

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**ESCUELA DE POSTGRADO**



**Modelo de Gestión de Conservación Vial para Reducir Costos de  
Mantenimiento Vial y Operación Vehicular del Camino Vecinal  
Raypa-Huanchay-Molino, Distrito Culebras-Huarmey.**

Conservation management model to reduce costs road road  
maintenance and operation neighborhood road vehicular Raypa -  
Huanchay – Mill, District Culebras-Huarmey

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN TRANSPORTES Y CONSERVACION VIAL**

**AUTORA:**

Br. GIOVANA MARLENE ZARATE ALEGRE

**ASESOR:**

Ms. DIOMEDES MARCOS MARTIN OYOLA ZAPATA

**TRUJILLO - PERÚ**  
**2016**

## **DEDICATORIA**

Al Señor, mi Dios por permitir llegar a esta etapa de mi vida profesional, gracias por la salud que me brindas para esforzarme y salir adelante cada día, por estar siempre conmigo; a mi madre: Noemí, por su grande amor y apoyo incondicional en todo mi formación profesional, gracias madre; a mi recordado abuelo en el cielo y a mis queridos familiares, ejemplos de amor, fe y perseverancia.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Antenor Orrego, representada por sus autoridades y catedráticos especializados, por los conocimientos impartidos; al Ms. Diomedes Marcos Martin Oyola Zapata, asesor de la Investigación realizada, por estar siempre pendiente, paciencia y comprensión para poder llegar al objetivo de obtener el Grado de Magister en Transportes y Conservacion Vial y a la Municipalidad Distrital de Culebras, por el invaluable aporte de datos históricos y técnicos para el desarrollo de esta investigación.

## RESUMEN

En el Perú, y en general en los países en vías de desarrollo, la falta de una adecuada Gestión de conservación vial, ha producido que las redes viales tengan un ciclo “fatal” de la vía, que incluye la construcción, su abandono, el deterioro excesivo, colapso y su reconstrucción.

En las carreteras del país se observa con frecuencia la gran diferencia en costo que implica no intervenir a tiempo en una vía, dejando desarrollar su deterioro y postergando su mantenimiento o rehabilitación. Este fenómeno desencadena en la necesidad de realizar costosas reconstrucciones luego de un prolongado periodo de operación con niveles de servicio muy por debajo de los estándares recomendados para proporcionar al usuario confort y seguridad en sus viajes.

Un mejoramiento puede costar alrededor de nueve veces más que el oportuno mantenimiento rutinario y periódico, y una reconstrucción mucho más. De ahí la importancia de implantar el modelo de gestión de conservación vial más adecuado a las circunstancias, que permita optimizar recursos a las entidades involucradas a través del tiempo.

En la presente investigación, se analizó el Camino Vecinal Raypa-Huanchay-Molino, Distrito Culebras-Huarmey de aproximadamente 13 km, la cual servirá como modelo, para aplicar una adecuada gestión de conservación vial, que permitirá reducir los costos de operación vehicular y costos de mantenimiento vial, para ello se recopiló información de las Instituciones Públicas y privadas como el Gobierno Distrital de Culebras y la consultora IHACSAC-Antamina, en donde se recogió información histórica de los estudios elaborados y las intervenciones realizadas.

De igual manera se consultó e investigó bibliográficamente, sobre sistemas de gestión vial, niveles de conservación vial, modalidades de ejecución, costos de operación vehicular, costos de mantenimiento vial, de rehabilitación y reconstrucción y mejoramiento, utilizados a nivel nacional e internacional, que son aportes importantes en esta investigación.

Para desarrollar la investigación, nos basamos en siete capítulos, los cuales forman parte integral del cuerpo de la tesis, donde vamos ampliando cada escenario investigado y que aporta al tema.

También se pone a consideración del lector, un modelo de estudio de tráfico y formatos para consignación de datos históricos de la vía, aplicable a cualquier vía de tercera clase a cargo principalmente de los Gobiernos Distritales o Provinciales.

Finalmente, se plantea la propuesta, explicando, el modelo de gestión de conservación vial, que permite la reducción significativa de los costos de operación vehicular y de mantenimiento vial.

**PALABRAS CLAVES:** Mantenimiento Vial, Operación vehicular, Trafico, Costos de Operación Vehicular.

## **ABSTRACT**

In Peru, and in general in the developing country, lack of proper management of road maintenance, has produced that road networks have a "fatal" cycle route, including the construction, abandonment, excessive deterioration, collapse and reconstruction.

In the country's roads it is frequently observed difference in cost it involves not intervene in time in a way, leaving develop its deterioration and deferring maintenance or rehabilitation. This phenomenon triggers in the need for costly reconstruction after a long period of operation with service levels well below the recommended standards to provide the user comfort and safety in their travels.

An improvement can cost about nine times more than the appropriate routine and periodic maintenance and reconstruction much more. Hence the importance of implementing the management model more appropriate to the circumstances, that optimizes resources to the entities involved over time road maintenance.

In the present investigation, the local road Raypa-Huanchay-Molino, District Culebras-Huarmey about 13 km, which will serve as a model to apply proper management of road maintenance, which will reduce vehicle operating costs and costs analyzed road maintenance for this information from public and private institutions such as the District Government of Culebras and consulting IHACSAC-Antamina, where historical information and studies prepared interventions was collected was collected.

Similarly he was consulted and researched Bibliographically on systems of road management, levels of road maintenance, implementation modalities, vehicle operating costs, road maintenance costs, rehabilitation and reconstruction and improvement, used at national and international level, which are important contributions in this research.

To develop research, we rely on seven chapters, which form an integral part of the body of the thesis, where we are expanding each investigated stage and it brings the issue.

It also puts the reader's consideration, a model study of traffic and formats for provision of historical data of the track, applicable to any form of third class in charge mainly of the District or Provincial Governments.

Finally, the proposal arises, explaining, model road maintenance management, which allows significant reduction in vehicle operating costs and road maintenance.

**KEY WORDS:** Road Maintenance, Operation Vehicle, Traffic, Vehicle Operating Costs.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	<i>i</i>
AGRADECIMIENTOS .....	<i>ii</i>
RESUMEN.....	<i>iii</i>
ABSTRACT .....	<i>v</i>
INDICE DE FIGURAS .....	<i>x</i>
INDICE DE GRÁFICOS .....	<i>xi</i>
INDICE DE CUADROS .....	<i>xii</i>
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1. Formulación del Problema.....	2
2. Hipótesis de la Investigación.....	2
3. Objetivos de Investigación.....	3
3.1 Objetivo General.....	3
3.2 Objetivos Específicos.....	3
4. Antecedentes del Problema.....	3
5. Marco Teórico.....	6
5.1. Camino vecinal .....	6
5.2. Niveles de intervención en el mantenimiento vial.....	7
5.2.1 Mantenimiento o conservación vial.....	8
5.2.2 Rehabilitación.....	12
5.2.3 Mejoramiento.....	12
5.2.4 Emergencia.....	13
5.3. Cambio conceptual para lograr una efectiva conservación vial .....	13
5.4. Ciclo de vida fatal de los caminos .....	15



5.5. Ciclo de vida deseable .....	19
5.6. Ciclo de vida fatal y deseable de una carretera.....	20
5.7. Importancia de la conservación vial .....	24
5.8. Plan de conservación vial .....	24
5.9. Sistema de gestión .....	25
5.10. Gestión de conservación vial .....	26
5.11. Modalidades de contrato empleadas para ejecutar el mantenimiento de redes viales.....	26
5.12. Inventario y evaluación vial.....	28
5.13. Estudio de tráfico .....	33
5.14. Costos de operación vehicular .....	42
5.15. Costo de mantenimiento vial .....	51
<b>II. DISEÑO METODOLOGICO .....</b>	<b>53</b>
1. Material de estudio.....	53
1.1. Tipo de Investigación.....	53
1.2. Area de estudio .....	53
1.3. Definición de la Población Muestral .....	58
1.3.1. Población .....	58
1.3.2. Muestra.....	58
2. Métodos, Procedimiento e Instrumentos de recolección de datos .....	59
2.1. Método .....	59
2.2. Descripción del Procedimiento .....	60
2.2.1. Recopilación de Información .....	60
2.2.2. Trabajos de Campo.....	60
2.2.3. Trabajos de Gabinete.....	61
2.3. Instrumento de Recolección de Datos .....	61
3. Variables .....	62
3.1. Variables Independiente.....	62
3.2. Variable Dependiente.....	62
4. Análisis Estadístico de la Información .....	63
4.1 Inventario y evaluación.....	64
4.2 Estudio de trafico.....	65

4.2.1 Trafico promedio diario anual (TPDA).....	65
4.2.2 Encuestas de origen/destino.....	68
4.2.3 Proyecciones de trafico.....	72
4.3 Estructura de Pavimento.....	76
4.4 Estado de condición de pavimento.....	77
5. Tareas y costos de mantenimiento rutinario y periódico.....	81
III. RESULTADOS .....	93
IV. DISCUSION .....	99
V. PROPUESTA.....	100
VI. CONCLUSIONES.....	116
VII. RECOMENDACIONES .....	118
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	119
ANEXOS .....	122
➤ Anexo N° 01: Modelo de estudio de tráfico .....	123
➤ Anexo N° 02: Modelo de ficha para determinar el estado de condición de la superficie granular de rodadura.....	124
➤ Anexo N° 03: Planos.....	125
➤ Anexo N° 04: Panel Fotográfico.....	126

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Principales elementos de un camino vecinal.....	6
Figura 1-2 Sección transversal de un camino. ....	7
Figura 1-3 Cambio hacia una cultura preventiva en el mantenimiento .....	14
Figura 1-4 Curva de deterioro de los caminos en el transcurso del tiempo .....	16
Figura 1-5 Condición de la vía con y sin mantenimiento .....	19
Figura 1-6 Diagrama de flujo del ciclo de vida fatal y deseable.....	21
Figura 1-7 Diagrama del ciclo fatal del camino.....	23
Figura 1-8 Diagrama del ciclo deseable de la conservación vial.....	24
Figura 1-9 Costos de operación del vehículo de transporte de carga por carretera.....	44
Figura 1-10 Estructura y agregación de los costos de operación del vehículo .....	45
Figura 1-11 Costos de operación según estado del pavimento y vehículo .....	47
Figura 2-12 Plano de localización donde se desarrolla el proyecto .....	54
Figura 2-13 Caminos vecinales AN 830 y AN 831 registrados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones .....	55
Figura 2-14 Trazo de la vía y los poblados que une .....	56
Figura 2-15 Costos de operación según estado del pavimento y vehículo .....	92
Figura 5-16 Fases que debe seguir el modelo de gestión de conservación vial...	101
Figura 5-17 Costos de operación según estado del pavimento y vehículo .....	111
Figura 5-18. Organigrama funcional de la unidad de conservación vial .....	113

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1 Composición del trafico.....	66
Gráfico 2-2 Variación horaria. ....	67
Gráfico 2-3 Variación diaria .....	67

## INDICE DE CUADROS

1-1 Modalidades de contrato para ejecución de mantenimiento vial.....	27
1-2 Ficha para inventario vial.....	30
1-3 Factores de corrección estacional .....	35
1-4 Relación entre la condición de la carretera vs IRI.....	47
1-5 Relación entre la condición de la carretera vs IRI.....	48
1-6 Porcentaje de consumo de insumos en función del costo inicial vehicular .....	49
1-7 Porcentaje de afectación en vías sin mantenimiento .....	50
2-8 Tipo de orografía de la vía.....	57
2-9 Modelo de gestión de conservación vial.....	62
2-10 Costo de mantenimiento y operación vehicular.....	63
2-11 Características técnicas del tramo de vía en estudio.....	64
2-12 Índice medio anual.....	66
2-13 Carga transportada por producto.....	68
2-14 Parque automotor por marcas.....	69
2-15 Tipo de combustible.....	70
2-16 Motivo de viaje.....	70
2-17 Ocupabilidad de vehículos.....	71
2-18 Marcas de vehículos de pasajeros.....	71

2-19 Tipo de combustible.....	72
2-20 Tasas de crecimiento de variables macroeconómicas.....	73
2-21 Elasticidad del trafico.....	74
2-22 Estructura porcentual.....	74
2-23 Tasas de crecimiento.....	75
2-24 Trafico normal.....	75
2-25 Tráfico generado.....	75
2-26 Trafico total.....	76
2-27 Estructura de pavimento.....	76
2-28 Índice de condición de caminos no revestidos.....	80
2-29 Políticas y estrategias de mantenimiento.....	82
2-30 Costos de mantenimiento a precios financieros.....	84
2-31 Costos de mantenimiento a precios sociales.....	85
2-32 Esquema de ejecución de la conservación.....	86
2-33 Tipos de vehículos.....	87
2-34 Relación entre la condición de la carretera vs. IRI.....	87
2-35 Porcentaje de consumo de insumos en función del costo inicial vehicular...88	
2-36 Costos de mercado o financieros de vehículos.....	88
2-37 Costos de insumos en relación al costo vehicular.....	89
2-38 Porcentaje de afectación en vías sin mantenimiento.....	90
2-39 IMDA de vehículos.....	91

2-40 Ahorro de costos de operación vehicular-Chile.....	91
2-41 Ahorro de costos de operación vehicular Invias.....	92
3-42 Características de la vía.....	93
3-43 IMDa.....	94
3-44 Trafico total.....	94
3-45 Tasas de crecimiento.....	95
3-46 Condición funcional de la superficie granular de rodadura.....	95
3-47 Matriz modalidad de ejecución de la conservación.....	96
3-48 Ahorro anual en costos de mantenimiento de la vía.....	97
3-49 Ahorro del VOC según métodos.....	98
5-50 Costos de mantenimiento periódico.....	103
5-51 Matriz de costos de mantenimiento periódico.....	105
5-52 Matriz de costos de mantenimiento integral.....	105
5-53 Personal mínimo de mantenimiento integral.....	106
5-54 Equipo y maquinaria de mantenimiento.....	107
5-55 Cronograma de actividad de mantenimiento integral.....	109
5-56 Relación entre la condición de la carretera vs. IRI.....	109
5-57 Costos de insumos en relación al costo vehicular .....	110
5-58 Ahorro de costos de operación vehicular-Chile .....	110
5-59 Ahorro de costos de operación vehicular Invias .....	112

## I. INTRODUCCIÓN

El propósito principal de la investigación es el de proponer un Modelo de Gestión de Conservación Vial en caminos vecinales o carreteras de tercer orden, con el objeto de disminuir costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos, para lo cual se tomó al camino vecinal Raypa-Huanchay-Molino, Distrito Culebras-Huarmey, como modelo de aplicación.

En el ítem I se formula el problema de cómo se debe gestionar la conservación vial de las carreteras de tercer orden en el país, base sobre la cual se propone la implantación de un modelo de gestión de conservación vial, aplicable a las condiciones de los Gobiernos Provinciales y Distritales que, sobre la base de técnicas modernas, se recopile y procese datos de intervenciones de inventarios viales y de monitoreos que servirán para racionalizar la conservación de las vías.

En este ítem se formula la hipótesis y se determina la variable independiente (Elaboración de un Modelo de Gestión de Conservación Vial) y las variables dependientes (Costos de Operación Vehicular y Mantenimiento Vial en los caminos vecinales del Distrito de Culebras), se recopila la información referente al tema de la indagación, sobre antecedentes investigativos, esquemas de gestión aplicados en otros países del mundo, de la región y del país; insumos que intervienen en la determinación de costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos; principales componentes e indicadores que intervienen en la Gestión Vial; más utilizados en el campo de la administración de vías.

En el ítem II, Metodología, con la determinación de la población y muestra, no en base a fórmulas estadísticas sino por la aplicación de normas vigentes relacionadas con la información proporcionada por el Gobierno Distrital de Culebras y la Consultora IHACSAC; así como la operacionalización de variables, el plan de recopilación y procesamiento de la información.



En el ítem V, que por su contenido se lo elaboró luego de concluida la investigación, se incluyen las conclusiones a las que llevó la misma y las recomendaciones consecuentes para aplicar un modelo de gestión de conservación vial acorde a las realidades de los gobiernos provinciales y distritales del país.

Finalmente, en el ítem VII se formula la propuesta en la que se incluyen los siguientes temas: Antecedentes, justificación, fundamentación, metodología para el desarrollo del modelo operativo, administración de la propuesta y previsión de la Evaluación.

También se pone a consideración del lector, un modelo de fichas y formatos para consignación de datos históricos de la vía, aplicable a cualquier vía de segundo orden a cargo principalmente de los Gobiernos Provinciales y distritales.

## **1. Formulación del Problema**

¿Cómo se debe gestionar la conservación vial, buscando reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular, en el camino vecinal Raypa-Huanchay-Molino, Distrito de Culebras-Huarmey?

## **2. Hipótesis de Investigación**

La elaboración de un modelo de gestión de conservación vial, permitirá la reducción de los costos de mantenimiento vial y operación vehicular en los caminos vecinales del Distrito de Culebras.

## **3. Objetivos de Investigación**

### **3.1. Objetivo General**

Proponer un Modelo de Gestión de Conservación Vial, para reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular, en el camino vecinal Raypa-Huanchay-Molino, Distrito Culebras.

### 3.2. Objetivos Específicos

- Estudiar las características, evaluación, inventario y estudio de tráfico de la vía de un proyecto realizado.
- Investigar los distintos planes de conservación, niveles de mantenimiento, sistema de gestión y modalidades de contrato de ejecución de conservación vial.
- Determinar el ahorro en los costos de operación vehicular y mantenimiento vial al realizar actividades de conservación en la vía.
- Analizar qué modelo de gestión de conservación vial se puede aplicar para reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular.
- Proponer el modelo de gestión de conservación vial para reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular.

## 4. Antecedentes del Problema

- 4.1. “Sistema Institucional de Gestión de las Carreteras de Segundo Orden del Ecuador, para disminuir costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos”, (Noboa, 2008)

### **Objetivo.**

Diseñar un Sistema de Gestión y Conservación Vial en las carreteras de segundo orden, con el objeto de disminuir costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos.

### **Conclusiones.**

Es conocido que la regularidad superficial de las carreteras repercute directamente en los costos de mayor magnitud que se tienen en la

infraestructura carretera que son los de operación del transporte, debido a que una mala calidad de los trabajos de construcción, incrementa los deterioros que se generan en la superficie y dañan a los vehículos que transitan por ellas. Por el contrario, si la calidad es excelente, no se incrementan los costos de operación y se reducen los impactos a la estructura de la carretera, reduciendo las acciones de conservación del pavimento y alargando su vida útil.

En cuanto a costos de construcción, las estructuras Rígidas tienen costos superiores a las flexibles, esto es debido que para tráficos bajos, los espesores requeridos son menores a los admisibles, mientras que en las otras estructuras se pueden lograr variaciones de espesores para las capas, esto hace que en estas estructuras se presente variaciones significativas en costos de acuerdo al tipo de tráfico. Para tráficos altos es indudable, que la mejor estructura es la rígida, puesto que tienen menor costo de mantenimiento en su periodo de operación.

Para el éxito de la implementación de un sistema de Gestión Vial, es necesario contar con instrumentos que permitan difundir la importancia del monitoreo y la evaluación en las partes comprometidas con un proyecto. Para este fin se ha diseñado esta guía para el diseño del monitoreo y evaluación de experiencias de mantenimiento rutinario, con un sistema manual de recopilación histórica de las intervenciones que ha tenido una carretera, si es posible, desde su concepción y nacimiento.

- 4.2.** “Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular en los Caminos Rurales de las Poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo”, (González, 2011)

**Objetivo.**

Definir un Modelo de Gestión de Conservación Vial, para reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular, en los caminos rurales de las poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo.

**Conclusiones.**

El conservar una vía, en condiciones óptimas, mediante intervenciones con acciones de mantenimiento rutinario y periódico representa para las Instituciones Administradoras de redes viales, un ahorro significativo, comparando con vías, a las cuales no se las ha mantenido y las han abandonado hasta el punto de deterioros severos, los cuales sólo se pueden corregir con la reconstrucción o rehabilitación integral de la vía. La relación de acuerdo al estudio es de 3 a 1, es decir se gastaría tres veces más si se llega al punto de deterioro severo, en relación a mantener las vías en condiciones de operación óptima.

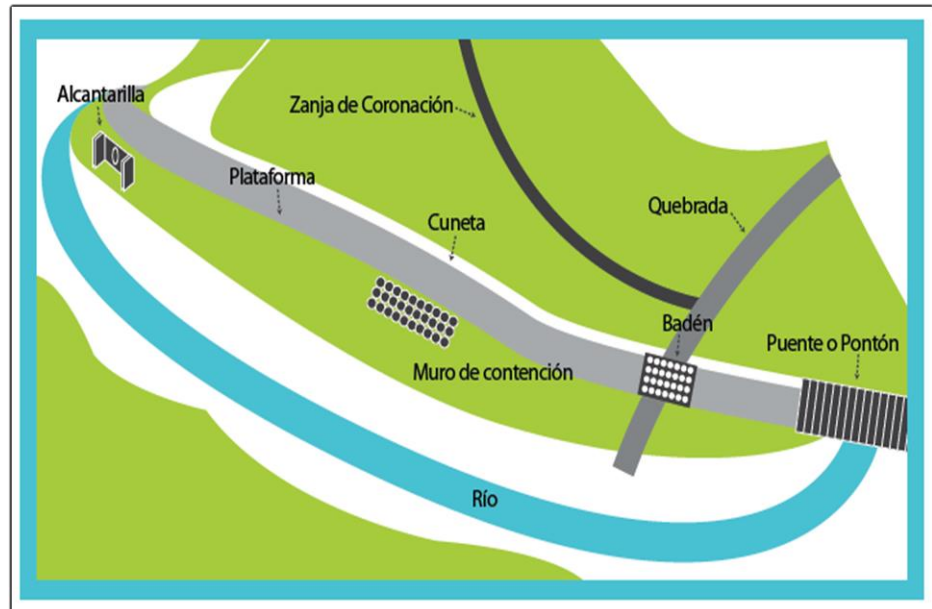
Entre los varios modelos de conservación, se propone el modelo de mantenimiento integral, pues se ajusta a los requerimientos de nuestra vía, obteniendo grandes ventajas, entre ellas, la liberación al estado de la carga laboral, rápidas respuestas para atender a los problemas presentados, se mantiene la transitividad y seguridad vial.

Uno de los factores que determinará el éxito de la intervención de conservación, es el inventario vial, pues nos permitirá conocer exactamente las condiciones actuales, sus principales problemas, la manera de enfrentarlos, lo cual nos permite programar actuaciones y presentar presupuestos para lograr mantener nuestras vías.

## 5. Marco Teórico

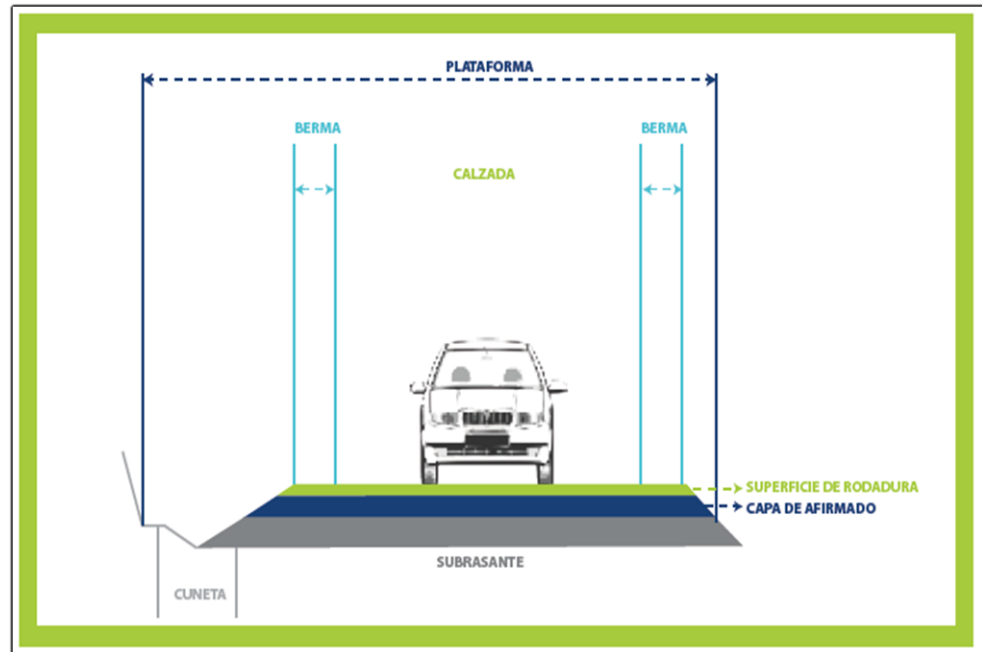
### 5.1. Camino Vecinal

- ◆ Es un camino que pertenece al sistema vial vecinal y que es competencia de los Gobiernos Locales. Sirven para dar acceso a los centros poblados, caseríos o predios rurales. (Ministerio de Economía y Finanzas-DGPI, Junio-2011).
- ◆ Camino rural destinado fundamentalmente para acceso a las poblaciones pequeñas y a chacras o predios rurales, como lo indica el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2005).



