

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL A NIVEL  
DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE LAURIAMA EN LA  
PROVINCIA DE BARRANCA – 2018**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. PADILLA ROMERO, JHOSIMAR ALEXANDER**

**ASESOR:**

**Ing. MEDINA ZA VALETA, DAMNER ARMANDO**

**HUACHO - PERÚ**

**2018**

**MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL A NIVEL  
DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE LAURIAMA EN LA  
PROVINCIA DE BARRANCA – 2018**

---

Ing. Sánchez Guzmán Alberto Irhaam

CIP 19681

PRESIDENTE

---

Ing. Bernal Valladares Carlos Enrique

CIP 158628

SECRETARIO

---

Ing. Aguirre Ortiz Roman

CIP 73106

VOCAL

---

Ing. Medina Zavaleta, Damner Armando

CIP 43907

ASESOR

### **DEDICATORIA**

Hago un reconocimiento muy especial y dedico este trabajo a mis padres, con la mayor gratitud y admiración por los esfuerzos realizados para lograr concretar mi carrera profesional, siendo para mí la mayor ilusión y la mejor herencia.

## **AGRADECIMIENTO**

Al término de este Proyecto de Tesis que representa la culminación satisfactoria de mi carrera profesional de Ingeniería Civil, quiero agradecer a Dios por haberme permitido llegar al final de esta etapa, a mis padres, a mi hermano y a mi familia quienes me brindaron su apoyo, ayuda y entusiasmo en todo momento y confiaron siempre en esto.

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problemas Específicos.....	2
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.2. BASES TEÓRICAS.....	8
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	31
2.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	34
2.4.1. Hipótesis General.....	34
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....</b>	<b>35</b>
3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.1.1. Tipo.....	35
3.1.2. Enfoque.....	35

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	36
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES.....	37
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
3.4.1. Técnicas a emplear.....	38
3.4.2. Descripción de los instrumentos.....	38
3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	39
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
4.1. RESULTADOS.....	40
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y .....</b>	<b>49</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	
5.1. DISCUSIÓN.....	49
5.2. CONCLUSIONES.....	50
5.3. RECOMENDACIONES.....	51
<b>CAPÍTULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>52</b>
6.1. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.....	52
6.2. FUENTES HEMEROGRÁFICAS.....	54
6.3. FUENTES DOCUMENTALES.....	54
6.4. FUENTES ELECTRÓNICAS.....	55
<b>ANEXOS.....</b>	<b>56</b>
1. Anexo N° 1: Matriz de consistencia	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fallas en pavimentos flexibles.....	15
Tabla 2: Fallas en pavimentos rígidos.....	17
Tabla 3: Operacionalización de las Variables.....	37
Tabla 4: Estimación de conteos vehiculares .....	43
Tabla 5: Factor de Corrección Estacional – FCE.....	44
Tabla 6: Flujo Vehicular para la Vía.....	47

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Pavimentos flexibles.....	11
Figura 2: Pavimentos regidos.....	11
Figura 3: Volumen de tráfico de equilibrio para pavimentar un camino de grava .....	19
Figura 4: Índice de rugosidad.....	23
Figura 5: Avance del deterioro de un camino respecto al tiempo .....	24
Figura 6: Diseño de estacionamientos .....	42
Figura 7: Secciones Típicas de la Vía de acuerdo a la Propuesta.....	42

---

**Mejoramiento de la infraestructura vial a nivel de pavimento flexible de la calle Lauriama en la provincia de Barranca – 2018**  
**Improvement of the road infrastructure at the level of flexible pavement of Lauriama Street in the province of Barranca - 2018**  
Jhosimar Alexander Padilla Romero <sup>(1)</sup>

---

## RESUMEN

**Objetivo:** El presente trabajo de investigación tiene como objetivo desarrollar una alternativa técnica-económica a nivel de estudio definitivo permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018. **Materiales y Métodos:** El tipo de investigación que se realizó fue Aplicada, de nivel correlacional y de diseño no experimental de tipo transversal de enfoque cualitativo. Teniendo una población de 450 familias beneficiadas y una muestra de 142 familias beneficiadas, la técnica que se empleó fue la observación y el instrumento fue el diario de cotejo para las dos variables de estudio. **Resultados:** De los instrumentos de aplicación, fueron valorados de eficaces a altamente eficaces. Además, permitirá sus efectos prácticos y poniendo a disponibilidad un estudio técnico que posibilite dotar de una infraestructura vial adecuada para los pobladores circundantes y a la población flotante en su conjunto. **Conclusiones:** La implementación de una alternativa técnica-económica a nivel de estudio definitivo permitió mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018.

**Palabra Clave:** Mejoramiento vial, Infraestructura vial, Mejoramiento vehicular y peatonal, Mejoramiento de pavimentos flexibles.

## ABSTRACT

**Objective:** The present research work aims to develop a technical-economic alternative at the level of definitive study will improve vehicular and pedestrian trafficability of Lauriama street in the province of Barranca, in 2018. **Materials and Methods:** The type of research which was carried out was Applied, of correlation level and of non-experimental design of transversal type of qualitative approach. Having a population of 450 beneficiary families and a sample of 142 beneficiary families, the technique used was the observation and the instrument was the comparison journal for the two study variables. **Results:** Of the application instruments, they were evaluated from effective to highly effective. In addition, it will allow for its practical effects and making available a technical study that will make it possible to provide an adequate road infrastructure for the surrounding inhabitants and the floating population as a whole. **Conclusions:** The implementation of a technical-economic alternative at the definitive study level allowed to improve vehicular and pedestrian traffic on Lauriama street in the province of Barranca, in 2018.

**Keyword:** Road improvement, road infrastructure, vehicular and pedestrian improvement, improvement of flexible pavements.

---

<sup>(1)</sup> Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho - Perú

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de una alternativa técnico-económica y el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la calle Luriama en la provincia de Barranca en el periodo 2018, se relaciona con todas las actividades involucradas en el planeamiento, diseño, construcción, mantenimiento, evaluación y rehabilitación de una porción de pavimento de un programa público de trabajo.

El sistema de gestión de pavimentos es un conjunto de herramientas o métodos que asisten a la persona encargada de la toma de decisiones, en hallar las estrategias óptimas para proporcionar, evaluar y mantener a los pavimentos en una condición útil durante un período de tiempo.

El presente trabajo de investigación está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I. El planteamiento del problema, se presenta la descripción de la realidad problemática, la formulación del problema general, problemas específicos, los objetivos de la investigación general y específicos.

Capítulo II. Marco teórico, se presenta los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, la definición de términos, hipótesis general e hipótesis específicas.

Capítulo III. Metodología, se presenta el diseño de la investigación, técnicas, instrumentos de recolección de datos población, muestra, operacionalización de las variables, técnica e instrumento de investigación para el procesamiento de la información.

Capítulo IV. Resultados, los resultados nos muestran la auditoría y seguimiento a obras con más frecuencia, inductores económicos y gestión de pavimentos, mejoramiento vehicular y peatonal.

Capítulo V. Nos muestran la discusión, las conclusiones y las recomendaciones.

Capítulo VI. Fuentes de información, en este capítulo nos muestra las fuentes bibliográficas, las fuentes hemerográficas, las fuentes documentales y las fuentes electrónicas.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

La gestión de pavimentos constituye una de las funciones más importantes en las organizaciones operadoras de carreteras. Los sistemas de gestión de pavimentos son un conjunto de procedimientos y herramientas que tienen como propósito asistir a estas organizaciones en la aplicación sistemática de procesos relacionados con este aspecto .

Entre los principales componentes de un sistema de gestión pueden mencionarse: un conjunto de programas de cómputo para la información requerida por el sistema; herramientas de análisis para la predicción del deterioro de pavimentos; evaluación económica de proyectos carreteros, y la formulación de programas .

Todos hemos tenido la oportunidad de observar un pavimento, ya sea caminando o simplemente conduciendo nuestro vehículo, sin embargo solo vemos una inmensa capa asfáltica o de concreto, pero un pavimento no solo es esa capa externa y observable, es toda un estructura compleja .

La vida de las vías de comunicación de transporte terrestre, parece estar sometida a un ciclo repetitivo de construcción. Esto se debe a la conservación insuficiente que durante muchos años sufrieron dichas vías, dando lugar así a la degradación de las mismas. Bajo la necesidad de volver a proveer una nueva condición adecuada para el tráfico y con la limitante de la carencia relativa de agregados; es necesario volver la vista hacia la recuperación de caminos a través de los métodos que nos beneficien en carreteras durables .

En la actualidad las vías de la calle Lauriama de la provincia de Barranca no tienen una intervención concreta en cuanto a infraestructura vial moderna que permita el tráfico vehicular y peatonal segura y adecuado confort .

Además, la calle Lauriama de la provincia de Barranca, presenta una deteriorada superficie de rodadura y en muchos casos bacheos, pendientes irregulares, falta de cunetas laterales, falta de veredas laterales y bombeos superficiales lo que hace una necesidad urgente la de poder plantear una solución técnica y adecuada que pueda suplir las necesidades de la población en cuanto a infraestructura vial .

Las condiciones inadecuadas de transitabilidad vehicular y peatonal afecta en forma permanente no sólo a la población circundante a esta vía, sino también a la población flotante que hace uso de esta vía para poder llegar a sus diferentes, y que peor aún en tiempo de climas agrestes como lluvias y/o otros fenómenos naturales se hace incomodo el tránsito vehicular y peatonal por esta vía. Es por este motivo un estudio que permitirá el mejoramiento de la infraestructura vial a nivel de pavimento flexible de la calle lauriama .

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo una alternativa técnica-económica a nivel de estudio definitivo permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cómo una alternativa que sea técnica y económicamente viable, y que esté sea acorde a las necesidades de la población vehicular y peatonal que hace uso de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018?
- ¿Cómo los planes de desarrollo mejoran y amplían la infraestructura vial urbana de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018?

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una alternativa técnica-económica a nivel de estudio definitivo permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desarrollar una alternativa que sea técnica y económicamente viable, y que esté acorde a las necesidades de la población vehicular y peatonal que hace uso de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018.
- Implementar los planes de desarrollo que mejoran y amplían la infraestructura vial urbana de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Sánchez, L. (2015), en su investigación titula: “Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar”, para optar en título de Ingeniero de Obras Civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña de Colombia, nos menciona:

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo: Elaborar un estudio de fallas de pavimentos rígidos de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar mediante un diagnóstico para su mantenimiento y rehabilitación, permitirá realizar una evaluación para obtener información del estado físico de las vías mediante la inspección visual de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados. Luego estos datos serán consignados mediante planos de localización de las vías en estudio en AUTOCAD para detallar áreas a tratar y direcciones de las mismas. Las mediciones de las fallas serán necesarias para catalogar un criterio general de reparación; elaborando formatos que permitan recolectar la información de campo donde se describan los tipos de fallas, sus posibles causas y una posible alternativa de solución en los diferentes pavimentos seleccionados. Esto con el fin de recomendar un plan para el mantenimiento y rehabilitación de las vías seleccionadas en base a especificaciones existentes y un plan de costos a precios del mercado y tiempo con programación en gantt.

