-JMV-RTA-UNICON-2020**  
Guayaquil, 21 de julio de 2020

Señor Ingeniero  
**JOSÉ BOLÍVAR NICOLA CÉLLERI**  
**DIRECTOR PROVINCIAL DE OBRAS PÚBLICAS**  
En su despacho. -

De mi consideración:

En virtud de la delegación de funciones efectuada por la Sra. Susana González Rosado, Prefecta Provincial del Guayas, realizada mediante oficio No. GPG-PG-SGR-0303-2020 del 7 de julio de 2020, para ejercer las funciones de la Dirección Provincial de Concesiones y en atención al oficio No. GPG-PG-SGR-0097-2020 del 30 de junio de 2020, firmado por la Máxima Autoridad, en el cual remite copia del requerimiento de información formulado por el Sr. Luis Murillo Cacao, Estudiante de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil; tengo a bien adjuntar al presente el Índice de Rugosidad Internacional IRI de la vía Milagro – Naranjito – Bucay del año 2019.

Atentamente,



**ING. JAIME MARÍN VARELA, MAE**  
**RESPONSABLE TÉCNICO ADMINISTRATIVO**  
JMV/JPR

C.c.: Archivo