**Figura N° 01:** Principales elementos de un camino vecinal

**Fuente:** Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a Nivel de Perfil-MEF, (2011).



**Figura N° 02:** Sección transversal de un camino

**Fuente:** Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a Nivel de Perfil-MEF, (2011).

## 5.2. Niveles de intervención en el mantenimiento o conservación vial

Se denominan niveles de intervención a las diversas acciones relacionadas con la vía, clasificadas de acuerdo a la magnitud de los trabajos, desde una intervención sencilla pero permanente (mantenimiento rutinario), hasta una intervención más costosa y complicada (reconstrucción o rehabilitación), de acuerdo a (Emilio Salomon, 2003).

Uno de los objetivos primordiales de la conservación vial es evitar, al máximo posible, la pérdida del capital ya invertido, mediante la protección física de la infraestructura básica y de la superficie del camino. La conservación procura específicamente evitar la destrucción de partes de la estructura de los caminos y su posterior rehabilitación o reconstrucción. La conservación constituye, por tanto, en la realización de actividades o

tareas que no impliquen modificar la estructura existente del camino, como lo indica (Emilio Salomon, 2003).

### **5.2.1 Mantenimiento o Conservación Vial**

- ◆ Es el conjunto de actividades de obras de ingeniería vial, que requieren realizarse de manera preventiva para evitar el deterioro prematuro de los elementos que conforman la vía. La conservación vial técnicamente es una actividad muy especializada, de importante magnitud económica, que debe realizarse con eficiencia y oportunidad para minimizar los gastos y cumplir las metas que se programan presupuestalmente sobre un periodo anual, de acuerdo al (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).
  
- ◆ Es de naturaleza claramente tipificada como gastos ordinarios, aplicados a la necesidad de proporcionar un nivel de servicio operativo optimizado en el concepto económico, que en cualquier caso debe significar una condición de transitabilidad continua, cómoda y segura. El conocimiento y la experiencia especializada son los factores necesarios para obtener los mejores resultados de los procesos que configuran la actividad de conservación vial; tal como lo define el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).
  
- ◆ Es el conjunto de actividades técnicas, de naturaleza periódica o rutinaria, que deben realizar los organismos responsables de la gestión vial para cuidar las vías y mantenerlas en estado óptimo de operación. Estas acciones tienen como propósito inmediato brindar fluidez al tránsito vehicular en todas las épocas del año, pero también, en un

sentido más amplio, buscan proporcionar comodidad y seguridad a los usuarios y preservar las inversiones efectuadas en la construcción o rehabilitación de los caminos, de acuerdo a la (Emilio Salomon, 2003).

- ◆ Las actividades de mantenimiento se clasifican, usualmente, por la frecuencia como se repiten: rutinarias y periódicas, como lo indica el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013):

#### **5.2.1.1 Mantenimiento o conservación rutinaria**

- ◆ Conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente a lo largo del camino y que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía. Tiene como finalidad principal la preservación de todos los elementos del camino con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenía después de la construcción o la rehabilitación, de acuerdo al (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006).
- ◆ Conjunto de actividades que se realizan en el camino permanentemente para que conserve su estado de transitabilidad y se evite su deterioro prematuro, como lo indica el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2005).
- ◆ Es el conjunto de actividades que se ejecutan dentro del presupuesto anual, está constituida por todas las actividades necesarias para cuidar la seguridad del camino y para prevenir el



desarrollo de deterioros en todos los componentes de la infraestructura vial como son: pistas, puentes y túneles, señales y dispositivos de seguridad, obras de drenaje, contención de taludes, limpieza de la carretera, también del derecho de vía, etc. La conservación rutinaria trata en todos esos componentes, de evitar y llegado el caso, corregir cualquier deterioro que origine incomodidad o disturbe la circulación del tránsito originando riesgos de accidentes y mayores deterioros en la infraestructura vial, de acuerdo al (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

En otras palabras, un camino no debe operar en condiciones que causen riesgos al usuario; y en cualquier caso la conservación vial deberá advertir a los usuarios de las condiciones requeridas para circular sin riesgos creados por las condiciones del camino. En la mayoría de los casos será suficiente señalar las limitaciones en la circulación para evitar los riesgos. En otros casos podrá requerirse la colocación de barreras de protección, etc., de acuerdo al (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

#### **5.2.1.2 Mantenimiento o conservación periódica**

- ◆ Conjunto de actividades programables cada cierto período, tendientes a recuperar la condición original del camino, que comprende la reposición a profundidad total, reconfiguración a todo el

ancho y largo del afirmado mediante el escarificado con cuchilla, perfilado y recompactación a los efectos de conseguir la restauración requerido del afirmado reducir la rugosidad y el proceso de deterioro y mejorar el drenaje superficial y mejoras puntuales del trazo que fueran estrictamente necesarios, tal como lo indica el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2005).

- ◆ Es el conjunto de actividades que se ejecutan en períodos, en general, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores, como lo indica el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006).
  
- ◆ Es de naturaleza distinta a la conservación rutinaria, mayormente está referida a las condiciones que se requiere recuperar en los elementos que conforman lo que en el Perú se denomina las calzadas y las bermas de la carretera, así como correcciones puntuales generadas por alguna inestabilidad en los terraplenes, que producirán posiblemente pequeños hundimientos y que requieren recuperación localizada de la plataforma, de la superficie de rodadura y de las obras complementarias, como lo indica el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

### **5.2.2 Rehabilitación**

Consiste en la reparación selectiva y de refuerzo estructural, previa demolición parcial de la estructura existente. La rehabilitación procede cuando el camino se encuentra demasiado deteriorado como para poder resistir una mayor cantidad de tránsito en el futuro, pudiendo incluir algunos mejoramientos en los sistemas de drenaje y de contención. La rehabilitación tiene como propósito restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura.

En la mayoría de casos, la rehabilitación se hace cuando no ha existido una conservación adecuada, pero en un esquema sano de conservación sólo debería ser ocasionalmente necesaria, como cuando deben rehabilitarse fracciones defectuosas de una vía nueva. Debe señalarse al respecto que estos defectos se producen por falta de homogeneidad en la ejecución de la obra, imposible de evitar completamente al momento de su construcción, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

Las actividades contenidas dentro de los trabajos de rehabilitación pueden ser agrupadas de la siguiente manera:

- ✓ Restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura.
- ✓ Mejorar el sistema de drenaje.
- ✓ Sistema de señalización.

### **5.2.3 Mejoramiento**

Se refiere a la introducción de mejoras en los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente

longitudinal, incluidos los trabajos relacionados a la renovación de la superficie y la rehabilitación.

El objetivo de estas labores es incrementar la capacidad del camino y la velocidad de circulación, así como la seguridad de los vehículos que por él transitan. En sentido estricto, estos trabajos no son considerados como actividades de conservación, excepto la renovación de superficie.

#### **5.2.4 Reparaciones de Emergencia**

Son aquellas que se realizan cuando el camino está en mal estado o incluso intransitable, como consecuencia del descuido prolongado o de un desastre natural, por no disponerse de los recursos necesarios para reconstruirlo o rehabilitarlo, que es lo que correspondería hacer.

Mediante una reparación de emergencia no se remedian las fallas estructurales, pero se hace posible un flujo vehicular regular por un tiempo limitado. Generalmente, las reparaciones de emergencia dejan el camino en estado regular, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

### **5.3 Cambio conceptual para lograr una efectiva conservación vial**

Desde el punto de vista técnico-económico, lo que se propone conceptualmente para efectuar una atención adecuada de la infraestructura carretera es propender por la aplicación de una cultura que privilegie la actuación con criterio preventivo, es decir, realizar intervenciones viales rutinarias con el propósito de evitar que se produzca su deterioro prematuro y efectuar intervenciones periódicas para recuperar las condiciones viales afectadas por el uso de las vías. Esto significa en la práctica actuar

permanentemente para mantener siempre limpias las obras de drenaje, sellar las fisuras cuando aparezcan, limpiar los cauces para conservar la capacidad hidráulica de las obras, estabilizar y proteger los taludes, reponer periódicamente los afirmados y colocar refuerzos en las capas asfálticas, entre otras, como lo indica el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2007).



**Figura N° 03:** Cambio hacia una cultura preventiva en el mantenimiento vial

**Fuente:** Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras-MTC, (2007).

Lo anterior implica un cambio en la cultura organizacional de las entidades viales. Es un cambio del concepto tradicional de trabajo de actuar para reparar lo dañado por el concepto de actuar para evitar que se dañe. En otras palabras, se trata de ir modificando paulatinamente el quehacer institucional en el que prevalecen las acciones correctivas por el que prevalezcan las acciones preventivas, tal como se ilustra en la figura N° 03, de acuerdo a lo mencionado por el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2007).

#### 5.4 Ciclo de vida “fatal” de los caminos

Los caminos sufren un proceso de deterioro permanente debido a los diferentes agentes que actúan sobre ellos, tales como: el agua, el tráfico, la inestabilidad de taludes, etc. Estos elementos afectan al camino, en mayor o menor medida, pero su acción es permanente y termina deteriorándolo a tal punto que lo puede convertir en intransitable, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

El deterioro de un camino es un proceso que tiene diferentes etapas, desde una etapa inicial, con un deterioro lento y poco visible, pasando luego por una etapa crítica donde su estado deja de ser bueno, para deteriorarse rápidamente, al punto de la descomposición total, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

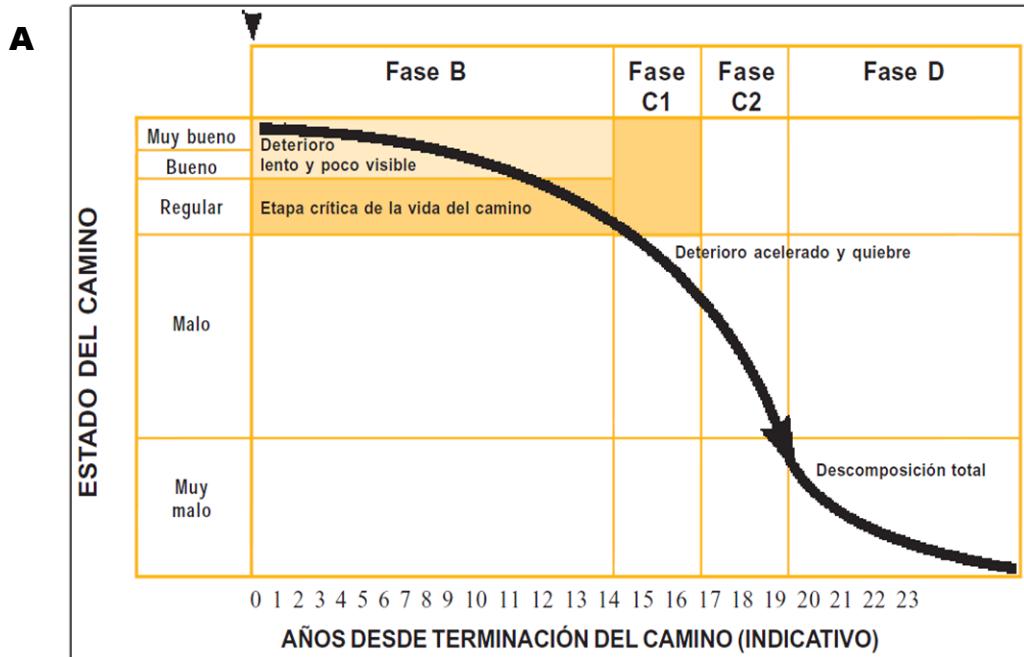
Por tanto, el mantenimiento no es una acción que puede efectuarse en cualquier momento, sino más bien es una acción sostenida en el tiempo, orientada a prevenir los efectos de los agentes que actúan sobre el camino, extendiendo el mayor tiempo posible su vida útil y reduciendo las inversiones requeridas a largo plazo, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

Se ha observado que, en la práctica, las entidades encargadas de la conservación vial sólo se dedican a arreglar las fallas de emergencia o las más graves o visibles en base a sus asignaciones presupuestales que siempre son insuficientes. Este sistema de trabajo conduce rápidamente a la acumulación de obras atrasadas y, a mediano plazo, a la necesidad de rehabilitar o reconstruir totalmente las vías, incurriendo en mayores costos y contribuyendo a mantener a los países en su condición de subdesarrollados, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

Consecuencia de ello es que en los países de Latinoamérica, así como en otros continentes, los caminos están sometidos a un ciclo que, por sus

características, ha adquirido la condición de fatal, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

Ese ciclo consta de cuatro fases, las cuales se describen a continuación de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003):



**Figura N° 04:** Curva de deterioro de los caminos en el transcurso del tiempo o Condición de la vía sin mantenimiento

**Fuente:** Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas: José Rafael Menéndez, (2003).

### 5.4.1 Fase A: Construcción

Un camino puede ser de construcción sólida o con algunos defectos. De todos modos entra en servicio apenas se termina la obra, es decir, el día mismo en que se corta la cinta de la inauguración.

El camino se encuentra, en ese momento, en excelentes condiciones para satisfacer plenamente las necesidades de los usuarios. (Punto A del gráfico), de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

#### **5.4.2 Fase B: Deterioro lento y poco visible**

Durante un cierto número de años, el camino va experimentando un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura, aunque, en menor grado, también en el resto de su estructura.

El desgaste se produce en proporción al número de vehículos livianos y pesados que circulan por él, aunque también por la influencia del clima, las precipitaciones o aguas superficiales y otros factores. Por otro lado, la velocidad del desgaste depende también de la calidad de la construcción inicial.

Para disminuir el proceso de desgaste y debilitamiento, es necesario aplicar, con cierta frecuencia, diferentes medidas de conservación, principalmente en la superficie de rodadura y en las obras de drenaje, además de efectuar las operaciones rutinarias de mantenimiento.

Durante la fase B (ver gráfico), el camino se mantiene en aparente buen estado y el usuario no percibe el desgaste, a pesar del aumento gradual de fallas menores aisladas. El camino sigue sirviendo bien a los usuarios y está en condiciones de ser conservado en el pleno sentido del término, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

#### **5.4.3 Fase C: Deterioro acelerado**

Después de varios años de uso, la superficie de rodadura y otros elementos del camino están cada vez más “agotados”; el camino entra en un período de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito vehicular.



Al inicio de esta fase, la estructura básica del camino aún sigue intacta y la percepción de los usuarios es que el camino se mantiene bastante sólido; sin embargo, no es así. Avanzando más en la fase C, se puede observar cada vez más daños en la superficie y comienza a deteriorarse la estructura básica, lo cual, lamentablemente, no es visible.

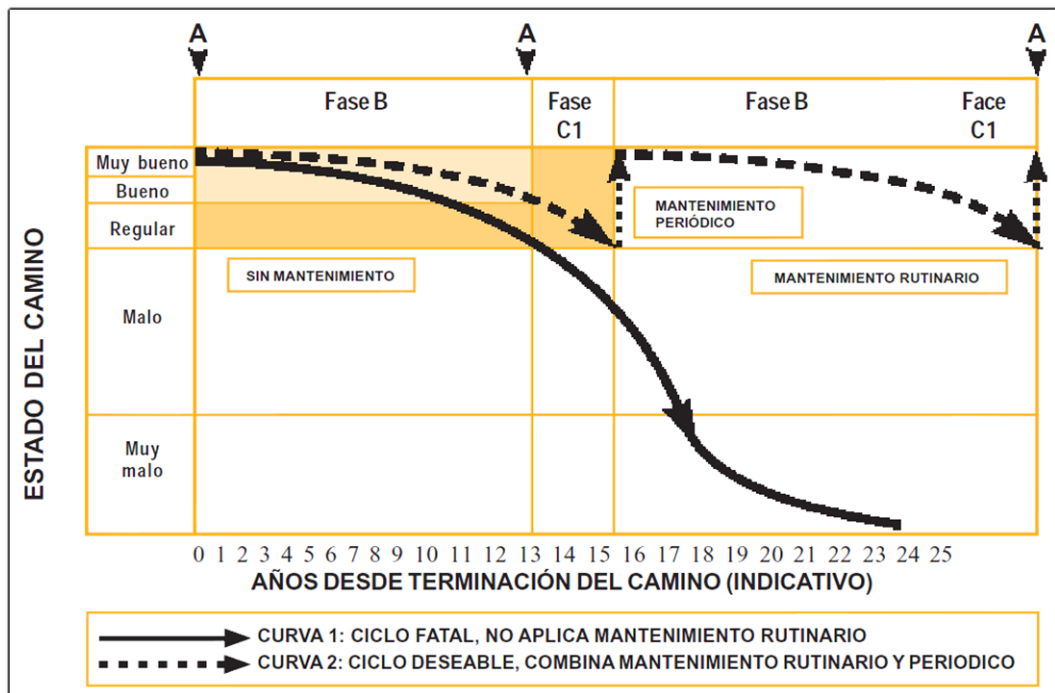
Los daños comienzan siendo puntuales y poco a poco se van extendiendo hasta afectar la mayor parte del camino. Esta fase es relativamente corta, ya que una vez que el daño de la superficie se generaliza, la destrucción es acelerada, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

#### **5.4.4 Fase D: Descomposición total**

La descomposición total del camino constituye la última etapa de su existencia y puede durar varios años. Durante este período el paso de los vehículos se dificulta seriamente, la velocidad de circulación baja bruscamente y la capacidad del camino queda reducida a sólo una fracción de la original. En estas condiciones, los costos de operación de los vehículos suben de manera considerable y la cantidad de accidentes graves también aumenta. Desgraciadamente, en Latinoamérica existen muchos ejemplos “perfectos” de vías que han llegado a esta fase de descomposición, encontrándose con el deterioro total de caminos. Su reconstrucción viene demandando la inversión de muchos millones de dólares, este gasto, sin embargo, pudo haberse evitado si se hubiera intervenido oportunamente en el proceso de mantenimiento, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

### 5.5 Ciclo de vida deseable

El proceso de ciclo de vida sin mantenimiento se le puede denominar “fatal”, porque conduce al deterioro total del camino, pero con la aplicación de un sistema de mantenimiento adecuado se puede llegar a mantener el camino dentro de un rango de deterioro aceptable, tal como se aprecia en la siguiente figura, como lo indica (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).



**Figura N° 05:** Condición de la vía con y sin mantenimiento

**Fuente:** Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas: José Rafael Menéndez, (2003).

El ciclo se inicia con un camino nuevo o recientemente rehabilitado, éste se encontrará en un estado óptimo de servicio. Pero el uso del camino va generando un desgaste “natural” del mismo, principalmente como consecuencia del flujo vehicular y de los factores climáticos, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

Si la autoridad competente desarrolla un sistema de mantenimiento rutinario del camino, este desgaste tenderá a ser más lento y prolongará en

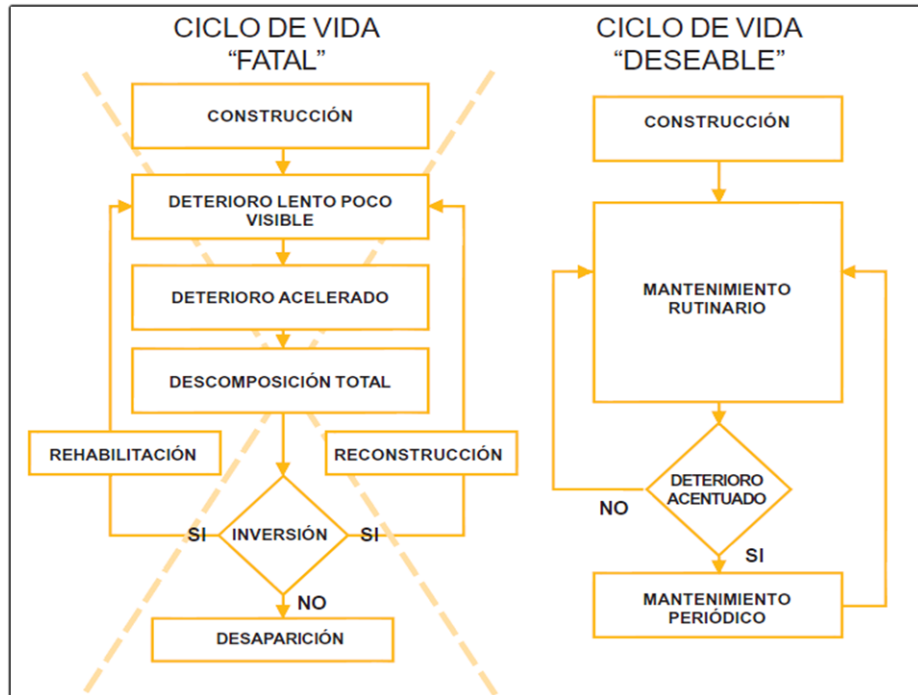
el tiempo la necesidad de intervenir con un mantenimiento de tipo periódico, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

Puede observarse que el mantenimiento rutinario prolonga el estado de conservación del camino en el nivel muy bueno y bueno por más tiempo, en comparación con el caso del camino al que no se le brinda este tipo de mantenimiento, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

Cuando el camino llega a un estado regular, se hace necesario realizar un mantenimiento de tipo periódico, es decir reponer la capa de rodamiento. De esta manera, se consigue que el camino se mantenga en un estado óptimo de conservación, con los beneficios consiguientes para el transporte, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

## **5.6 Ciclo de vida fatal y deseable de una carretera**

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo del proceso que sigue un camino sin mantenimiento y otro con mantenimiento, en el que podemos apreciar que la falta de mantenimiento permanente conduce inevitablemente al deterioro total del camino, mientras que la atención constante del mismo mediante el mantenimiento rutinario, sólo requiere, cada cierto tiempo, trabajos de mantenimiento periódico, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).



**Figura N° 06:** Diagrama de flujo del ciclo de vida "fatal" y "deseable"

**Fuente:** Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas: José Rafael Menéndez, (2003).

Se considera que es posible lograr una adecuada conservación de los caminos, estableciendo un ciclo deseable de vida del camino. Así, si el ciclo se inicia con un camino nuevo o recientemente rehabilitado, éste se encontrará en un estado óptimo de servicio. Pero el uso del camino va generando un desgaste "natural" del mismo, principalmente como consecuencia del flujo vehicular y de los factores climáticos, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

Si la autoridad competente desarrolla un sistema de mantenimiento rutinario del camino, este desgaste tenderá a ser más lento y prolongará en el tiempo la necesidad de intervenir con un mantenimiento de tipo periódico.

Puede observarse que el mantenimiento rutinario prolonga el estado de conservación del camino en el nivel muy bueno y bueno por más tiempo,

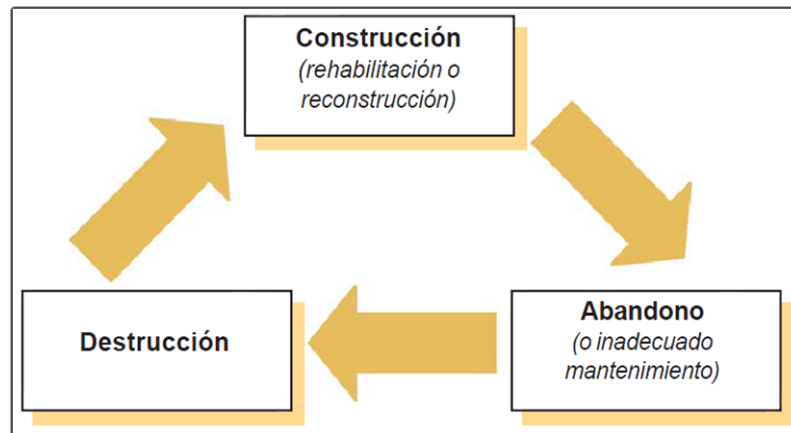
en comparación con el caso del camino al que no se le brinda este tipo de mantenimiento, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

El estado de conservación de muy bueno a regular en un camino no mantenido puede prolongarse por un período aproximado de dos a tres años, mientras que con el mantenimiento rutinario este período se puede prolongar hasta unos cuatro a cinco años. Cuando el camino llega a un estado regular, es decir cuando la superficie de rodamiento ha perdido la capa de grava y empieza a mostrar la estructura de base del camino (punto al que comúnmente se le denomina “encalaminado”), se hace necesario realizar un mantenimiento de tipo periódico, es decir reponer la capa de grava, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

De esta manera, se consigue que el camino se mantenga en un estado óptimo de conservación, con los beneficios consiguientes para el transporte: menores tiempos de circulación, ahorro en combustible y repuestos de los vehículos, menores costos de operación y tarifas más baratas del transporte de carga y pasajeros, acceso a vehículos livianos, mayor acceso de la población a los mercados y servicios, etc, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

Un camino no mantenido, en cambio, después del segundo año empieza a dar dificultades para el transporte: mayores tiempos de circulación, mayor consumo de combustible y repuestos, mayores costos de operación del transporte, acceso sólo a vehículos pesados, tarifas más altas del transporte, menor acceso de la población a los mercados y servicios, etc. de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

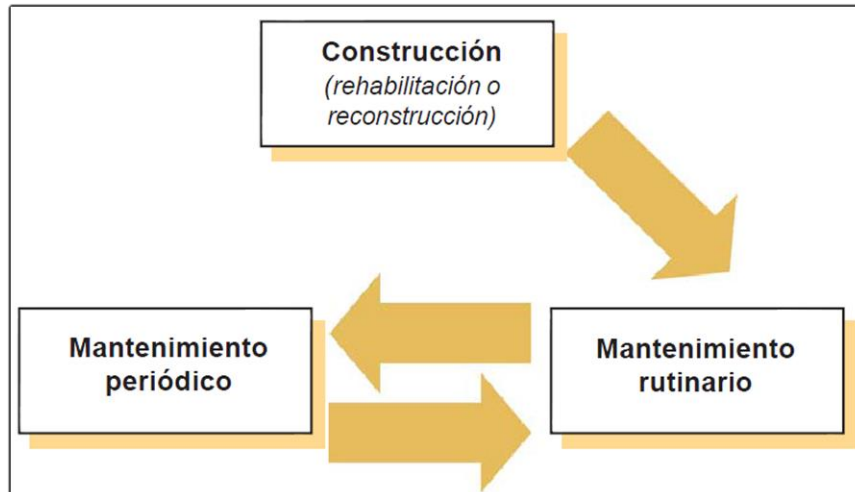
Se presenta un esquema del ciclo fatal del camino.