Coronel, E. (2015), en su investigación titula: “Estudio Preliminar y Diseño de la Vía: con Pavimento Flexible”, para optar el título de Ingeniero Civil de la Escuela Superior Politécnica del Litoral en Ecuador, nos menciona:

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo: el Estudio Preliminar y Diseño Vial Tramos Cerecita-Tamarindo abscisa “0+000-1+500 L= 1500 metros”, Tamarindo-La Bajada de Progreso abscisa “0+000-1+300 L= 1300 metros”; con Pavimento Flexible diseñada con el Método Marshall, teniendo como objetivos principales los siguientes: Realizar un diseño vial eficiente de los Tramos Cerecita – Tamarindo “0+000 - 1+500 L=1500 metros”, Tamarindo - La Bajada de Progreso “0+000 – 1+300 L=1300 metros”; con Pavimento Flexible. Tener un conocimiento más amplio de las características, condiciones y métodos que se emplean en la construcción de una carretera a base de pavimento flexible. Considerar las especificaciones exigidas para el diseño vial. Realizar un diseño de concreto asfáltico utilizando el método Marshall (ensayos del laboratorio y resultados). Realizar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), que minimice los efectos de contaminación a causa de la construcción del proyecto. Elaborar un Presupuesto Referencial que contemple los rubros principales que intervienen en la construcción de una carretera. Poder estudiar y comprender a fondo el diseño como la construcción de una carretera; para así poder realizar más estudios y pruebas que puedan dar un mayor desarrollo a la tecnología en la construcción de vías de comunicación..

Rojas, M. (2014) en su trabajo de investigación titulado: “Propuesta de recuperación vial de pavimentos flexibles de los Municipios Bolívar, Carvajal, Freites, Guanta, Libertad y Sotillo del Estado Anzoátegui”, para optar el título de Ingeniero Civil de la Universidad de Oriente en Venezuela, nos menciona:

El concepto de la conservación vial no es un tema nuevo, como tampoco lo son los tratamientos que se emplean para restaurar carreteras. Lo novedoso son los cambios al sistema tradicional de gestión de caminos que no es rentable. En este proyecto, se presenta una Propuesta de Recuperación Vial (PRV) como un nuevo modelo de sistema de conservación para caminos rurales. Este modelo emergió

por la necesidad de darle al Servicio Autónomo de Vialidad Agrícola del Estado Anzoátegui (SAVA) una herramienta de soporte técnico e institucional necesarios para la optimización de las actividades de mantenimiento de la infraestructura vial que éste realiza. Se hace mención de algunos factores técnicos, organizacionales y normativos que inciden en la vialidad deficitaria y se establecen metodologías y procedimientos aplicables en el PRV que permitan la fácil implementación de éste. Se hace hincapié en que se deben articular las políticas y acciones del SAVA, con las del Gobierno Regional y otras entidades encargadas del problema de la vialidad en el estado, particularmente en lo que se refiere a fortalecer la infraestructura de transporte en un marco de competitividad regional y nacional que permitan la reducción de los costos y tiempos de transporte e integrar zonas rurales con áreas dotadas de servicios básicos y centros económicos regionales.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Tito, L. (2014), en su investigación titula: “Mejoramiento y rehabilitación de la carretera Ayacucho - Abancay, tramo IV, pertenece a la ruta PE – 28B”, para optar el título de Ingeniero Civil de la Universidad Ricardo Palma, nos menciona:

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo: Informar sobre las técnicas de construcción del mejoramiento y rehabilitación de la carretera Ayacucho - Abancay, tramo IV: Km 154+000 – Km 210+000 ubicada en el departamento de Apurímac, Provincia Chincheros y Distritos de Chincheros – Uripa, Se ha tenido en consideración las condiciones de los suelos, altitud, temperatura, precipitaciones, entre otras variables, donde propicia diseños por estratos, es decir por grupo de factores incidentes en una zona y que afectan a los diseños de las estructuras de pavimentos que pudieran ser causales de la degradación prematura. El informe está desarrollado en cuatro capítulos; Aspectos generales de la obra, Aspectos constructivos de la obra, Proceso constructivo y Pavimentación.

Luego se establecen las conclusiones y sus recomendaciones, anotando la bibliografía, utilizada para la realización del informe. Por último se adjunta los anexos el panel fotográfico de las actividades realizadas en el proceso constructivo de la pavimentación de la carretera Ayacucho - Abancay, tramo IV: Km 154+000 – Km 210+000.

Montoya, J. (2014), en su investigación titula: “Implementación del Sistema de Gestión de Pavimentos con Herramienta HDM-4 para la Red Vial Nro. 5 Tramo Ancón – Huacho – Pativilca”, para optar el título de Ingeniero Civil de la Universidad Ricardo Palma, nos menciona:

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo: Implementar el Sistema de Gestión de Pavimentos a Nivel de Proyecto Específico, a fin de justificar las actividades a ejecutarse en posteriores mantenimientos, lo cual es solicitado por la Entidad Concesionaria. Se deberá iniciar el Modelamiento, con un análisis de estrategia para poder definir cuál es la inversión a grosso modo, cuales son las actividades que mejor se comportan en el modelo, cuales son los parámetros que tiene mayor incidencia y lo más importante, cuales son los tramos más próximos a intervenir, a los que se dará mayor prioridad para elaborar su plan de mantenimiento. Conclusión: La inversión total es un monto que debe presentarse al Concesionario, con la finalidad de que incluya en su presupuesto anual el desembolso de estas cantidades. Posteriormente se realizará un Análisis de Proyecto, este análisis se realizará para cada tramo, y para el cual se plantearán nuevos criterios de intervención y se programará actividades, para encontrar cual es la mejor estrategia de trabajo. Asimismo necesitará de un diseño de Reciclado de Pavimento, en el cual se verá la profundidad de intervención y el Módulo Resilente de la Base estabilizada.

Castro, D. (2014) en su trabajo de investigación titulado: “Propuesta de gestión de pavimentos para la ciudad de Piura”, para optar el título de Ingeniero Civil de la Universidad de Piura, nos menciona:

Actualmente en la ciudad de Piura no se ofrece una solución técnica al problema. Hemos podido comprobar que la rehabilitación de las pistas del casco urbano, presentan las mismas fallas que se apreciaban hace cinco meses. Por tanto, la presente tesis, tiene como objetivo principal, brindar una alternativa al problema del mantenimiento de la infraestructura vial, mediante un sistema de gestión de pavimentos, dentro de la organización municipal. El desarrollo de la presente tesis se ha dividido en cuatro partes. La primera es un capítulo de repaso de los Pavimentos y sus fallas. La segunda presenta la esencia de lo que es la gestión de Pavimentos. Una tercera que nos muestra la problemática de la ciudad de Piura en infraestructura vial y transporte. Finalmente se plantea una alternativa de solución los problemas antes mencionados. Se concluye que trabajar con un sistema de gestión de pavimentos, es la manera más ordenada del manejo de Pavimentos, y a los habitantes de la ciudad de Piura los ayudaría a tener un mejor nivel de vida.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Pavimentos**

Capa o conjunto de capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento de una obra vial, cuya finalidad es proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente al tránsito de los vehículos, el intemperismo producidos por los agentes naturales y de cualquier otro agente perjudicial. (Castro, D. 2003)

También se llama Pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos

inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. (Castro, D. 2003)

Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas. Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas. (Castro, D. 2003)

Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en las terracerías además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan los más económicos. (Castro, D. 2003)

La división en capas que se hace en un pavimento obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior. La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes. (Castro, D. 2003)

### **2.2.2. Tipos de pavimentos**

La parte más importante de una carretera o calle, es su pavimento. Sin esta estructura no se puede pensar en un tránsito rápido, cómodo y seguro. Los pavimentos, como cualquier estructura tienen un proceso de diseño y deben seguir también un proceso un proceso de conservación. Para intentar relacionar las

degradaciones o fallas en los pavimentos, es útil clasificarlos en dos tipos: pavimentos flexibles y pavimentos rígidos. (Castro, D. 2003)

- a) Rígidos.- Carpeta de concreto hidráulico.
- b) Flexibles.- Tienen carpetas asfálticas.
- c) Otros.- Empedrados, adoquín, estampado.

### **Pavimentos flexibles**

(Rico & Del Castillo, 1984), citado en (Castro, D. 2003) mencionan que sobre la capa subrasante se construye el pavimento flexible, que está compuesto por sub - base, base y carpeta asfáltica. El pavimento flexible debe proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir a las terracerías los esfuerzos por las cargas del tránsito. El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base. En general los pavimentos flexibles consisten en una superficie bituminosa soportada por una capa de material granular y una capa de agregado (p. 23). Entre las características principales que debe cumplir un pavimento flexible se encuentran las siguientes:

- Resistencia estructural.
- Deformabilidad.
- Durabilidad.
- Costo.
- Requerimientos de conservación.
- Comodidad.

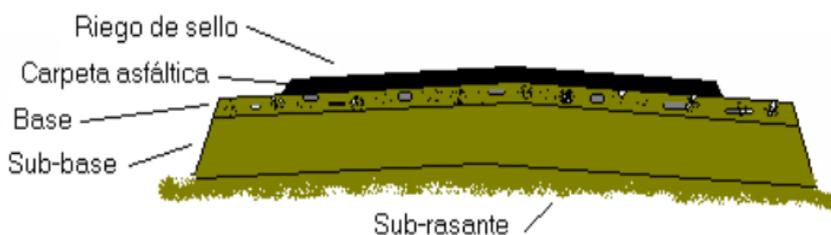


Figura 1: Pavimentos flexibles

Nota: (Rico & Del Castillo, 1984)

### Pavimentos Rígidos

En este caso la capa de rodadura está conformada por una losa de concreto de cemento Pórtland y además de resistir los esfuerzos de corte, debe soportar sin daño, los esfuerzos de tracción por flexión. En estos pavimentos las juntas y bordes constituyen sus puntos más débiles. La aptitud para una buena duración y servicio del pavimento depende en gran parte de los espesores adoptados y de las condiciones de ejecución y control de calidad de los materiales utilizados en su construcción. Cuando estas condiciones no se cumplen, las degradaciones o fallas se manifiestan tarde o temprano sobre la capa de rodadura, produciendo una sensación de incomodidad para el usuario y un problema de mantenimiento para el técnico. (Castro, D. 2003)

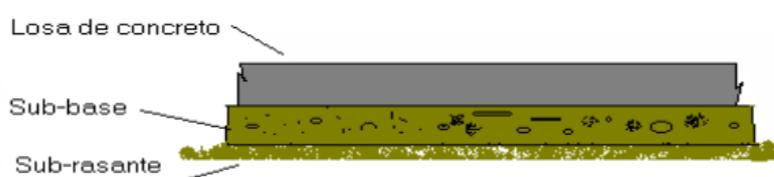


Figura 2: Pavimentos rígidos

Nota: (Rico & Del Castillo, 1984)

### 2.2.3. Ciclo de diseño de un pavimento

Antes de la puesta en marcha de una obra de pavimentación primero se deberá planificar todo el proceso a seguir para garantizar la calidad del proyecto y después de empezado comenzar a improvisar detalles que a la larga nos ocasionarán problemas. (Castro, D. 2003)

La sincronización de todos los aspectos relevantes que deberán participar de dicha planificación para un resultado óptimo del proyecto a realizar y evitar que este se deteriore rápidamente (Castro, D. 2003). Explicaremos de manera general este ciclo planificado de diseño de un pavimento:

- Primero se identifica en qué lugares se necesita pavimentar y en cuales no, para poder tomar la decisión de qué tipo de pavimento usar.
- Luego viene el diseño en sí del pavimento de acuerdo a las normas establecidas como la AASHTO; una vez diseñado el pavimento, entendiéndose por diseño, espesor de capas (base, sub-base, rasante y subrasante).
- Seguidamente viene la elección de los materiales a utilizar para su construcción, para que de acuerdo a todo lo antes mencionado poder armar las especificaciones y los planos con los cuales se construirá proyecto. Siempre tener en cuenta las canteras más cercanas y analizar en laboratorio los agregados.
- Luego se lanza el proyecto a licitación, en la cual se debe tener en cuenta que un proyecto de pavimentación requiere de un contratista que nos asegure la calidad a largo plazo del pavimento. También es importante el aspecto económico pero nunca se deberá de separar este aspecto con la calidad del proyecto.
- Luego, cuando toda esta listo para la construcción se debe poner una supervisión que este pendiente de la construcción de este pavimento para que no ocurra nada que perjudique la calidad y eficiencia del pavimento.
- Una vez terminada la construcción se procede a la apertura al tráfico, que es cuando el pavimento comienza a trabajar, para esto es conveniente colocar una persona que este constantemente vigilando el comportamiento del pavimento para poder tomar decisiones rápidas.
- También se debe hacer una conservación preventiva, que no es otra cosa más que hacerle mantenimiento preventivo al pavimento para evitar daños prematuros.
- Cuando comienzan a aparecer las fallas lo más conveniente es evaluar estas fallas para poder posteriormente proceder a la renovación del pavimento.

