

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“MANTENIMIENTO DE LA VÍA HUANCABAMBA-SONDORILLO: SECTOR  
SONDOR – SONDORILLO CON EL FIN DE MEJORAR SU TRANSITABILIDAD.  
PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA. AGOSTO –  
2016”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**  
**JOHN BRYAN ARTURO OCAÑA PEÑA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**ASESOR:**  
**Dr. JUAN ASALDE VIVES**

**PIURA - PERÚ**

**2017**

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**MANTENIMIENTO DE LA VÍA HUANCABAMBA-SONDORILLO: SECTOR  
SONDOR – SONDORILLO CON EL FIN DE MEJORAR SU TRANSITABILIDAD.  
PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA. AGOSTO –  
2016**

**MIEMBROS DEL JURADO**

<b>PRESIDENTE</b>	<b>Dr. Ing. James Alex Huaman Chorres</b>
<b>MIEMBRO</b>	<b>Dr. Ing. Edwin Omar Vences Martínez</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Helmer Sernque Barrantes</b>

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a todas aquellas personas

Que cada día luchan por salir adelante ·

En medio de la adversidad y los problemas,

Que perseveran por alcanzar el éxito aun cuando todo parece sin salida

A mis Padres que son el pilar para cambiar mis estrellas

Y todos los familiares y personas que creyeron en mí

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a DIOS que siempre me tuvo presente, por darme el privilegio de la vida y la salud.

A mis padres: Luis y Marlene por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi carrera, a mis hermanos: Luis, thais, Gustavo que son los que me motivaron y alentaron para empezar.

A la Universidad Privada Alas Peruanas de Piura, a la Escuela de Ingeniería Civil que con cada uno de sus docentes inculcan y preparan excelentes profesionales para salir al campo de trabajo.

Al Dr. Juan Asalde Vives, profesional, amigo y por sobre todas las cosas un maestro, quien ha sabido enrumbar correctamente en cada paso de elaboración de este proyecto de Investigación.

A toda mi familia abuelitos, tíos, primos y amigos que siempre están pendientes de mi desarrollo personal y profesional.

## **RESUMEN**

El propósito del presente trabajo de tesis es analizar las fallas en los pavimentos de la vía Huancabamba-Sondorillo: Sector Sondor – Sondorillo, Provincia de Huancabamba, Departamento de Piura. Agosto – 2016”, para poder determinar las posibles deficiencias y las labores de mantenimiento que está requiere, con el fin de mejorar su transitabilidad.

Para garantizar que la vía ofrezca un nivel de serviciabilidad adecuado, que genere bienestar, confort y seguridad, al turista y al comercio urbano es necesario e importante saber las causas de su deterioro desde el nivel constructivo. Y sobre todo contar con un buen equipo de profesionales para logra un trabajo óptimo.

El objetivo de este trabajo de investigación es analizar las fallas en los pavimentos vía Huancabamba - Sondorillo: Sector Sondor – Sondorillo, Provincia de Huancabamba, Departamento de Piura. Para conocer el grado de severidad.

La metodología utilizada es por medio de la inspección visual de la vía en estudio, en el cual se recorrió la vía, se tomó fotografías de las fallas más relevantes y se fraccionó por zonas para identificar las fallas presentes en el pavimento, vía Huancabamba - Sondorillo: Sector Sondor – Sondorillo, Provincia de Huancabamba, Departamento de Piura. Para luego estudiar sus causas y dar propuestas de una rehabilitación; y así tener una mejor condición y serviciabilidad del pavimento.

Para obtener un trabajo de investigación óptimo se procedió hacer un análisis estadístico al interpretar los resultados de las encuestas realizadas a los profesionales que viven de la vía Hbba - Sondorillo y que conocen y observan estas fallas relevantes del pavimento en estudio.

Palabra clave: Fallas de pavimentos flexibles, pavimento flexible.

## **ABSTRACT**

The purpose of this thesis work is to analyze the faults in the pavements of the Huancabamba-Sondorillo Road: Sondor Sector - Sondorillo, Huancabamba Province, and Department of Piura. August - 2016 ", in order to be able to determine the possible deficiencies and the maintenance work that this requires, in order to improve its transitability.

To ensure that the road offers a level of serviceability, that generates comfort, comfort and safety, to the tourist and to the urban commerce, it is necessary and important to know the causes of its deterioration from the constructive level. And above all have a good team of professionals to achieve an optimal job.

The objective of this research is to analyze the faults in the pavements Via Huancabamba - Sondorillo: Sector Sondor - Sondorillo, Huancabamba Province, and Department of Piura. To know the degree of severity.

The methodology used is through the visual inspection of the road under study, in which the road was crossed. Photographs were taken of the most relevant faults, and fractioned by zones to identify the faults present in the pavement, Via Huancabamba - Sondorillo: Sector Sondor - Sondorillo, Province De Huancabamba, and Department De Piura. Then to study its causes and give proposals for rehabilitation, in order to have a better condition and serviceability of the pavement.

And to obtain an optimum research work, a statistical analysis was carried out when interpreting the results of the surveys carried out to the professionals who live on the Hbba - Sondorillo road and who know and observe these relevant faults of the pavement under study.

Keyword: Flexible pavement faults, flexible pavement.

## **SÍNTESIS**

Los pavimentos flexibles en las diferentes zonas de Piura son más usados por sus múltiples ventajas en gestión de infraestructura vial para que garanticen y brinden un servicio cómodo, rápido, seguro y económico a los usuarios. Se debe realizar la evaluación del pavimento para poder determinar las posibles deficiencias y las labores de mantenimiento que esta requiera y de ésta manera garantizar la buena prestación del servicio.

Cada clase de pavimento presenta unos deterioros típicos, cómo son los pavimentos flexibles los cuales se deben identificar, evaluar, inspeccionar, analizar en una hoja de inspección la cual calificas el nivel de severidad de cada falla o deterioro observado en toda la muestra de vía estudiada. Y así cuantificar los diversos daños con que cuenta un tramo de vía, para luego tomar medidas correctivas y/ o preventivas.

Las fallas presentes que afectan la calidad y funcionamiento del pavimento son producidas por un mal diseño o por falta de supervisión del proceso constructivo o mala calidad de los materiales utilizados; otra de las causas más frecuentes es el mal comportamiento del terreno y no poder ser estabilizado de acuerdo con los estudios de suelos respectivos.

Esta investigación aporta mediante su diagnóstico de áreas deterioradas, identificar los daños, cuantificarlos e indica la reparación conveniente desde el punto de vista técnico mediante encuestas, para que las autoridades pertinentes corregir los daños presente a través de mantenimientos, y así reducir gastos de reconstrucción de la vía.