**Figura N° 07:** Diagrama del Ciclo “fatal” del camino

**Fuente:** Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas: José Rafael Menéndez, (2003).

Se presenta un esquema ideal de conservación, que consiste en combinar un adecuado mantenimiento rutinario con un mantenimiento periódico oportuno, se consigue que el camino se mantenga en un estado óptimo de conservación, con los beneficios consiguientes para el transporte: menores tiempos de circulación, con el consiguiente ahorro en horas de trabajo para los transportistas y usuarios; ahorro de combustible y repuestos de los vehículos, lo cual redundará en menores costos de operación y tarifas más baratas del transporte de carga y pasajeros. Asimismo, caminos bien mantenidos aseguran el acceso de vehículos livianos, incrementando la competitividad; todo lo cual mejora el acceso de la población a los mercados y a los servicios, incrementando las posibilidades del desarrollo local, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).



**Figura N° 08:** Diagrama del Ciclo deseable de la Conservación vial

**Fuente:** Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas: José Rafael Menéndez, (2003).

## 5.7 Importancia de la Conservación Vial

La conservación vial es importante porque permite lo siguiente, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003):

- ✓ Ahorros en los costos de operación de vehículos.
- ✓ Ahorro de tiempo para los usuarios.
- ✓ Preserva la inversión realizada por las instituciones administradoras viales.
- ✓ Brindar a los usuarios seguridad, rapidez y confort.
- ✓ Permite acceder a servicios (salud, educación, etc.) y mercados.

## 5.8 Plan de Conservación Vial

Los Administradores viales, son los encargados de realizar un plan de conservación, para intervenir con las acciones necesarias para contrarrestar los desgastes que sufre la vía, para ello se tiene que definir los siguientes aspectos, de acuerdo a (García Cerezo Pablo y Hernández García Gerardo, 2009).

- ✓ Las tareas que se deberán ejecutar.
- ✓ El periodo oportuno para su intervención.
- ✓ Determinar los sitios donde se ejecutaran las actividades.
- ✓ Determinar la cantidad de trabajo a realizar.
- ✓ La priorización de las actividades.

Para la ejecución del plan de conservación podemos basarnos en el programa de Conservación Ordinaria y Ayuda a la vialidad denominado COVI, el cual tiene como finalidad, de acuerdo a ( Garcia Cerezo Pablo y Hernandez Garcia Gerardo, 2009):

- ✓ Facilitar la circulación de los vehículos en la infraestructura existente en las condiciones adecuadas de seguridad y de fluidez.
- ✓ Retrasar todo lo posible el proceso de degradación de las características funcionales o estructurales de los elementos de la carretera.
- ✓ Promover la prestación de servicios complementarios de calidad que faciliten el buen funcionamiento de la circulación y mejoren la comodidad del usuario.
- ✓ Obtener datos e información rápida y fiable sobre el uso y funcionamiento de la red.

## 5.9 Sistema de Gestión

Dentro de todos los aspectos de la vialidad, esta se divide en los siguientes sistemas de gestión, de acuerdo a (Fernando Sánchez Sabogal, 2000):

- ✓ Sistema de Gestión de las actividades de conservación ordinaria y ayuda a la vialidad.
- ✓ Sistema de Gestión de Firmes y Pavimentos.
- ✓ Sistema de Gestión de Puentes.
- ✓ Sistema de Gestión de la Seguridad Vial.

En esta investigación interesa el **Sistema de Gestión de las actividades de conservación ordinaria y ayuda a la vialidad**, también denominado,



Gestión Sistemática del Mantenimiento (GSM), cuyo objetivo es la programación anual y operativa de las actividades de conservación, la organización de su seguimiento, supervisión y el análisis de resultados obtenidos.

#### **5.10 Gestión de Conservación Vial**

Comprende la realización de un conjunto de actividades integradas tales como la definición de políticas, la planificación, la organización, el financiamiento, la ejecución, el control y la operación, para lograr una conservación vial que asegure la economía, la fluidez, la seguridad y la comodidad de los usuarios viales, como lo indica el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2007).

#### **5.11 Modalidades de contrato empleadas para ejecutar el mantenimiento de redes viales**

Las modalidades de contrato para la ejecución del mantenimiento vial utilizadas a nivel Institucional en el País de Colombia son las siguientes, de acuerdo a (Fernando Sánchez Sabogal, 2000):

- ✓ Administración Directa.
- ✓ Mantenimiento rutinario con microempresas.
- ✓ Mantenimiento periódico por precios unitarios.
- ✓ Mantenimiento integral.
- ✓ Mantenimiento por indicadores de estado.
- ✓ Concesión.

**Cuadro N° 01: Modalidades de contrato para ejecución de mantenimiento vial**

Modalidad	Objeto del Contrato	Plazo inicial del contrato
Administración Directa mantenimiento vial	Administrar en forma directa la conservación vial, utilizando recursos, personal, maquinaria de la propia Institución.	1 año
Mantenimiento rutinario con microempresas	Suministro de mano de obra y herramienta menor para ejecutar actividades de mantenimiento rutinario en un sector de carretera, durante un periodo fijo, a cambio de una determinada remuneración por kilómetro atendido.	1 año
Mantenimiento periódico por precios Unitarios	Ejecución de trabajos de mantenimiento periódico en un sector de carretera, a precios unitarios en la cantidad y plazo definidos en el contrato.	Generalmente menor de 1 año
Mantenimiento integral	Ejecución de obras de mantenimiento periódico y atención de emergencias, pagadas por precio unitario. Actividades de administración y de mantenimiento rutinario que se pagan por cuotas mensuales fijas durante el desarrollo del contrato.	2 años
Mantenimiento por indicadores de estado	Atención completa de la conservación de un sector de carretera para que siempre permanezca dentro de rangos de estado preestablecidos para cada uno de los elementos que componen el sector, a cambio de un determinado precio mensual.	2 años
Concesión vial	Contrato a largo termino entre el Estado y un concesionario que asume la responsabilidad del financiamiento, construcción y mantenimiento de una carretera y su operación por peaje, a través del cual recupera parcial o totalmente la deuda y el capital de riesgo invertido en el proyecto.	15 o más años

**Fuente:** Revista Gestión de carreteras-Instituto Nacional de Vías-Colombia: Fernando Sánchez Sabogal, (2000).

## **5.12 Inventario y evaluación vial**

El inventario y evaluación vial para la conservación es un procedimiento para identificar, cuantificar y evaluar la condición de todos aquellos elementos de la carretera que requieren conservación o deben ser atendidos mediante un programa anual, de acuerdo a (González, 2011).

El inventario y evaluación debe ser ejecutado periódicamente, para obtener la información necesaria para programar las actividades de conservación vial que se realizarán durante el siguiente periodo y determinar el nivel de presupuesto requerido por los administradores de la conservación vial, de acuerdo a (González, 2011).

El objetivo principal del inventario para la planificación vial estratégica de la red vial vecinal o rural de los gobiernos locales es obtener información que permita realizar un diagnóstico vial rápido y sencillo que permita conocer el estado de transitabilidad, accesibilidad y situación de la infraestructura vial a nivel provincial, de acuerdo a (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Diciembre-2015).

### **5.12.1 Inventario Vial**

Registro de los componentes de la infraestructura vial terrestre, que recopila en forma continua y actualizada, las características de una vía, que incluye nombre de la vía, código, longitud, tipo de superficie de rodadura, puentes, túneles, badenes, distancias parciales y totales entre puntos notables, estado de la superficie y de las obras de arte como alcantarillado, drenaje, señales y otros, de acuerdo al (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008).

Insumo principal para el análisis de la infraestructura en el Plan Vial Provincial Participativo (PVPP) y para el proceso de priorización de

las intervenciones en los caminos, de acuerdo a (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Diciembre-2015).

El camino vecinal en estudio ya cuenta con información sobre los principales elementos de la vía resumidos en un inventario vial realizados en un estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil con Código SNIP 218184 elaborado por el Gobierno Local-Municipalidad Distrital de Culebras y registrado en el Banco de Proyectos del Ministerio de Economía y Finanzas del Distrito de Culebras.

La consultora que elaboró el estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil referido al camino vecinal en estudio realizó un inventario vial utilizando la siguiente ficha para inventario vial:

Cuadro N° 02: Ficha para Inventario Vial

<b>1. Datos Generales</b>	
<b>Carretera:</b>	<b>Tramo:</b>
Clasificador Departamental :	Clasificador Camino Rural:
Kilómetro de Inicio:	Kilómetro Final:
Cota Inicial:	Cota Final:
Comunidad:	Distrito:
Provincia:	Departamento:
Pueblos en el tramo:	Recibe Mantenimientos rutinarios (sí/no): ( )
Tiempo de viaje promedio:	Velocidad promedio (km/):
(Por kilómetro) De km _____ a km _____	
<b>2. Características de la vía</b>	
Topografía del Km. (marcar x)	Plana ( ) Ondulada ( ) Accidentada ( ) Muy accidentada ( )
Pendiente (%)	Máxima Mínima
Canteras	N° Ubicación:
Tipo de material (marcar x)	Grava ( ) Arena ( ) Material para afirmado ( ) Piedra ( )
Fuentes de Agua	N° Ubicación:
Derrumbes (mayores a 50m <sup>3</sup> )	N° Ubicación:
<b>3. Pavimento</b>	
Ancho y espesor de calzada	(m) (cm)
Bombeo (%)	
Tipo de material de superficie	Tierra ( ) Arcilla ( ) Afirmado ( ) Grava Gruesa ( )
Daños en la carpeta (marcar x)	Ahuellamiento ( ) Hundimiento ( ) Baches ( ) Encalaminados ( )
Plazoleta de paso	Número Ubicación..
Señalización (N°)	Hitos Km. Informativas Preventivas

(...continuación del Cuadro N° 02)

<b>4. Drenaje</b>			
Alcantarillas (marcar x)	N°	Ubicación:	Faltantes N°.....
	Limpias ( )	Semi-obstruidas ( )	Obstruidas ( )
	Metálicas ( )	Mampostería de piedra ( )	Concreto ( )
Tajeas (marcar x)	N° .....	Ubicación:.....	Faltantes N° .....
	Limpias ( )	Semi-obstruidas ( )	Obstruidas ( )
	Madera ( )	Mampostería de piedra ( )	Concreto ( )
Zanja de Coronación (marcar x)	Tierra ( )	Mampostería de piedra ( )	Revestidas de Concreto ( )
	Limpias ( )	Semi-colmatada ( )	Colmatada ( )
	Faltante ( )		
Cunetas (marcar x)	Tierra ( )	Mampostería de piedra ( )	Revestidas de Concreto ( )
	Limpias ( )	Semi-colmatada ( )	Colmatada ( )
	Faltante ( )		



### 5.13 Estudio de Tráfico

El tráfico es uno de los factores de mayor incidencia en las características de una vía, condiciona los diseños geométricos, la estructura del pavimento y las etapas de mantenimiento. Consiste en determinar el volumen y composición de vehículos que transitan por una determinada vía, mediante la utilización de métodos de conteo vehicular.

El estudio de tráfico vehicular elaborado por la consultora IHACSAC-Antamina; tiene por objeto cuantificar y clasificar los vehículos que transitan por el tramo vial en estudio, el cual se realizó mediante trabajos de campo en estaciones de conteo previamente determinadas y durante un período de días, como lo indica la (Municipalidad Distrital de Culebras, 2014).

En ese sentido, el estudio de tráfico efectuado por la consultora; tuvo por objeto determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDa) que circula por la vía en la actualidad, los cuales posteriormente fueron proyectadas para el período de vida del proyecto vial. Este aspecto es clave en la medida que sirve de insumo para determinar el diseño del camino.

La recopilación de información en campo se efectuó mediante levantamiento de información que consistió en conteos de tránsito motorizado y no motorizado.

En vista de la longitud de la carretera, la ubicación de los centros poblados del área de influencia y la dinámica de generación de los flujos vehiculares, se estableció una sola Estación Principal (EP), previa verificación in situ.



En cuanto a las encuestas de origen y destino, estas fueron realizadas en forma simultánea en el período antes señalado. Estas consistieron en entrevistas a transeúntes, pasajeros y conductores que se desplazaban a lo largo de la vía; luego estas se complementaron con entrevistas a autoridades locales de las localidades emplazadas en el camino vial en estudio.

Las unidades de transporte que circulan por el tramo en estudio son: Vehículos ligeros: autos, pick up, camionetas rurales y micros y por vehículos pesados: compuestos por buses, camiones simples y camiones articulados; también se cuantificó a: vehículos como: moto lineal, moto taxi y moto carga; además de no motorizados (personas o bicicletas), como lo indica la (Municipalidad Distrital de Culebras, 2014).

### 5.13.1 Censo y clasificación vehicular por día

En la estación N° 1 (EP-1), ubicada en el Km 00 + 000 (Emp. PE-1N (Culebras), se obtuvo la base del aforo correspondiente a: volumen vehicular, clasificación diaria por sentido (entrada y salida) y el total de ambos sentidos.

### 5.13.2 Tráfico vehicular promedio diario de la semana de censo

El promedio diario del tráfico vehicular de la semana se obtuvo consolidando la información, como lo indica la (Municipalidad Distrital de Culebras, 2014).

$$IMDA = \frac{(VDsab + VDdom + VDL1 + VDL2 + VDL3 + VDL4 + VDL5)}{7}$$

Donde:

- VDL1, VDL2, VDL3, VDL4 y VDL5: Volúmenes de tráfico registrados en los días laborables.
- VD Sab: Volumen de tráfico registrado sábado.
- VD dom: Volumen de tráfico registrado domingo.
- IMD Semanal: Índice Medio Diario Semanal.

### 5.13.3 Índice medio diario anual (IMDa): Tramo 1: Emp. PE-1N (Culebras)-El Molino.

Los volúmenes de tráfico varían cada mes dependiendo de las épocas de cosecha, lluvias, estaciones del año, festividades, vacaciones, etc.; siendo necesario para obtener el Índice Medio Diario Anual (IMD), hacer uso de un factor de corrección que permite desestacionalizar la data obtenida. En tal sentido, el factor de corrección utilizado corresponde a la estación de Peaje de Huarmey que es la más cercana a la zona de estudio.

Este factor fue estimado para la estación de Peaje más cerca de la zona de estudio. El factor de corrección publicada por la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto (OGPP), para el Peaje de Huarmey, para la estación.

**Cuadro N° 03: Factores de corrección estacional**

Peaje Huarmey

Año	Factor de Corrección Febrero	
	Ligeros	Pesados
Promedio 2000 - 2008	1.001099	1.010130

**Fuente:** Estudio de tráfico 2014 del proyecto-Código SNIP 218184.

#### 5.13.4 Encuesta Origen-Destino (Vehículos de carga y pasajeros)

La encuesta de Origen – Destino (O/D), tiene como objetivo identificar las características del tráfico que hace uso el Tramo: Emp. PE-1N (Culebras) – El Molino, como: Tipo de vehículo, marcas y modelos, tipo de carga, origen y destino de la carga y de los pasajeros. Se identificó 1 estación para realizar las encuestas origen/destino.

La información obtenida de la encuesta O/D fue procesada y los resultado son las matrices origen – destino por tipo de vehículo, donde se consideró las localidades más representativas identificadas como generadoras o receptoras de los flujos de tráfico. Así mismo se identificó los motivos de viaje de los pasajeros y la ocupabilidad de los vehículos de pasajeros, como lo indica la (Municipalidad Distrital de Culebras, 2014).

#### 5.13.5 Metodología de Proyección de Trafico

Para las proyecciones de tráfico se ha aplicado tasas de generación de viajes, determinados en función a las tasas de crecimiento de las variables macroeconómicas como el Producto Bruto Interno (PBI), la población y el PBI por habitante. Este método considera la estructura de los flujos de transporte entre pares de zonas, aplicándose la siguiente expresión exponencial por tipo de vehículo, como lo indica la (Municipalidad Distrital de Culebras, 2014):

$$Tt_n = T_o \times \left(1 + \left(\frac{\sum_1^n (R_{ij} \times T_{ijt})^n}{\sum_1^n (T_{ijt})^n}\right)\right)^n$$

Donde:

$T_{tn}$  = Tráfico en el tramo T, en el año n.

$T_o$  = Tráfico en el tramo T, en el año base

$T_{ijt}$  = Tráfico entre las zonas i y j, que utiliza el tramo T.

$R_{ij}$  = Tasa de generación de viajes.

Las tasas de generación de viajes entre pares de zonas, se obtuvieron con la relación:

$$R_{ij} = \frac{R_i \times R_j}{2}$$

Donde:

$R_i$  = Tasa de generación de viajes de la zona i.

$R_j$  = Tasa de generación de viajes de la zona j.

Las tasas de crecimiento del tráfico por tramos y tipo de vehículo, están dadas por:

$$R_t = \frac{\sum_1^n (R_{ij} \times T_{ijt})^n}{\sum_1^n (T_{ijt})^n}$$

Las tasas de crecimiento de tráfico obtenidas se aplican al tráfico del año base (2014) y se proyecta para un período de evaluación (10 años), como lo indica la (Municipalidad Distrital de Culebras, 2014).

Para establecer las tasas de crecimiento de generación de viajes, tanto de vehículos de carga como de pasajeros, se ha tomado en cuenta la participación de las variables macroeconómicas como el PBI, PBI per cápita y la población a nivel regional.

✓ **Variables Macroeconómicas:**

En el presente estudio se ha analizado la estadística de la evolución histórica de las variables macroeconómicas (PBI, PBI Per cápita y población) del período 2001–2010, información recientemente publicada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, referente al PBI Nacional y Regional/departamental y PBI Per cápita.

✓ **Elasticidad**

Las elasticidades de tráfico se han calculado relacionando las estadísticas de parque vehicular de las regiones identificadas en la matriz origen / destino, el PBI de servicios y el PBI total del departamento de Ancash. Es decir para determinar las elasticidades de los vehículos de pasajeros (autos, camionetas, micros y ómnibus), se relaciona el parque automotor del y el PBI de servicios; y para las elasticidades de los vehículos de carga, el parque automotor con el PBI total del departamento. En ambos casos se utiliza una regresión lineal y la elasticidad punto.

✓ **Estructura Porcentual Matriz Origen- Destino**

La estructura porcentual del flujo vehicular corresponde en mayor proporción al nivel intra-regional y en menor medida al flujo extra-regional, teniendo como origen y/o destino las regiones de Ancash, La Libertad y Lima.

### 5.13.5.1 Tasas de Crecimiento de Generación de Tráfico

Las tasas de generación de viajes se calcularon para cada tipo de vehículo, considerando las variables macroeconómicas, la elasticidad del tráfico y la estructura de la generación del tráfico obtenida de la encuesta origen – destino, como lo indica la (Municipalidad Distrital de Culebras, 2014).

#### ✓ Autos

La tasa de generación de viajes se estimó con la relación:

$$R_a = R_{pbi/h} \times E_a$$

Donde:

$R_a$  = Tasa de generación de viajes en autos.

$R_{pbi/h}$  = Tasa de crecimiento del PBI por habitante de la zona i.

$E_a$  = Elasticidad del tráfico en autos.

#### ✓ Camioneta

La tasa de generación de viajes se estimó con la relación:

$$R_{cta} = R_{pbi/h} \times E_{cta}$$

Donde:

$R_{cta}$  = Tasa de generación de viajes en camioneta.

$R_{pbi/h}$  = Tasa de crecimiento del PBI por habitante de la zona i.

$E_{cta}$  = Elasticidad del tráfico en camionetas.

✓ **Ómnibus**

La tasa de generación de viajes se estimó con la relación:

$$R_o = R_{pob} \times E_o$$

Donde:

$R_o$  = Tasa de generación de viajes en ómnibus.

$R_{pob}$  = Tasa de crecimiento de la población de la zona i.

$E_o$  = Elasticidad del tráfico en ómnibus.

✓ **Camión**

La tasa de generación de viajes se estimó con la relación:

$$R_C = R_{pbi} \times E_C$$

Donde:

$R_C$  = Tasa de generación de viajes en camiones.

$R_{pbi}$  = Tasa de crecimiento del PBI de la zona i.

$E_C$  = Elasticidad del tráfico en camiones.

### 5.13.5.2 Proyección de Tráfico

La proyección del tráfico, se ha realizado para cada uno de los tres tipos de tráfico identificados:

**(a) Tráfico Normal:**

La proyección del tráfico normal, tanto para vehículos de carga como de pasajeros, para el horizonte de análisis, se obtuvo aplicando las tasas de crecimiento de generación

de tráfico determinadas al IMD Anual del año base por tipo de vehículo (2014), como lo indica la (Municipalidad Distrital de Culebras, 2014).

**(b) Tráfico Generado:**

Tráfico generado es el inducido por la realización del proyecto, debido al desarrollo económico de la región, consecuencia de las mejoras en las condiciones de la vía. Este tipo de tráfico solo existe en las condiciones con proyecto.

En base a la experiencia en proyectos de carreteras en vías similares, se ha asumido para el tráfico generado, un incremento del 20% sobre el tráfico normal, este porcentaje está sustentado por el mayor intercambio comercial que se manifestará en la zona y la región Ancash en particular, complementado con el incremento de la actividad productiva en general, de la actividad turística y el mayor uso del potencial de recursos principalmente agrícola, cuyo excedente exportable no solamente abastece a las principales ciudades del norte del país, sino que incluso se exporta a otros países, de acuerdo a la (Municipalidad Distrital de Culebras, 2014).

Además este porcentaje se asume sobre la base de los resultados observados en otras carreteras de la región y el país, que han sido mejoradas a nivel de asfaltado.

Este tráfico generado se inicia luego de terminadas las obras en la carretera, de acuerdo al cronograma de ejecución de las obras, de acuerdo a la (Municipalidad Distrital de Culebras, 2014).



**(c) Proyección Tráfico Total:**

Como se ha explicado, el tráfico total de la carretera está compuesto por el tráfico normal y el tráfico generado por el proyecto. En los cuadros siguientes se presentan un resumen de las proyecciones del tráfico normal, generado y total para los tramos identificados.

**5.14 Costos de Operación Vehicular**

- ✓ El costo de operación de los vehículos indica cuánto cuesta tener operando determinado vehículo. Este costo puede ser medido con respecto al tiempo, con respecto a la cantidad de kilómetros recorridos, etc., de acuerdo a (Morales Sosa, 2006).

Para su cálculo se debe determinar:

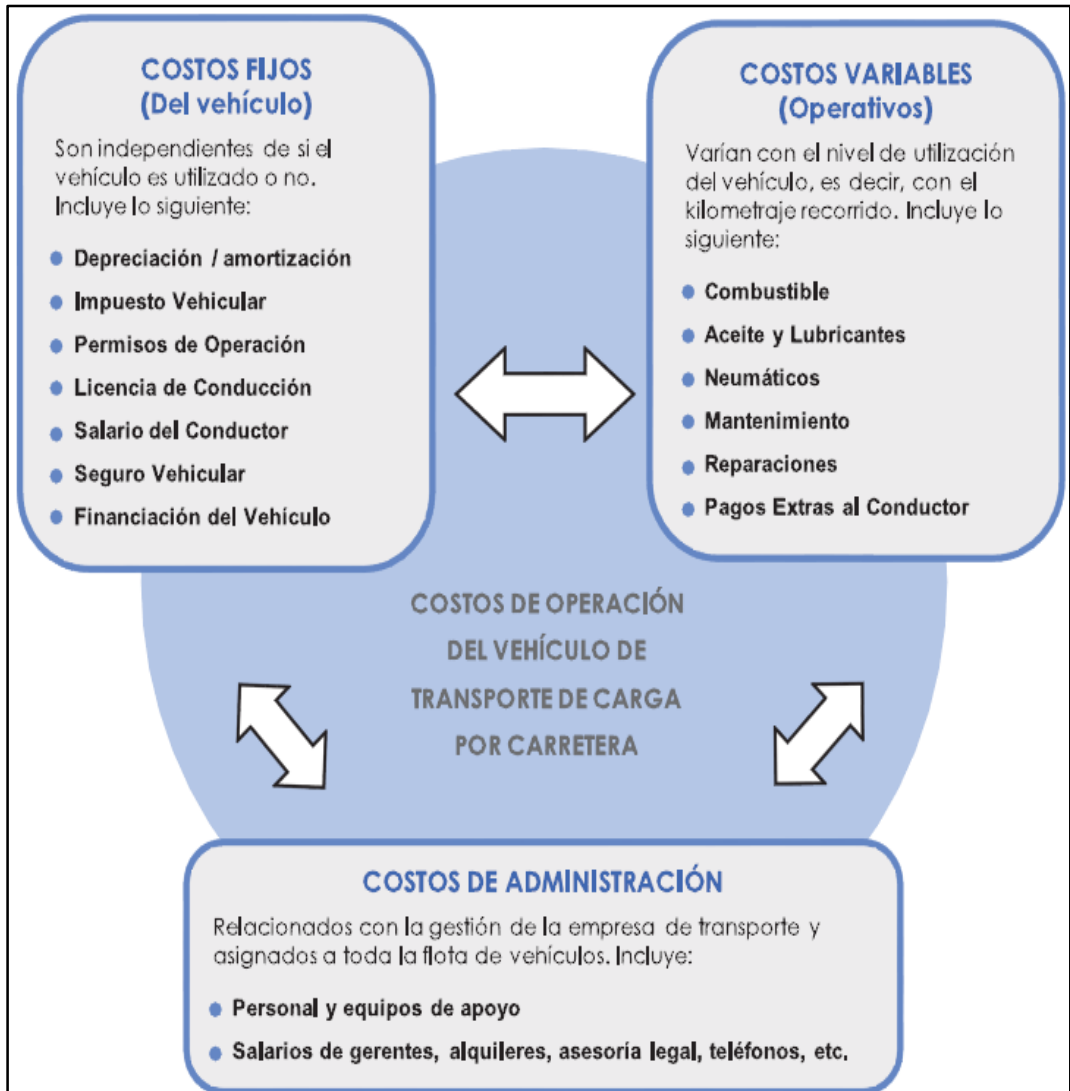
❖ **El tipo de carretera por la que transita el vehículo:**

Esto es si es primaria, secundaria, etc.; el tipo de terreno (llano, ondulado o montañoso); el estado de la vía (bueno, regular, malo), el tipo de superficie por la que se desplaza el vehículo (asfalto, tierra, etc.), de acuerdo a (Morales Sosa, 2006).