Como vemos todo esto deberá de estar previsto para que cuando ocurra tengamos las herramientas necesarias para actuar asegurar un buen proyecto a largo plazo.

## **2.2.4. Origen de fallas en los pavimentos**

### **2.2.4.1. Causas probables**

Las causas de las degradaciones son numerosas y variadas y pueden deberse a factores de orden cuantitativo (tráfico, cargas, etc.); cualitativo (tipo de material constituyente) o aleatorias (anegados, lluvias, saturación continuada, etc). Estos factores son simultáneamente causa y efecto, es decir que de algunas degradaciones existentes pueden devenir nuevas degradaciones. Esto será un desarrollo continuado de daños si no se toman las medidas y precauciones convenientes. Cada factor tiene una acción preponderante pero temporal, y conviene ser muy prudente en cuanto al valor de su influencia (Castro, D. 2003). Castro, D. (2003) menciona que “si se hace un balance de estos factores en función a los diferentes tipos de degradaciones es posible clasificar las causas de las degradaciones siguiendo cuatro criterios”:

- ✓ El Tráfico.
- ✓ Las condiciones de humedad o saturación continuada y sus consecuencias.
- ✓ El dimensionamiento del paquete estructural del pavimento.
- ✓ La calidad de los materiales y su control y puesta en obra.

1) **El Tráfico** El tráfico es un parámetro cuya influencia es muy importante. Desde un principio los resultados del ensayo AASHTO han demostrado que la evolución de las deformaciones y de las fisuras en un pavimento está ligadas a la magnitud de la carga por eje y a la duración de su aplicación, así como al número de pasadas. (Castro, D. 2003)

2) **Las condiciones de humedad o saturación continuada y sus consecuencias.** El parámetro más influyente sobre la estructura de los pavimentos es la presencia de agua en grandes magnitudes, ya que ésta es el peor enemigo de un pavimento estable y duradero. El agua que se infiltra en

la estructura del pavimento, puede ser debida a percolación por rotura de instalaciones domiciliarias, por canales de regadío, cercanía a jardines o áreas verdes. Se deduce que cuando el contenido de humedad aumenta, se detecta una reducción en la capacidad portante del suelo y un aumento en la tasa de pérdida de serviciabilidad de los pavimentos. (Castro, D. 2003)

- 3) **El Dimensionamiento de la estructura del pavimento.** Hace algunos años el dimensionamiento del paquete estructural del pavimento intervenía de forma menos sensible en las causas de las degradaciones, el tráfico pesado era menos intenso, la carga promedio por eje menos elevada. Actualmente el dimensionamiento puede considerarse como uno de los factores más preponderantes, sobre todo en el caso de los pavimentos antiguos de muy poco espesor (10 a 15cm), en los que la estructura está casi totalmente destruida. (Castro, D. 2003)
  
- 4) **La calidad de los materiales, control y puesta en obra.** Estableciendo un balance de los diferentes tipos de degradaciones encontrados, se constata que en la mayoría de los casos los desórdenes y defectos más comunes se deben al uso de materiales de mala calidad, debido a que no existe un adecuado control de calidad después de su explotación en las canteras o bancos de préstamo, lo que redundaría en agregados con granulometría incorrecta, porcentaje elevado de elementos redondeados y de mayor diámetro que el mismo exigido por las especificaciones. Esto lo podemos ver en la mayoría de fallas de los pavimentos de nuestra ciudad. (Castro, D. 2003)

#### **2.2.5. Fallas más comunes**

En la Tabla 1, se presentan las manifestaciones de fallas, mecanismo y causas en los pavimentos flexibles.

**Tabla 1:** Fallas en pavimentos flexibles

MANIFESTACIÓN	MECANISMO	CAUSAS POSIBLES
<b>Deformaciones</b>		
Ahuellamiento	- Compactación por el tránsito de una o varias capas o deformación plástica de una o varias capas.	- Deficiente compactación de una o varias capas o relación estabilidad fluencia deficiente o valor soporte no acorde con espesores (diseño estructural insuficientes o disminución del valor soporte por degradación del material).
Ondulación longitudinal “corrugación”	- Deformación plástica de capas asfálticas.	- Relación estabilidad fluencia deficiente
Hundimiento “deformaciones de borde”	- Falla por corte de una o varias capas	-Valor soporte no acorde con espesores (diseño estructural insuficiente o disminución del valor soporte por entrada de agua y/o degradación del material) o relación estabilidad fluencia deficiente.
Asentamiento	-Asentamiento diferencial.	- Consolidación del terraplén o de su fundación.
Levantamiento	- Levantamiento diferencial	- Hinchamiento de subrasante o capas estructurales (debido a acción del agua en suelos expansivos o congelamiento en suelos susceptibles).
<b>Fisuraciones</b>		
- Fisuración formando panes pequeños “piel de cocodrilo”	- Rotura por tracción de capas asfálticas	- Fatiga por deflexiones altas y/o radios de curvatura bajos (diseño estructural deficiente o entrada de agua o degradación de materiales) o mezcla asfáltica inadecuada
Fisuración formando panes amplios.	- Contracción térmica de capa asfáltica	- Material asfáltico inadecuado (por provisión o envejecimiento durante

		manipuleo o servicio) o exceso de relleno mineral
Fisuración en forma de media luna	- Deslizamiento de capa asfáltica.	- Falta de adherencia entre capas (falta de riego de liga o suciedad en el mismo) o resistencia a esfuerzos tangenciales deficiente en capa inferior.
Fisuración transversal y longitudinal formando losas.	- Reflexión de juntas o fisuras de contracción de capas cementadas inferiores.	- Fisuras de contracción en capas cementadas inferiores.
Fisura longitudinal junto a borde externo	- Reflexión de fisura longitudinal de capa inferior cementada o no.	- Fisuración de borde de capa inferior por hundimiento del terraplén o por contracción del mismo por desecación o por ensanche de trocha.
Fisura longitudinal central.	- Apertura de junta de construcción.	Construcción deficiente de capa de rodamiento.
<b>Desintegraciones</b>		
Desintegración superficial “peladura”	- Desprendimiento de agregado.	- Porcentaje de asfalto deficiente (por inadecuada dosificación o construcción) o falta de adherencia asfalto agregado o acción de agua (por inadecuado drenaje superficial) o acción de otros agentes agresivos (solventes, etc.).
Desintegración generalizada “bache” Cavidad de forma redondeada, bordes netos, sin hundimientos aledaños “nido de gallina” o “bache aislado”	- Desintegración localizada de capa superficial, que puede progresar en profundidad.	- Defectos constructivos localizados (insuficiencia de material asfáltico, segregación, suciedad en agregados, etc.
<b>Exudaciones</b>		
De asfalto	- Ascenso de material asfáltico hasta formar una capa en superficie.	- Exceso de material asfáltico (en mezcla o riego).
De mortero	- Ascenso del mortero hasta la superficie	- Granulometría (exceso de finos) o construcción deficiente de capa de rodamiento.

Nota: (MVCS, 2010) citado en (Castro, D. 2003)

En la tabla 2, se presentan las manifestaciones de fallas, mecanismo y causas en los pavimentos rígidos.

**Tabla 2:** Fallas en pavimentos rígidos

MANIFESTACION	MECANISMO y CAUSAS PROBABLES
<b>Deformaciones</b>	
Escalón, en coincidencia con juntas transversales o longitudinales.	- Asentamiento o levantamiento diferencial de las losas.
Sobre elevación abrupta, de gran magnitud, generalmente en juntas transversales.	- Dilatación excesiva de las losas unida a espesor insuficiente de juntas o presencia de material incompresible en la misma o incorrecta ubicación de “juntas de dilatación”.
Asentamiento, relativamente extenso.	- Asentamiento diferencial por consolidación del terraplén o capas estructurales.
<b>Fisuraciones</b>	
Fisuración transversal.	- Excesiva distancia entre juntas de contracción o demora en su aserrado o insuficiencia de apoyo de las losas en proximidad de las juntas debido a “bombeo” o contracciones e hinchamientos de la subrasante.
Fisuración transversal con algunas fisuras longitudinales entre juntas y fisuras transversales.	- Excesiva repetición de cargas pesadas sobre las losas con insuficiencia de apoyo debido a “bombeo”.
Fisuración longitudinal.	- Asentamiento lateral del terraplén o contracciones e hinchamientos de la subrasante o contracciones y expansiones de la losa unidas a juntas transversales en malas condiciones o incorrecta ubicación de juntas longitudinales.
Fisuración diagonal o de esquina.	- Insuficiente resistencia del hormigón o insuficiencia de apoyo de las losas en proximidades de la esquina debido a “bombeo”.
Fisuración generalizada, en forma de malla, irregular.	- Evolución final de situaciones anteriores por insuficiencia de resistencia del hormigón o insuficiencia de apoyo de las losas debido a “bombeo”.

Fisuración superficial, muy fina, formando malla de reticulado pequeño.	- Capa superficial débil (por inadecuada terminación constructiva)
<b>Desintegraciones</b>	
Desintegración de bordes de losa en correspondencia de juntas o grietas.	.- Capa superficial débil en correspondencia de junta (por inadecuada terminación constructiva) o dilatación excesiva de las losas unida a espesor insuficiente de juntas o presencia de material incomprensible en las mismas o falta de alineación de barras de unión.
Desintegración superficial.	-Capa superficial débil (por inadecuada terminación constructiva) o desintegración de partículas de agregado o efecto de congelamiento y deshielo.