## TABLA DE CONTENIDO

Introducción .....	11
Capitulo I: Planteamiento Metodológico.....	13
1.1. Descripción de la realidad problematica .....	14
1.2. Delimitaciones de la investigación .....	15
1.2.1 Delimitación espacial.....	15
1.2.2 Delimitación temporal.....	15
1.3. Planteamiento de problemas de la investigación.....	15
1.3.1 problema general.....	15
1.3.2 problemas especificos .....	15
1.4. Objetivos de la investigación.....	16
1.4.1 objetivo general .....	16
1.4.2 objetivos especifico .....	16
1.5. Formulación de la hipótesis de la investigación.....	16
1.5.1 Hipótesis General.....	16
1.5.2 Hipótesis Especificas.....	17
1.6. Variables de la investigación.....	17
1.6.1 variable independiente .....	17
1.6.2 variable dependiente .....	17
1.6.2 operacionalizacion de variable .....	17
1.7. Diseño de la investigación.....	18
1.7.1 Tipo de investigación.....	18
1.7.2 Nivel de investigación.....	18
1.7.3 Metodos de investigación .....	19
1.7.4 Diseño de la investigación.....	19
1.8. Población y Muestra .....	20
1.8.1 Población .....	20
1.8.2 Muestra.....	20

1.9. Tecnicas e instrumntos de recoleccion de datos .....	20
1.9.1. tecnica .....	20
1.9.2. Instrumento.....	21
1.10. Justificación e importancia de la investigación .....	21
1.10.1 Justificación .....	21
1.10.2 Importancia.....	22
Capitulo II:Marco Teórico .....	24
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	25
2.2. Bases Teóricas.....	34
2.3. Terminos Basicos.....	56
Capitulo III:Presentación de los Resultados .....	57
Capitulo IV:Discusión de los Resultados.....	68
4.1. Resultados tablas y gráficos.....	68
4.2. Resultados de la unidad del tramo Sondor-Sondorillo.....	68
4.3. Resultados de encuesta.....	69
Capitulo V:Conclusiones y Recomendaciones.....	74
5.1. Conclusiones .....	75
5.2. Recomendaciones.....	76
Bibliografia.....	78
Anexos.....	80

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 01. Estado del pavimento .....	58
Gráfico 02. Nivel del servicio del pavimento .....	59
Gráfico 03. Fallas o deterioros en el pavimento.....	60
Gráfico 04. Fallas del pavimento flexible .....	61
Gráfico 05. Causa común que afecta el pavimento flexible.....	62
Gráfico 06. Falla que afecta la capa de rodadura del pavimento .....	63

Gráfico 07. Falla más ligante que afecta a la estructura del pavimento .....	64
Gráfico 08. Tratamiento de fallas que afectan la estructura del pavimento.....	65
Gráfico 09. Mantenimiento oportuno en la vida útil del pavimento.....	66
Gráfico 10. Mejorar la serviciabilidad de los futuros pavimentos.....	67
Gráfico 11. porcentaje de fallas en el pavimento.....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Estado del pavimento.....	58
Tabla 02. Nivel del servicio del pavimento.....	59
Tabla 03. Fallas o deterioros en el Pavimento .....	60
Tabla 04. Fallas del pavimento flexible .....	61
Tabla 05. Causa común que afecta el pavimento flexible.....	62
Tabla 06. Falla que afecta la capa de rodadura del pavimento .....	63
Tabla 07. Falla más ligante que afecta a la estructura del pavimento .....	64
Tabla 08. Tratamiento de fallas que afectan la estructura del pavimento .....	65
Tabla 09. Mantenimiento oportuno en la vida útil del pavimento.....	66
Tabla 10. Mejorar la serviciabilidad de los futuros pavimentos.....	67
Tabla 11. Area de muestra de estudio .....	68
Tabla 12. Fallas encontradas en la ruta Sondor - Sondorillo .....	69

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	17
--	----

## ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Paquete estructural.. .....	36
Imagen 2. Paquete estructural.. .....	37

Imagen 3. Preparacion de base.. ..	44
Imagen 4. Preparacion de sub base.. ..	45

## **INTRODUCCIÓN**

El nuevo cambio que experimenta Piura, socialmente y con ello en su economía ha hecho que sea una región con mayor fluidez en la circulación de vehículos.

La conservación vial es el conjunto de actividades que se realizan para mantener en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen la vía y de esta manera, garantizar que el tránsito sea cómodo, seguro, fluido y económico. En la práctica, lo que se busca es preservar el capital ya invertido en la construcción de la infraestructura vial, evitar su deterioro físico prematuro y sobre todo, mantener la vía en condiciones operativas adecuadas a las necesidades y demandas de los usuarios, es de naturaleza claramente tipificada como gastos ordinarios, aplicados a la necesidad de proporcionar un nivel de servicio operativo optimizado en el concepto económico, que en cualquier caso debe significar una condición de transitabilidad continua, cómoda y segura. (Manual de Conservación Vial- RD-05-2016)

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su calidad de órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre, es la autoridad competente para dictar las normas correspondientes a la gestión de la infraestructura vial y fiscalizar su cumplimiento. La importancia de la red vial vecinal, hace necesario fortalecer el sistema de gestión y control del servicio de mantenimiento vial rutinario de los caminos vecinales, que es la más extensa del país. (Manual de Conservación Según MTC.- RD-05-2014)

La carretera de Huancabamba a Cajamarca ha sido desde hace varios años una trocha Carrozable la cual debido a las lluvias y el descuido de las autoridades competentes siempre se da mantenido en un mal estado hasta que el ministerio de transportes y comunicaciones aprobó el proyecto de conservación de niveles por servicios con aplicación de pavimentos básicos que fue puesto en ejecución en el año 2012-2016.

El tramo para ejecutar el proyecto consta de 610 km. Siendo anteriormente un tipo de pavimento afirmado, las rutas son: PE-3N\_PI-104\_PI104A. Las provincias que se

benefician son Huancabamba, Ayabaca, San Ignacio, Jaén, la población beneficiada es alrededor de 146 887 habitantes, generando un empleo de 18,931 hombres. (Provias Nacional – Pagina Web Oficial - 2016)

El ministro de Transportes y Comunicaciones (MTC), Martín Vizcarra, sostuvo que la meta del Gobierno en materia de infraestructura vial es pavimentar 15,000 kilómetros, de los cuales 7,500 kilómetros son nacionales, 5,000 kilómetros son departamentales y 2,500 kilómetros son vecinales. “Lo que falta pavimentar en los ámbitos departamental y vecinal representa alrededor de 40,000 kilómetros. Si vamos a avanzar con 7,500 kilómetros, resta una parte importante por cubrir”, manifestó. (DIPROMAR – Pagina Web – Oficial - 2016).

Cap. I.- Se hizo el planteamiento metodológico donde se empezó con la descripción de la realidad problemática, delimitación de la investigación, planteamiento del problema, los objetivos de la investigación, formulación de hipótesis, variable de investigación, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y justificación e importancia de la investigación.

Cap. II.- Se continúa con el Marco Teórico en el cual abarca los antecedentes de la investigación, bases teóricas, términos básicos.

Cap. III.- Presentación de los resultados, se toma en cuenta la encuesta a profesionales.

Cap. IV.- Discusión de resultados, donde tomamos el resumen en tablas y graficos, resultados en el tramo sondor – Sondorillo, resultados de encuesta.

Cap. V.- Conclusiones y recomendaciones es la parte final del proyecto de investigación.