❖ **El tipo y características de los vehículos:**

Vehículo tipo, kilómetros recorridos al año, precio del vehículo, vida útil, tasa de interés del capital, sueldo del conductor, consumo de combustibles, cambio de llantas en el año, cambio de aceite y demás lubricantes, costo de reparaciones y repuestos, seguros, impuestos, número de horas efectivas de servicio por año, beneficios, etc., de acuerdo a (Morales Sosa, 2006).

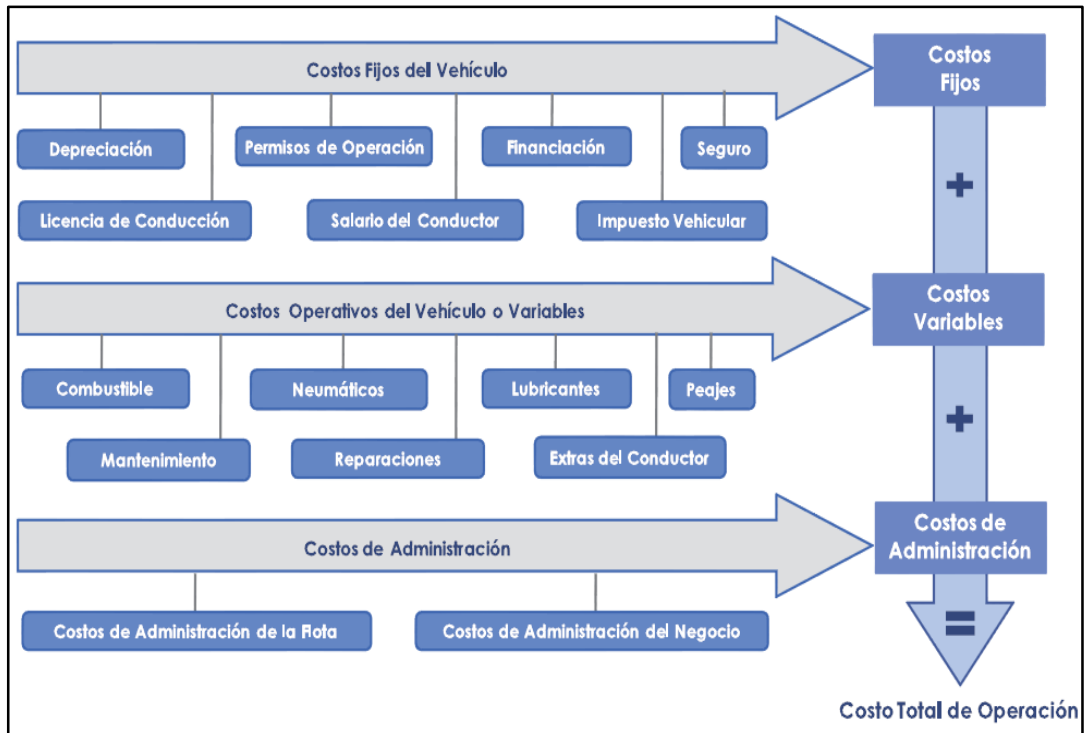
- ✓ Existen dos componentes principales en el costo de operación, el combustible y el personal. Ambos varían con la intensidad de uso del vehículo, y son por definición, costos variables y directos. El costo de operación de un vehículo de transporte es sensible al tipo de uso, y en particular, a la velocidad de operación, de acuerdo a (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2009)
  
- ✓ Los costos de combustible y personal disminuyen con la velocidad, en consecuencia, existe una velocidad económica en la que se minimiza el consumo de combustible, en adición, las operaciones propias de un vehículo de transporte requieren el apoyo de personal para la programación y administración de actividades; este es un costo indirecto de operación, de acuerdo a (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2009).
  
- ✓ Para caminos rurales el costo de operación de vehículos está conformado por: de acuerdo a (Ministerio de Economía y Finanzas-DGPI, Junio-2011):
  - ✚ Remuneración de la tripulación (buses y camiones).
  - ✚ Consumo de combustible.
  - ✚ Consumo de lubricantes.
  - ✚ Consumo de neumáticos.
  - ✚ Mano de obra en mantenimiento.
  - ✚ Repuestos.
  - ✚ Depreciación.
  
- ✓ Los principales costos de operación del vehículo de transporte de carga por carretera pueden agruparse en tres categorías generales de costos, los costos fijos, los Costos operativos (costos variables) y los costos de administración, los cuales pueden observarse en la siguiente figura, de acuerdo a (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2009) .



**Figura N° 09:** Costos de operación del vehículo de transporte de carga por carretera

**Fuente:** Guía de orientación al usuario del transporte terrestre: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, (2009).

Basados en el modelo integral de los componentes del costo de operación del vehículo de transporte de carga por carretera. La idea es visualizar de manera conjunta y simultánea la forma como se agregan e inter-relacionan los costos, tal como se muestra en la siguiente figura.



**Figura N° 10:** Estructura y agregación de los costos de operación del vehículo

**Fuente:** Guía de orientación al usuario del transporte terrestre: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, (2009).

### 5.14.1 Determinación de Costos de Operación Vehicular

Existen varias metodologías, para determinar los costos de operación vehicular, pero principalmente se lo determina mediante el procesamiento de los gastos que realizan los usuarios de la vía al transitar en ella, en referencia a insumos consumidos de combustibles, lubricantes, neumáticos, repuestos, etc. Estos gastos están relacionados con la composición del tráfico del proyecto, así mismo de las condiciones geométricas de la carretera y principalmente del estado de su capa de rodadura, de acuerdo a (González, 2011).

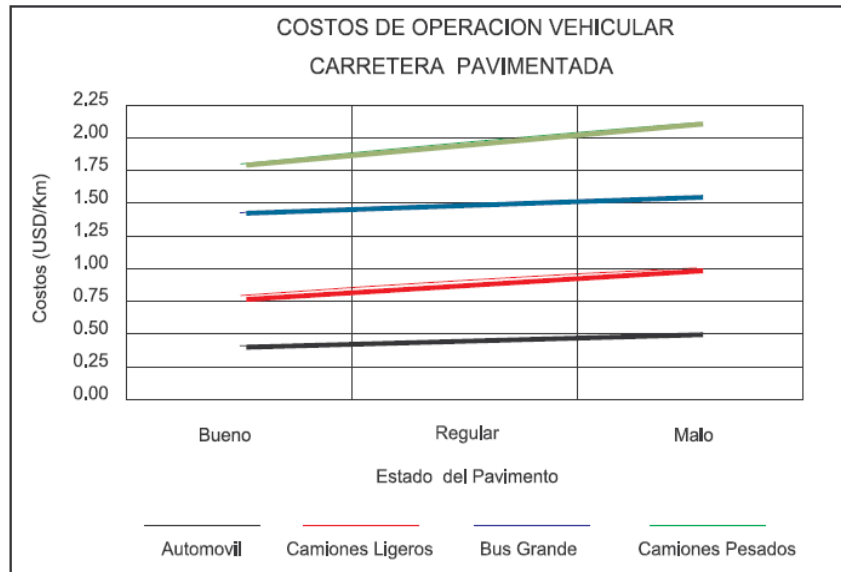
La cantidad de recursos (COV) consumidos por un vehículo cuando circula por un camino dependerá de las características

geométricas y del estado de la vía así como de las características del vehículo, de acuerdo a (Ministerio de Economía y Finanzas, 2007).

#### **5.14.1.1 Metodología del Instituto Nacional de Vías– Colombia**

En Colombia, se utilizó un modelo implementado por el Banco Mundial, el cual considera el impacto del estado de las vías en los usuarios, principalmente en forma de costos de operación vehicular (COV). Estos costos son calculados mediante la estimación de las cantidades consumidas de recursos tales como el combustible, neumáticos y lubricantes, entre otros, multiplicadas por los costos unitarios y especificados para cada tipo de vehículo, de acuerdo a (González, 2011).

En la figura N° 11 se muestra el comportamiento del costo de operación vehicular (COV), según el tipo de vehículo y el estado de la vía en función del Índice de rugosidad Internacional (IRI), se aprecia cómo a medida que empeora el estado de la vía, el costo de operación vehicular aumenta.



**Figura N° 11:** Costos de Operación según estado del pavimento y vehículo.

**Fuente:** Instituto Nacional de Vías-Colombia, (2011)

Una aplicación del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) se ha realizado en las vías interurbanas de Bogotá en el año 2008, como se observa los cálculos realizados por el INVIAS confirman el comportamiento descrito en la gráfica, donde existe una relación directa entre el estado del pavimento y el aumento en los costos de operación de los vehículos, comportamiento que se mantiene sin importar el tipo de terreno, de acuerdo a (González, 2011). Para la consideración del IRI, se determina con los siguientes datos:

**Cuadro N° 04:** Relación entre la condición de la carretera vs IRI

Condición de la Carretera Vs. IRI	
Condición	Carretera Asfaltada
Buena	0-4
Regular	4-6
Mala	6-10

**Fuente:** Instituto Nacional de Vías-Colombia, (2011).

### 5.14.1.2 Metodología de Len Asociados Ingenieros Consultores - Chile

Len y Asociados Ingenieros Consultores Ltda., en su publicación “Efectos sobre los usuarios de las obras de Infraestructura Pública Concesionada” se basa en el siguiente análisis:

En aquellos tramos en que la característica principal es la capa de rodamiento, la cual se categoriza en diferentes niveles, desde bueno, regular, malo y pésimo, y están en función del Índice de rugosidad internacional (IRI), de acuerdo al detalle continuo:

**Cuadro N° 05:** Relación entre la condición de la carretera vs IRI

<b>Condicion de la Carretera Vs. IRI</b>		
<b>Condicion</b>	<b>Carretera Asfaltada</b>	<b>Carretera de Tierra</b>
Buena	2	4
Regular	5	10
Mala	6	14
Pesima	10	20

**Fuente:** Len & Asociados Ingenieros Consultores, (2007).

Posterior a ello, hacen un análisis del porcentaje que representa cada uno de los insumos, que intervienen en el cálculo del costo de operación de vehículos, como son combustibles, neumáticos, lubricantes, etc.

En relación al costo de los vehículos tipo analizado obtenidos en vías chilenas en buen estado o vías con mantenimiento, se presentan los porcentajes a continuación:

**Cuadro N° 06:** Porcentaje de Consumo de insumos en función del costo inicial vehicular (vías con mantenimiento)

Tipo de Vehículo		
Rubro	Liviano	Pesado
Combustible	15%	20%
Repuestos	4%	4%
Neumaticos	6%	7%
Lubricantes	2%	2%
Mantenimiento	5%	5%

**Fuente:** Len & Asociados Ingenieros Consultores, (2007).

A estos porcentajes, del costo de operación vehicular, la consultora indica parámetros, comparando los costos en vías con capa de rodamiento en buenas y malas condiciones, en las cuales los ahorros de combustibles para los vehículos livianos son significativos, alcanzando hasta un 30%, para los vehículos pesados este ahorro se sitúa entre el 20% y 40%, aun cuando esta cifra máxima es hipotética puesto que en tramos angostos y de gradientes altas suelen registrarse alto flujo de camiones, de acuerdo a (Len y Asociados Ingenieros Consultores Ltda, 2007).

En tramos sin cogestión los vehículos livianos no presentan ahorros de importancia, en cambio el ahorro para los vehículos pesados alcanza el 17%.

Los demás componentes del costo de operación: (Repuestos, mantenimiento, neumáticos y lubricantes) varían sus ahorros; cuyos porcentajes de afectación o factor de incremento para los vehículos livianos y vehículos pesados en vías en mal estado o sin mantenimiento según autores, es el respaldo de una



detenida investigación, y se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 07:** Porcentajes de afectación en vías sin mantenimiento

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Vehículos Livianos</b>	<b>Vehículos Pesados</b>
Neumaticos	18%	20%
Lubricantes	20%	7%
Repuestos	26%	49%
Mantenimiento	15%	30%

**Fuente:** Len & Asociados Ingenieros Consultores, (2007).

A los resultados obtenidos del producto de cada porcentaje de afectación con los respectivos insumos de los costos de operación vehicular según corresponda, le afectan el tráfico promedio diario anual (TPDA), tanto en su volumen y composición, y determinan un costo de operación vehicular anual.

### **5.15 Costo de Mantenimiento Vial**

- ✓ Son los costos realizados durante la vida útil del pavimento para su conservación, y son asumidos directamente por los Administradores viales, se clasifican en mantenimiento periódico y rutinario, de acuerdo a (Emilio Salomon, 2003).
- ✓ El costo de mantenimiento vial incluirá el costo de mantenimiento rutinario que es expresado en forma anual y el costo de mantenimiento periódico que se realiza cada cierto período de años, de acuerdo a (Equipo de Análisis de Gestion Publica y Desarrollo, 2012) .

- ✓ La inversión en mantenimiento rutinario debe considerarse como un costo permanente que garantiza la duración del camino por más tiempo y que evita mayores intervenciones a futuro, pero eso no implica que la vía tenga un desgaste natural, para compensar este deterioro se hace necesario ejecutar el mantenimiento periódico de la vía después de un determinado número de años, de acuerdo a (Emilio Salomon, 2003).
  
- ✓ Cada una de las actividades que se efectúen a una carretera, traen implícitamente asociado un costo, que dependerá de la magnitud de la acción de conservación y del precio de los insumos para poder llevarla a cabo (personal, equipo y maquinaria y materiales), de acuerdo a (Emilio Salomon, 2003).
  
- ✓ Con el conjunto de precios unitarios de cada actividad de mantenimiento, se podrá realizar un presupuesto de mantenimiento vial, en el cual se incluirá, el rubro, la descripción, la unidad de medida, la cantidad a ejecutarse, los precios unitarios y los precios totales, de acuerdo a (Emilio Salomon, 2003).
  
- ✓ Entre las principales actividades que considera un mantenimiento rutinario, se destacan, de acuerdo a (Equipo de Análisis de Gestion Publica y Desarrollo, 2012):
  - Limpieza localizada, bacheo, remoción de derrumbes, limpieza de cunetas, reparación de muros y de pontones, roce y limpieza de: alcantarillas, de badén, de zanjas, pontones y encauzamiento curso de agua, desquinche, conservación de señales, reforestación, vigilancia y control.
  
  - El mantenimiento periódico comprende actividades como: reposición de capa de afirmado, reparación de obras de arte, perfilado, etc.

- ✓ Para el camino vecinal en estudio ya se cuenta con las Políticas y estrategias para el mantenimiento y conservación durante su vida útil y los Costos de mantenimiento rutinario y periódico con proyecto, expresados a precios financieros y sociales que fue elaborado por la consultora IHACSAC-Antamina responsable del Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil, en la cual utilizo el modelo HDM III, de acuerdo a (Municipalidad Distrital de Culebras, 2014).

## II. DISEÑO METODOLOGICO

### 1. Material de Estudio

El camino vecinal Raypa-Huanchay-Molino, de 13+411.89 kilómetros de longitud, pertenece al AN-830: Emp. PE-1N (Culebras), el trazo se inicia en el Emp. de la Carretera Panamericana Norte PE-1N, a la altura del kilómetro 312+100, con dirección noreste, y finaliza en El Molino.

#### 1.1. Tipo de Investigación

Es descriptiva, a lo largo del camino vecinal Raypa-Huanchay-Molino.

#### 1.2. Área de Estudio

El camino vecinal a estudiar es de 13+410.96 kilómetros de longitud, pertenece al AN-830: Emp. PE-1N (Culebras), el trazo se inicia en el Emp. de la Carretera Panamericana Norte PE-1N, a la altura del kilómetro 312+100, con dirección noreste, y finaliza en el Molino; se trata de una vía con un tratamiento superficial bicapa de 2 cm y una sub base granular de 20 cm que une los poblados de Quitasombrero, Ampanu, Hoyos y Molino, de acuerdo a lo mencionado en (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

Geográficamente el Distrito de Culebras, se ubica en la parte norte de la Provincia de Huarney, cuyos límites son: por el norte con la Provincia de Casma; por el sur con el Distrito de Huarney; por el este con los Distritos de Pampas Grande y Huanchay (Provincia de Huaraz) y el Distrito de Coris (Provincia de Aija); y por el oeste con el Océano Pacífico.

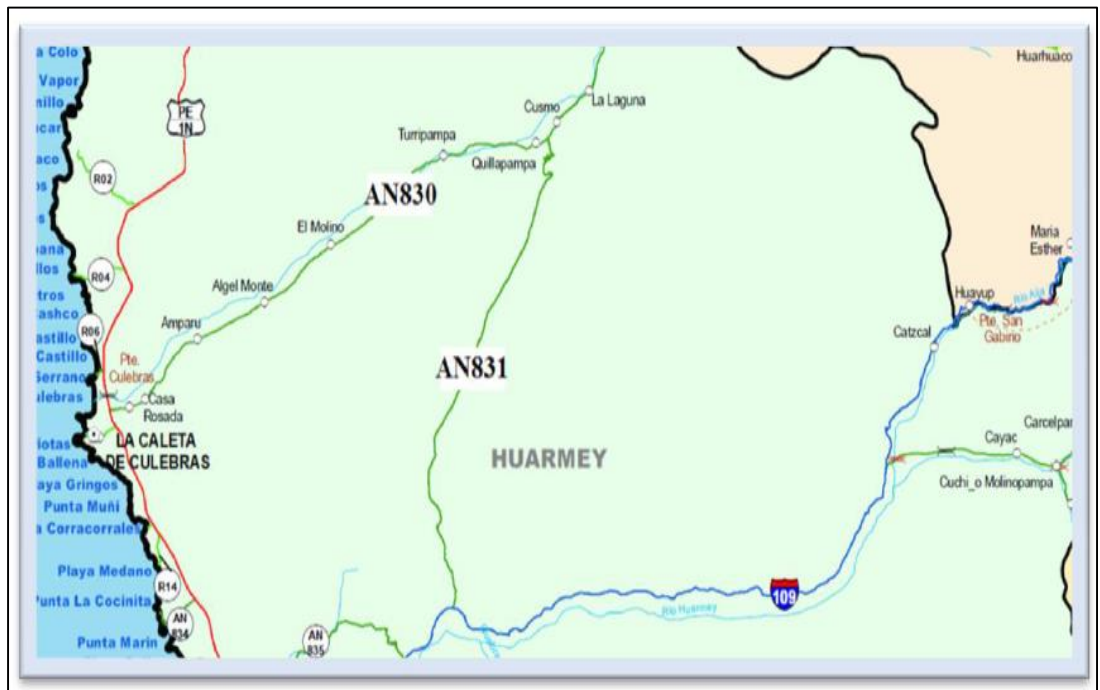


**Figura N° 12:** Plano de localización donde se desarrolla el proyecto

**Fuente:** Expediente Técnico-“Mejoramiento de la Carretera Vecinal AN-830: Emp. PE-1N (Culebras) – Raypa – Huanchay; Tramo: Emp. PE-1N (Culebras) – El Molino (Km. 13+411.89); Distrito de Culebras, Provincia de Huarney, Departamento de Ancash”, (2014).

Según el D.S N°036-2011-MTC, el tramo vial materia de estudio forma parte de la Ruta N° AN-830; cuya trayectoria corresponde a: Emp. PE-1N (Culebras) - Raypa – Huanchay, de acuerdo a lo establecido en (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

En la figura N° 13 se puede visualizar dos caminos vecinales con dirección a la costa (AN-830 y AN-831), estos caminos vecinales sirven como indicamos un acceso de salida (entrada) como ruta de tránsito hacia el litoral de la costa, donde las localidades del Distrito de Culebras están básicamente atendidos por el primero; en tanto que las localidades de los vecinos Distritos de Huanchay y Pampas Grande (Prov. Huaraz), tiene la posibilidad de utilizar la ruta del proyecto a estudiar (AN-830) o utilizar la ruta alterna (AN-831).



**Figura N° 13:** Caminos Vecinales AN830 y AN831 registrados por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones

**Fuente:** Mapa vial Ancash-Provias Descentralizado.



**Figura N°14:** Se observa el trazo de la vía y los poblados que une

**Fuente:** Elaboración Propia

### Altitud

- ◆ El Departamento de Ancash se ubica en una altitud entre los 6,798 m.s.n.m. (Nevado Huascarán) y los 0 m.s.n.m. delimitando diferentes pisos ecológicos de características propias; en ella se ubican poblaciones dispersas de vocación mayormente agropecuaria.
- ◆ La altura sobre el nivel de mar fluctúan desde 18.78 m.s.n.m. (Emp. PE-1N) y 175.52 m.s.n.m. (Entrada al poblado de Molino).

## Topografía

- ◆ El tramo en estudio presenta una topografía que varía de plana, ondulada, a fin de describir los tipos de topografía representativas del tramo, se ha visto por conveniente sectorizar la misma de la siguiente manera:

**Cuadro N° 08:** Tipo de Orografía de la Vía

Sector	Long.	Topografía	Orografía	Inclinación Transversal
	M			
Km. 0+000– Km. 2+200	2,200.00	Plana	Tipo 1	Terreno Plano, es menor al 10%
Km. 2+200– Km.5+500	3,300.00	Ondulada	Tipo 2	Terreno Ondulado, varía entre 10 y 50%
Km. 5+500– Km.11+100	5,600.00	Plana	Tipo 1	Terreno Plano, es menor al 10%
Km. 11+100– Km.13.411.89	2,311.88	Plana	Tipo 1	Terreno Plano, es menor al 10%

**Fuente:** Estudio de Topografía del Proyecto de Inversión Pública-Código SNIP 218184.

## Clima

- ◆ El clima del Distrito Culebras es templado y húmedo con temperaturas promedio de 12°C y 28°C, pudiendo llegar en verano a un máximo que es de 35° (conocida por tener un verano caluroso). Según el SENAMHI tenemos:
  - ✓ Temperatura Mínima: 18 ° C, en meses de invierno.
  - ✓ Temperatura Promedio Anual: 20 ° C.
  - ✓ Temperatura Máxima: 28 ° C en meses de verano.



La temporada de calor comienza en los meses de verano. Esta temperatura ligeramente alta se debe a la influencia de la Corriente de El Niño, de aguas cálidas.

La carretera se ubica, según la clasificación del Dr. Javier Pulgar Vidal expuesta en su “Geografía del Perú”, en la región climática:

Chala: Es la región que se extiende a lo largo del litoral peruano y se ubica entre los 0 y 500 m.s.n.m. Se caracteriza por tener un clima semitropical con presencia de lluvias. Su temperatura es menor a la que le corresponde por latitud, esto debido a la influencia de la Corriente Peruana y principalmente del afloramiento de aguas profundas que genera una fuerte inmersión térmica.

La costa norte, se caracteriza por tener una temperatura media anual máxima entre 32°C y 40°C, y una temperatura mínima entre 17°C y 18°C; siendo el promedio 25°C. La precipitación pluvial es escasa.

### **1.3. Definición de la Población Muestral**

#### **1.3.1. Población:**

El universo al cual va dirigido la investigación son los caminos vecinales del Distrito de Culebras, que tienen similares características.

#### **1.3.2. Muestra:**

La muestra que se tomó, es la vía Raypa-Huanchay-Molino del Distrito de Culebras, que tiene una longitud 13+411.89 km.

## **2. Métodos, Procedimiento e Instrumentos de recolección de datos**

### **2.1. Método**

El método empleado es la recopilación de datos históricos de las intervenciones que han tenido una carretera de tercer orden y se las adapta para ser aplicadas en los organismos Provinciales o Distritales del Perú y también mediante la visita a los funcionarios de entidades públicas y privadas involucradas con el proyecto de Inversión Pública y Estudio definitivo denominado: “Mejoramiento de la Carretera Vecinal AN-830: Emp. PN-1N (Culebras) - Raypa – Huanchay, Tramo: Emp. PN -1N (Culebras) - El Molino; Distrito de Culebras, Provincia de Huarmey, Departamento de Ancash”, con su mantenimiento vial rutinario y periódico como son: Municipalidad Distrital de Culebras, Instituto Vial Provincial de Huarmey y la consultora IHACSA-Antamina S.A para luego recopilar información sobre el estudio de tráfico, inventarios viales, y otros estudios complementarios de la vía en estudio que tienen a su cargo estas Instituciones.