Nota: (MVCS, 2010) citado en (Castro, D. 2003)

### 2.2.6. El deterioro de los caminos

A través del deterioro de sus caminos los países en desarrollo, como el nuestro, han perdido infraestructura valiosísima. Podemos estar hablando de miles de millones de dólares. Si no se comienza de inmediato a ocuparse más seriamente de la preservación de los caminos, se perderán miles de millones más. Grandes redes de caminos, construidas a un costo elevado, no han recibido el mantenimiento suficiente y han sido usadas y maltratadas en mayor medida que la prevista. (Castro, D. 2003)

Si este descuido continúa, el deterioro de los caminos se acelera pues los pavimentos viejos se desmoronan y los nuevos pasan por un período inicial bastante largo durante el cual los efectos del descuido son apenas perceptibles. La restauración de estos caminos costará entre tres y cinco veces más de lo que habría costado el mantenimiento oportuno, y es solo una parte del costo. (Castro, D. 2003)

El costo de operación de los vehículos supera rápidamente al costo de reparación de los caminos a medida que estos pasan del buen estado, al regular estado y al mal estado. En conjunto, estos costos evitables constituirán un pesado lastre para el

desarrollo económico de los países. Muchos caminos están en tal mal estado que el mantenimiento normal ya no bastaría ni sería eficaz. (Castro, D. 2003)

Esos caminos requieren ahora rehabilitación o reconstrucción, a un costo igual a tres o cinco veces el mantenimiento y refuerzo preventivos oportunos. Y muchos caminos más, cuyo deterioro todavía no es visible, pronto llegarán a ese punto si el mantenimiento y la rehabilitación no mejoran. Las necesidades de mantenimiento de una red vial pueden predecirse con bastante exactitud basándose en un conjunto de características estructurales como edad, clima, tráfico, normas de diseño, calidad de la construcción y mantenimiento. (Castro, D. 2003)

Entre estas, la edad, el tráfico y la calidad de la construcción son particularmente importantes en los países en desarrollo. La edad es importante en lo que respecta al estado de los caminos pavimentados debido a la trayectoria del deterioro de estos con el transcurso del tiempo. Típicamente las dos terceras partes del deterioro del pavimento (y una proporción aún mayor del costo de mantenimiento) se concentran en el último tercio de la vida nominal del pavimento, por eso se debe tener mucho cuidado cuando se toma la decisión pavimentar o no un pavimento. (Castro, D. 2003)

### 2.2.6.1. Pavimentar o no pavimentar

La decisión respecto a si se debe pavimentar o no un camino depende de muchos factores, uno de los cuales es el aumento de tráfico que se prevea para el futuro. En la Figura 3, se presenta un ejemplo del valor neto actual de la pavimentación de un camino de grava en función del tráfico. (Castro, D. 2003)

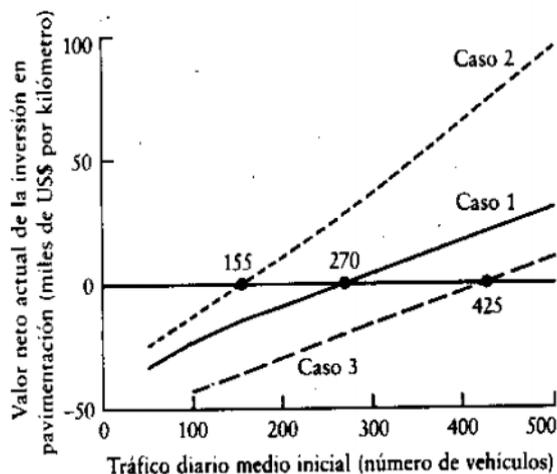


Figura 3: Volumen de tráfico de equilibrio para pavimentar un camino de grava

Nota: (Mali, 2000)

Al comparar los casos 1 (ningún aumento del tráfico) y 2 (aumento anual del 6%) se observa que el nivel de tráfico exacto al cual la pavimentación del camino se torna óptima es sensible a la tasa de crecimiento prevista del tráfico. Se supone en todos los casos que el camino será mantenido adecuadamente, se pavimente o no. El costo de la pavimentación también es importante: en el caso 3 (aumento nulo del tráfico y un aumento del costo del 50%), el tráfico óptimo para la pavimentación pasa de 270 vehículos diarios a 425. (Castro, D. 2003)

Pero el precio que se paga por no pavimentar cuando el tráfico está a su nivel óptimo no es elevado. Por lo tanto, hay consideraciones distintas del tráfico que intervienen a veces en la elección. Una de esas consideraciones es la probabilidad de que el mantenimiento futuro vaya a ser de un nivel aceptable, tanto en los caminos pavimentados como en los sin pavimentar. Si, por una parte, la disponibilidad de fondos para mantenimiento en el futuro es incierta, será mejor aplazar la pavimentación. (Castro, D. 2003)

El valor actual del costo del transporte durante todo el ciclo de vida de un camino de grava (aunque su mantenimiento sea subóptimo) será inferior al de un camino pavimentado si no hay seguridad de disponer de los fondos necesarios en la etapa en que el deterioro del camino pavimentado comienza a acelerarse considerablemente. Si, por otra parte, lo incierto es la capacidad de los municipios para planificar y efectuar trabajos de mantenimiento, la pavimentación temprana (y, por consiguiente, un número menor de caminos) será lo acertado. (Castro, D. 2003)

El valor actual del costo del transporte durante todo el ciclo de vida relacionado con un camino de grava sin mantener será superior al de un camino pavimentado sin mantener hasta el punto a partir del cual ambos dejen de ser transitables. (Castro, D. 2003)

### **2.2.6.2 Control de calidad de pavimentos terminados**

En la construcción de todas las obras de ingeniería, grandes o pequeñas, no hay fase más importante que la inspección del proceso constructivo. En una obra de ingeniería es más crítica la actividad de vigilar el bien hacer, que el mismo diseño.

La supervisión es la actividad por medio de la cual se logra que una obra se realice de acuerdo a los planos, materiales y procedimientos prescritos por el diseñador. El control de calidad de un pavimento terminado debe entenderse como aquel que se realiza desde su superficie; entendiéndose con esto que todos los métodos a utilizar deben ser de tipo no destructivo y de medición continua (no puntuales) y la interpretación de sus resultados no puede hacerse de otra forma que no sea estadísticamente, ya que el número de muestras en juego no permite otro tipo de tratamiento. Se está desechando entonces como control de calidad de pavimentos terminados la realización exclusiva de perforaciones y ensayos sobre las muestras extraídas, tarea esta que más puede encuadrarse dentro de una “ auditoria “ de los controles que normalmente hace la supervisión una especie de “supervisión de la supervisión”. (Castro, D. 2003)

### **Evaluación y mantenimiento de los pavimentos**

Se entiende por evaluación y mantenimiento de pavimentos terminados a una serie de tareas y metodologías empleadas para poder dar un diagnóstico del estado del pavimento después de su construcción. La evaluación y mantenimiento es la etapa más importante del control de calidad de pavimentos terminados, ya que con una exhaustiva evaluación de un pavimento, podremos asignar de una manera ordenada, el dinero a emplear para su mantenimiento y/o rehabilitación. (Castro, D. 2003)

Para una adecuada evaluación de un pavimento, existen varias tareas y métodos, como lo son: el inventario vial, la clasificación funcional de caminos y el estudio de rango de suficiencia; estas tres tareas forman el esqueleto principal para una buena evaluación del pavimento, las cuales detallaremos más adelante. Dos aspectos relevantes a tomar en cuenta son las mediciones de los índices de estado y de serviciabilidad, los cuales nos facilitan el manejo de la información acerca del estado del pavimento. (Castro, D. 2003)

### **El Índice de Estado “IE”.**

Para facilitar el manejo de la información en un nivel general, es de utilidad considerar en un solo indicador las fallas más significativas que afectan al pavimento. El mismo se denomina Índice de Estado (I.E.) y se determina para secciones de 2 km de longitud. (Castro, D. 2003)

Siendo  $a_i$  coeficientes de peso de cada falla y  $D_i$  una nota de 1 a 10 que califica el grado de deterioro. Ambos parámetros difieren si el pavimento es rígido o flexible, y en este último caso varían según la capa de rodamiento, mezcla asfáltica o tratamiento bituminoso superficial. En general este índice es muy importante porque nos permitirá hacer una evaluación muy específica del pavimento. (Castro, D. 2003)

### **Índice de serviciabilidad presente “ISP”**

El ISP da una orientación sobre el estado del pavimento desde el punto de vista del usuario y no del ingeniero, tal como lo indica en cambio el IE. Dicho índice adaptado a nuestro medio es semejante al presentado por el Instituto del Asfalto pero algo menos exigente en su calificación. (Castro, D. 2003)

El mantenimiento en la gestión de pavimentos se refiere básicamente a tratamientos de mantenimiento, sellos asfálticos, tratamientos de fisuras, etc. Los sistemas de gestión de pavimentos normalmente no predicen donde aparecerá un bache, ni la frecuencia de las actividades de mantenimiento rutinario tales como, bacheos, reparaciones temporales, etc. (Castro, D. 2003)

Sin embargo, la información proporcionada por los sistemas de gestión de pavimentos identificando en que tramos se requieren trabajos de rehabilitación, permiten determinar aquellos sectores que requieren de una mayor inversión. Los sistemas integrales de gestión de mantenimiento normalmente, si comprenden el mantenimiento de emergencia. (Castro, D. 2003)

Para algunas actividades de mantenimiento programadas, tales como sello superficial, el trabajo podría ser controlado y administrado a través de un sistema de

gestión administrativa; pero la determinación del tipo de tratamiento y el momento más oportuno para aplicarlo deberían ser determinados con la asistencia de un sistema de gestión de pavimentos. (Castro, D. 2003)

El sistema de gestión administrativa debe interconectarse con el sistema de gestión de pavimentos, para que ambos sistemas estén informados de que trabajos son requeridos y cuales son programados para su ejecución. Un concepto que está muy ligado a la evaluación y mantenimiento de pavimentos es el de la transitabilidad que es la condición más importante de una red vial de la cual dependen todas sus actividades como comercio, industria, etc. (Castro, D. 2003)

### Índice de rugosidad

La irregularidad o rugosidad de la superficie de un camino refleja adecuadamente el grado de comodidad del tránsito; se ha desarrollado una gran variedad de equipos para medir la regularidad superficial de los pavimentos y se ha adoptado mundialmente un índice único conocido como “Índice de Rugosidad Internacional” (IRI), y fue aceptado como estándar de medida de la regularidad superficial de un camino por el Banco Mundial en 1986. (Castro, D. 2003)

El cálculo matemático del IRI relaciona la acumulación de desplazamientos del sistema de suspensión de un vehículo modelo (ver figura 4), dividida entre la distancia recorrida por el vehículo a una velocidad de 80 km/hr, y se expresa en mm/m o m/km. Para caminos pavimentados el rango de la escala del IRI es de 0 a 12 m/km, donde 0 representa una superficie perfectamente uniforme y 12 un camino intransitable; para no pavimentados la escala se puede extender hasta el valor 20. (Castro, D. 2003)

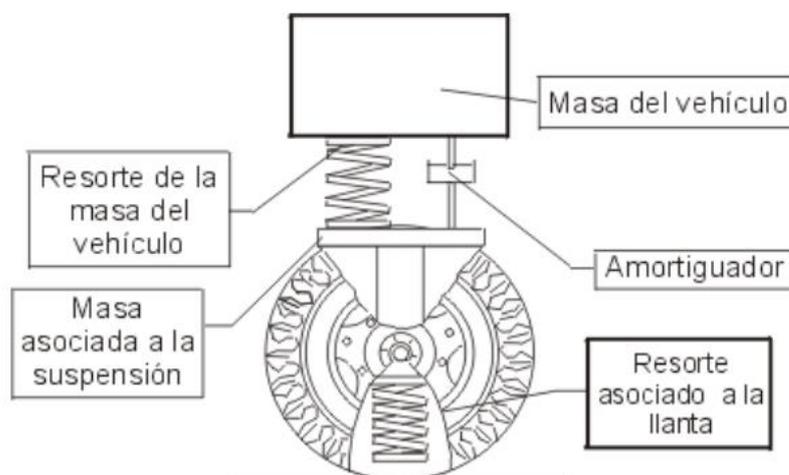


Figura 4: Índice de rugosidad

Nota: (Mali, 2000)

### Escala de valores del IRI y las características de los pavimentos

El comportamiento típico de la condición superficial de un pavimento respecto al tiempo se muestra en la Figura 2.5, en la que se observa que partiendo de un cierto valor del IRI, éste va decreciendo al paso del tiempo, como resultado de los avances de los deterioros en la superficie del pavimento, teniendo así una disminución de la calidad superficial. Esta disminución no es lineal sino que se puede dividir en tres etapas, donde la primera tiene un deterioro poco significativo con el tiempo; la segunda presenta un deterioro más evidente que en la primera, y requiere comenzar a programar un mantenimiento para no dejar avanzar el deterioro; la tercera significa una etapa de deterioro acelerado, ya que en pocos años el nivel de servicio cae en forma importante. (Castro, D. 2003)