# **CAPÍTULO I.**

## **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

## 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La vía Huancabamba – Sondor está ubicada en la provincia de Huancabamba departamento de Piura. Esta vía fue construida desde el 2011, ejecutada por Consorcio Vial Del Norte (ODEBRECHY OBRAINSA), pero es un pavimento con mezcla asfáltica muy fina entre 2 a 3 cm debido al poco tráfico y porque se espera alcanzar el I.M.D. para ser una pavimentación como las grandes vías regionales, los baches y huecos se originan por las lluvias y a veces los grandes camiones, volquetes y maquinaria que suelen pasar. La pavimentación no es la reglamentaria sólo es para mejorar la ruta y esperar alcance el nivel de tránsito para darle viabilidad a su ejecución respectiva y el contrato con el consorcio vial del norte es sólo hasta fines de este año, es un sólo sentido y tiene sectores donde se pueden pasar dos carros.

Sin embargo, hoy en día estos pavimentos flexibles presentan un deterioro bastante notorio posiblemente por la presencia de algunas patologías que se han podido originar por falta de una correcta ejecución y cumplimiento de sus especificaciones técnicas, por agentes externos tanto físicos como químicos o por los diversos factores del medio ambiente.

Entonces la problemática radica en que estos pavimentos flexibles que se encuentran, presentan muchas fallas las cuales han ocasionado que su nivel de condición de servicio disminuya enormemente. Cosa que se refleja en una circulación deficiente del tránsito vehicular y en la mala apariencia estética que representan actualmente para la ciudad.

Por lo tanto, debido a la problemática antes expuesta se decidió tomar como base de estudio para nuestro proyecto de investigación la capa de rodadura de esta infraestructura, para lo cual necesariamente se realizará una inspección general, pudiendo así determinar y evaluar los diferentes tipos de patologías que ésta presenta. De esa forma obtener estadísticas y resultados del estado actual y condición de servicio según los tipos de patologías que se encuentren.

## **1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El proyecto se desarrolló en la región Piura; abarca tres rutas que unen a Piura con ciertas provincias de Cajamarca.

Se está tomando la vía Huancabamba- Sondorillo.

### **1.2.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL**

En este proyecto de investigación tomo 03 meses, desde la recopilación de información hasta el desarrollo del proyecto de tesis.

Desde el mes de Agosto – Octubre del 2016 teniendo por enfoque la realidad actual de las vías en la región.

## **1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Con el conocimiento de las fallas de la vía Sondor- Sondorillo se logrará mejorar la transitabilidad y se permitirá el libre tránsito vehicular?

### **1.3.1. PROBLEMAS ESPECIFICOS**

¿Al encontrar las fallas de la Vía Sondor – Sondorillo, se tendrá un conocimiento de las acciones ha tomar en el mantenimiento?

¿Con el conocimiento de las causas que originaron las fallas la vía Sondor – Sondorillo, se tomara acciones para evitarlas en el futuro?

¿Con la ejecución del mantenimiento vial se lograra solucionar la transitabilidad?

## **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar el mantenimiento de la vía del Huancabamba-Sondorillo: Sector Sondor – Sondorillo con el fin de mejorar su transitabilidad.

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Conocer las diferentes actividades de mantenimiento que se tendrá que realizar en la vía Sondor – Sondorillo.
- Conocer las diferentes fallas que se pueden presentar de acuerdo a la transitabilidad en la vía Sondor – Sondorillo.
- Realizar el mantenimiento de la vía Sondor-Sondorillo para lograr su transitabilidad.

## **1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Para mejorar la transitabilidad, es necesario que se haga el mantenimiento a la vía Huancabamba –Sondorillo, con la finalidad de resolver los problemas de transporte y comunicación de la población y de encontrar un equilibrio entre la lógica urbanizadora y la conservación del medio ambiente, en aras de contribuir al desarrollo económico y social del municipio; y de mejorar el nivel de vida de sus habitantes.

La hipótesis se ha formulado desde una óptica conceptual debido a que la investigación es exploratoria.

### 1.5.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS

- El uso de materiales apropiados y utilizando técnicas constructivas específicas, definirán la calidad del pavimento.
- La supervisión adecuada en su proceso constructivo disminuirá el deterioro de los pavimentos y su vida útil será mayor

## 1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Mantenimiento adecuado a la vía Huancabamba –Sondorillo Sector Sondor – Sondorillo.

### 1.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Mejoramiento de la transitabilidad del sector Sondor – Sondorillo.

### 1.6.3. OPERACIONALIZACION DE VARIABLE

#### Cuadro N°01 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Mantenimiento adecuado a la vía Huancabamba – Sondorillo Sector Sondor – Sondorillo.	Fallas Clima Transito	Grado de severidad Análisis Visual Análisis de Encuestas	Mantenimiento rutinario, periódico.
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Mejoramiento de la transitabilidad del sector Sondor – Sondorillo.	Serviciabilidad Solución a las fallas	Mejor servicio. Ampliación de su vida útil.	Comodidad del usuario Ahorro en mantenimiento vehicular

Fuente: Propia.

## 1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.7.1. Tipo de investigación

La presente investigación se constituye como un estudio del tipo **descriptivo-explicativa**. No hay manipulación de variables, ya que se recolectara la información pertinente de las fallas de los pavimentos flexible y éstas se observan y se describen tal como se presentan en su ambiente natural.

Para tal efecto, **Babbie (1979)** expresa que los estudios descriptivos, Buscan desarrollar una imagen o fiel representación (descriptiva) del fenómeno estudiado a partir de sus características recolectando informaciones relacionadas con el estado real de las personas, objetos, situaciones o fenómenos, tal como se presentaron al momento de su recopilación.

Por lo tanto **Reynolds (1971)** expresa que los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o el establecimiento de relaciones entre conceptos. Están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos y sociales. Este tipo de estudio busca el porqué de los hechos, estableciendo relaciones de causa- efecto.

### 1.7.2. Nivel de Investigación

- a) **Descriptivo – explicativa.** La investigación es de tipo descriptiva – explicativa, consiste en la descripción de un hecho o fenómeno o individuo con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables. Se complementa con la investigación explicativa porque se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas.

### 1.7.3. Métodos de Investigación

Los principales métodos a utilizar en la investigación:

- a) **Método Inductivo.-** Estos métodos nos permiten realizar un estudio particular con el propósito de llegar a la conclusión y premisas generales que pueden ser aplicadas a situaciones similares que genera el proceso de investigación.
- b) **Método Analítico.-** Es importante realizar un estudio analítico sintético de los temas expuestos en el presente trabajo, identificando cada una de las partes que caracterizan una realidad. De esa manera se establece la relación causa-efecto entre los elementos que compone el objeto de investigación, desintegrando las ideas para conocer con mayor profundidad.
- c) **Método Descriptivo.-** Este método consiste en evaluar ciertas características de una situación particular en uno o más puntos del tiempo. En esta investigación se analizan los datos reunidos para descubrir así, cuales variables influye entre sí.
- d) **Método Observativo.-** Este método se usa para detectar y asimilar los rasgos de un elemento utilizando los sentidos como instrumentos principales.