Se complementó con investigación bibliográfica referente al tema de investigación, antecedentes, niveles de conservación vial, ciclos de la vida de los caminos, inventarios viales, modalidades de ejecución, sistemas de gestión, ahorro de costos de operación vehicular y sus distintas metodologías a nivel de Latinoamérica, aplicación del modelo HDM III para los costos de mantenimiento vial y su frecuencia de intervención de acuerdo a las condiciones de la vía.

Así mismo también se realizó la verificación en campo para validar los datos del inventario vial y las características de la vía en su situación actual; información que se encuentra en la Municipalidad Distrital de Culebras.

## **2.2. Descripción del Procedimiento**

La descripción secuencial de las acciones y actividades efectuadas durante las fases de campo y gabinete para la elaboración de los modelos de gestión de la Conservación vial para reducir los costos de operación vehicular y mantenimiento vial son las siguientes:

### **2.2.1 Recopilación de Información**

Se acudió a los gobiernos Institucionales responsables de la vía en estudio para la indagación: Municipalidad Distrital de Culebras, Instituto Vial Provincial de Huarmey y Consultora IHACSAC-Antamina S.A para obtener datos de inventario vial, estudio de tráfico, pavimento y señalización, requeridos como insumos para el modelo de gestión de la conservación vial a proponer en la presente investigación.

### **2.2.2 Trabajos de Campo**

- ✓ Se procedió a realizar la visita de campo en todo su recorrido de la Carretera Vecinal AN-830: Emp. PN-1N (Culebras) - Raypa – Huanchay, Tramo: Emp. PN -1N (Culebras) - El Molino en aproximadamente los 13 km, observándose el estado actual de la vía para luego validar el inventario vial y otros estudios complementarios contemplados en el Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil que obra en el Municipalidad Distrital de Culebras.
  
- ✓ Se procedió a entrevistar a las autoridades y funcionarios del Distrito de Culebras y Distrito de Huarmey como son los Sres. Alcaldes de las Municipalidades, a los representantes de Antamina S.A y a la Consultora IHACSAC responsable de elaborar el proyecto; en temas de intervenciones del

mantenimiento rutinario y periódico del camino vecinal en estudio.

### **2.2.3 Trabajos de Gabinete**

- ✓ Se procedió a contrastar la información obtenida por la Municipalidad, Instituto Vial Provincial y la consultora IHACSAC-Antamina S.A.
- ✓ La información de campo y bibliográfica, se procesó, analizando los resultados y representándolos en gráficos, cuadros, con apoyo de marcos teóricos nacionales e internacionales.
- ✓ Nos enfocamos, en el análisis de los modelos de gestión a ser aplicados, se elaboró cuadros que permitan levantar la información requerida, para poner en práctica el modelo propuesto.
- ✓ Se procesó los datos y se analizó los beneficios de aplicación del modelo, presentando los costos de mantenimiento vial y operación vehicular con y sin la mejora propuesta.
- ✓ Al concluir el análisis, se presentará una propuesta de Modelo de Gestión de Conservación Vial, que por sus condiciones podrá ser aplicado por la entidades públicas y privadas en vías de similares características, permitiendo aprovechar la información para implementar acciones que ayuden a reducir los costos operacionales vehiculares y de mantenimiento vial.

### **2.3. Instrumento de Recolección de Datos**

Se realizaran entrevistas a la Municipalidad Distrital de Culebras, consultora IHACSAC-Antamina, para recopilar información sobre estudio de tráfico,

inventarios viales, y otros estudios complementarios en las vías que tiene a cargo estas instituciones.

El trabajo de campo se ejecutó en el camino vecinal Raypa-Huanchay-Molino, se levantó información básica para validar las condiciones de la vía. Se complementó con estudios de inventario vial, estudios de tráfico y otros complementarios que existen en la Municipalidad Distrital de Culebras, investigación bibliográfica de temas concernientes a la conservación vial, costos operacionales de vehículos, costos de rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento vial.

### 3. Variables

#### 3.1. Variable Independiente

Elaboración de un Modelo de Gestión de Conservación Vial.

**Cuadro N° 09:** Modelo de Gestión de Conservación Vial

CONCEPTUALIZACION	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM	TECNICAS E INSTRUMENTOS
<b>MODELO DE GESTION DE CONSERVACION VIAL</b> Es conjunto de acciones que desarrolla un organismo vial, con la finalidad de mantener las vías en estado optimo de operación, para lo cual programara actividades, supervisar y analizar resultados de la conservacion vial de su jurisdiccion.	Inventario vial	Longitud Seccion Tipica Sistema de drenaje Señalización	¿Cuál es la longitud? ¿Cuál es la seccion tipica? ¿Qué sistema de drenaje existe? ¿Qué tipo de señalización tiene?	Inspeccion visual Formatos de inventario vial Planos topograficos Estudio de Pre Inversion Camara Fotografica
	Evaluacion de la capa de rodadura	Trafico Suelo Pavimento	¿Qué trafico posee la via? ¿Cuáles son las condiciones del suelo de fundacion? ¿Cuáles son las condiciones de la estructura de pavimento?	Inspeccion visual Fichas de campo Manual de diseño geometrico Estudio de Pre Inversion Planos topograficos
	Niveles de Intervencion	Mantenimiento rutinario Mantenimiento periódico Rehabilitacion y mejoras	¿Cuáles son las tareas de mantenimiento rutinario? ¿Cuáles son las tareas de mantenimiento periódico? ¿Cuáles son las tareas de rehabilitacion y mejoras?	Inspeccion visual Fichas de campo Guia para caminos vecinales
	Modalidad de Ejecucion	Administracion directa Mantenimiento rutinario con Micro empresas Mantenimiento periódico por precios unitarios Mantenimiento Integral Mantenimiento por indicadores de estado Concesiones viales	¿Cuál es la modalidad de Administracion Directa? ¿Cuál es la modalidad de Micro empresas? ¿Cuál es la modalidad de precios unitarios? ¿Cuál es la modalidad integral? ¿Cuál es la modalidad de indicadores? ¿Cuál es la modalidad de concesiones?	Bibliografias Contratos de mantenimiento elaborados por el MTC.

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 3.2. Variable Dependiente

Reducción de Costos de Operación Vehicular y Mantenimiento Vial en los caminos vecinales del Distrito de Culebras.

**Cuadro N° 10:** Costos de Mantenimiento y Operación Vehicular

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM	TECNICAS E INSTRUMENTOS
<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO VIAL</b> Son aquellos costos que se generan por las actividades tanto rutinarias como periódicas, para mantenerlas condiciones óptimas de la vía	Mantenimiento Rutinario	Equipo y maquinaria Mano de obra Materiales	¿Qué equipo y maquinaria se necesita? ¿Cuál es la mano de obra necesaria? ¿Qué materiales se necesitan?	Inspeccion visual Formatos de gobiernos Institucionales Manual de mantenimiento conservacion vial
	Mantenimiento Periodico	Equipo y maquinaria Mano de obra Materiales	¿Qué equipo y maquinaria se necesita? ¿Cuál es la mano de obra necesaria? ¿Qué materiales se necesitan?	Inspeccion visual Formatos de gobiernos Institucionales Manual de mantenimiento conservacion vial
<b>COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR</b> Son los costos que genera el vehículo al transitar por una vía.	Costos variables	Combustible Neumaticos Lubricantes y aceites	¿Cuánto combustible consume el vehiculo? ¿Cuál es el tiempo de duracion de neumaticos? ¿Cuánto se gasta en lubricantes y aceites?	Registro de kilometraje y consumo Hojas de ruta Registros de boletas o facturas
	Costos fijos	Seguros Impuestos Permisos de operación	¿Cuánto se gasta en seguros? ¿Cuánto se gasta en impuestos o salarios? ¿Cuánto se gasta en permisos?	Registros de boletas o facturas

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 4. Análisis Estadístico de la Información

Conforme a los objetivos trazados para la presente investigación, el tema de la conservación de gestión vial en las carreteras de tercer orden en el Perú, se aplica a la Carretera Vecinal AN-830: Emp. PN-1N (Culebras) - Raypa – Huanchay, Tramo: Emp. PN -1N (Culebras) - El Molino. Sobre la base de los datos proporcionados por la Municipalidad Distrital de Culebras y la Consultora IHACSAC-Antamina y recorridos de verificación efectuados por el investigador, el camino vecinal Raypa-El Molino se encuentra en las siguientes condiciones:

El estado de deterioro de ciertos tramos (Sin mantenimiento), se encuentran en estado regular a bueno, en atención a lo indicado en el estudio de pre inversión por la consultora IHACSAC donde realizo las inspecciones por medio de fichas en todo el recorrido de la carretera, concluyendo en realizar la intervención de un mejoramiento de la vía.

En la inspección visual se validó el estado actual de los elementos viales, para compararlo con el inventario realizado por la consultora de Antamina.

#### 4.1 Inventario y Evaluación

La Carretera Vecinal AN-830: Emp. PN-1N (Culebras) - Raypa - Huanchay, Tramo: Emp. PN -1N (Culebras) - El Molino; Distrito de Culebras, Provincia de Huarmey, Departamento de Ancash, tiene una longitud de 13+411.89 km.

Se presenta a continuación la información obtenida del Gobierno Distrital de Culebras donde se indica los datos generales, características de la vía, pavimento, drenaje, obras de arte en su estado actual que se menciona en el estudio de pre inversión elaborado por la Consultora, donde se aplicaron las fichas de inventario vial que se detalla en el ítem 5.12.1 y por lo tanto se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 11: Características Técnicas del Tramo de vía en estudio**

<b>Tramo: Emp. PE-1N - Molino (km 13+411.89)</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Actual</b>
Longitud	13.411 Km
Clasificación Vial	Sistema Vecinal: AN-830
Tipo de Orografía	Tipo 1 y 2
IMDA	237 (2014)
Velocidad Directriz	30 Km./h
Radios mínimos (m)	20
Ancho de Calzada (m)	4.50
Bermas (m)	Sin Bermas
Pendiente Mínima	0.50%

Pendiente Máxima	8.00%
Bombeo	2.00%
Peralte	8.00%
Pavimento Actual	Afirmado de regular a mal estado de conservación
Base Granular (m)	0.10
Sub base Granular (m)	0.00
Cunetas	No son necesarias

**Fuente:** Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil-Código SNIP 218184

## 4.2 Estudios de Trafico

### 4.2.1 Trafico Promedio Diario Anual (TPDA) o Índice Medio Diario Anual (IMD)

Se realizó el estudio de tráfico, aplicando conteos manuales clasificatorios y tasas de crecimiento con el apoyo de formatos establecidos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

De la investigación realizada en el Gobierno Distrital de Culebras para el presente año, se encontró el estudio de tráfico realizados en el estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil, que fue elaborado en el año 2014 por la consultora IHACSAC-Antamina, en dicho estudio se determinó el índice medio anual (IMD) para el año 2014 que luego aplicando los factores estacionales, el total de vehículos fue de 237, de los cuales ligeros (autos, pick up, camionetas rurales y micros) representan el 84.2%; y los vehículos pesados (buses, camiones y articulados) el 15.8%, ver cuadro N° 12 y gráfico N° 01, como lo indica la (Municipalidad Distrital de Culebras, 2014).

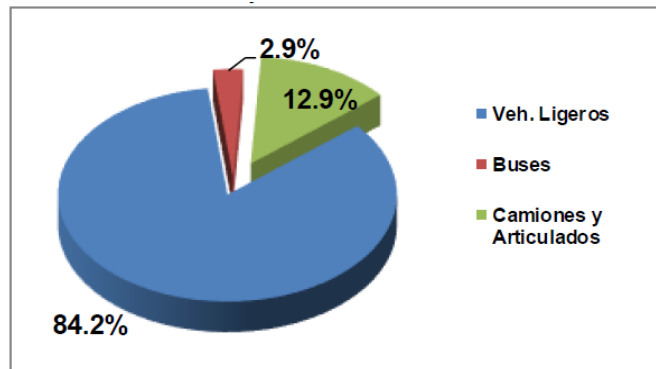


**Cuadro N° 12: Índice medio anual (IMDa)**  
**Estación 1: Tramo 1: PE-1N (Culebras)-El Molino**

Factor de Corrección	Sentido	Ligero						Bus			Camiones				Semi Trailer					Trailer				Total								
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	Micro	B2	B3	B4	C2	C3	C4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3									
	Entrada	9	30	38	7	9	4	4	0	0	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114
1.00110	Salida	11	32	40	7	11	3	3	0	0	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	
1.01013	Ambos	19	62	79	14	20	7	7	0	0	26	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	237		
	%	84.2						15.8																								

**Fuente:** Cuento de tráfico 2014 del proyecto-Código SNIP 218184.

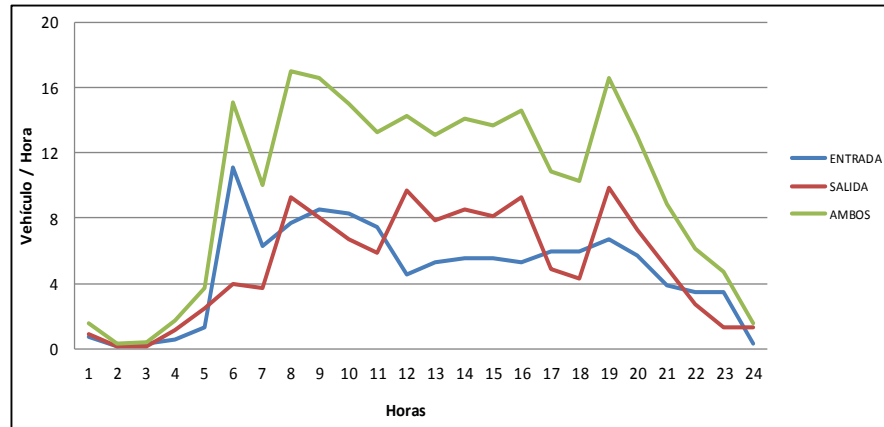
**Gráfico N° 01: Composición del tráfico**



**Fuente:** Elaboración Propia, (2016).

#### a) Variación Horaria

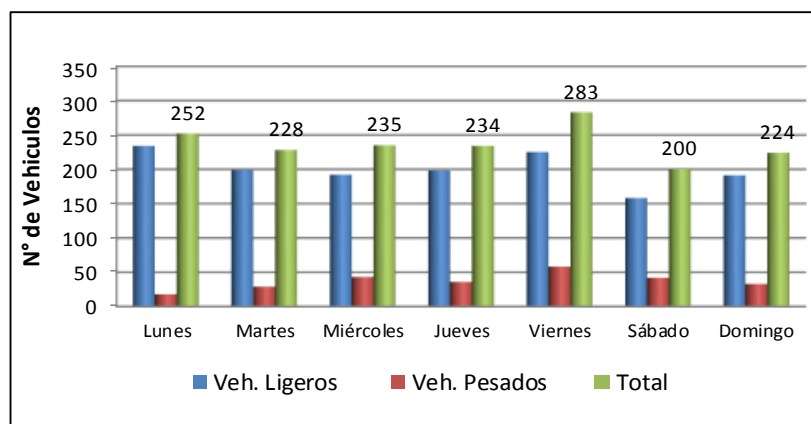
La variación horaria semanal muestra que entre las 06 a 20 horas se presenta el mayor volumen de tráfico y en menor volumen desde las 23:00 horas hasta las 05 horas del día siguiente, tal como se muestra en el Gráfico N° 02.

**Grafico N° 02: Variación Horaria**

**Fuente:** Elaboración Propia, (2016)  
Base de datos del aforo vehicular

### b) Variación Diaria

El mayor volumen de tráfico por día en este tramo, se presenta el día viernes con 283 vehículos, de los cuales el 79.5% corresponde a vehículos ligeros, y el 20.5% a vehículos pesados. El día de menor volumen de tráfico es el sábado con 200 vehículos, de los cuales el 79.0% son vehículos ligeros, y el 21.0% a vehículos pesados. Estos resultados se muestran en el Gráfico N° 03.

**Grafico N° 03: Variación Diaria**

**Fuente:** Elaboración Propia, (2016)  
Base de datos del aforo vehicular

## 4.2.2 Encuestas de Origen/Destino

La encuesta de Origen – Destino (O/D), tiene como objetivo identificar las características del tráfico que hace uso el Tramo: Emp. PE-1N (Culebras) – El Molino, como: Tipo de vehículo, marcas y modelos, tipo de carga, origen y destino de la carga y de los pasajeros. Se identificó 1 estación para realizar las encuestas origen/destino.

La información obtenida de la encuesta O/D fue procesada y los resultados son las matrices origen – destino por tipo de vehículo, donde se consideró las localidades más representativas identificadas como generadoras o receptoras de los flujos de tráfico. Así mismo se identificó los motivos de viaje de los pasajeros y la ocupabilidad de los vehículos de pasajeros.

### 4.2.2.1 Encuestas O/D de vehículos de carga

#### Carga Transportada

Los principales productos que transportan los vehículos de carga son: gaseosas y cífrut 34.6%, sandía 16.6%, restante corresponde a otros productos (48.8%). La composición de la carga transportada se muestra en el Cuadro N° 13.

**Cuadro N° 13: Carga transportada por producto**

Producto	Carga total		
	(Kg)	(Tn)	%
Sandía	22,000	22.0	16.6%
Gaseosa y Cífrut	46,000	46.0	34.6%
Insumos Químicos	15,000	15.0	11.3%
Ripio	20,000	20.0	15.1%
Otros	29,800	29.8	22.4%
<b>Total</b>	<b>132,800</b>	<b>132.8</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta O-D del Estudio de Tráfico del Proyecto de Inversión Pública Código SNIP 218184.

Cabe señalar, que la zona de estudio se caracteriza por la vocación del suelo para la producción de espárragos, cuyo cultivo es estacional. La cosecha es entre los meses de marzo – abril, y otros entre los meses de junio y Julio, y por esta actividad se da un flujo importante de camiones para transportar los espárragos a diferentes mercados. Sin embargo durante el aforo vehicular aún no se iniciaba la cosecha de este producto.

#### **Parque Automotor por Marcas**

La marca de los vehículos de carga en la zona son: Mitsubishi (16.7%), Isuzu (14.6%), Hyundai (14.6%), también transitan otras marcas (Volkswagen, Hino, Jac y otros) Ver Cuadro N° 14.

**Cuadro N° 14: Marcas de Vehículos de Carga**

Marca	Tipo de Vehículo	Nº Vehículos	Composición %
Mitsubishi	2E, 3E	8	16.7%
Isuzu	2E, 3E	7	14.6%
Hyundai	2E	7	14.6%
OTROS	2E, 3E	26	54.2%
<b>Total</b>		<b>48</b>	<b>100.0%</b>

**Fuente:** Encuesta O-D del Estudio de Tráfico del Proyecto de Inversión Pública Código SNIP 218184.

#### **Tipo de Combustible**

En cuanto al tipo de combustible utilizado por los vehículos de carga. El 100% de vehículos de carga, utilizan petróleo como elemento de combustión, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 15: Tipo de combustible

Tipo Vehículos	Nº de Vehículos que utilizan:	Total
	Petróleo	
Camiones	48	48
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
<b>%</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Encuesta O-D del Estudio de Tráfico del Proyecto de Inversión Pública Código SNIP 218184.

#### 4.2.2.2 Encuestas O/D de vehículos de pasajeros

##### Motivos de Viaje

De acuerdo a la información obtenida, los motivos de viaje de los pasajeros de los vehículos que circulan por la carretera responden a la siguiente estructura porcentual: (i) Trabajo: 88.3%; (ii) Paseo: 4.5%; Estudio: 3.2%; Salud: 0.0%; Otros: 4.1%. En el Cuadro N° 16 se muestra los motivos de viaje de los pasajeros que hacen uso de la vía según tipo de vehículo.

Cuadro N° 16: Motivo de Viaje

Tipo Vehículo	Trabajo	Paseo	Estudios	Otros	Total
Auto	66	2	7	0	75
Pick Up	95	1	0	0	96
C. Rural	23	0	0	2	25
Micro	5	2	0	2	9
Bus	7	5	0	5	17
<b>Total</b>	<b>196</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>222</b>
<b>%</b>	<b>88.3</b>	<b>4.5</b>	<b>3.2</b>	<b>4.1</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Encuesta O-D del Estudio de Tráfico del Proyecto de Inversión Pública Código SNIP 218184.

### **Ocupabilidad de Vehículos**

En el Cuadro N° 17, se presenta el porcentaje de Ocupabilidad de los vehículos de transporte de pasajeros por tipo de vehículos, donde se observa que los vehículos que circulan por la vía alcanzan una Ocupabilidad promedio del 67%.

**Cuadro N° 17: Ocupabilidad de Vehículos**

Tipo Vehículo	N° de Asientos	N° de Ocupantes	% de Ocupabilidad
Auto	356	211	59%
Pick Up	442	295	67%
C. Rural	292	175	60%
Micro	135	115	85%
Bus	236	187	79%
<b>Total</b>	<b>1,461</b>	<b>983</b>	<b>67%</b>

**Fuente:** Encuesta O-D del Estudio de Tráfico del Proyecto de Inversión Pública Código SNIP 218184.

### **Parque Automotor por Marcas**

Los vehículos que circulan por la carretera tiene diversidad de marcas, destacando en los vehículos encuestados la marca Toyota (37.9%), luego se encuentra la marca Nissan (26.2%) y Hyundai (10.7%), también se encuentran las marcas como (volkswagen y otras). Ver Cuadro N° 18.

**Cuadro N° 18: Marcas de Vehículos de Pasajeros**

Marca	T. Vehículo	N° Vehículos	Composición %
Toyota	Auto, Pick Up	78	37.9%
Nissan	Auto, C.R, Pick Up	54	26.2%
Hyundai	Auto, C.R, Pick Up	22	10.7%
Volkswagen	Pick Up	7	3.4%
Otros	Auto, C.R, Micro, Pick Up, B2	45	21.8%
<b>Total</b>		<b>206</b>	<b>100.0%</b>

**Fuente:** Encuesta O-D del Estudio de Tráfico del Proyecto de Inversión Pública Código SNIP 218184.

### Tipo de Combustible

En cuanto al tipo de combustible utilizado por los vehículos de pasajeros el 88.3% utilizan petróleo, el 10.2% Gasolina y el 1.5% usa GLP, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 19: Tipo de Combustible**

Tipo Vehículos	N° de Vehículos que utilizan:			Total
	Petroleo	Gasolina	GLP	
Auto	62	9	1	72
Pick Up	82	12	2	96
C. Rural	26	0	0	26
Micro	5	0	0	5
Bus	7	0	0	7
<b>Total</b>	<b>182</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>206</b>
<b>%</b>	<b>88.3</b>	<b>10.2</b>	<b>1.5</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Encuesta O-D del Estudio de Tráfico del Proyecto de Inversión Pública Código SNIP 218184.

## 4.2.3 Proyecciones de Tráfico

### 4.2.3.1 Metodología

Para las proyecciones de tráfico se ha aplicado tasas de generación de viajes, determinados en función a las tasas de crecimiento de las variables macroeconómicas como el Producto Bruto Interno (PBI), la población y el PBI por habitante. Este método considera la estructura de los flujos de transporte entre pares de zonas, aplicando la expresión descrita en el ítem 1, de acuerdo a (Municipalidad Distrital de Culebras, 2014).

### a) Variables Macroeconómicas

En el camino vecinal a estudiar se analizó la data histórica de las variables macroeconómicas (PBI, PBI Per cápita y población) del período 2001–2010, información recientemente publicada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática– INEI, referente al PBI Nacional y Regional/departamental y PBI Per cápita. En este caso de las tres regionales que atraen o generan demanda de transporte al área de influencia del proyecto.

**Cuadro N° 20: Tasas de crecimiento de variables macroeconómicas**

Departamento	Tasa PBI	Tasa POB	Tasa PBI/hab
Ancash	5.0%	0.8%	4.4%
La Libertad	7.3%	1.7%	5.8%
Lima	6.6%	2.0%	5.0%

**Fuente:** Encuesta O-D del Estudio de Tráfico del Proyecto de Inversión Pública Código SNIP 218184.

### b) Elasticidad

Se determinó las elasticidades de los vehículos de pasajeros (autos, camionetas, micros y ómnibus), se ha relacionado el parque automotor de vehículos ligeros y buses con el PBI de servicios; y para las elasticidades de los vehículos de carga, el parque automotor con el PBI total departamental. En ambos casos se utiliza una regresión lineal y la elasticidad punto, son las que se muestran en el cuadro N° 21.



**Cuadro N° 21: Elasticidad del Tráfico**

Vehículo	Elasticidad
Automoviles	1.0210
Camionetas	1.0461
Bus	0.9939
Camiones	1.0265

**Fuente:** Encuesta O-D del Estudio de Tráfico  
Proyecto de Inversión Pública Código SNIP 218184.

### c) Estructura Porcentual Matriz Origen- Destino

Los resultados de la matriz origen /destino (expresados en %) de los vehículos ligeros y pesados, por tramos y según ubicación de las estaciones de las encuestas, se presentan en el cuadro N° 22.

**Cuadro N° 22: Estructura porcentual-Matriz O/D  
Promedio de la estación**

O/D según Dpto.	Autos	Pick Up - C. Rural	Buses	Camiones
Ancash	99.3%	97.6%	100.0%	93.75%
La libertad	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%
Lima	0.0%	2.4%	0.0%	0.0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>94%</b>

**Fuente:** Encuesta O-D del Estudio de Tráfico Proyecto Código SNIP 218184.

### d) Tasas de Crecimiento de Generación de Tráfico

Las tasas de generación de tráfico de los tramos, es el resultado del promedio ponderado entre las tasas de crecimiento de las variables (PBI, PBI Per cápita y Población), elasticidad y la estructura porcentual de la matriz origen/destino. Cuadro N° 23.