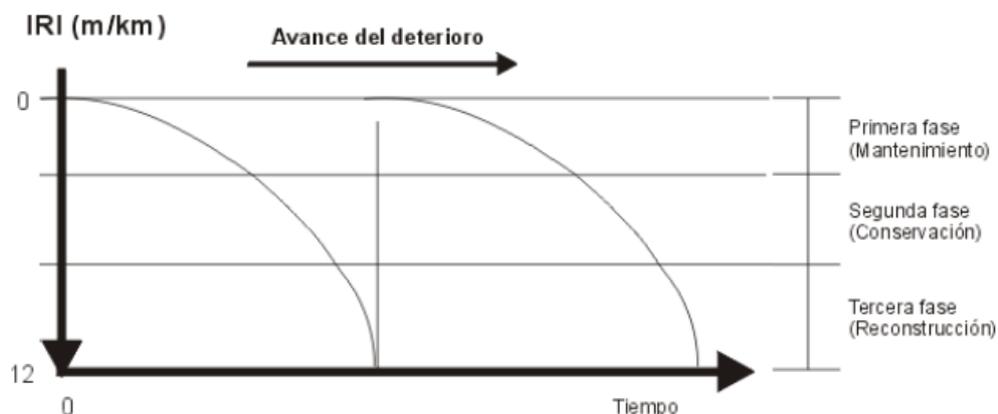


Figura 5: Avance del deterioro de un camino respecto al tiempo

Nota: (Mali, 2000)

Es importante que los sistemas de gestión de pavimentos contemplen este parámetro como un elemento más que ayude a definir con objetividad los trabajos que son necesarios llevar a cabo y con la oportunidad requerida, y así garantizar una buena calidad de servicio y la optimización de los recursos disponibles. (Castro, D. 2003)

## **La Transitabilidad**

Es bien conocido que el adecuado estado de transitabilidad de la red de caminos es condición básica para la mayoría de las actividades de la comunidad de nuestra ciudad, en el que particularmente su economía está fuertemente influenciada por las grandes distancias de su territorio. En muchos casos la planificación de importantes actividades productivas está condicionada a la futura ejecución de programas de obras viales nuevas, pero la incertidumbre de la fecha de su realización es hoy, lamentablemente, un hecho aceptado. (Castro, D. 2003)

Pero cuando la existencia de la red actual de caminos que establece ciertas condiciones que deben ser consideradas como un derecho adquirido de sus usuarios, se ven alteradas seriamente por su mal estado de transitabilidad, producen un hecho imprevisto, cuyo impacto negativo se prolonga hasta que la deficiencia del camino es corregida. (Castro, D. 2003)

Este importante costo, llegada a una situación de grave deterioro como la descrita, se suma a las tareas de conservación rutinaria que resultan onerosas e inadecuadas para restablecer al camino su estado deseable de serviciabilidad. Además el costo de la obra de renovación necesaria se ve acrecentado al haberse permitido el agotamiento de la estructura existente. (Castro, D. 2003)

Lamentablemente los programas de mantenimiento así determinados están condicionados por las actuales circunstancias a proporcionar un nivel de transitabilidad menor que el deseable. Sin embargo es posible programar racionalmente las intervenciones de la Administración desde la aparición de los primeros deterioros dándole a las obras un carácter esencialmente preventivo. (Castro, D. 2003)

### **2.2.7. Gestión de la conservación**

#### **2.2.7.1. Sistemas de Gestión**

La noción de gestión va asociada en cualquier ámbito a la administración de unos recursos para alcanzar unos objetivos determinados. Cuando las actividades que se realizan para la consecución de esos objetivos están sistematizadas y por tanto se

desarrollan de acuerdo con un plan preestablecido en el cual las distintas fases están interrelacionadas se habla entonces de Sistemas de gestión. Se define el sistema de gestión de la conservación como el procedimiento consistente en coordinar y controlar todas las actividades encaminadas a conservar los pavimentos, asegurando la mejor utilización posible de los recursos disponibles, es decir, haciendo máximo el beneficio para la sociedad. Dentro del objetivo global señalado, se pueden definir objetivos específicos de diverso tipo: técnicos, económicos y administrativos. Desde el punto de vista técnico un sistema de gestión de la conservación debe dirigirse al establecimiento de estrategias. Es preciso por tanto disponer de modelos de comportamiento de los firmes, con datos sobre la evolución real de los mismos y su estado en un momento dado. (Castro, D. 2003)

#### **2.2.7.2. Base de datos**

La forma operativa para conseguir el aprovechamiento de la información necesaria para el funcionamiento de un sistema de gestión, es la creación de Bancos de datos. Son conjuntos de ficheros informativos interrelacionados, accesibles a numerosos usuarios, modificables en función de las necesidades y actualizados permanentemente. Si estos bancos de datos están organizados con una determinada lógica interna que permita su acceso informativo son denominados bases de datos. Con relación a los pavimentos, las fuentes de una base de datos son por un lado la inspección visual y la auscultación con aparatos y por otro el propio proyecto de construcción y los informes del control de calidad, así como los de todas las actuaciones de conservación llevadas a cabo durante la vida del firme. (Castro, D. 2003)

La información mínima disponible en una base de datos ha de estar constituida por:

- Inventario de la red, con datos geométricos y puntos singulares existentes.
- Datos del tráfico.
- Secciones estructurales de los firmes.
- Deterioros superficiales.

### **Inventario vial**

El primer paso para efectuar la evaluación de una red vial consiste en conocer las características de los caminos de dicha red. Quien posibilita tal circunstancia es el inventario vial cuyo propósito es suministrar una completa, exacta y actualizada información respecto de la ubicación y descripción física de todas las rutas que integran el sistema de caminos a evaluar. Un inventario vial correctamente ejecutado permite conocer, entre otras cosas, las rutas que integran la red, la longitud que ellas poseen, su tipo y ancho de pavimento, el ancho de la zona camino, las alcantarillas, los puentes y todo aquel dato que se desee obtener de acuerdo a los fines del estudio. (Castro, D. 2003)

Castro, D. (2003) Básicamente existen dos métodos para concretar un inventario vial:

- Uno de ellos se basa en la recopilación, en la oficina, de la documentación de obra existente a fin de darle una forma que la haga más manejable.
- Este método tiene el grave problema de que normalmente esa documentación o bien no existe en su totalidad o no está actualizada.
- Resulta asimismo engorrosa de manejar pues extraer información de un expediente de obra es una tarea larga y costosa, corriéndose el riesgo de cometer errores en la transcripción de la información.
- El otro método consiste en efectuar dicho trabajo en campo recorriendo las rutas con unidades apropiadas y recogiendo la información correspondiente. Aquí resulta capital definir perfectamente la envergadura que se le desea dar al trabajo con el fin de no recopilar información que no va a ser utilizada.
- Este es el método que en realidad se utiliza pues es poco probable que un ente vial disponga de archivos de obra actualizados.
- Por tal razón se recomienda optar por el segundo método, debido a que normalmente esa documentación, en nuestra ciudad no existe información existente.
- Un procedimiento que puede adaptarse fácilmente a nuestro medio es el que ha sido desarrollado por la Dirección de vialidad de La Plata en Argentina (DNV).

Castro, D. (2003) Para ello se planteó una filosofía que guiaría al trabajo y que está sustentada en las siguientes pautas:

- El método de trabajo está basado en la plena utilización del equipo de computación de datos que posee la municipalidad, con lo cual amén de agilizar las tareas se obviarían las anotaciones hechas en campo en registros en la oficina, eliminándose así en los diferentes pasos posibles errores de transcripción. Por otra parte, el volumen de información que presumiblemente se iba a manejar obliga a la utilización de la sistematización electrónica de datos. - Se recogerán sólo aquellos datos de los cuales hubiera una necesidad aceptada y bien definida.
- El tipo de inventario a realizar debería ser tal que permitiera resolver los problemas presentes y futuros sin caer en una sofisticación documental.
- El tiempo para la realización del relevamiento debería ser tal que hiciera contemporáneo al primer y último dato que se levantase.

Castro, D. (2003) Con estas pautas fundamentales la información que se deberá recoger es:

- Longitud de las rutas; tipo y ancho de pavimento; señales de tránsito; estructuras, o sea alcantarillas, puentes, túneles con una completa descripción de cada una de ellas.
- La información es recogida por personal entrenado en planillas especiales donde las mismas se ordenan en forma codificada, facilitándose las tareas de revisión.
- Con el apoyo programas de computación y de actualización de datos se procesa la información obtenida, disponiéndose finalmente del inventario vial, el cual nos permite, como se dijera antes, conocer la red que vamos a evaluar.

Sin embargo es habitual que en estas bases de datos estén también disponibles los relativos a medidas de regularidad superficial, medidas de resistencia al deslizamiento, características del drenaje y señalización y balizamiento.

Finalmente puede haber también datos de accidentes, medida de deflexiones y ensayos sobre probetas testigo. Debe aclararse que si bien la medida de deflexiones no constituye una información fundamental para el funcionamiento del sistema de gestión, si lo es cuando han de proyectarse actuaciones concretas de rehabilitación estructural, al menos en firmes flexibles. (Castro, D. 2003)

### **2.2.7.3. Estrategias de conservación**

La conservación no puede dejarse al azar ni a una coyuntura favorable en las disponibilidades presupuestarias ni a la existencia de situaciones irreversibles que incluso hayan podido provocar accidentes. Desde el momento mismo del proyecto debe contarse con una estrategia de conservación de la carretera destinada a mantener su calidad técnica por encima de unos mínimos. La estrategia de conservación de una carretera o de un tramo con características homogéneas se puede definir como el conjunto de actuaciones a desarrollar durante la vida de la carretera o del tramo para que el índice de comportamiento no baje del mínimo admisible. Su elaboración está vinculada a numerosos factores, tanto de índole técnica como económica: tráfico, disponibilidades de materiales, tipología de la sección estructural del firme, medios humanos y materiales disponibles, asignaciones presupuestarias anuales o plurianuales, etc. El objetivo de la estrategia de conservación debe ser, con las restricciones existentes, lograr la vida más larga del pavimento con el menor costo. Esto lleva lógicamente a que no todas las estrategias que pudieran plantearse técnicamente sean económicamente adecuadas, pero todas ellas pueden incluirse en dos grandes grupos. (Castro, D. 2003)

El primer grupo de estrategias en las que se prevén fundamentalmente grandes operaciones de conservación a realizar en momentos concretos y muy separados en el tiempo, de manera que con esas operaciones se intenten restituir prácticamente las condiciones iniciales del firme. El otro grupo comprende las estrategias en las que se prevén principalmente operaciones frecuentes, de manera que las características iniciales del firme se vayan perdiendo con la mayor lentitud posible.