### 1.7.4. Diseño de investigación

El tipo de diseño a utilizar es el de tipo no experimental y de corte transversal, es de tipo no experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio, esta investigación es sistemática y empírica en que las variables independientes no se manipulan porque ya han sucedido. **(Hernández, Fernández y Baptista 1998).**

Es de corte transversal porque se recolectó toda la información en relación a las fallas de los pavimentos flexibles que cumplan con todas las normativas vigentes exigidas, que serán reunidas de distintas fuentes bibliográficas, de tal forma que podrán ser analizadas

en un momento único y de esta manera lograr el objetivo de la investigación.

## **1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **1.8.1. POBLACIÓN**

Se considerara la vía Huancabamba –Sondorillo. Departamento de Piura Provincia de Huancabamba.

### **1.8.2. MUESTRA**

Se considerara el Sector Sondor – Sondorillo de la Vía Huancabamba – Sondorillo.

## **1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **1.9.1. TÉCNICAS**

#### **a) Encuestas**

La encuesta es una técnica de recogida de datos mediante la aplicación de un cuestionario a una muestra de individuos. A través de las encuestas se pueden conocer las opiniones, las actitudes y los comportamientos de los ciudadanos, para llegar a una investigación más profunda.

#### **b) Observación**

Para ejecutar este trabajo de investigación se utilizó la técnica de observación, la cual fue útil para realizar la evaluación de la investigación, identificación, calificación de las fallas o deterioros de la vía estudiada

### **1.9.2. INSTRUMENTOS**

#### **✓ Cuestionario**

Es un instrumento de la encuesta que nos servirá para recoger información sobre la forma en que los usuarios consideran la

seguridad de la información que manejan en forma diaria y que tan importante consideran este aspecto, para de esta manera poder ver a grandes rasgos que se deben tomar en cuenta y profundizar en aquellos aspectos sobre los que posiblemente no se haya tomado en cuenta en forma inicial.

## **1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.10.1. JUSTIFICACIÓN**

Es necesario que se haga el mantenimiento a la vía Huancabamba – Sondorillo para mejorar la transitabilidad es función de las autoridades responsables e involucradas del sector proponer y ejecutar medidas relacionadas con la vialidad urbana y rural, con la finalidad de resolver los problemas de transporte y comunicación de la población y de encontrar un equilibrio entre la lógica urbanizadora y la conservación del medio ambiente, en aras de contribuir al desarrollo económico y social del municipio y de mejorar el nivel de vida de sus habitantes.

El crecimiento agregado de una economía puede entenderse como el resultado del crecimiento de sus economías regionales y de la progresiva interacción entre ellas a lo largo del tiempo, situaciones que se ven estimuladas por la inversión en capital privado, la inversión en infraestructura de servicios públicos y las mejoras en el aprovechamiento de nuevas tecnologías en el interior de un país, entre otros factores. **(Manual de Conservación Vial RD - 2016)**

La relevancia del tema de esta investigación se encuentra sustentada por diferentes razones. En primer lugar, el proceso de descentralización que se viene llevando a cabo en el Perú

se ha basado principalmente en criterios administrativos y políticos. Sin embargo, en la práctica existe un vacío en lo que se refiere a la aplicación de políticas de descentralización basadas en criterios económicos. **(Manual de Conservación Vial – N°134 – 2008 – M.T.C.)**

#### **1.10.2. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

Las inversiones realizadas en la construcción y/o mejoramiento de las rutas significan erogaciones muy elevadas, que son realizadas con fondos nacionales a través de instituciones gubernamentales (gobierno central, departamental o municipal) y/o privados (cooperativas, asociaciones vecinales) y/o recursos de préstamos de agencias internacionales (BID, BIRF, FONPLATA, CAF, JICA, entre otros). Por lo tanto, los recursos utilizados en sistema vial, suelen proceder de la recaudación de impuestos y tasas (recursos nacionales) y del financiamiento de organismos internacionales o del sector privado. Las inversiones hechas con recursos nacionales y/o financiamiento, son pagadas, en ambos casos, por toda la población durante varios años. Es decir, se utiliza hoy recursos financieros que serán pagados, también, por las generaciones futuras (deuda transgeneracional). Por lo tanto, conservar las rutas con los niveles de servicio con los cuales fueron construidas y/o mejoradas, es obligación de los gobiernos, puesto que se trata de cuidar de las inversiones hechas por toda la población, que podría estar utilizando estos recursos (impuestos y tasas), en otros sectores (viviendas, viajes, bienes de consumo, etc). En la medida que las rutas se deterioran, conllevan a los usuarios enormes pérdidas en los ámbitos social y financiero en las áreas de salud y educación; pérdidas financieras, con el incremento en los gastos en reparaciones de vehículos, en los costos de transporte, en los fletes, etc. “En este sentido se pone en evidencia la importancia de aplicar, en

lo posible, un sistema de ***mantenimiento preventivo*** para aquellas vías que recién se ponen en servicio o que mantienen niveles de servicio adecuados, con el objetivo de prolongar los mismos durante el máximo de tiempo posible, en el entendido que la aplicación de este tipo de mantenimiento (preventivo), significa, en comparación con otros tipos aplicables (periódico, de rehabilitación y mejoramiento, o de emergencia) inversiones menores cuando se aplica se forma racional.”

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

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

### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

- 1- Ricardo Tabares González – Colombia, realizo un estudio de tesis **DIAGNÓSTICO DE LA VÍA EXISTENTE Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE ACCESO AL BARRIO CIUDADELA DEL CAFÉ – VÍA LA BADEA.**

El diseño de las estructuras de pavimentos flexibles es un tema de estudio e investigación, como consecuencia de los diversos resultados obtenidos en la construcción y, particularmente, en la recuperación de la estructura de las vías vehiculares pavimentadas.

Este trabajo realiza una evaluación de los diferentes métodos empleados para el diseño de estructuras de pavimento según criterio y parámetros empíricos, semi-empíricos y racionales, para establecer las distintas alternativas estructurales que se tienen en esta área.

Esto con el fin de confrontar y comparar los conceptos técnicos, académicos y parámetros empleados para los diferentes tipos de diseño, determinando las diferencias en que ellos lo derivan y que al ser aplicados puedan o no desarrollar resultados objetables e inadecuados con respecto a los comportamientos de la situación real de la estructura.

En forma adicional en este trabajo se realiza un diagnóstico vial para el tramo de la vía existente en estudio, el cual pretende saber las condiciones actuales de la estructura y la superficie de rodadura, como ejercicio académico para que dicho proyecto, sirva como material de consulta a estudiantes de pregrado y postgrado, y además pretende comparar (2) procedimientos de inspección o inventario de la malla de vial con el fin de generar las conclusiones que al respecto tengan lugar.

- 2- Ing. René Alexander Rodríguez González – Ecuador (2011), en su tesis **“MODELO DE GESTIÓN DE CONSERVACIÓN VIAL PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO VIAL Y OPERACIÓN VEHICULAR EN LOS CAMINOS RURALES DE LAS POBLACIONES DE RIOBAMBA, SAN LUIS, PUNÍN, FLORES, CEBADAS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

En el Ecuador y en general en los países en vías de desarrollo, la falta de una adecuada gestión de conservación vial, ha producido que las redes viales tengan un ciclo “fatal” de la vía, que incluye la construcción, su abandono, el deterioro excesivo, colapso y su reconstrucción. Este ciclo “fatal” de la vía, afecta directamente a los usuarios, los cuales ven reflejarse los daños de la vía en el aumento de los costos de operación vehicular, de la misma manera, los recursos de las Instituciones Administradoras de las redes viales, las cuales de no actuar en el momento justo y con actividades necesarias, se ven obligadas a futuro a realizar mayores gastos para mantener las vías en niveles de servicio aceptables, llegando a los extremos de realizar una rehabilitación o reconstrucción dependiendo el grado de deterioro.