**Cuadro N° 23: Tasas de crecimiento**

Tipo de vehículo	T. C. promedio anual (%)
Autos	4.5%
Camionetas	4.6%
Bus	0.8%
camiones	5.3%

**Fuente:** Encuesta O-D del Estudio de Tráfico- Código SNIP 218184.

### e) Proyección del Tráfico

Finalmente, el resumen de los resultados de la proyección del tráfico normal, generado y total; y por tipo de vehículo se muestran en los Cuadros N° 24, 25 y 26, según las formulas establecidas en el capítulo 1, se adjunta estudio de trafico completo.

**Cuadro N° 24: Trafico Normal**

Años	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	Micros	B2	B3	C2	C3	C4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	Total MDA
2014	19	62	79	14	20	7	7	0	26	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	237
2015	20	65	82	14	20	7	7	0	27	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	248
2016	21	67	86	15	21	7	7	0	29	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	259
2020	25	80	102	18	26	9	7	0	36	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	309
2025	31	100	127	22	32	11	7	0	46	6	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	385

**Fuente:** Estudio de Tráfico del Proyecto de Inversión Pública-Código SNIP 218184.

**Cuadro N° 25: Tráfico Generado**

Años	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	Micros	B2	B3	C2	C3	C4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	Total MDA
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	4	13	17	3	4	1	1	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
2020	5	16	20	4	5	2	1	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
2025	6	20	25	4	6	2	1	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77

**Fuente:** Estudio de Tráfico del Proyecto de Inversión Pública-Código SNIP 218184.

**Cuadro N° 26: Tráfico Total**

Años	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	Micros	B2	B3	C2	C3	C4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	Total MDA
2014	19	62	79	14	20	7	7	0	26	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	237
2015	20	65	82	14	20	7	7	0	27	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	248
2016	25	81	103	18	26	9	8	0	35	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	311
2020	30	97	123	22	31	10	9	0	43	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	371
2025	38	120	153	27	38	13	9	0	55	7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	462

**Fuente:** Estudio de Tráfico del Proyecto de Inversión Pública-Código SNIP 218184.

### 4.3 Estructura de Pavimento

Aplicando los Nomogramas y/o Ecuación de Diseño AASHTO se obtiene para los parámetros indicados y un período de diseño de 10 años, la siguiente alternativa de pavimento que es la alternativa proyectada:

**Cuadro N° 27: Estructura de pavimento**

ESTRUCTURA	km 0+000 – km 13+411.89
CAPA DE RODADURA TSB (cm)	2,0
SUBBASE GRANULAR (cm)	20,0

**Fuente:** Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil-Código SNIP 218184.

#### ❖ Consideraciones técnicas:

- Este pavimento ha sido diseñado para 10 años; por lo que luego de su construcción es necesario efectuar la limpieza de la calzada y bermas; así como de las cunetas, canales y alcantarillas.
- La granulometría de los agregados para la capa granular debe cumplir con las señaladas para una subbase granular.
- Deberá cumplir además con:
  - Límites Plástico: N.P. (no plástico)

- CBR: 70% min.
- Demás requerimientos de las especificaciones técnicas EG 2013.

Los agregados de la cantera Río Seco presentan buena calidad, sin embargo en forma natural, su CBR es variable entre 70% y 80%, por lo que se está diseñando con el menor valor. Sin embargo el material no llega a calificar para una base granular. Por lo tanto deberá cumplirse la calidad para una sub base granular.

- Se debe compactar al 100% de su Máxima Densidad Seca (MDS).
- Se colocará una imprimación asfáltica con asfalto MC-30.
- Como ligante de los agregados del Tratamiento Superficial Bicapa (TSB) se empleará asfalto líquido RC 250.
- Los agregados deberán cumplir con la calidad señalada en las Especificaciones Generales de Carreteras EG 2013 (Sección 418). La primera capa de los agregados deberá tener un tamaño máximo de 3/4” y la segunda capa de 3/8”.
- A partir del quinto año será necesario evaluar el estado de la superficie de rodadura, y efectuar los mantenimientos preventivos como: el sello de las fisuras, bacheos y parchados.

#### **4.4 Estado de Condición del Pavimento**

La vía presenta una capa granular afirmada cuyo tamaño máximo de partículas varía entre 3” y 1”, con excesiva cantidad de finos. En varios sectores se aprecia cómo se ha perdido el material por efectos de la erosión de los neumáticos y desbordes de los canales de regadío. La capa tiene un promedio de espesor entre 10cm y 25cm.

Se presentan fallas sobre la superficie, tales como: baches, pérdida de agregados, encalaminados, etc. Esto condiciona a que estos sectores de pavimento tengan un alto nivel de deterioro.

Debido a la falta de mantenimiento de estas vías, la serviciabilidad es mala.

Tomando en consideración que el Manual de Diseño de carreteras no Pavimentadas de Bajo volumen de tránsito ha sido establecido para un IMD proyectado de 200 veh./día, el estudio de tráfico para el camino vecinal en estudio indica un IMD de 462 veh./día para el final del horizonte de estudio. En tal sentido se consideró inaplicable este manual; motivo por el cual se planteó el empleo del método USACE para el diseño del pavimento a nivel de afirmado para un periodo de 5 años.

Las mediciones para establecer el estado de condición de la superficie de rodadura se efectuaron en base al “Technical Manual TM 5-626 – Unsurfaced Road Maintenance Management” (enero 1995) del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE). Los siete tipos de fallas consideradas en este manual son los siguientes:

- **Sección inadecuada.-** La carretera debe tener una sección con bastante pendiente desde el eje hacia el hombro para drenar el agua. La sección es inapropiada cuando la superficie de la carretera no tiene la forma para llevar el agua hacia las cunetas laterales.
- **Drenaje lateral inadecuado.-** Pobre drenaje causado por agua estancada. El drenaje se hace un problema cuando las cunetas y alcantarillas no tienen las condiciones suficientes para evacuar el agua, porque la sección o el mantenimiento es inapropiado.
- **Encalaminado.-** Corrugaciones con cumbres y valles distanciados en pequeños espaciamientos, en intervalos regulares. Las cumbres son perpendiculares a la dirección del tráfico. Este tipo de falla es causado normalmente por el tráfico y el desprendimiento del agregado. Estas crestas usualmente forman colinas en curvas, en áreas de aceleración o desaceleración, o cuando la textura de la carretera es suave o tenga baches.

- **Polvo.-** El desgaste y remoción provocado por el tráfico sobre superficies sin recubrimiento ocasiona el levantamiento de partículas de la capa granular. Cuando el tráfico circula, las nubes de polvo crean daño y causan significativamente problemas medioambientales.
- **Baches.-** Son hoyos de forma circular en la superficie de la carretera. Son usualmente menores a 1 m de diámetro. Los baches son producidos cuando el tráfico remueve pequeñas piezas de la superficie de la carretera; siendo más rápido cuando el agua ingresa al agujero, porque el desprendimiento del material es alto en el suelo subyacente débil.
- **Asentamiento y ahuellamiento.-** Es una depresión en la superficie en las huellas que son paralelas al eje de la carretera. Los ahuellamientos son causados por permanente deformación en alguna de las capas de la carretera o subrasante. Esto resulta de la repetición en la circulación de vehículos, especialmente cuando los suelos de la carretera son débiles.
- **Pérdida de agregado.-** El desgaste y remoción que provoca el tráfico sobre la superficie granular será eventualmente la pérdida de partículas de agregados grandes. Esto produce la pérdida de agregados de los caminos. El tráfico mueve las partículas en las huellas del camino y se deposita a todo lo largo del hombro de carretera.

La evaluación de la calzada se efectuó en la integridad de la carretera, anotándose las fallas existentes, tanto las producidas por los efectos del medio ambiente (sol, lluvia, etc.), así como los producidos por la acción del tráfico.

#### 4.4.1 Condición Funcional del Pavimento

Como se señaló anteriormente la calificación de la condición funcional de la carretera mediante el Índice de Condición de Caminos

no Revestidos (URCI) se efectuó por el método del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE) desarrollado en el Technical Manual “Unsurfaced Road Maintenance Management” TM 5-626.

La condición funcional está relacionada con varios factores, incluyendo la integridad estructural, la capacidad estructural, la rugosidad, y el grado de deterioro. La medida directa de todos estos factores requiere equipos caros y personal sumamente entrenado. Sin embargo, estos factores pueden ser valorados también por observación y midiendo las fallas de la superficie.

El Índice de Condición de Caminos no Revestidos (URCI) es un indicador numérico basado en una escala de 0 a 100. El URCI indica la integridad del camino y la condición operacional de la superficie. La escala y condición (rating) son mostrados a continuación, los cuales son semejantes al Índice de Condición de Pavimento (PCI) para caminos revestidos.

**Cuadro N° 28: Índice de condición de caminos no revestidos**

URCI	RATING
100	
85	Excelente
70	Muy bueno
55	Bueno
40	Regular
25	Pobre
10	Muy pobre
0	Fallado

**Fuente:** Estudio de Suelos, canteras y Pavimentos del proyecto-Código Snip 218184

#### **4.4.2 Análisis de Condición funcional**

Como se aprecia de los resultados obtenidos, se presentan fallas sobre la superficie, tales como: baches, pérdida de agregados, encalaminados, etc. Esto condiciona a que estos sectores de pavimento tengan un alto nivel de deterioro.

Los encalaminados generalmente se han presentado en las curvas, además de presentarse también erosión.

Lo que se aprecia mucho es la pérdida de finos con el tránsito vehicular, esto porque como material de afirmado se ha empleado material arenoso.

La evaluación resumen sobre el estado de condición de pavimento se puede visualizar en el anexo N° 02 de la presente investigación.

### **5. Tareas y Costos de Mantenimiento Rutinario y Periódico**

Para el camino vecinal a estudiar, de acuerdo a la información obtenida por el Gobierno Distrital de Culebras, indica que en el Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil elaborado por la consultora IHACSAC-Antamina se ha establecido las políticas y estrategias de mantenimiento de la carretera así como los costos de mantenimiento rutinario y periódico a precios financieros y a precios económicos utilizando el Modelo HDM III lo cual se planteó para tres alternativas de solución al problema identificado en el tramo de aproximadamente 13 km.

#### **5.1 Políticas y Estrategias de Mantenimiento de la Carretera**

Las estrategias de mantenimiento están relacionadas a las alternativas técnicas de solución que se analizan. En el Cuadro N° 29 se describe las



propuestas técnicas y las correspondientes estrategias de mantenimiento.

**Cuadro N° 29: Políticas y Estrategias de Mantenimiento**

Situación	Propuesta	N° de Estrategia	Descripción
Sin Proyecto	No Pavimentado	<b>Estrategia N° 1</b> <b>Mantenimiento Base Optimizada</b>	Corresponde a la política y estrategia base (situación "sin proyecto"); que se considera de no ejecutarse el proyecto, conservar la condición transitable de la superficie de rodadura, mediante un mantenimiento rutinario, perfilado cada 365 días, bacheo localizado a pérdida del material de reemplazo del 40%, reposición de grava de 10cm de espesor.
Con Proyecto	Afirmado	<b>Estrategia N° 2</b>	Mejorar la carretera a nivel de Afirmado; facilitando un mantenimiento rutinario y periódico adecuado durante la vida útil del proyecto: Bacheo de respuesta a pérdida de material del 100%. Reposición de grava programada a los 5 años con espesor de grava mínimo de 10 cm (100mm).
		<b>Estrategia N° 3</b>	Mejorar la carretera a nivel de Afirmado; facilitando un mantenimiento rutinario y periódico adecuado durante la vida útil del proyecto: Bacheo de respuesta a pérdida de material del 100%. Reposición de grava de respuesta cuando el espesor de grava mínimo permisible sea de 8 cm (80mm).
Con Proyecto	Tratamiento Superficial Bi Capa (Sobre Base Granular)	<b>Estrategia N° 2</b>	Mejorar la carretera a nivel de TSB; darle un mantenimiento rutinario y periódico adecuado durante la vida útil del proyecto: Bacheo de 80% de la superficie dañada, sello de 20% con espesor de 10mm (coeficiente de resistencia 0.15). Refuerzo programado al año 7 con espesor de 20mm.
		<b>Estrategia N° 3</b>	Mejorar la carretera a nivel de TSB; con mantenimiento rutinario y periódico adecuado durante la vida útil del proyecto: Bacheo del 80% de la superficie dañada, con sello del 20% del área dañada; un refuerzo de respuesta cuando IRI = 4; espesor del refuerzo 20mm.
Con Proyecto	Tratamiento Superficial Bi Capa (Sobre Base Granular Estabilizada)	<b>Estrategia N° 2</b>	Mejorar la carretera a nivel de TSB; darle un mantenimiento rutinario y periódico adecuado durante la vida útil del proyecto: Bacheo de 80% de la superficie dañada, sello de 20% con espesor de 10mm (coeficiente de resistencia 0.15). Refuerzo programado al año 7 con espesor de 20mm.
		<b>Estrategia N° 3</b>	Mejorar la carretera a nivel de TSB; con mantenimiento rutinario y periódico adecuado durante la vida útil del proyecto: Bacheo del 80% de la superficie dañada, con sello del 20% del área dañada; un refuerzo de respuesta cuando IRI = 4; espesor del refuerzo 20mm.

**Fuente:** Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil-Código Snip 218184

## 5.2 Costos de mantenimiento

Los costos por mantenimiento corresponden al programa de las actividades de mantenimiento, para garantizar la continuidad, la serviciabilidad de la

carretera durante la vida útil de la misma. Esta actividad estará bajo responsabilidad de la Municipalidad Distrital de Culebras, entidad que pondrá operativa la vía de manera continua con el mantenimiento rutinario anual, las políticas y estrategias del mantenimiento.

Para la conservación óptima del camino y asegurar un tránsito vehicular fluido, tanto de carga como de pasajeros, se realizarán dos tipos de mantenimiento: el rutinario cada año y el periódico según la estrategia de mantenimiento propuesta. El mantenimiento rutinario consiste en poner operativa la vía (con acciones de limpieza de calzada, cunetas y de cauces de ríos), y el periódico en devolverle a la vía el material perdido por el uso y el paso del tiempo. A continuación, se presentan los costos de mantenimiento con proyecto a precios financieros y a precios sociales.

#### ❖ **Costos Financieros de Mantenimiento**

De acuerdo a las estrategias de mantenimiento planteadas para la carretera se considera los costos unitarios para el mantenimiento rutinario (para carretera pavimentada y no pavimentada) y para el mantenimiento periódico, según tipo de superficie (bacheo, sellado y refuerzo; perfilado, bacheo de grava y reposición de grava).

**Cuadro N° 30: Costos de Mantenimiento a Precios Financieros**

Alternativas /Concepto	Unid.	En Nuevos Soles	En Dólares
<b>Carretera Afirmada</b>			
Perfilado	US\$ / S./Km	8,5256.00	3,059.94
Bacheo Localizado	US\$ / S./m3	133.35	47.86
Reposición de grava	US\$ / S./m3	45.64	16.38
Mantenimiento Rutinario	US\$ / S./Km/año	3,538.96	1,270.27
<b>Carretera con Pavimento (Base Granular)</b>			
Bacheo	US\$ / S./m2	50.47	18.12
Sello	US\$ / S./m2	7.49	2.69
Refuerzo	US\$ / S./m2	12.03	4.32
Reconstrucción de TSB	US\$ / S./m2	177.53	63.72
Mantenimiento Rutinario	US\$ / S./Km/año	7,122.15	2,556.41
<b>Carretera con Pavimento (Base Granular Estabilizada)</b>			
Bacheo	US\$ / S./m2	74.59	26.78
Sello	US\$ / S./m2	7.49	2.69
Refuerzo	US\$ / S./m2	12.03	4.32
Reconstrucción de TSB	US\$ / S./m2	195.28	70.09
Mantenimiento Rutinario	US\$ / S./Km/año	7,834.37	2,812.05

**Fuente:** Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil-Código Snip **218184**

#### ❖ **Costos Económicos de Mantenimiento**

Para el cálculo de los costos económicos se ha deducido los impuestos tomando en cuenta la participación de materiales, equipos y mano de obra en las diferentes actividades según tipo de mantenimiento (rutinario y periódico).

**Cuadro N° 31: Costos de Mantenimiento a Precios Sociales**

Alternativas /Concepto	Unid.	En Nuevos Soles	En Dólares
<b>Carretera Afirmada</b>			
Perfilado	US\$ / Sl./Km	6,393.75	2,294.96
Bacheo Localizado	US\$ / Sl./m3	100.01	35.90
Reposición de grava	US\$ / Sl./m3	34.23	12.29
Mantenimiento Rutinario	US\$ / Sl./Km/año	2,654.22	952.70
<b>Carretera con Pavimento (Base Granular)</b>			
Bacheo	US\$ / Sl./m2	37.85	13.59
Sello	US\$ / Sl./m2	5.62	2.02
Refuerzo	US\$ / Sl./m2	9.02	3.24
Reconstrucción de TSB	US\$ / Sl./m2	133.15	47.79
Mantenimiento Rutinario	US\$ / Sl./Km/año	5,342.00	1,917.31
<b>Carretera con Pavimento (Base Granular Estabilizada)</b>			
Bacheo	US\$ / Sl./m2	55.94	20.08
Sello	US\$ / Sl./m2	5.62	2.02
Refuerzo	US\$ / Sl./m2	9.02	3.24
Reconstrucción de TSB	US\$ / Sl./m2	146.46	52.57
Mantenimiento Rutinario	US\$ / Sl./Km/año	5,876.00	2,109.04

**Fuente:** Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil-Código Snip **218184**

## 6. Modalidades de Ejecución de Conservación

Para la ejecución de la conservación se emplea los siguientes esquemas, lo cual se analizara y se propondrá el que más se adapte a nuestro requerimiento, de acuerdo a (José Rafael Menéndez, Diciembre 2003).

**Cuadro N° 32: Esquemas de ejecución de la conservación**

MODALIDAD	CRITERIOS
<b>Administración Directa</b>	Este esquema funciona, con los recursos, personal, maquinaria y materiales, propios de los administradores viales, en nuestro país, se puede evidenciar, que pocas instituciones tienen el éxito con este esquema, pues el negativismo sindical y laboral, el proceso burocrático para la adquisición de bienes y materiales y la falta de un adecuado mantenimiento al equipo caminero, hacen que este esquema no pueda ser implantado de forma exitosa.
<b>Mantenimiento rutinario con microempresas</b>	Este es un esquema, de buen funcionamiento, su debilidad, se basa en la falta de continuidad, pues son contratos anuales, lo cual provoca etapas en las que no se realizan actividades, hasta que los procesos de contratación se concreten, y por otra parte este sistema solo permite actuaciones de tipo rutinario.
<b>Mantenimiento periódico por precios unitarios.</b>	Esta modalidad, se complementa con la anterior, y es por eso, que estas dos deben fusionarse, pues los costos de mantenimiento periódico resultarían muy altos por la severidad de los daños al no existir una intervención previa como es el mantenimiento rutinario.
<b>Mantenimiento Integral</b>	En este sistema, se fusionan los dos sistemas anteriores, con la limitación de que si no están bien concebidos los estudios de mantenimiento, se producen modificaciones y se incrementa los costos
<b>Mantenimiento por indicadores de estado</b>	Existen las actividades de mantenimiento rutinario y preventivo, a diferencia de la anterior, el condicionante, es la de entregar la vía en perfecto estado, para que la empresa lo mantenga en ese nivel, de lo contrario, se deriva a un sistema integral.
<b>Concesión.</b>	El esquema de concesión, tiene la particularidad, de no ser aplicado a vías de tráfico bajo o medio, por la dificultad que resulta el cobro de un peaje alto, para equiparar costos de conservación y operación, con los invertidos en la vía.

**Fuente:** Manual Técnico Rutinario de caminos con Microempresas, (2003).

## 7. Determinación de Ahorros en los costos de operación vehicular

Para determinar los ahorros de los costos de operación de los vehículos se aplicaran las dos metodologías descritas en el capítulo 1, previo a ello es necesario identificar los tipos de vehículos que transitan por el camino vecinal a estudiar:

### ❖ Vehículos Tipos

Los vehículos identificados en la carretera en estudio, se ha establecido sobre la base del estudio de tráfico, los cuales han sido agrupados en seis

tipos, de acuerdo al requerimiento del modelo HDM III. En el grupo de utilitarios, se incluye las pick up y camionetas rurales. Ver Cuadro N° 33.

**Cuadro N° 33:** Tipos de vehículos

Tipo de Vehículo	Marca y Modelo	Vehículo HDM Equivalente
Automóvil	Toyota	Auto
Pick up (1)	Toyota Hi lux./ Mitsubishi	Utilitario
Camionetas Rurales	Toyota Commuter D	Utilitario
Bus – B2 Mediano	Volvo B7F 6000	Bus
Bus – B3 Grande	Volvo B 12R	Bus
Camión 2 ejes	Mercedes Benz 912 / Mitsubishi Canter	Camión liviano
Camión 3 ejes	Volvo NL 1020 4x2	Camión medio
Camión de 4 ejes	Volvo NL10-6X4	Camión pesado
Semi - Tráiler	Volvo NL12 – 6x4	Camión Articulado

(1) Incluye camionetas y combis

**Fuente:** Encuesta O-D del proyecto-Código SNIP 218184

## 7.1 Método de Len Asociados Ingenieros Consultores, aplicado en las vías de Chile

Se considera el estado de la capa de rodamiento, de acuerdo a su nivel desde bueno a pésimo y que está en función del Índice de rugosidad internacional (IRI).

**Cuadro N° 34:** Relación entre la condición de la carretera vs IRI

Condición de la Carretera Vs. IRI		
Condicion	Carretera Asfaltada	Carretera de Tierra
Buena	2	4
Regular	5	10
Mala	6	14
Pesima	10	20

Posterior a ello se aplican porcentajes de costos de los vehículos tipo analizados y obtenidos en vías chilenas en buen estado o vías con mantenimiento, como se muestra a continuación:

**Cuadro N° 35:** Porcentaje de Consumo de insumos en función del costo inicial vehicular (vías con mantenimiento)

Tipo de Vehículo		
Rubro	Liviano	Pesado
Combustible	15%	20%
Repuestos	4%	4%
Neumaticos	6%	7%
Lubricantes	2%	2%
Mantenimiento	5%	5%

**Fuente:** Len & Asociados Ingenieros Consultores, (2007).

Para determinar los costos de los insumos en relación al costo vehicular, es el resultado del producto del costo medio de adquisición de vehículos (livianos o pesados) con el porcentaje de cada insumo o rubro que se indica en el cuadro N° 35.

Para ello se tomó como información previa el costo medio de adquisición para vehículos livianos y vehículos pesados indicados en el Estudio de Pre inversión elaborado por la consultora IHACSAC-Antamina que se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 36: Costos de Mercado o financieros de vehículos (En US\$)**  
**Costos Sociales o económicos de vehículos (En US\$)**

Especificaciones	Auto	Utilitario	Bus	Cam. 2 Ejes Liviano	Cam. 2 Ejes Mediano	Cam. 3 Ejes Pesado	Articulado
Precio Financiero (US\$)	17,950.0	26,100.0	127,000.0	103,000.0	126,300.0	152,030.0	174,050.0
Precio Económico (US\$)	12,385.5	18,009.0	87,630.0	71,070.0	87,147.0	104,900.7	120,094.5
Factor	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69

**Fuente:** Estudio de Pre Inversión Pública-Código Snip 218184

Sabemos que las unidades de transporte que circulan por el tramo en estudio son: Vehículos ligeros (autos, pick up, camionetas rurales y micros) y por vehículos pesados (buses, camiones simples y camiones articulados).

A continuación se presenta el análisis descrito en un cuadro de cálculo:

**Cuadro N° 37: Costos de los insumos en relación al costo vehicular**

COSTOS DE LOS INSUMOS EN RELACION AL COSTO VEHICULAR (US\$)				
INSUMO	LIVIANO		PESADOS	
	COSTO MEDIO DEL VEHICULO A PRECIOS FINANCIEROS (US\$)	22,025.00	COSTO MEDIO DEL VEHICULO A PRECIOS FINANCIEROS (US\$)	136,476.00
	INDICADOR (%)	COSTO DE OPERACIÓN	INDICADOR (%)	COSTO DE OPERACIÓN
COMBUSTIBLE	15	3,303.75	20	27,295.20
REPUESTOS	4	881.00	4	5,459.04
NEUMATICOS	6	1,321.50	7	9,553.32
LUBRICANTES	2	440.50	2	2,729.52
MANTENIMIENTO	5	1,101.25	5	6,823.80
<b>COSTO TOTAL ANUAL (US\$)</b>		<b>7,048.00</b>		<b>51,860.88</b>

**Fuente:** Elaboración Propia, (2016)

La consultora Len Asociados Ingenieros indica parámetros, comparando los costos en vías con capa de rodamiento en buenas y malas condiciones, en las cuales los ahorros de combustibles para los vehículos livianos son significativos, alcanzando hasta un 30%, para los vehículos pesados este ahorro se sitúa entre el 20% y 40%, aun cuando esta cifra máxima es hipotética puesto que en tramos angostos y de gradientes altas suelen registrarse alto flujo de camiones, de acuerdo a (Len y Asociados Ingenieros Consultores Ltda, 2007).