La comparación económica entre estrategias de conservación técnicamente viables se lleva a cabo considerando los costos de construcción de las secciones del

pavimento (en caso de que se evalúen diversas posibilidades) y los costos de conservación previstos en la estrategia correspondiente para un determinado período de análisis económico. Entre estos últimos hay que considerar tanto los de la conservación ordinaria como los de las posibles rehabilitaciones. Por otro lado, habría que incluir los costos adicionales que las operaciones de conservación producen en los usuarios, pero sobre este aspecto apenas se dispone de datos ni tan siquiera de metodologías apropiadas, aunque ya se han iniciado algunos trabajos al respecto. Así mismo, con signo contrario, hay que tener en cuenta el valor residual de sección al final del período considerado. De entre las posibles técnicas de análisis económico la más adecuada en este caso resulta ser la del valor actualizado neto ( VAN ), consiste en establecer la diferencia entre los ingresos y los costes, unos y otros convenientemente actualizados o de descuento. Normalmente se consideran períodos de análisis económicos de 30 o 40 años y en el caso de países europeos tasa de actualización que se sitúan en torno al 6%. (Castro, D. 2003)

#### **2.2.7.4. Criterios de actuación**

La fase final de la aplicación de un sistema de gestión consiste en la determinación de la actuación prioritaria en cada momento, tanto en el conjunto De una red como en un tramo en concreto. Paralelamente hay que determinar el modo y el momento de llevar a cabo esas actuaciones. Existen dos grupos de métodos para la selección de prioridades. Por un lado están los métodos de clasificación que se basan en la información sobre el estado de la red en su conjunto como elemento de comparación entre tramos que se encuentran en peores condiciones. Por otro lado están los métodos de optimización (en períodos anuales o en tiempo real) en los que se plantean unos determinados objetivos globales (accesibilidad, por ejemplo) con restricciones de aplicación. (Castro, D. 2003)

#### **2.2.7.5. Identificación y catálogos de deterioros.**

##### **Inspección visual.**

Como se ha indicado anteriormente, entre la información que como mínimo ha de tener una base de datos de un sistema de gestión de firmes está la relativa a los deterioros superficiales, es decir, los que pueden ser detectados mediante una

inspección visual directa o mediante sistemas automáticos de detección visual. (Castro, D. 2003)

En general se pueden distinguir cinco grandes grupos de deterioros:

- ✓ **Desintegración de los materiales de la capa de rodadura.** Tiene lugar por pérdida de la cohesión existente entre las partículas superficiales y su evolución puede conducir en ocasiones a la formación de importantes irregularidades (baches.). También se incluyen en este grupo las peladuras en capas de rodadura de reducido espesor, las pérdidas de gravilla de los riesgos, etc. (Castro, D. 2003)
- ✓ **Agrietamientos de la capa de rodadura.** Pueden ser de diferentes tipos y tener diversos orígenes. Así, puede tratarse de grietas aisladas, secuenciales o agrupadas formando mallas o bloques (piel de cocodrilo.) Pueden tener su origen en el agotamiento estructural por fatiga de la propia capa de rodadura o de capas inferiores, desplazamiento lateral del terraplén, apoyo defectuoso de losas de hormigón, deterioro de juntas, fenómenos de retracción, fatiga térmica, envejecimiento, reflexión de las grietas de retracción de capas inferiores tratadas con cemento, etc. (Castro, D. 2003)
- ✓ **Deformaciones superficiales, localizadas o no.** Se pueden producir por asientos diferenciales de las capas granulares o de la explanada debidos a sollicitaciones que llegan a esas capas y superan sus resistencias a esfuerzo cortante. Esos asientos pueden ocasionar también agrietamientos. Muy a menudo el origen de las deformaciones está en defectos de puesta en obra. (Castro, D. 2003)
- ✓ **Deformaciones de la capa de rodadura bituminosa en forma de roderas.** Se deben a la canalización de cargas elevadas en asociación con altas temperaturas, que puede originar primero una deformación permanente y posteriormente una fluencia lateral si se trata de materiales bituminosos inestables. (Castro, D. 2003)

- ✓ **Pulimento de la textura superficial.** Aparece por la abrasión que producen los neumáticos combinados con el agua y las partículas minerales que se encuentran sueltas en la superficie. Este deterioro se puede llegar a manifestar de forma generalizada en un tramo debido a la naturaleza de los áridos y a la intensidad del tráfico. (Castro, D. 2003)

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES (Castro, D. 2003)

- **Almacenamiento o acopio:** Es la acción de colocar temporalmente los RCD en recipientes, depósitos contenedores retornables o desechables mientras se procesan para su aprovechamiento, transformación, comercialización o se presentan al servicio de recolección para su tratamiento o disposición final.
- **Aprovechamiento:** Es el proceso mediante el cual a través de la recuperación de los materiales provenientes de los residuos de construcción y demolición, se realiza su reincorporación al ciclo económico productivo en forma ambientalmente eficiente por medio de procesos como la reutilización y el reciclaje.
- **Asfalto:** Mineral negro de origen natural u obtenido artificialmente por destilación del petróleo.
- **Centro de acopio:** Lugar donde los residuos sólidos son almacenados y/o separados y clasificados según su potencial de reusó o transformación.
- **Centros de tratamiento y/o aprovechamiento:** sitios en donde se podrán realizar actividades de separación, clasificación, tratamiento y almacenamiento temporal de los escombros implementando las medidas ambientales que manejen los impactos generados. Pueden ser fijos o móviles.
- **Escombro:** Todo residuo sólido sobrante de la actividad de la construcción, de la realización de obras civiles o de otras actividades conexas complementarias o análogas.

- **Generador:** Persona natural o jurídica propietaria o administradora del bien público o privado en el que se desarrollen obras de excavación, construcción, demolición y/o remodelación o entidades responsables de la ejecución de obras públicas.
- **Grandes generadores:** Son los usuarios no residenciales que generan y presentan para la recolección residuos sólidos en volumen superior a un metro cúbico mensual. También se considera gran generador las personas jurídicas de derecho público que realizan obras públicas, tales como redes urbanísticas de acueducto, alcantarillado, energía, teléfono, vías, puentes, túneles, canales e interceptores hidráulicos, entre otros.
- **Gestor integral:** Persona natural o jurídica autorizada que realiza actividades de tratamiento, aprovechamiento, disposición final y transporte de RCD aprovechables.
- **Pavimento:** Conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.
- **Pavimento flexible:** Son aquellas que tienen una base flexible o semi rígida, sobre la cual se ha construido una capa de rodamiento formada por una mezcla bituminosa de alquitrán o asfalto.
- **Pequeños generadores o generadores domiciliarios:** Los usuarios y/o suscriptores del servicio público de aseo que realizan reformas locativas menores en sus predios de uso habitacional.
- **Plan de gestión de RCD en la obra:** Se trata de un documento basado en la elaboración de unos formatos y un documento explicativo para su correcta implementación. Dichos formatos, una vez diligenciados, conformaran los apartados que estipula la presente resolución.

- **PIN:** Número único de inscripción ante la Secretaría Distrital de Ambiente para generadores, transportadores, Centros de Aprovechamiento, Sitios de Disposición final y Gestores Integrales.
- **Poseedor:** Es el generador de los residuos o cualquier persona natural o jurídica, que los tenga en su poder y que no tenga la condición de gestor de residuos.
- **Reciclaje:** Proceso mediante el cual se procesa y transforman los residuos de construcción y demolición, para valorizar su potencial de reincorporación como materia prima o insumos para la obtención de nuevos productos.
- **Recolección:** Es la acción y efecto de recoger y retirar los residuos sólidos de uno o varios generadores efectuada por el concesionario del servicio.
- **Transportador:** Cualquier persona natural o jurídica que preste servicios de recolección y traslado de RCD en distintos puntos de generación, pudiendo asumir o no la titularidad de los mismos.
- **Tratamiento:** Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos de construcción y demolición, incrementando sus posibilidades de reutilización o y se minimizan los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana.
- **Trazabilidad:** Conjunto de aquellos procedimientos preestablecidos que permiten conocer el origen, tipo, ubicación, cantidad y la trayectoria, en este caso de los RCD, en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas, así como los históricos de origen, tipo, ubicación, cantidad y trayectoria para un periodo de tiempo determinado.
- **Sitio de disposición final:** Lugar autorizado destinado para recibir y acopiar de forma definitiva el material residual del aprovechamiento en las plantas y todo

aquel RCD pétreo que por sus características físicas no pudo ser objeto de aprovechamiento.

## **2.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

El mejoramiento de las normas podrá cambiar la percepción de los beneficios de residuos de construcción y demolición en las empresas constructoras de obras públicas en la provincia de Huaura en el 2017.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1. Tipo**

El tipo de investigación que se realizó en el presente trabajo de tesis fue de tipo Aplicada, concentra su atención en las posibilidades fácticas de llevar a la práctica las teorías generales, y destina sus esfuerzos a resolver los problemas y necesidades que se plantean los hombres en sociedad en un corto, mediano o largo plazo. Es decir, se interesa fundamentalmente por la propuesta de solución en un contexto físico-social específico (Sabino, 1996), este tipo de investigación se caracteriza por el interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y a las consecuencias prácticas que de ella se deriven; fundamentalmente en la gestión del mejoramiento de la infraestructura vial a nivel de pavimento flexible de la calle Lauriama en la provincia de Barranca en el 2018.

#### **3.1.2. Enfoque**

El nivel de investigación que se realizó en el presente trabajo de tesis fue de nivel correlacional y de diseño no experimental de tipo transversal, de enfoque cualitativo, consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas, definida por Sáenz (2014); que intervienen en la gestión del

mejoramiento de la infraestructura vial a nivel de pavimento flexible de la calle Lauriama en la provincia de Barranca en el 2018.

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. Población

La población de estudio en el presente trabajo de investigación lo conformaron 450 familias beneficiadas con la gestión del mejoramiento de la infraestructura vial a nivel de pavimento flexible de la calle Lauriama en la provincia de Barranca en el 2018.

### 3.2.2. Muestra

La muestra respecto a la población de estudio lo conformaron 142 familias beneficiadas con la gestión del mejoramiento de la infraestructura vial a nivel de pavimento flexible de la calle Lauriama en la provincia de Barranca en el 2018, esta información se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 PQN}{E^2(N-1) + Z^2 PQ}$$

Donde:

N: tamaño de la población.

Z: Grado de confianza que se establece.

E: Error absoluto precisión de la estimación de la proporción.

P: Proporción de unidades que poseen el atributo de interés.

Q: la diferencia aritmética de P respecto a la unidad.

Entonces reemplazando tenemos:

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5)(0.5)(450)}{(0.05)^2 (449) + (1.96)^2 (0.5)(0.5)} = 207 \text{ familias.}$$

Tamaño final de muestra (n) corregida por KISH:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Entonces reemplazando tenemos:

$$n = \frac{207}{1 + \frac{207}{450}} = 142 \text{ familias}$$

### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES

#### 3.3.1. Variable Independiente

Alternativa técnica económica.

##### Definición Conceptual.-

Son opciones tecnológicas integradas por productos, servicios o procesos que sustituyen a otras tecnologías que impactan de manera negativa en la sociedad o el ambiente; fundamentadas en la parte económica.

#### 3.3.2. Variable Dependiente

Mejoramiento vehicular y peatonal.

##### Definición Conceptual.-

Cambio o progreso de una cosa que está en condición precaria hacia un estado mejor respecto a vehículos y peatones.

**Tabla 3:** Operacionalización de las Variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuente de Verificación
<b>Variable X:</b>	Alternativa técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios topográficos</li> <li>• Estudios de trazo</li> <li>• Estudios geotécnicos</li> </ul>	Observación/ Fichas

---

Alternativa técnica económica.	Alternativa económica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios preliminares</li> <li>• Procedimientos técnicos</li> <li>• Valoración económica</li> </ul>	
	Vehicular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de vías</li> <li>• Estudios de factibilidad vehicular</li> </ul>	
<b>Variable Y:</b> Mejoramiento vehicular y peatonal	Peatonal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio peatonal</li> <li>• Estudios de pavimento</li> <li>• Seguridad</li> </ul>	Observación/ Fichas
	Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desempeño</li> <li>• Calidad</li> </ul>	

---

**Nota:** Elaboración Propia

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.4.1. Técnicas a emplear

La técnica que se empleó en el presente trabajo de investigación de tesis, fue la observación y documental para la solución del sistema, que es una herramienta más usada en los trabajos de investigación científica, por facilitarnos una mejor perspectiva de la población en estos casos. Siguiendo a Sabino (1996), la ventaja principal de esta técnica residió en la gran economía de tiempo y personal que implicó, ya que en nuestro caso fue posible aplicarla directamente al grupo implicado. Asimismo, cabe mencionar que el procedimiento general del análisis de la información aportada por esta técnica será mencionado en el siguiente apartado referido a instrumentos, que, para este caso específico, lo constituye el cuestionario estructurado.