En la presente investigación, se analizó la vía Riobamba – San Luis – Punín – Flores – Cebadas, de la provincia de Chimborazo, la cual servirá como modelo, para aplicar una adecuada gestión de conservación vial, que permitirá reducir los costos de operación vehicular y costos de mantenimiento vial.

Realizamos Investigaciones de campo para obtener información base, en referencia al estado actual de la vía, realizando un inventario vial, para posteriormente analizar, evaluar y diagnosticar; complementario a ello, se recopiló información en las Instituciones como el Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Chimborazo y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas – Chimborazo, en donde se recogió información histórica de los estudios ejecutados y las intervenciones realizadas. De igual manera se consultó e investigó bibliográficamente,

sobre Sistemas de Gestión vial, niveles de conservación vial, modalidades de ejecución, Costos de operación vehicular, costos de mantenimiento vial, de rehabilitación y reconstrucción, sistemas de mediciones e inventario vial, utilizados a nivel nacional e internacional, que son aportes importantes en esta investigación. Para desarrollar la investigación, nos basamos en seis capítulos, los cuales forman parte integral del cuerpo de la tesis, donde vamos ampliando cada escenario investigado y que aporta al tema. En la primera parte de la investigación, se formula el problema de investigación, que es la falta de un adecuado modelo de gestión de conservación vial, el cual aporte a la reducción de los costos de operación vehicular y de mantenimiento.

Se recopila la información referente al tema de investigación, antecedentes, criterios de conservación vial, ciclos de la vida de los caminos, inventarios viales, aspectos por los que se deteriora la vía, importancia de la conservación, planes existentes, niveles de actuación, sistemas de gestión, modalidades de aplicación, ahorro de costos de operación vehicular, sus distintas metodologías a nivel de Latinoamérica, se recopiló información sobre los costos de mantenimiento vial, su frecuencia de intervención y niveles de acuerdo a las condiciones de la vía.

3- José Ángel Hanser López – Guatemala (2008), **ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE PROYECTOS VIALES CON EL MODELO DE ESTANDARES DE CONSERVACIÓN Y DISEÑO DE CARRETERAS.**

Este estudio muestra como el Software Modelo de estándares de conservación y diseño de carreteras (HDM, siglas en inglés), se relaciona de manera directa con la aplicación y manejo de un Sistema de Gestión de Pavimentos (SGP). Mucha de la información fue extraída de estudios realizados en México, Perú, Chile y Colombia, además de manuales propios del HDM, los cuales en conjunto nos expresan la operación de un sistema de gestión de pavimentos y como el HDM es utilizado para facilitar el manejo de datos, para proporcionar estrategias

de conservación y mejoramiento de un tramo o una red de carreteras, a partir de una evaluación económica. El objetivo principal es dar a conocer el HDM, para empezar a crear una base de información respecto al tema, debido a que en Guatemala se conocen muy poco sobre gestión de pavimentos, por lo que se muestra como se aplica a un proyecto de carreteras para determinar la viabilidad de la inversión.

Durante el desarrollo de los capítulos, el estudio presenta los principios básicos de la administración de pavimentos, de cómo nace el HDM a partir de modelos de deterioro de pavimento existentes, además de una visión general del HDM para su aplicación a un proyecto de carreteras. Por último, la evaluación técnica y económica que ayuda en la toma de decisiones de una institución gestora de pavimentos.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

- 4- Ing. Edwin Wilder Apolinario Morales, en su tesis **INNOVACIÓN DEL MÉTODO VIZIR EN ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS CON BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO**. En el cual se concluyó: El trabajo desarrollado, presenta una propuesta para la evaluación de la condición superficial del pavimento, en carreteras de bajo volumen de tránsito, basado en una modificación del método VIZIR que no es muy difundido en nuestro medio, como ocurre en los países de Europa, África, América central y del sur, donde sirvió de base para el establecimiento de normas nacionales.

Se presenta una alternativa para la evaluación de la condición superficial de pavimentos en carreteras de bajo volumen de tránsito, denominado ESBVT, en donde no se excluye ningún tipo de manifestación de deterioro de pavimento, considerando que son indicadores que presenta el pavimento y que deben usarse para toma de decisiones.

El ministerio de transportes y comunicaciones, como parte de su política de mantenimiento y conservación de la red vial nacional, ejecuta trabajos de mejoramiento de las carreteras de bajo volumen de tránsito, en el cual solo realiza el mejoramiento de la superficie de rodadura sin modificar la

geometría vial, como es el caso de la carretera Cañete – Chupaca, que presenta un diseño geométrico que se ajusta a las condiciones geográficas del terreno.

Tomando como referencia esta carretera, donde las obras de estabilización de taludes inestables se hallan postergadas en el tiempo, hasta que se incremente el volumen de tránsito, razón por la cual en el método propuesto se incluye a realizar una corrección por fragilidad del pavimento básico, considerando que el deterioro del pavimento está expuesto a factores influyentes, como la topografía, configuración de la sección de la vía, estabilidad de taludes, precipitación pluvial y clima.

Además se presenta un catálogo para la evaluación de pavimentos básicos en carreteras de bajo volumen de tránsito usando fotos que manifiestan los diversos tipos de deterioros que caracterizan a este tipo de pavimentos y permita formular estrategias de intervención objetivas y técnicamente sustentadas.

En las carreteras de bajo volumen de tránsito BVT, se carecen de métodos adecuados que permitan orientar la evaluación y determinar las necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición del pavimento básico. Los métodos foráneos existentes deben ser innovados para su empleo e implementación de políticas de trabajo, en base a estudios de investigación que contribuyan al mantenimiento y uso de los recursos adecuadamente.

- 5- Susan Jackelin Gómez Vallejos, Trujillo (2014), **“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL ANILLO VIAL DEL ÓVALO GRAU – TRUJILLO - LA LIBERTAD”**

## **RESUMEN**

En la actualidad, se ha originado el incremento del parque automotriz en nuestra ciudad y por ende La Municipalidad de Trujillo viene ejecutando la obra “Creación del intercambio vial del Óvalo Grau”. Esta nueva obra de infraestructura vial urbana, consiste en un viaducto elevado de 60 metros de largo por una rampa y un total de 450 metros de longitud que siguen la

trayectoria de la Avenida América Sur, efectuándose los trabajos de demolición de toda la antigua construcción del pavimento actual en el anillo vial para hacer realidad el paso a desnivel del Óvalo Grau. 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. La metodología permitió establecer los métodos y técnicas que van relacionados con la durabilidad que está ligada a factores económicos y sociales. La durabilidad que se le desea dar al anillo vial, depende de la importancia de este. Para la concepción del proyecto vial, se ha tomado en cuenta los volúmenes de tránsito existentes, las proyecciones de los mismos y el aspecto estético del proyecto integral, de modo que se pueda solucionar así los movimientos vehiculares en todos los sentidos. Las avenidas involucradas en el estudio por la importancia que han adquirido, merecen un tratamiento especial toda vez que canalizan gran parte del tránsito. La presente tesis pretende determinar los criterios estructurales según normas y metodologías para diseñar la estructura de un pavimento flexible y así lograr un eficiente nivel de transitabilidad mejorando las condiciones de vida de la población en toda la zona de influencia.