En tramos sin cogestión los vehículos livianos no presentan ahorros de importancia, en cambio el ahorro para los vehículos pesados alcanza el 17%.

Los demás componentes del costo de operación: (Repuestos, mantenimiento, neumáticos y lubricantes) varían sus ahorros; cuyos porcentajes de afectación o factor de incremento para los vehículos livianos y vehículos pesados en vías en mal estado o sin mantenimiento según autores, es el respaldo de una detenida investigación, y se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 38:** Porcentajes de afectación en vías sin mantenimiento

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Vehículos Livianos</b>	<b>Vehículos Pesados</b>
Neumaticos	18%	20%
Lubricantes	20%	7%
Repuestos	26%	49%
Mantenimiento	15%	30%

**Fuente:** Len & Asociados Ingenieros Consultores, (2007).

A los resultados obtenidos del producto de cada porcentaje de afectación con los respectivos insumos de los costos de operación vehicular según corresponda, le afectan el tráfico promedio diario anual (TPDA=IMDA), y se determina un costo de operación vehicular anual; finalmente obteniéndose el ahorro en costos de operación vehicular anual, por lo tanto del cuadro N° 38 se resume el IMDa para el año 2016 en vehículos livianos y vehículos pesados. Ver cuadro N° 39:

**Cuadro N° 39: IMDA de Vehículos**

IMDA VEHICULOS LIVIANOS	IMDA VEHICULOS PESADOS	IMDA TOTAL (AÑO 2016)
262	49	311

Fuente: Elaboración Propia, (2016)

A continuación se presenta el análisis descrito en un cuadro de cálculo:

**Cuadro N° 40: Ahorro de Costos de Operación Vehicular-CHILE**

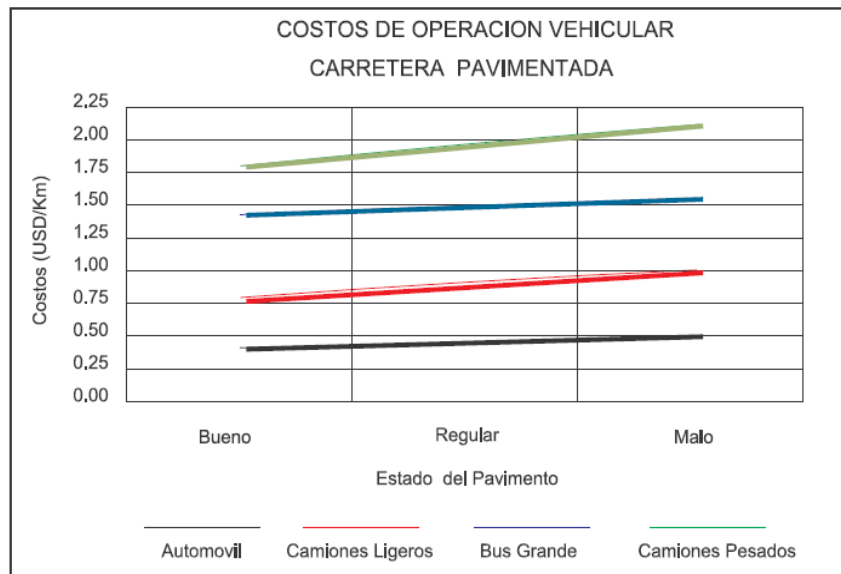
AHORRO DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (US\$)									
INSUMO	CON MANTENIMIENTO IRI 2 A 4				FACTOR DE INCREMENTO O AFECTACION		SIN MANTENIMIENTO IRI MAYOR A 4		
	INDICADOR (%)	VEHICULOS LIVIANOS	INDICADOR (%)	VEHICULOS PESADOS	INDICADOR (%)		VEHICULOS LIVIANOS	VEHICULOS PESADOS	
					VEHICULOS LIVIANOS	VEHICULOS PESADOS			
COMBUSTIBLE	15	3,303.75	20	27,295.20	+0	+17	3,303.75	31,935.38	
REPUESTOS	4	881.00	4	5,459.04	+26	+49	1,110.06	8,133.97	
NEUMATICOS	6	1,321.50	7	9,553.32	+18	+20	1,559.37	11,463.98	
LUBRICANTES	2	440.50	2	2,729.52	+20	+7	528.60	2,920.59	
MANTENIMIENTO	5	1,101.25	5	6,823.80	+15	+30	1,266.44	8,870.94	
<b>COSTOS TOTAL ANUAL</b>		<b>7,048.00</b>		<b>51,860.88</b>			<b>7,768.22</b>	<b>63,324.86</b>	
TPDA=IMDA		262		49			262	49	
<b>COSTO POR TIPO DE VEHICULO</b>		1,846,576.00		2,541,183.12			2,035,272.99	3,102,918.34	
<b>COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR ANUAL</b>		4,387,759.12						5,138,191.32	
<b>AHORRO EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (US\$)</b>							<b>750,432.20</b>		

Tipo de cambio: 14-Junio 2016-S/3.33

Fuente: Elaboración Propia, (2016)

## 7.2 Metodología del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), de Colombia

Presenta un ábaco, en el que presenta el ahorro de los costos de operación de acuerdo al tipo de vehículo que circulan en una carretera asfaltada, la cual presenta condiciones buenas, regulares y malas, los ahorros los representa en dólares (USD) por kilómetro.



**Figura N° 15:** Costos de Operación según estado del pavimento y vehículo.

**Fuente:** Instituto Nacional de Vías-Colombia, (2011)

Se analizó los costos por kilómetro, de acuerdo al tipo de vehículo sean estos livianos, buses y camiones pesados, para posterior a ello, leer en los ábacos los costos de acuerdo a las condiciones de la capa de rodamiento, en este caso de una vía asfaltada, para condiciones buenas y malas; mediante un cuadro de cálculo se determina el ahorro existente.

**Cuadro N° 41: Ahorro de Costos de Operación Vehicular-INVIAS**

VEHICULO	COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR		AHORRO	LONGITUD	IMDA	DIAS/AÑO	COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR ANUAL
	ESTADO DE LA VIA						
	BUENO	MALO					
	USD/KM	USD/KM					
	USD/KM	USD/KM	KM	VEH/DIA	DIA	USD	
LIVIANOS	0.44	0.50	0.06	13.411	262	365	76,949.64
BUSES	1.45	1.50	0.05	13.411	8	365	1,958.01
PESADOS	1.75	2.05	0.30	13.411	41	365	60,208.68
<b>AHORRO EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (USD)</b>			<b>0.41</b>		<b>311</b>		<b>139,116.33</b>

Tipo de cambio: S/. 3.33-14 Junio 2016

**Fuente:** Elaboración Propia, (2016)

### III. RESULTADOS

- De la ficha del inventario vial indicado en el ítem I aplicado al camino vecinal en estudio, las características de la vía en la situación actual y la proyectada se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 42: Características de la vía - situación actual y proyectada**

Descripción	Actual	Proyectada
Longitud	13.411 Km	13.411 Km
Clasificación Vial	Sistema Vecinal: AN-830	Sistema Vecinal: AN-830
Tipo de Orografía	Tipo 1 y 2	Tipo 1 y 2
IMDA	237 (2014)	462 (2025)
Velocidad Directriz	20 Km./h	30 Km./h
Radios mínimos	30 m	45 m
Ancho de Calzada	4.50 m	5.50 m
Bermas	Sin Bermas	Sin Bermas
Pendiente Mínima	0.50%	0.14%
Pendiente Máxima	8.00%	7.37%
Bombeo	2.00%	2.50%
Peralte	8.00%	6.00%
Pavimento Actual	Afirmado entre regular y mal estado de conservación	Tratamiento Superficial Bicapa
Base Granular	0.10 m	0.20 m
Subbase Granular	0.00	0.0
Cunetas	No son necesarios	No son necesarios

**Fuente:** Estudio de Pre Inversión - Código Snip 218184

- Para el camino vecinal en estudio se obtuvo el IMDa, incluyendo el tráfico normal y generado para el año 2014 de 237 vehículos.

**Cuadro N° 43: Índice medio anual (IMDa)**  
**Estación 1: Tramo 1: PE-1N (Culebras)-El Molino**

Factor de Corrección	Sentido	Ligero						Bus			Camiones			Semi Trailer					Trailer				Total	
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	Micro	B2	B3	B4	C2	C3	C4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2		3T3
	Entrada	9	30	38	7	9	4	4	0	0	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114
1.00110	Salida	11	32	40	7	11	3	3	0	0	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123
1.01013	Ambos	19	62	79	14	20	7	7	0	0	26	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	237
	%	84.2						15.8																

**Fuente:** Conteo de tráfico 2014 del proyecto-Código SNIP 218184.

- Del estudio de tráfico elaborado por la consultora IHACSAC, determinó el tráfico total con un IMDa, incluyendo el tráfico normal y generado para el año 2025 de 462 vehículos.

**Cuadro N° 44: Tráfico Total**

Años	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural	Micros	B2	B3	C2	C3	C4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	Total IMDA	
2014	19	62	79	14	20	7	7	0	26	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	237
2015	20	65	82	14	20	7	7	0	27	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	248
2016	25	81	103	18	26	9	8	0	35	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	311
2020	30	97	123	22	31	10	9	0	43	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	371
2025	38	120	153	27	38	13	9	0	55	7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	462

**Fuente:** Estudio de Tráfico del Proyecto de Inversión Pública-Código SNIP 218184.

- Las tasas de generación de tráfico de los tramos, es el resultado del promedio ponderado entre las tasas de crecimiento de las variables (PBI, PBI Per cápita y Población), elasticidad y la estructura porcentual de la matriz origen/destino, teniéndose los siguientes porcentajes:

Cuadro N° 45: Tasas de crecimiento

Tipo de vehículo	T. C. promedio anual (%)
Autos	4.5%
Camionetas	4.6%
Bus	0.8%
camiones	5.3%

**Fuente:** Estudio de Tráfico del Proyecto de Inversión Pública-Código SNIP 218184.

Los resultados de las mediciones efectuadas en el año 2014 por la consultora IHACSAC del estado de condición de la superficie de rodadura se resumen en el siguiente Cuadro:

Cuadro N° 46: Condición funcional de la superficie granular de rodadura

SECCIÓN (Km)		TIPO DE FALLA																		URCI	CALIFICACIÓN			
		81			82			83			84			85			86					87		
		L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H			L	M	H
0+000 - 1+000	300			1000			3000				X			50		50				1000			55	Regular
1+000 - 2+000	600			1000			2500				X			43		55				1000			75	Bueno
2+000 - 3+000	740			1000			3000				X			45		40				1000			62	Bueno
3+000 - 4+000	790			1000			3000				X			53		51				1000			63	Bueno
4+000 - 5+000	770			1000			3000				X			50		55				1000			60	Bueno
5+000 - 6+000	900			1000			3000				X			55		65				1000			61	Bueno
6+000 - 7+000	960			1000			3000				X			50		66				1000			61	Bueno
7+000 - 8+000	780			1000			3000				X			45		40				1000			62	Bueno
8+000 - 9+000	750			1000			3000					X		50		50				1000			55	Regular
9+000 - 10+000	800			1000			3000					X		56		60				1000			59	Bueno
10+000 - 11+000	850			1000			3000				X			55		63				1000			60	Bueno
11+000 - 12+000	960			1000			3000					H		65		55				1000			59	Bueno
12+000 - 13+000	1000			1000			3120					H		100		55				1000			55	Regular
13+000 - 13+410.96	410			410			1200					X		130		60				1000			50	Regular

**Fuente:** Estudio de Suelos, canteras y Pavimentos del proyecto-Código Snip 218184

A continuación se muestran las valoraciones que se dieron a cada modalidad de ejecución de la conservación vial de acuerdo a las nueve (9) interrogantes



La ventaja es que se contrata con un solo operador, el cual estará a cargo de todas las actividades de conservación durante un periodo largo, lo cual permite la presencia de acciones de mantenimiento permanentes.

- El ahorro anual en costos de mantenimiento vial con proyecto en el camino vecinal AN-830: Emp. PN-1N (Culebras) - Raypa – Huanchay, Tramo: Emp. PN -1N (Culebras) - El Molino se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 48: Ahorro anual en costos de mantenimiento de la vía**

ACTIVIDAD	COSTO/KM	FRECUENCIA DE INTERVENCION	COSTO/KM /AÑO	LONGITUD (KM)	COSTO ANUAL DE LA VIA (US\$)
MANTENIMIENTO RUTINARIO (KM)	1,270.27	1 AÑO	1,270.27	13.411	17,035.59
MANTENIMIENTO PERIODICO (KM)	1,191.57	5 AÑOS	238.31	13.411	3,196.03
<b>TOTAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>					<b>20,231.62</b>
<b>MEJORAMIENTO</b>	<b>141,404.01</b>	<b>10 AÑOS</b>	<b>14,140.40</b>	<b>13.411</b>	<b>189,636.90</b>
<b>AHORRO ANUAL EN MANTENIMIENTO DE LA VIA (US\$)</b>					<b>169,405.28</b>

**Fuente:** Elaboración Propia, (2016)

La relación del ahorro mejoramiento Vs mantenimiento es US\$ 189,636.90/US\$ 20231.62 es igual a 9.37.

- Aplicando la metodología Len Asociados Ingenieros Consultores, se determinó el ahorro de costo de operación de vehículos en el camino vecinal AN-830: Emp. PN-1N (Culebras) - Raypa – Huanchay, Tramo: Emp. PN -1N (Culebras) - El Molino en estudio, el valor de US\$ 750,432.20 Dólares por año, simplemente por mantener en condiciones óptimas la vía.
- Aplicando la metodología INVIAS, se determinó el ahorro de costo de operación de vehículos en el camino vecinal AN-830: Emp. PN-1N (Culebras) - Raypa – Huanchay, Tramo: Emp. PN -1N (Culebras) - El Molino en estudio, el valor de



USD 139,116.33 Dólares por año, simplemente por mantener en condiciones óptimas la vía.

✚ En resumen, analizando los dos métodos tenemos los siguientes resultados:

**Cuadro N° 49: Ahorro del VOC según métodos**

<b>METODO</b>	<b>AHORRO VOC ANUAL</b>
	<b>USD</b>
<b>LEN ASOCIADOS INGENIEROS (CHILENO)</b>	750,432.20
<b>INVIAS (COLOMBIA)</b>	139,116.33

**Fuente:** Elaboración Propia

## IV. DISCUSION

La discusión de los resultados es sencillamente entrelazar los datos y resultados que se encontraron en la investigación, con los datos o información de la base descrita y los antecedentes analizados.

La discusión se propone interpretar y analizar los resultados de la investigación para el planteamiento de las conclusiones de la investigación así como de los posibles lineamientos estratégicos que se puedan desarrollar.

- Se aplicaron a la presente investigación dos (02) modelos de gestión de conservación vial para determinar los ahorros de costos de operación vehicular como son: Metodología del Instituto nacional de Vías (INVIAS), de Colombia y Método de Len Asociados Ingenieros Consultores aplicado en las vías de Chile, en la cual se obtuvo para la primera metodología el valor de USD 139,116.33 dólares y para la segunda metodología el valor de USD 750,432.20 dólares, obteniéndose un menor ahorro de costo de operación de vehículos con la metodología de INVIAS, este método podría ser como segunda alternativa de aplicación en los proyectos de inversión pública para determinar los beneficios cuantificables que los usuarios obtendrían con el mejoramiento de un camino vecinal acompañado de un adecuado mantenimiento rutinario y periódico de la superficie rodadura del camino vecinal, que es el ahorro de los usuarios de la carretera, dicho ahorro se refleja en la disminución de los costos de operación de los vehículos que transitan en una vía en mejores condiciones de serviciabilidad.
- La relación con respecto a una intervención de rehabilitación o mantener una vía vecinal en el Gobierno Provincial de Chimborazo-Ecuador es de 3 a 1 y la relación de acuerdo al estudio es de 9 a 1 en intervenir un mejoramiento o mantener la vía, es decir se gastaría nueve veces más si se llega al punto de deterioro severo, en relación a mantener las vías en condiciones de operación óptima.

- Se determinó, que el interés de muchas Entidades Públicas, frente a la Gestión Vial, es netamente político y de captación de votos, pues a muchos políticos, les interesa más la construcción de una obra, en relación a mantener una red vial. Sin considerar el daño social y económico que representa, es por ello, que se debe asesorar con criterios técnicos de conservación y rehabilitación, para orientar de mejor manera a las autoridades en la inversión de los recursos públicos.
  
- Se indagado a través del Instituto vial Provincial (IVP) de Huarney que Provias nacional a la fecha no interviene en su plan vial nacional programas de mantenimiento de superficie de rodadura con tratamiento superficial bicapa, por lo que los IVP no pueden intervenir en los Gobiernos Locales Distritales los mantenimientos viales con este tipo de capa de rodadura; dejando en total abandono o responsabilidad a las entidades públicas, especialmente al Distrito de Culebras por su mantenimiento respectivo ya que esta entidad no cuenta con un presupuesto institucional para tal fin.

## **V. PROPUESTA**

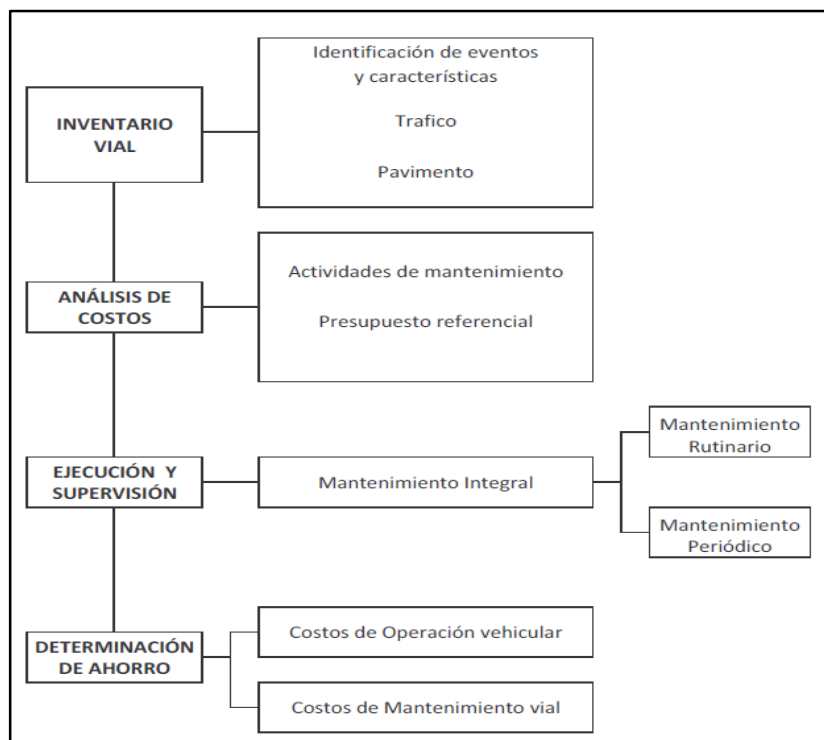
### **1. Fundamentación**

Nuestra propuesta, se fundamenta en la aplicación de una adecuada administración en la conservación vial, la cual involucra actividades de mantenimiento rutinario y periódico, de manera complementaria, en el momento justo y con acciones estrictamente necesarias, mediante la ejecución en periodos establecidos, y con permanencia permanente, lo cual que permita tener vías en estado óptimo, brindando seguridad, rapidez y comodidad.

La Gestión de Conservación Vial, implementada, conseguirá la reducción significativa en los costos de operación vehicular y de mantenimiento vial, por lo que nuestra propuesta se fundamenta en estos criterios de ahorro.

### **2. Metodología-Modelo operativo**

En esta parte de la propuesta indicaremos las fases que deberá seguir el Modelo de Gestión de Conservación Vial.



**Figura N° 16:** Fases que debe seguir el modelo de gestión de conservación vial

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3. INVENTARIO VIAL

#### 3.1 Identificación de eventos y características

Se identificara los eventos y características de la vía, se utilizara para este fin, el formato de inventario vial indicado en el cuadro N° 02 y que está contemplado en la guía de caminos vecinales publicada en el año 2011 por la Dirección General de Políticas de Inversiones del Ministerio de Economía y Finanzas.

#### 4. Tráfico

Se realizara el estudio de tráfico para verificar la capacidad de la vía, para ello, se realizará conteos vehiculares, y se lo proyectara para un periodo definido aplicando tasas de crecimiento vehicular, para ello se puede aplicar

el modelo de estudio tráfico adjunto a esta investigación u otro de mayor confiabilidad.

## **5. Condiciones del pavimento**

Se registraran las principales fallas encontradas en la vía de acuerdo al modelo de la fichas de estado de condición de superficie granular de rodadura indicadas en el anexo N° 02 de la presente investigación u otros formatos de confiabilidad.

## **6. Análisis de costos**

### **6.1 Actividades de Mantenimiento**

Se determinará las actividades que se deberá ejecutar, para ello se dividirá en las acciones de mantenimiento rutinario y periódico, las cuales se enfocaran desde un nivel integral.

#### **a) Actividades de Mantenimiento Rutinario**

Se consideraran las actividades correspondientes a mantenimiento rutinario necesarias para el buen funcionamiento de la vía. Siendo las básicas para un camino vecinal según lo indica el artículo elaborado por el Equipo de análisis de gestión pública y desarrollo las siguientes:

- Limpieza localizada, bacheo, remoción de derrumbes, limpieza de cunetas, reparación de muros y de pontones, roce y limpieza de: alcantarillas, de badén, de zanjas, pontones y encauzamiento curso de agua, desquinche, conservación de señales, reforestación, vigilancia y control.

Así mismo se pueden aplicar las actividades establecidas en el manual de carreteras -mantenimiento o conservación vial publicado el Ministerio de Transportes y comunicaciones en el año 2013.

#### b) Actividades de Mantenimiento Periódico

Se consideraran las actividades correspondientes a mantenimiento periódico. Siendo las básicas para un camino vecinal con tratamiento superficial bicapa o afirmado que es estimado aplicando el modelo del HDM III las siguientes:

**Cuadro N° 50: Costos de Mantenimiento Periódico**

Alternativas /Concepto	Unid.
<b>Carretera Afirmada</b>	
Perfilado	US\$ / S/.Km
Bacheo Localizado	US\$ / S/.m3
Reposición de grava	US\$ /S/.m3
Mantenimiento Rutinario	US\$ /S/.Km/año
<b>Carretera con Pavimento (Basi</b>	
Bacheo	US\$ / S/.m2
Sello	US\$ / S/.m2
Refuerzo	US\$ / S/.m2
Reconstrucción de TSB	US\$ / S/.m2

**Fuente:** Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil-Código Snip **218184**

De igual manera para el mantenimiento periódico se pueden aplicar las actividades establecidas en el manual de carreteras - mantenimiento o conservación vial publicado el Ministerio de Transportes y comunicaciones en el año 2013.

## **6.2 Presupuesto referencial**

Se realizará el presupuesto referencial para el mantenimiento rutinario y periódico, los cuales tendrán dos modalidades distintas, pero se unificarán para establecer el modelo integral de mantenimiento.

### **a) Presupuesto referencial para mantenimiento rutinario**

Se lo realizara bajo la modalidad de un pago mensual fijo por kilómetro atendido, y durante un periodo establecido. Se lo realiza de esta manera, pues los trabajos son de carácter manual, sin la necesidad de contar con maquinaria específica o personal capacitado, y principalmente por ser una actividad de gran dinámica, sin poder establecer cantidades de obra, pues estas varían diariamente.

Para su cálculo se establece la longitud de vía, el personal mínimo requerido y el periodo a ejecutar las actividades.

Se puede aplicar una matriz de cálculo según el criterio técnico del lector aplicando las normas laborales de construcción.

### **b) Presupuesto referencial para mantenimiento periódico**

Para este presupuesto se puede aplicar el esquema de precios unitarios, con la base de especificaciones técnicas u otro modelo programático como es el HDM III.



**Cuadro N° 51: Matriz de costos de mantenimiento periódico**

PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA MANTENIMIENTO PERIÓDICO					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
MR1					
MR2					
MR3					
MR4					
MR5					
MR6					
MR7					
MR8					
MR9					
MR10					
TOTAL (USD)					
LONGITUD DE LA VÍA (KM)					
MANTENIMIENTO PERIÓDICO POR KM (USD/KM)					

**Fuente:** Gobierno Provincial de Chimborazo-Ecuador, (2011)

**c) Presupuesto referencial para mantenimiento Integral**

Se los sumara a los dos presupuestos rutinario y periódico.

**Cuadro N° 52: Matriz de costos de mantenimiento integral**

ACTIVIDAD	COSTO/KM	FRECUENCIA DE INTERVENCION	COSTO/KM /AÑO	LONGITUD (KM)	COSTO ANUAL DE LA VIA (US\$)
MANTENIMIENTO RUTINARIO (KM)		1 AÑO			
MANTENIMIENTO PERIODICO (KM)		5 AÑOS			
<b>COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO INTEGRAL</b>					

**Fuente:** Elaboración Propia, (2016)

## 7. Ejecución y supervisión

### 7.1 Ejecución

Se ejecutaran los trabajos de conservación o mantenimiento, mediante un mantenimiento integral.

**a) Mantenimiento integral**

El mantenimiento Integral, realiza acciones de mantenimiento periódico y rutinario. Las obras de mantenimiento periódico, definidas mediante estudios previos, se pagan por precio unitario, mientras las de mantenimiento rutinario se reconocen por cuotas fijas mensuales durante el desarrollo del contrato, de acuerdo a (González, 2011).