#### 3.4.2. Descripción de los instrumentos

El instrumento que se aplicó fue la entrevista, en relación a la entrevista, como instrumento de investigación, que se centró en el diálogo interpersonal entre el entrevistador y los entrevistados, en una relación cara a cara de manera individual en tiempos de 15 minutos por familia, es decir, en forma directa

### **3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

El análisis y diseño del sistema CRM se realizó mediante la metodología de sistemas, donde se plasmaros el diagrama de flujo, los procesos y el manual del software, esto como resultado de la entrevista y necesidades de las diferentes familias beneficiadas con la gestión del mejoramiento de la infraestructura vial a nivel de pavimento flexible de la calle Lauriama en la provincia de Barranca en el 2018.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Las actividades relacionadas al levantamiento topográfico han sido modificadas tremendamente durante las pasadas décadas por la incorporación de instrumentos de última tecnología entre los que se puede mencionar el GPS y la Estación Total.

Es necesario resaltar que la característica de mayor importancia en esta modificación se evidencia en el proceso de captura, almacenamiento, cálculo y transmisión de los datos de campo, así como en la representación gráfica de los mismos; esto ha traído como consecuencia la posibilidad de obtener un producto final con mayor precisión y rapidez.

##### 4.1.2. Consideraciones generales del trazo

En el trazado de una carretera se presentan diferentes etapas, siendo algunas de estas imprescindibles, mientras que otras dependen de factores tales como la topografía, alcances e importancia del proyecto, disponibilidad de recursos, información disponible e inclusive la premura de los diseños. Como uno de los factores que más influye en la metodología a seguir en el trazado de una carretera es la topografía.

La localización de una ruta entre dos puntos, uno inicial y otro terminal, establecidos como condición previa, implica encontrar una franja de terreno cuyas características topográficas y factibilidad de uso, permita asentar en ella una carretera de condiciones operativas previamente determinadas.

##### 4.1.3. Topografía

En la ciudad de Azángaro distinguimos dos clases de relieve topográfico:

- ✓ **Relieve plano:** Constituido por extensas pampas con ligeras ondulaciones, que constituye la mayor extensión de su superficie.
- ✓ **Relieve saliente:** Constituido por pequeñas y medianas elevaciones o cerros agrupados en el mayor de los casos.

#### **4.1.4. Levantamiento topográfico con estación total**

Una de las grandes ventajas de levantamientos con estación total es que la toma y registro de datos es automático, eliminando los errores de lectura, anotación, transcripción y cálculo; ya que con estas estaciones la toma de datos es automática (en forma digital) y los cálculos de coordenadas se realizan por medio de programas de computación incorporados a dichas estaciones.

##### **4.1.4.1. Trabajos realizados**

Los trabajos efectuados fueron los siguientes:

- ✓ Reconocimiento de terreno.
- ✓ Delimitación de las áreas de interés
- ✓ Control geodésico con GPS
- ✓ Levantamiento topográfico con Estación total del área para el proyecto y zonas adyacentes.
- ✓ Procesamiento de Información.

##### **4.1.4.2. Equipos empleados**

Para estos trabajos se emplearon los siguientes equipos:

- ✓ 01 GPS
- ✓ 01 Estación total
- ✓ 02 Porta prismas y prismas simples
- ✓ 03 Radios intercomunicadores portátiles

## **4.2. DISEÑO GEOMÉTRICO**

### **Vía Principal**

La nueva vía de servicio se mantiene por el mismo trazo cambiando su condición superficial por Pavimento rígido. Se proyecta esta vía para una velocidad de 60 km/hora. Orográficamente es un relieve crítico con una pendiente longitudinal máxima de 13.57 %. La nueva vía tiene una sección de 14 m de calzada en todo su recorrido compuesto de cuatro (4) carriles, que dan continuidad en ancho en los dos tramos compuestos. Los detalles de esta vía se encuentran representados en los planos en los cuales están reflejados la pendiente longitudinal, anchos y detalles de la geometría propuesta.



### 4.3. ESTUDIO VOLUMÉTRICO

La información siguiente corresponde al Informe que se estima los conteos solo se refieren a vehículos motorizados:

**Tabla 4:** Estimación de conteos vehiculares (E – 1)

Tipo de vehículo	IMDA (A)	GENERADOS (B)	INDUCIDOS (C)	IMD (A+B+C)
Autos	1280	180		1460
S. Wagon	41	8		49
Pick Up	39	8		47
Combis	12	3		15
Motos	54	9		63
Otros	12	3		15

Nota: Elaboración propia

Asimismo en la misma vía en estudio transitan vehículos menores (moto taxis), los mismos que han sido contabilizados e incluidos en el cálculo del Ida, para esto se ha convertido el total de moto taxis contabilizados por día para los 7 días de conteo, con la siguiente expresión: 03 motos=01 automóvil. Del desarrollo del conteo vehicula se ha optado la Estación de Conteo E-1, para el dimensionamiento de la estructura de pavimento de la vía.

#### Tramos Homogéneos

El volumen de tráfico y su composición, es homogéneo a lo largo de toda la vía en estudio debido a los polos generadores y receptores de tráfico que insertan vehículos al flujo de tráfico.

#### Trabajo de Campo

El trabajo de campo estuvo a cargo de 01 brigada que efectuó el relevamiento de información, y estuvo integrados por técnicos de tráfico con experiencia en este tipo de trabajo.

### Trabajo de Gabinete

En gabinete se revise y digito la información y se calculó el IMDA de la siguiente manera: El aforo vehicular se realizó entre el 09 al 14 de enero de 2017. El volumen de tráfico del mes de noviembre y diciembre se calculó promediando el volumen de los 7 días durante los cuales se realizó el recuento. El Índice Medio Diario Anual se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{IMDA} = \text{IMD} \times \text{FCE}$$

Dónde:

IMD : Es el promedio diario de los volúmenes de tráfico.

IMDA : Es el Índice Medio Diario Anual.

FCE : Es el factor de corrección estacional.

$$\text{IMD} = \frac{\text{VL} + \text{VM} + \text{VMi} + \text{VJ} + \text{VV} + \text{VS} + \text{VD}}{7}$$

Dónde: VL+ VM+VMi VJ+VV + VS+VD son los volúmenes de tráfico registrados en los conteos los días lunes a domingo.

### Factor de Corrección Estacional – FCE

El volumen de tráfico, además de las variaciones horarias y diarias, varía según las estaciones climatológicas del año, por lo tanto, es necesario efectuar una corrección para eliminar estas fluctuaciones. Para expandir la muestra tomada se utiliza los factores de corrección estacional FCE.

**Tabla 5:** Factor de Corrección Estacional – FCE

Tipo de Vehículo	FCE
Ligeros	1,01223627 (b)
Pesados	0,95705500 (a)

Nota: Guía de simplificación de caminos vehiculares

### **Metodología del Conteo**

El tráfico se define como el desplazamiento de bienes y/o personas en los medios de transporte mientras que el tránsito viene a ser el desplazamiento de vehículos y/o personas de un punto llamado Origen a otro Destino.

Por tanto; para la elaboración del Informe final de Conteo Vehicular de Tráfico, es necesario contar con la información de campo que nos va a permitir efectuar los trabajos de gabinete, para luego llevar a cabo el análisis de los resultados, por lo que es necesario establecer las siguientes etapas:

- ✓ **Recopilación de la Información en Campo (Tráfico)**

La información básica para la elaboración del Estudio procede de dos fuentes diferentes: Referenciales y Directas.

- ✓ **Fuentes Referenciales**

Existentes a nivel oficial, son las referidas respecto a la información del IMD y factores de Corrección existentes en los documentos oficiales del Ministerios de Transportes y Comunicaciones (Unidades de Peaje más cercanos al Área del Estudio).

- ✓ **Fuentes Directas**

Recopilación de la información en campo a través de conteos vehiculares. Estas labores exigieron una etapa previa de trabajo en gabinete, para identificar las estaciones de control vehicular y finalmente, realizar el aforo vehicular programado.

#### **4.4. PROYECCIONES DE TRÁFICO**

El tráfico futuro generalmente está compuesta por: El tráfico normal que es el que existe independientemente de las mejoras en la vía y tiene un crecimiento inercial. El tráfico inducido o generado por la mejora de la vía.

**Tráfico Normal.** Este tipo de tráfico es el que está utilizando actualmente la vía en estudio y que ha tenido y tendrá un crecimiento inercial independientemente de las

mejoras que se puedan efectuar. El crecimiento estará influenciado por el mayor o menor desarrollo de las actividades socio-económicas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto. Al no existir una serie histórica de tráfico la estimación del crecimiento futuro de este se ha efectuado sobre la base de los indicadores socio-económicos. Los factores utilizados en el cálculo del Tráfico Normal son: Vehículos de pasajeros (Ligeros) 1,36% y de carga (Pesados) 6,36%.

### **Tráfico Generado**

El tráfico generado es el que aparece como consecuencia de una mejora o de la construcción de una carretera y que no existiera de otro modo. Los valores adoptados para el tráfico Generado, se ha estimado en 30% dado que en la situación actual las vías se encuentran de mal a regular estado de conservación. Asimismo, de acuerdo a experiencias de otros proyectos similares en vías urbanas, el comportamiento de la generación de la demanda está en este orden de porcentaje, por lo que para el presente proyecto se asumen el índice indicado.

La determinación del Índice Medio Diario Anual (IMDA) se realizó en febrero de 2017. Se considera que el proyecto “Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y Peatonal de la calle Lauriama de la provincia de Barranca, Departamento de Lima, se realizará a finales de 2017, por esta razón, para efectos de cálculo de los Ejes Equivalentes y la Evaluación Económica, se considera el 2018 como inicio de operación. La tasa de crecimiento empleada para vehículos livianos es de 1,36% y la de vehículos pesados es de 6,36%.

Desde el punto de vista de los componentes del servicio, el balance de oferta y demanda nos indica un déficit de áreas sin tratamiento para la accesibilidad vehicular. No se tiene conocimiento de que haya habido un intento de rehabilitación y/o mejoramiento integral de la calle Lauriama durante años anteriores.

La no atención de este proyecto se debe principalmente a factores de orden presupuestal. Tránsito (ESAL) El periodo de diseño está ligado a la cantidad de tránsito asociado en ese periodo para el carril de diseño. El nivel de tránsito se obtiene proyectando el IMDA calculado para el periodo de vida útil. En este caso

20 años Una característica propia del método AASHTO 93, es la simplificación del efecto del tránsito, para ello introduce el concepto de ejes equivalentes (ESAL). Es decir, se transforma las cargas por eje de todo tipo de vehículo en ejes simples de 8,2 toneladas de peso.

El valor de un ESAL está relacionado con el nivel de daño provocado por esta carga patrón. La equivalencia se logra mediante el empleo de factores de carga (FC), que se obtienen a partir del espesor de la losa de concreto estimado (iteración), la carga por eje y el nivel de serviciabilidad final aceptado.

**Tabla 6:** Flujo Vehicular para la Vía (2017: normal + generado)

IMDA TOTAL											
Año	Vehículos Ligeros						V. Pesados		T.V.L.	T.V.P.	Total
	Autos	S.Wagon	Pick Up	Combis	Motos	Otros	Ómnibus	Camiones			
2017	1280	41	39	12	54	12	189	123	1438	312	1750

Nota: Elaboración propia

Tabla 6., se observa que para el diseño del pavimento de la vía se ha considerado un IMDA de 1750 vehículos, de los que 1438 representan la parte liviana, y 312 los vehículos pesados. Del Cuadro N° 5.2.1.2, se puede observar el cálculo de Ejes Equivalentes (ESALS) que se empleará en el diseño del pavimento, teniendo en cuenta que el periodo de diseño es de veinte (20) años.