6- JAIME ENRIQUE RABANAL PAJARES – Cajamarca (2014), **“ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE, UTILIZANDO EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.”**

**RESUMEN**

El trabajo realizado en esta tesis consiste en el empleo del índice PCI (Present Condition Index), muy empleado en varios países de América Latina. Para la valoración del estado del pavimento de la Vía de Evitamiento Norte se utilizó el método del índice de condición de pavimento; este índice toma valores que oscilan entre 0 (para la condición de fallado) hasta 100 (estado excelente). Para llegar a él se llevó a cabo una inspección visual detallada en toda la superficie del pavimento y sus elementos del drenaje y se recopiló la limitada información existente

procedente del proyecto vial ejecutado, el historial de la carretera y el tráfico que la solicita.

La sección en estudio consta de dos carriles que propician un ancho de circulación de 6.10 m en una longitud de 2400 m. Su superficie total de 14 640 m<sup>2</sup> se subdividió en unidades de análisis o inspección (que también pueden llamarse unidades de prueba) de 37.5 m de largo y 228.75 m<sup>2</sup> de área cada una. Esta magnitud está dentro de las recomendaciones del procedimiento PCI que sugiere unidades entre los  $232 \pm 93$  m<sup>2</sup>. De esta manera la sección estará formada por 64 unidades de prueba, las que fueron todas identificadas en el terreno mediante sus límites y un número. La tesis se ha dividido en 7 capítulos. En el primero se trata de la Realidad Problemática. Que el gran problema es el crecimiento acelerado del parque automotor, Justificación. Que es importante porque así se podrá atacar el problema y encontrar posibles soluciones al mejoramiento y prevención, por último los Objetivos. Que es realizar el análisis del estado de conservación del pavimento. En el segundo capítulo se ha desarrollado el marco teórico, donde se define el concepto de pavimento, su clasificación y el procedimiento del método: el muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de inspección, etc. El tercer capítulo se ha formulado la hipótesis. Que fue la siguiente. El estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el método índice de condición del pavimento, es regular. El cuarto capítulo se presenta el producto de aplicación profesional. El quinto capítulo se ha descrito Materiales y métodos. El sexto capítulo se presenta los resultados, se describe la zona de estudio y se detalla el procedimiento de inspección realizado así como las hojas de registro, con el respectivo cálculo del índice de condición de pavimento para cada unidad de muestra analizada. En el séptimo capítulo se presenta la Discusión que trata de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles como baches, piel de cocodrilo y fisuras longitudinales y transversales las que fueron las más representativas en todo el tramo. Se concluye que la Vía de Evitamiento Norte tiene un pavimento de estado regular, con un PCI ponderado igual a 49.

### **2.1.3. Antecedentes Locales.**

- 7- Denis José Alvarado Córdova, **LAS PATOLOGÍAS PERMANENTES EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS Y EL CONSECUENTE DETERIORO DE LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN LA AV. GUARDIA CIVIL “TRAMOS DESDE EL PTE. SÁNCHEZ CERRO Y EL TERMINAL TERRESTRE CASTILLA – DISTRITO DE CASTILLA, PROV. DE PIURA”.**

En los últimos 17 años el Perú ha impulsado una política favorable para la Construcción de Obras Viales a lo largo y ancho del territorio, habiéndose ejecutado más de 15,000 kilómetros de carreteras con pavimentos asfálticos, según reportes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La dinámica se manifiesta en obras importantes como las carreteras interoceánicas que atraviesan transversalmente el territorio peruano por el norte, centro y sur. La Interoceánica Sur, parte de límites con Brasil terminando en puertos marítimos del Océano Pacífico; interconectando de esta manera pueblos del Perú y permitiendo que Brasil tenga salida al mar hacia los mercados orientales. Ante esta realidad existe la imperiosa necesidad de mejorar la tecnología de los pavimentos asfálticos en el Perú a fin que estos logren alcanzar la vida útil para la que fueron diseñados.

El presente trabajo de investigación bibliográfica se refiere a la deformación permanente que es una de las fallas del deterioro prematuro; es necesario conocer a mayor profundidad a fin de tomar las previsiones del caso desde la elaboración de los proyectos y la posterior ejecución de las obras. El estudio presenta el concepto de la deformación permanente y las diferentes formas que se presenta en las capas del pavimento e inclusive a nivel de subrasante, originando tanto fallas funcionales como estructurales; profundizando además sobre el conocimiento del cemento asfáltico y básicamente sobre su comportamiento geológico que nos permita utilizarlo mejor como parte constituyente de las mezclas asfálticas.

Asimismo se considera la necesidad de la elección y buen manejo de los agregados en cuanto a su gradación, forma, resistencia, etc., ya que influyen en forma determinante para la deformación permanente. Finalmente, se determina la necesidad que en el Perú se cuente con equipos de laboratorio y de campo que permitan realizar ensayos para manejar mejor la deformación permanente. Se presentan los ensayos y equipos especializados que se utilizan en otros países en la espera de contar con alguno de ellos en el Perú; concluyéndose sobre la necesidad de efectuar estudios más profundos para el uso de los cementos asfálticos en acuerdo a la geografía y climas de las regiones del Perú; asimismo respecto a los parámetros volumétricos en el diseño de la mezcla asfáltica y la utilización de los agregados, destacándose además la importancia de los procesos constructivos que eviten fallas por deformación permanente.

**8- Javier Paúl Morales Olivares – Piura (2005), TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO UTILIZANDO SOBRECAPAS DE REFUERZO.**

El método de diseño AASHTO, originalmente conocido como AASHO, fue desarrollado en los Estados Unidos en la década de los 60, basándose en un ensayo a escala real realizado durante 2 años en el estado de Illinois, con el fin de desarrollar tablas, gráficos y fórmulas que representen las relaciones deterioro-solicitación de las distintas secciones ensayadas. A partir de la versión del año 1986, y su correspondiente versión mejorada de 1993, el método AASHTO comenzó a introducir conceptos mecanicistas para adecuar algunos parámetros a condiciones diferentes a las que imperaron en el lugar del ensayo original. Se ha elegido el método AASHTO, porque a diferencia de otros métodos, éste método introduce el concepto de serviciabilidad en el diseño de pavimentos como una medida de su capacidad para brindar una superficie lisa y suave al usuario. En este capítulo se desarrollará en forma concisa los conceptos básicos sobre pavimentos rígidos, para tener una idea general de los tipos de pavimentos, así como de los principales elementos que conforman el pavimento de concreto como son: subbase, losa de concreto, juntas,

selladores, tipos de pavimento, etc. Asimismo, se describirá brevemente cada uno de los factores o parámetros necesarios para el diseño de pavimentos rígidos según el método AASHTO 93.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Conservación Periódica.-**

Es el conjunto de actividades, programables cada cierto periodo, que se realizan en las vías para recuperar sus condiciones de servicio estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a:

- ✓ Reposición de capas de rodadura, colocación de capas nivelantes y sello.
- ✓ Reparación o reconstrucción puntual de capas inferiores del pavimento.
- ✓ Reparación o reconstrucción puntual de túneles, muros, obras de drenaje.
- ✓ Reposición o instalación de elementos de seguridad vial y señalización.
- ✓ Reparación o reconstrucción puntual de la plataforma de carretera.
- ✓ Reparación o reconstrucción puntual de los componentes de los puentes tanto de la superestructura como de la subestructura y pintado general del puente.