✓ **Personal Requerido para la Ejecución de Trabajos de Mantenimiento Integral**

Se presenta el personal mínimo para ejecutar las actividades

**Cuadro N° 53: Personal Mínimo Mantenimiento integral**

PERSONAL MÍNIMO PARA EJECUTAR MANTENIMIENTO INTEGRAL			
MANTENIMIENTO RUTINARIO		MANTENIMIENTO PERIÓDICO	
PERSONAL	CANTIDAD	PERSONAL	CANTIDAD
Superintendente - Administrador	1	Superintendente - Administrador	1
Residente de obra	1	Residente de obra	1
Peones	9	Operador grupo I	1
Chofer	1	Operador grupo II	1
		Ayudante de maquinaria	2
		Maestro de obra	2
		Albañil	4
		Peones	12
		Chofer	4

**Fuente:** Gobierno Provincial de Chimborazo-Ecuador, (2011)

✓ **Equipo y maquinaria requerida para la ejecución de trabajos de Mantenimiento Integral**

**Cuadro N° 54: Equipo y maquinaria de un mantenimiento integral**

EQUIPO Y MAQUINARIA			
MANTENIMIENTO RUTINARIO		MANTENIMIENTO PERIÓDICO	
EQUIPO Y MAQUINARIA	CANTIDAD	EQUIPO Y MAQUINARIA	CANTIDAD
Planos	1	Distribuidor de asfalto	1
Cuaderno de obra	1	Finisher	1
Barra	4	Rodillo Liso	1
Escoba	4	Rodillo Vibratorio	1
Rastrillo	4	Franjadora	1
Carretilla	4	Volqueta	2
Pala	6	Concretará	1
Pico	6	Vibrador	1
Machete	6	Herramienta menor	1
Escalera	1		
Varios	1		

**Fuente:** Gobierno Provincial de Chimborazo-Ecuador, (2011)

✓ **Cronograma de ejecución de actividades de mantenimiento rutinario**

Las actuaciones de las actividades de mantenimiento rutinario, se ejecutaran de acuerdo a un cronograma establecido y se deberá procurar realizar en épocas que no exista lluvia.

✓ **Cronograma de ejecución de actividades de mantenimiento periódico**

Las actuaciones de las actividades de mantenimiento periódico, se ejecutaran de acuerdo a un cronograma establecido y se deberá procurar realizar en épocas que no exista lluvia.

❖ **Periodos de ejecución de actividades de Conservación**

El modelo integral de conservación, se basa en la ejecución de los trabajos de mantenimiento rutinario y periódico. Para

su buen funcionamiento, se deberá tener un ciclo mínimo de aplicación de 5 años consecutivos, en los cuales los 4 primeros años se realizara exclusivamente trabajos de mantenimiento rutinario y el 5 año, se ejecutara las actividades de mantenimiento periódico, con la finalidad de tener al final de este tiempo una vía, con un nivel similar al inicio del periodo, es decir en buen estado.

De acuerdo a las evaluaciones, se podrá ejecutar un nuevo ciclo, una vez finalizando el primero, con las mismas actuaciones y periodos realizados, consiguiendo de esta manera mantener a la vía en condiciones óptimas, y logrando que la vida útil de la vía sea igual al periodo de diseño.

**Cuadro N° 55: Cronograma de actividades de mantenimiento integral**

TIPO DE MANTENIMIENTO	PERIODO DE DISEÑO																			
	PRIMER CICLO					SEGUNDO CICLO					TERCER CICLO					CUARTO CICLO				
	AÑO																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Rutinario	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Periodico					■					■					■					■

**Fuente:** Gobierno Provincial de Chimborazo-Ecuador, (2011)

Esta situación se aplicara, solamente si los daños de la capa de rodamiento no superan el 20 % del área total, de lo contrario, las actuaciones de mantenimiento periódico se lo ejecutara antes de lo previsto.

## 7.2 Supervisión

La supervisión y fiscalización la llevara a cabo la entidad contratante, para lo cual, puede realizar bajo los esquemas de administración directa, empleando el personal técnico propio de la Institución o a su vez, contratar fiscalización externa, en cualquiera de los casos, no se podrá abandonar la supervisión de los trabajos de mantenimiento integral y deberá durar el tiempo previsto para la ejecución de los trabajos de conservación.

## 8. Determinación de ahorros

### 8.1 Ahorros en los costos de operación vehicular

Los costos de operación vehicular, están concebido mediante un modelo matemático, el cual sirve para determinar, el costo que ocasiona movilizar un vehículo por las vías.

#### a) Método de Len Asociados Ingenieros Consultores aplicado en las vías de Chile.

Se considera el estado de la capa de rodamiento, de acuerdo a su nivel desde bueno a pésimo y que está en función del Índice de rugosidad internacional (IRI).

**Cuadro N° 56:** Relación entre la condición de la carretera vs IRI

<b>Condicion de la Carretera Vs. IRI</b>		
<b>Condicion</b>	<b>Carretera Asfaltada</b>	<b>Carretera de Tierra</b>
Buena	2	4
Regular	5	10
Mala	6	14
Pesima	10	20

**Fuente:** Len & Asociados Ingenieros Consultores, (2007).

Posterior a ello se hace un análisis en el cual intervienen porcentajes de consumo de insumos en función del costo inicial vehicular.

**Cuadro N° 57: Costos de los insumos en relación al costo vehicular**

COSTOS DE LOS INSUMOS EN RELACION AL COSTO VEHICULAR (US\$)				
INSUMO	LIVIANO		PESADOS	
	COSTO MEDIO DEL VEHICULO A PRECIOS FINANCIEROS (US\$)	22,025.00	COSTO MEDIO DEL VEHICULO A PRECIOS FINANCIEROS (US\$)	136,476.00
	INDICADOR (%)	COSTO DE OPERACIÓN	INDICADOR (%)	COSTO DE OPERACIÓN
COMBUSTIBLE	15	3,303.75	20	27,295.20
REPUESTOS	4	881.00	4	5,459.04
NEUMATICOS	6	1,321.50	7	9,553.32
LUBRICANTES	2	440.50	2	2,729.52
MANTENIMIENTO	5	1,101.25	5	6,823.80
<b>COSTO TOTAL ANUAL (US\$)</b>		<b>7,048.00</b>		<b>51,860.88</b>

**Fuente:** Elaboración Propia, (2016)

Presentamos a continuación el análisis descrito, en una tabla de cálculo.

**Cuadro N° 58: Ahorro de Costos de Operación Vehicular-CHILE**

AHORRO DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (US\$)									
INSUMO	CON MANTENIMIENTO IRI 2 A 4				FACTOR DE INCREMENTO O AFECTACION		SIN MANTENIMIENTO IRI MAYOR A 4		
	INDICADOR (%)	VEHICULOS LIVIANOS	INDICADOR (%)	VEHICULOS PESADOS	INDICADOR (%)		VEHICULOS LIVIANOS	VEHICULOS PESADOS	
					VEHICULOS LIVIANOS	VEHICULOS PESADOS			
COMBUSTIBLE	15	3,303.75	20	27,295.20	+0	+17	3,303.75	31,935.38	
REPUESTOS	4	881.00	4	5,459.04	+26	+49	1,110.06	8,133.97	
NEUMATICOS	6	1,321.50	7	9,553.32	+18	+20	1,559.37	11,463.98	
LUBRICANTES	2	440.50	2	2,729.52	+20	+7	528.60	2,920.59	
MANTENIMIENTO	5	1,101.25	5	6,823.80	+15	+30	1,266.44	8,870.94	
<b>COSTOS TOTAL ANUAL</b>		<b>7,048.00</b>		<b>51,860.88</b>			<b>7,768.22</b>	<b>63,324.86</b>	
TPDA=IMDA		262		49			262	49	
<b>COSTO POR TIPO DE VEHICULO</b>		1,846,576.00		2,541,183.12			2,035,272.99	3,102,918.34	
<b>COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR ANUAL</b>		4,387,759.12						5,138,191.32	
<b>AHORRO EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (US\$)</b>							<b>750,432.20</b>		

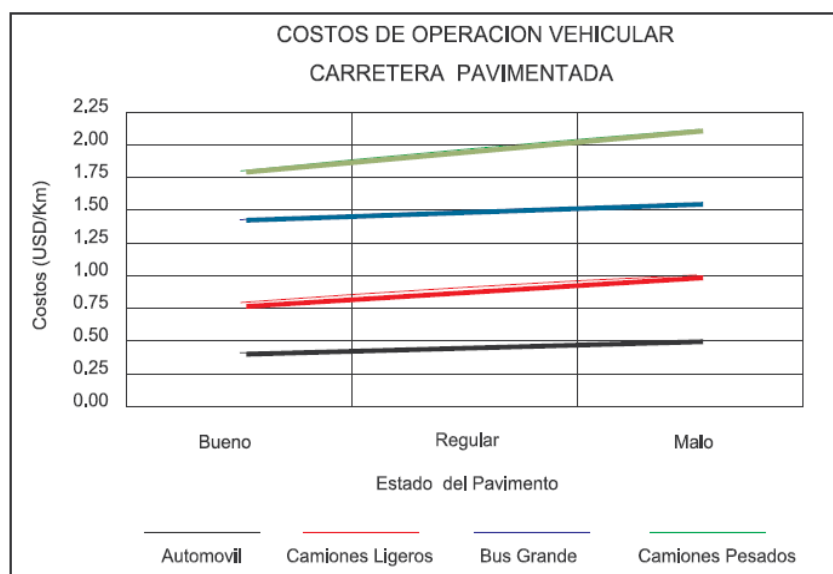
Tipo de cambio: 14-Junio 2016-S/.3.33

**Fuente:** Elaboración Propia, (2016)

Como se puede determinar, el ahorro por circular un determinado volumen de tráfico, en nuestra vía de estudio, es de US\$ 750,432.20 Dólares, por año, simplemente, por mantener en condiciones óptimas la vía.

#### **b) Metodología del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), de Colombia**

Presenta un ábaco, en el que presenta el ahorro de los costos de operación de acuerdo al tipo de vehículo que circulan en una carretera asfaltada, la cual presenta condiciones buenas, regulares y malas, los ahorros los representa en dólares (USD) por kilómetro.



**Figura N° 17:** Costos de Operación según estado del pavimento y vehículo.

**Fuente:** Instituto Nacional de Vías-Colombia, (2011)

Se analizó los costos por kilómetro, de acuerdo al tipo de vehículo sean estos livianos, buses y camiones pesados, para posterior a ello, leer en los ábacos los costos de acuerdo a las condiciones de la capa de rodamiento, en este caso de una vía asfaltada, para condiciones buenas y malas; mediante un cuadro de cálculo se determina el ahorro existente.

**Cuadro N° 59: Ahorro de Costos de Operación Vehicular-INVIAS**

VEHICULO	COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR		AHORRO	LONGITUD	IMDA	DIAS/AÑO	COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR ANUAL
	ESTADO DE LA VIA						
	BUENO	MALO					
	USD/KM	USD/KM					
	USD/KM	USD/KM	KM	VEH/DIA	DIA	USD	
LIVIANOS	0.44	0.50	0.06	13.411	262	365	76,949.64
BUSES	1.45	1.50	0.05	13.411	8	365	1,958.01
PESADOS	1.75	2.05	0.30	13.411	41	365	60,208.68
<b>AHORRO EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (USD)</b>			<b>0.41</b>		<b>311</b>		<b>139,116.33</b>

Tipo de cambio: S/. 3.33-14 Junio 2016

**Fuente:** Elaboración Propia, (2016)



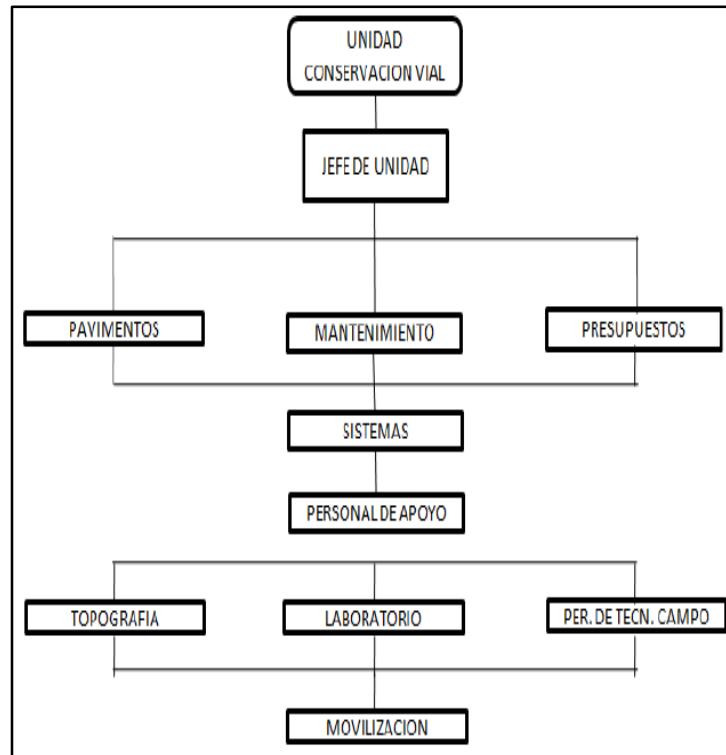
## **9. Administración**

Para la implementación de la propuesta, se requiere de un sistema administrativo, que tenga una estructura orgánica y funcional, que logre ejecutar de forma adecuada el modelo propuesto para eso se requerirá que los administradores viales, creen un Gerencia, jefatura u otra unidad de Conservación Vial.

Se propondrá un modelo a partir de la Gerencia de Infraestructura, Desarrollo urbano y rural, este se encargara de la administración de redes viales, y tendrá las Unidades de Construcción, mejoramiento y Rehabilitación, Conservación Vial, Puentes, estructuras y Seguridad Vial.

La Unidad de Conservación Vial, tendrá a su cargo las políticas de mantenimiento sean estos periódicos o rutinarios, a más de ello, proporcionara ayuda a las otras unidades. Estará compuesta por personal técnico administrativo y de apoyo.

El personal técnico, de apoyo, se encuentra demarcado dentro del siguiente organigrama.



**Figura N° 18:** Organigrama Funcional de la Unidad de Conservación Vial

**Fuente:** Elaboración Propia, (2016)

Las acciones de administración y Gestión de la Unidad de Conservación vial, deberán estar enmarcados, en conseguir vías seguras, cómodas, rápidas, y al menor costo tanto de la Institución, como de los usuarios, para ello se deberá realizar todas las actividades necesarias para conseguir los resultados esperados, estas actividades pueden ser las siguientes:

Las acciones de administración y Gestión de la Unidad de Conservación vial, deberán estar enmarcados, en conseguir vías seguras, cómodas, rápidas, y al menor costo tanto de la Institución, como de los usuarios, para ello se deberá realizar todas las actividades necesarias para conseguir los resultados esperados, estas actividades pueden ser las siguientes:

- ✓ Evaluación periódica de la condición de la infraestructura.
- ✓ Priorización de acciones.
- ✓ Cantidad de trabajo a realizar.
- ✓ Costos de las acciones.

- ✓ Organización y programación.
- ✓ Asignación de recursos financieros.
- ✓ Cronograma de ejecución.
- ✓ Realización y control.
- ✓ Cierre de proyectos.

Las ventajas de la aplicación de un sistema de gestión de conservación, es que ofrece a los administradores viales una herramienta de aplicación, para administrar eficientemente los recursos disponibles, mediante la planeación, ejecución, control de los proyectos.

Se optimizará las inversiones en la infraestructura vial, proporcionando niveles de servicio satisfactorio a los usuarios, disminuyendo los costos de operación vehicular, los costos de las actuaciones de conservación en relación a las de mejoramiento y/o rehabilitación, reduciendo además del tiempo de recorrido y los índices de accidentes de tránsito.

#### **10. Previsión de evaluación**

En la etapa de implementación y operación, se requerirá de evaluaciones permanentes y ajustes periódicos, por lo menos cada año, tanto en operaciones de campo como de oficina.

Con la base de que los diseños tienen cierto grado de confiabilidad, que el tráfico, se basa en proyecciones que están sujetas a variaciones temporales, y con las condicionantes climáticas, que tampoco se pueden predecir a ciencia cierta, el deterioro de la vía se hace también impredecible, lo que se realiza con los programas computacionales son supuesto de cómo podría deteriorarse la vía, si esta está sometida a los condicionantes indicados en el ingreso de datos, es por ello la necesidad de la verificación en campo, si las predicciones del deterioro se están cumpliendo, o de ser el caso realizar ajustes, cada año, con ello asegurar el modelo de las intervenciones de mantenimiento vial.

## VI. CONCLUSIONES

- ❖ La propuesta de un modelo de gestión de conservación vial, en el cual se administre de manera que las redes viales ofrezcan niveles de servicio óptimo, con rapidez, seguridad y comodidad, permitirá que los costos de operación vehicular disminuyan en relación a los costos que se generen, al transitar en una red vial sin mantenimiento y en pésimas condiciones, lo cual es beneficiosos para los usuarios viales.
- ❖ El conservar una vía, en condiciones óptimas, mediante intervenciones con acciones de mantenimiento rutinario y periódico representa para las Instituciones Administradoras de redes viales, un ahorro significativo, comparando con vías, a las cuales no se las ha mantenido y las han abandonado hasta el punto de deterioros severos, los cuales sólo se pueden corregir con la reconstrucción, mejoramiento o rehabilitación integral de la vía. La relación de acuerdo al estudio es de 9 a 1, es decir se gastaría nueve veces más si se llega al punto de deterioro severo, en relación a mantener las vías en condiciones de operación óptima.
- ❖ Entre los varios modelos de conservación, se propone el modelo de mantenimiento integral, pues se ajusta a los requerimientos de nuestra vía, obteniendo grandes ventajas, entre ellas, la liberación al estado de la carga laboral, rápidas respuestas para atender a los problemas presentados, se mantiene la transitividad y seguridad vial.
- ❖ Uno de los factores que determinará el éxito de la intervención de conservación, es el inventario vial, pues nos permitirá conocer exactamente las condiciones actuales, sus principales problemas, la manera de

enfrentarlos, lo cual nos permite programar actuaciones y presentar presupuestos para lograr mantener nuestras vías.

- ❖ El tráfico es un factor determinante, pues si está mal concebido, se puede dar el caso de que la vía se exponga a una mayor repetición de cargas de tráfico, provocando que la estructura se deteriore, por lo que se debe evaluar continuamente el tráfico presente en la vía y sobre todo sus cargas admisible.

## VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda, hacer énfasis, en los beneficios económicos, sociales, técnicos, que se producen cuando se realizan actividades de conservación vial, principalmente a las Autoridades que lideran las Instituciones públicas, las cuales aprueben políticas integrales de la infraestructura vial.
- ❖ Se recomienda que las Instituciones Publicas inviertan en la complementación de un Sistema Integral de Gestión Vial, el cual a más de los criterios vertidos en este documento sobre la Gestión de Conservación, complementen con modelos de Gestión de Rehabilitación y mejoramiento y principalmente Gestión en Seguridad Vial.
- ❖ Las Instituciones Publicas deberán invertir en la capacitación y actualización de su personal técnico, lo cual, brindará un mayor panorama de actividades, con nuevas tecnologías, metodologías, que hagan de la conservación vial una política a implantar, en búsqueda de mejorar cada vez más nuestras redes viales.
- ❖ Provias Nacional debe incluir en su plan de conservación vial mantenimientos de superficie de rodadura con tratamiento superficial bicapa en caminos vecinales para gobiernos locales.
- ❖ La Municipalidad Distrital de Culebras deberá prever la disponibilidad de recursos financieros y personal capacitado para efectuar el mantenimiento vial así como una adecuada programación de mantenimiento vial. Así mismo de requerir una asistencia técnica especializada podría celebrar un convenio a través del Instituto Vial Provincial de Huarney con PROVIAS Descentralizado que es la entidad del Gobierno central que apoya y asiste a todos los gobiernos locales y regionales, con asesoramiento para el mantenimiento y seguridad de las carreteras de la red vial vecinal.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Garcia Cerezo Pablo y Hernandez Garcia Gerardo. ( 2009). Gestion de la Conservacion I. Conservacion y Explotacion de Carreteras, pag. 1-25.
- Andres, M. S. (2006). Ingenieria Vial I. Republica Dominicana: Bulbo-Santo Domingo. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=OcefqXpOiswC&pg=PA26&lpg=PA26&dq=costos+operacion+vehicular&source=bl&ots=47jyRxOWnZ&sig=ArVw7t6T8oHbOAuBGWsSl>
- Emilio Salomon. (2003). Guia Conceptual-Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas. LIMA: Oficina Subregional de los Países Andinos.
- Fernando Sánchez Sabogal. (2000). Instituto Nacional de Vias Colombia. Colombia: Congreso Mundial de la Carretera de la IRF.
- González, R. A. (2011). Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de. Ambato-Ecuador.
- John Jairo Posada Henao. (2013). Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Consumo de Combustible en Vehículos.
- José Rafael Menéndez. (Diciembre 2003). Manual Tecnico de Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas. Lima.
- Ministerio de Economia y Finanzas-DGPI. (Junio-2011). Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a Nivel de Perfil. Lima: Ana Lucía Llerena.
- Ministerio de Fomento . (1947). Normas, Especificaciones y Recomendaciones para el estudio, construccion y conservacion de carreteras. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2005). Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Transito. Lima.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2006). Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario para la Red Vial No Pavimentada. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2007). Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). Manual para Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito. Lima: Normas Legales Peruanas.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). Reglamento Nacional de Gestion de Infraestructura Vial. Lima: Normas Legales del Peru.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de carreteras de mantenimiento o conservacion vial. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (Diciembre-2015). Manual de Inventarios Viales-Parte IV. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de Diseño Geometrico. Lima.
- Municipalidad Distrital de Culebras. (2014). Estudio definitivo: “Mejoramiento de la Carretera Vecinal AN-830: Emp. PE-1N (Culebras) – Raypa –. Culebras.
- Noboa, G. S. (2008). Sistema Institucional de Gestion de las Carreteras de Segundo Orden del Ecuador, para Disminuir costos de Mantenimiento Vial y de Operacion de Vehiculos. Ambato-Ecuador.



## **ANEXOS**

## **ANEXO N° 01**

### **MODELO DE ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR**

**“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL AN-830: EMP. PE-1N (CULEBRAS) – RAYPA – HUANCHAY; TRAMO: EMP. PE-1N (CULEBRAS) – EL MOLINO; DISTRITO DE CULEBRAS, PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH.”**

**ANEXO N° 02**

**MODELO DE FICHAS PARA DETERMINAR EL ESTADO DE  
CONDICION DE LA SUPERFICIE GRANULAR DE  
RODADURA**

**ANEXO N° 03**

**PLANOS**

**ANEXO N° 04**  
**PANEL FOTOGRAFICO**



km 0+000



km 6+000

**Fotografía N° 01:** Se observa que toda esta zona está cubierta principalmente por arenas eólicas que cubren los cerros que bordean al valle del río Culebras. La carretera se desarrolla en forma paralela al río Culebras, el cual en la mayor parte del año se encuentra seco.



**Fotografía N° 02:** Corresponde al km 0+040 hacia adelante, donde se aprecia la posibilidad de ensanchar la vía para el lado derecho sin mayor problema.



**Fotografía N° 03 y N° 04:** La primera corresponde al km 0+990, donde antes de la curva hay una alcantarilla que cruza la vía, la misma que permite para darle continuidad al canal de riego, notándose que el ancho de calzada es amplio, de igual manera en la otra vista (del km 0+990 hacia adelante) se aprecia la amplitud de la calzada de la vía, existiendo áreas de cultivo a ambos lados, por lo que la ejecución del proyecto vial no generará afectaciones ni de la alcantarilla ni de los predios agrarios.



**Fotografía N° 05 y N° 06:** Que corresponden al poblado de Quita Sombrero (km 1+800 al km 2+200), donde la calzada es amplia y las viviendas están alejadas de la vía actual, por lo que no se generarán afectaciones de dichos predios, cuando se realice el proyecto vial.



**Fotografía N° 07 y N° 08:** La 1ra vista (izquierda) corresponde al km 4+800 donde se aprecia viviendas en el lado izquierdo de la vía, de igual manera en la otra vista, las mismas que se encuentran distantes del borde de la vía, además se nota que la calzada es amplia de tal manera que con la realización del proyecto vial, no se generarán afectaciones de dichos predios.



**Fotografía N° 09 y N° 10:** La 1ra vista corresponde al km 5+900 (poblado de Nuevo Ampanú) donde se aprecia viviendas en el lado izquierdo de la vía, las mismas que se encuentran distantes del borde de la vía, por otra parte en la otra vista que corresponde al km 7+000 donde al fondo en el lado derecho hay viviendas provisionales (de caña) alejadas del borde de la vía, y las que están en el lado izquierdo están aún más distantes de la vía, de tal manera que con la realización del proyecto vial, no se generarán afectaciones de dichos predios.





**Fotografía N° 11 y N° 12:** La primera vista corresponde al km 5+700 hacia adelante, donde se aprecia en el lado derecho el poblado de Ampanú donde las viviendas se encuentran distanciadas de la vía actual, asimismo en el lado izquierdo hay áreas de cultivo, notándose que la calzada es amplia; por otra parte en la otra vista (derecha) también se nota gran amplitud de la vía, de tal manera que cuando se ejecute el proyecto vial, no se generarán afectaciones en ninguno de los dos tipo de predio.