### Confiabilidad

El valor de Confiabilidad asumido es de 70%, valor que se ajusta adecuadamente al tipo de vía.

### Desviación estándar (S)

Parámetro asociado a la desviación estándar en la predicción del tránsito y comportamiento del pavimento. La guía AASHTO recomienda adoptar  $S_o$ : 0,35 para una construcción nueva.

### Módulo de Rotura del Concreto ( $M_r$ )

Para el diseño se ha recomendado  $M_r = 48 \text{ kg/cm}^2$  (4,8 MPa), o su equivalente a  $f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ .

**Módulo de Elasticidad del Concreto (E)**

El módulo de elasticidad del concreto es un parámetro particularmente importante para el dimensionamiento de estructuras de concreto.

La predicción del mismo se puede efectuar a partir de la resistencia a compresión o flexo tracción, a través de correlaciones establecidas.

$$E = 32,400 \text{ MPa}$$

**Transferencia de carga (J)**

La metodología AASHTO 93 recurre al factor J para expresar el grado de transferencia de carga entre losas adyacentes. La efectividad de la transferencia de cargas depende del volumen de tráfico.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. DISCUSIÓN

Sólo deben de considerarse en las zonas de empalme con las veredas así como en secciones donde se intersecan a las vías. Las juntas de aislamientos, sólo se consideran a lo largo del sentido de pavimentación en casos en los que se trabaje con material expansivo o en el caso de pavimentarse en zonas con gradientes térmicos altos.

Como ambas consideraciones no se aplican en este proyecto, sólo han de considerarse su uso como juntas de aislamientos en secciones fijas descritas en el primer párrafo. Diseño de Juntas Longitudinales Las juntas longitudinales dividen la vía en carriles, pueden ser originadas por el mismo proceso constructivo, de carril a carril, o mediante corte, en el caso de que se pavimenten más de dos carriles a la vez.

El corte debe de tener una profundidad de  $H/3$  y un ancho 3 mm para luego ser ensanchada a 6 mm para la conformación de la caja de sello. A lo largo de esta junta están dispuestas las barras de amarre cuyas características y disposición se determinan de acuerdo a las especificaciones AASHTO en base al espesor del pavimento y el ancho de carril.

- ✓ Diámetro de barra de amarre: 1/2 pulgada, acero corrugado.
- ✓ Longitud: 80 centímetros.
- ✓ Espaciamiento: 1,0 metro.

Se considera utilizar sellador elástico de poliuretano, autonivelante y monocomponente de alto desempeño.

## 5.2. CONCLUSIONES

- La implementación de una alternativa técnica-económica a nivel de estudio definitivo permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la calle Luriamá en la provincia de Barranca, en el 2018, fundamentada en una confiabilidad de 70% con  $p=0.000$ , una correlación positiva media de 0,721.
- El proyecto de investigación se desarrolla con el objetivo de mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la calle Luriamá en la provincia de Barranca en el 2018 y condiciones de transitabilidad existentes en la vía en estudio.
- De acuerdo con la metodología de diseño de pavimentos rígidos AASTHO 93, se obtiene un espesor de 4.0" de pavimento flexible, base de 8" = 20cm sub base de 8" = 20 cm.
- Se ha considerado el Estudio de Señalización de Tránsito con el objetivo de minimizar la posibilidad de accidentes que podrían ocurrir, los mismos que tendrían repercusiones económicas y sociales.

### 5.3. RECOMENDACIONES

- Se recomienda en otra intervención de mayor amplitud se considere un sistema de drenaje, mejorar el sistema de seguridad vial, el urbanismo y paisajismo de la vía.
- Se recomienda resaltar continuamente con pintura de tránsito cada punto de control.
- Las coordenadas trabajadas en campo con algún equipo topográfico, estarán en relación directa con las coordenadas topográficas.
- Recomendamos que deba plantearse el trazo topográfico por el mismo trazo existente ya que la información planimetría que se obtuvo muestra muchas interferencias, si se cambiara el trazo ocasionaría muchos problemas con las interferencias de líneas antiguas.
- Persistir con investigaciones que reduzcan los factores económicos respecto a pavimentos flexibles.

## CAPÍTULO VI

### FUENTES DE INFORMACIÓN

#### 6.1. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Aashto. (1993). *guía para el diseño de estructuras de pavimentos*. Mexico: Continental S.A. de C.V.

Barraza, Q. A. (2010). *Diseño de Pavimentos para las Avenidas Teodomiro Gutierrez y Francisco Choquehuanca de la Localidad de Puno*. UNA-PUNO: Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil.

Casanova Matera, L. (2002). *Topografía Plana*. Mexico: Continental S.A. de C.V.

CEMEX. (s.f.). *Manual de Diseño Pavimentos Rígidos*.

Comunicaciones, M. d. (EG - 2013). *Manual De Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción"*.

Euting W. (2002) *Trazado y Construcción de Carreteras*. Barcelona. Editorial Labor SA

Jeuffroy G (1977). *Construcción de Carreteras*. Barcelona España. Editores Técnicos Asociados

Morales, F. A. (2002). *Tecnología del Concreto*. Lima.

MTC. (2008). *Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*. Lima.

Muñico, C. V. (2010). *Estudio Definitivo Para La Construcción De Infraestructura Vial En El Jr. San Martín, Cuadras 6 al 12 - Ilave*. UNA-PUNO: Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil.

- MVCS. (2010). *Noma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos*. LIMA: ICG.
- MVCS. (2013). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima.
- Paredes, A. M. (2006). *Método De Los Coeficientes De Escorrentía*. México.
- Rico, R. A., & Del Castillo, H. (1984). *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Carretera, Ferrocarriles y Aeropistas* (Vol. 2). México D.F.: Editorial Limusa.
- Rosello, C. W., & Layme, C. E. (2004).
- Sandoval, C. H. (2008). *Nociones Sobre Método De Diseño De Estructuras De Pavimentos Para Carreteras*. Lima.
- Sabino, C. (1996). *El proceso de investigación*. Colombia: Cometa de Papel.
- Solminihac, H., & Thenoux, G. (2003). *Procesos y técnicas de construcción*. México: Alfaomega. Recuperado el 11 de Febrero de 2018
- Thompson. (1990). Determining impact significance in EIA: a review of 24 methodologies. Recuperado el 22 de Abril de 2018
- Tamayo, A (2001). *Investigación Científica – Una visión práctica*, Colombia: UNCSM
- Villegas, N., Souza, J., & Sacapuca, L. (2013). *El desarrollo de infraestructura como indicador de crecimiento de un país*. Iguazu: FLAE.
- Vivar Romero, Germán (1994-1995) *Diseño y construcción de pavimentos*. Editorial Escuela Nueva. Lima.

## 6.2. FUENTES HEMEROGRÁFICAS

INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA, “Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial”, Perú, 2014

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Manual de Inventarios Viales. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

OBANDO, W, Adaptación de la Ponencia: “Gestión de conservación de carreteras por Niveles de-Servicio”, Perú, 2009.

Vásquez Torres, Luis Carlos. Notas del Curso de Pavimentos Avanzados de la Especialización en Vías y Transporte de la Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. Manizales. Colombia. 2000.

REVISTA ASTM INTERNATIONAL, “Adaptation of ASTM E1926 “Standard Practice for Computing International Roughness Index of Roads from Longitudinal Profile Measurements”, 2009.

## 6.3. FUENTES DOCUMENTALES

Castro, D. (2014) *Propuesta de gestión de pavimentos para la ciudad de Piura* (tesis pregrado) Universidad de Piura: Perú.

Coronel, E. (2015) *Estudio Preliminar y Diseño de la Vía: con Pavimento Flexible* (tesis pregrado) Escuela Superior Politécnica del Litoral: Ecuador,

Montoya, J. (2014) *Implementación del Sistema de Gestión de Pavimentos con Herramienta HDM-4 para la Red Vial Nro. 5 Tramo Ancón – Huacho – Pativilca* (tesis pregrado) Universidad Ricardo Palma: Lima.

Rojas, M. (2014) *Propuesta de recuperación vial de pavimentos flexibles de los Municipios Bolívar, Carvajal, Freites, Guanta, Libertad y Sotillo del Estado Anzoátegui* (tesis pregrado) Universidad de Oriente: Venezuela.

Sánchez, L. (2015) *Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar* (tesis pregrado) Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña: Colombia.

Tito, L. (2014) *Mejoramiento y rehabilitación de la carretera Ayacucho - Abancay, tramo IV, pertenece a la ruta PE – 28B* (tesis pregrado) Universidad Ricardo Palma: Lima.

#### **5.4. FUENTES ELECTRÓNICAS**

[www.romdas.com](http://www.romdas.com)

[www.umtri.umich.edu/erd/roughness/index.html](http://www.umtri.umich.edu/erd/roughness/index.html)

[www.aepo.es/ausc](http://www.aepo.es/ausc) [www.arrb.org.au](http://www.arrb.org.au)

# ANEXO

**ANEXO N° 1**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**  
**MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL A NIVEL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE LAURIAMA**  
**EN LA PROVINCIA DE BARRANCA – 2018**

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>Problema General</b>  ¿Cómo una alternativa técnica-económica a nivel de estudio definitivo permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018?</p> <p><b>Problema Específicos</b>  1) ¿Cómo una alternativa que sea técnica y económicamente viable, y que esté sea acorde a las necesidades de la población vehicular y peatonal que hace uso de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018?</p> <p>2) ¿Cómo los planes de desarrollo mejoran y amplían la infraestructura vial urbana de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018?</p>	<p><b>Objetivo General</b>  Desarrollar una alternativa técnica-económica a nivel de estudio definitivo permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b>  1) Desarrollar una alternativa que sea técnica y económicamente viable, y que esté sea acorde a las necesidades de la población vehicular y peatonal que hace uso de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018.</p> <p>2) Implementar los planes de desarrollo que mejoran y amplían la infraestructura vial urbana de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018.</p>	<p><b>Hipótesis General</b>  La implementación de una alternativa técnica-económica a nivel de estudio definitivo permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la calle Lauriama en la provincia de Barranca, en el 2018.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b>  Alternativa técnica económica</p> <p><b>Dimensiones</b>  • Alternativa técnica X<sub>1</sub>  • Alternativa económica X<sub>2</sub></p> <p><b>Variable Dependiente:</b>  Mejoramiento vehicular y peatonal</p> <p>• Vehicular Y<sub>1</sub>  • Peatonal Y<sub>2</sub></p>	<p>X<sub>1.1</sub>. Estudios topográficos  X<sub>1.2</sub>. Estudios de trazo  X<sub>1.3</sub>. Estudios geotécnicos</p> <p>X<sub>2.1</sub>. Estudios preliminares  X<sub>2.2</sub>. Procedimientos técnicos  X<sub>2.3</sub> Valoración económica</p> <p>Y<sub>1.1</sub>. Estudio de vías  Y<sub>1.2</sub>. Estudios de factibilidad vehicular</p> <p>Y<sub>2.1</sub>. Estudio peatonal  Y<sub>2.2</sub>. Estudio de pavimentos</p>	<p><b>Población :</b>  450 familias</p> <p><b>Muestra:</b>  142 familias</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b>  Correlacional</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b>  Aplicada</p> <p><b>Método de investigación:</b>  Inductivo</p> <p><b>Diseño:</b>  No experimental</p> <p><b>Instrumentos:</b>  <b>Para medir la variable X e Y:</b>  Diario de cotejo</p>