### **2. Conservación Rutinaria.-**

Es el conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de ser servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud; así como limpieza o reparación de señales y/o elementos de seguridad, limpieza o reparación de juntas de dilatación, pintura de elementos específicos de puentes y drenaje en la superestructura y subestructura de los puentes.

### **3. Conservación Vial.-**

Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se

garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

#### **1. Fisuras Finas.-**

Son hendiduras o rajaduras delgadas que también se denomina microfisuras, de varios orígenes, con un ancho igual o menor a 1mm.

#### **2. Fisura Media.-**

Son hendiduras o rajaduras abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material, de varios orígenes, con un ancho mayor a 1mm y menor o igual a 3mm.

#### **3. Fisura Gruesa (grietas).-**

Son hendiduras o rajaduras abiertas y/o ramificadas con pérdida de material denominada también grietas, de varios orígenes, con un ancho mayor a 3mm.

#### **4. Fresado.-**

El fresado consiste en recortar en frío, con un equipo especialmente diseñado para el trabajo, un determinado espesor de la superficie del pavimento (se diferencia del cepillado en que aquél sólo produce pequeñas ranuras, en tanto que éste rebaja efectivamente en nivel superior del pavimento). Se pueden fresar también los pavimentos de hormigón pero, debido a su dureza, normalmente el trabajo tiene un costo mayor que el fresado de mezclas asfálticas.

#### **5. Gestión de Conservación Vial.-**

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

## 6. Inventario vial.-

Registro ordenado, sistemático y actualizado cada año de todas las carreteras existentes, especificando su ubicación, características físicas y estado operativo.

## 7. Micro fresado.-

Técnica de fresado que afecta a una profundidad muy reducida, con el objeto de mejorar significativamente la textura superficial del pavimento o colaborar en la regularización de la superficie a rehabilitar. A esta técnica especializada se le denomina también cepillado.

### 2.2.2. Pavimentos Definición.

De acuerdo a la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del usuario.

De acuerdo a la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo. **(Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)**

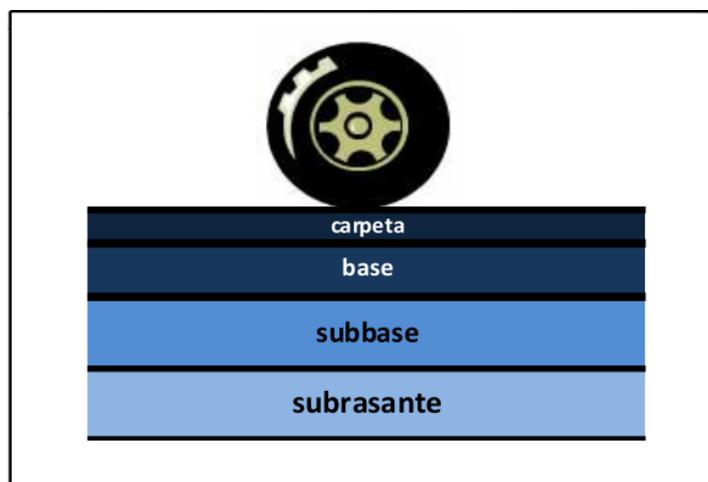


Imagen 01: Paquete estructural.

Esquema típico del paquete estructural de un pavimento flexible.

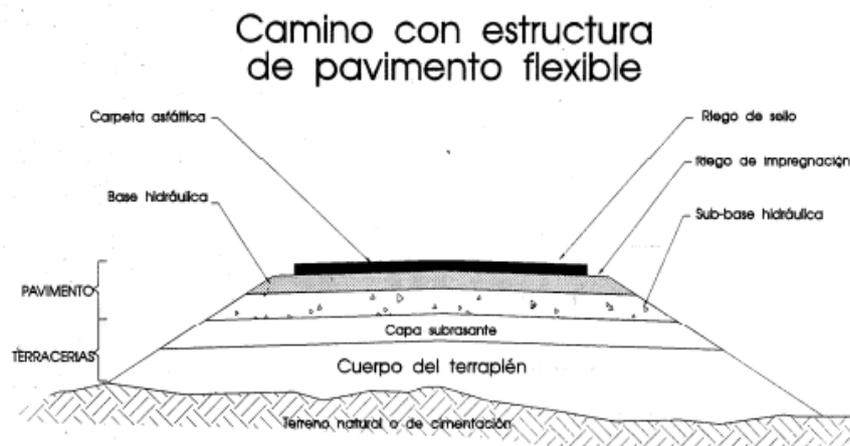
Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar Comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella. Debe proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas.

### 2.2.3. Clasificación de los Pavimentos.

La clasificación de los pavimentos está sujeta a las limitaciones inherentes a las técnicas de clasificación que son:

#### 1. Pavimento flexible(asfáltico)

Este tipo de pavimento se caracteriza por estar conformado en la superficie por una capa de material bituminoso o mezcla asfáltica que se apoya sobre capas de material granular (Base y sub-base), apoyando este conjunto sobre la subrasante compactada, de manera que la sub-base, base y superficie de desgaste o carpeta asfáltica son los componentes estructurales de este tipo de pavimento.



**Imagen 02: Paquete estructural**

## 2. Pavimento rígido(de concreto hidráulico)

Un **pavimento de concreto o pavimento rígido** consiste, básicamente, en una losa de concreto simple o armado, apoyada de manera directa sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.

Antiguamente, la losa se construía sobre las terracerías sin importar la calidad que tuvieran; esto dio lugar a que un gran número de pavimentos fallaran al aparecer grietas transversales o longitudinales cercanas a las orillas, al investigar el fenómeno se encontró que la causa de ellas había sido el denominado “fenómeno el bombeo”, que consiste en el ascenso de materiales finos y húmedos hacia la superficie de rodamiento a través de la juntas, en virtud de la deformación y recuperación de las losas en las orillas, al paso de los vehículos.

A partir de este estudio se especificó que la losa debía colocarse sobre un material granular que cuando menos cumpliera la normas para su base de pavimento; en un principio no se tomaba en cuenta su espesor; en la actualidad ya se toma en cuenta.” **(Olivera, 1986)**

Ante todo se debe conocer que los pavimentos flexibles son aquellos que tienden a deformarse y recuperarse después de sufrir deformación, transmitiendo la carga en forma lateral al suelo a través de sus capas. Está compuesto por una delgada capa de mezclas asfálticas, colocada sobre capas de base y sub-base, generalmente, granulares. Sin embargo los pavimentos rígidos no son flexibles por que no tienden a volver a su estado normal al momento de recibir cargas (tránsito pesado)

## 9- ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PAVIMENTO RÍGIDO

Los elementos que conforman un pavimento rígido son: subrasante, subbase y la losa de concreto. A continuación se hará una breve descripción de cada uno de los elementos que conforman el pavimento rígido.

### a) Subrasante

La subrasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar un apoyo,

Razonablemente, uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos.

### b) Subbase

La capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida. Consiste en una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la subbase es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La subbase es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado.

Entre otras funciones que debe cumplir son:

- Proporcionar uniformidad, estabilidad y soporte uniforme.
- Incrementar el módulo (K) de reacción de la subrasante.
- Minimizar los efectos dañinos de la acción de las heladas.
- Proveer drenaje cuando sea necesario.
- Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

### **c) Losa**

La losa es de concreto de cemento portland. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad. Se deberá usar concreto con aire incorporado donde sea necesario proporcionar resistencia al deterioro superficial debido al hielo-deshielo, a las sales o para mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

### **3. Pavimento semiflexible(pavimentos intertrabado)**

Los pavimentos de bloques articulados y de adoquines han sido colocados entre ambas clasificaciones ya que estando constituido por elementos rígidos independientes, tienen un comportamiento flexible debido a la gran densidad de las juntas entre ellos.

#### **2.2.4. Funciones de los Pavimento Flexible. (Egdo Fernando Narváez. 2012)**

##### **1.- terracerías:**

**Terreno natural o de cimentación:** Se puede definir como la franja de terreno que es afectada por la construcción del camino y que función es la de soportar las cargas de la estructura del pavimento y de las terracerías sin olvidar las cargas de tránsito.

**Cuerpo del terraplén:** Esta será utilizada únicamente en porciones de camino con terraplén, sus función principal es la de dar la altura necesaria para alojar las obras de drenaje.

**Cuerpo de subrasante:** Tiene múltiples funciones como la de recibir y resistir las cargas de transito transmitidas por la capa de pavimento y transmitirla en forma adecuada a las capas inferiores; además:

- 1- Evitar que se contaminen las capas del pavimento cuando el cuerpo del terraplén o el terreno natural sea de material fino o arcilloso.
- 2- Evitar que sean absorbidas las capas superiores cuando se tienen terraplenes.

- 3- Evitar que se reflejen las imperfecciones en los cortes hacia las capas de pavimentos para lograr espesores de pavimento constante.

## **2.- Pavimento Flexible**

La sub-base granular.

- **Función Económica.** Una de las principales funciones de esta capa es netamente económica; en efecto, el espesor total que se requiere para que el nivel de esfuerzos en la subrasante sea igual o menor que su propia resistencia, puede ser construido con materiales de alta calidad.
- **Capa de transición.** La sub-base bien diseñada impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad.
- **Disminución de las deformaciones.** Algunos cambios volumétricos de la capa subrasante, generalmente asociados a cambios en su contenido de agua (expansiones), o a cambios extremos de temperatura (heladas), pueden absorberse con la capa subbase, impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento.
- **Resistencia.** la sub-base debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de Los vehículos a través de las capas superiores y transmitidas a un nivel adecuado a la subrasante.
- **Drenaje.** En muchos casos la subbase debe drenar el agua, que se introduzca a través de la carpeta o por las bermas, así como impedir la ascensión capilar.

La base granular.

- **Resistencia.** La función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que

transmita a la subbase y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada.

- Función económica, Respecto a la carpeta asfáltica, la base tiene una función económica análoga a la que tiene la subbase respecto a la base.
- Superficie de rodamiento. La carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito.
- Impermeabilidad. Hasta donde sea posible, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento.
- Resistencia, Su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento.

#### **2.2.5. Pavimento Flexible Definición**

Una carpeta constituida por una mezcla asfáltica proporciona la superficie de rodamiento; que soporta directamente las solicitaciones del tránsito y aporta las características funcionales. Estructuralmente, la carpeta absorbe los esfuerzos horizontales y parte de los verticales, ya que las cargas de los vehículos se distribuyen hacia las capas inferiores por medio de las características de fricción y cohesión de las partículas de los materiales y la carpeta asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa.

Las capas que forman un pavimento flexible son. Carpeta asfáltica, base y subbase, las cuales se construyen sobre la capa subrasante. **(Egdo Fernando Narvaes. 2012)**

#### **Asfalto**

Es un material aglomerante de color oscuro, constituidos por mezclas complejas de hidrocarburos no volátiles de alto peso molecular, originarios del petróleo crudo, en el cual están disueltos, pueden obtenerse por evaporación natural de depósitos localizados en la

superficie terrestre, denominados Asfaltos Naturales, o por medio de procesos de destilación industrial cuyo componente predominante es el Bitumen.

Obtención y tipos

Según el origen del petróleo crudo la composición de base se divide en:

- ✓ Base Asfáltica
- ✓ Base Parafínica
- ✓ Base Intermedia

Los asfaltos de base asfáltica, es decir, asfaltos obtenidos de petróleos asfálticos, son más deseables para pavimentación, ya que tienen buenas características ligantes y de resistencia al envejecimiento por acción del clima.

Los asfaltos de base Parafínica, se oxidan lentamente expuestos a la intemperie, dejando un residuo escamosos y de poco valor como ligante.

De acuerdo a su aplicación, los asfaltos los podemos clasificar en 2 grandes grupos:

1. Asfaltos para Pavimentos
2. Asfaltos Industriales

Asfaltos para pavimentos

Éstos se subdividen en:

- ✓ Cementos Asfálticos
- ✓ Asfaltos Cortados
- ✓ Emulsiones Asfálticas

#### **2.2.6. Consideraciones del diseño estructural.**

##### **1.- Base.**

La base es la capa situada debajo de la carpeta (pavimento flexible). Su función es eminentemente ser resistente, absorbiendo la mayor parte de los esfuerzos verticales y su rigidez o su resistencia a la deformación bajo las sollicitaciones repetidas del tránsito suele corresponder a la intensidad del tránsito pesado. Así, para tránsito

medio y ligero se emplean las tradicionales bases granulares.  
**(Ricardo Javier Mirando Rebolledo 2010)**



**Imagen 03: Preparación de base.**

## 2. Sub- Base.

En los pavimentos flexibles, la subbase es la capa situada debajo de la base y sobre la capa subrasante, debe ser un elemento que brinde un apoyo uniforme y permanente al pavimento. Cuando se trate de un pavimento rígido, esta capa se ubica inmediatamente abajo de las losas de hormigón y puede ser no necesaria cuando la capa subrasante es de elevada capacidad de soporte. Su función es proporcionar a la base un cimiento uniforme y constituir una adecuada plataforma de trabajo para su colocación y compactación. Se emplean normalmente subbase granulares constituidas por materiales cribados o de trituración parcial, suelos estabilizados con cemento, etc.

## 3. Sub-rasante.

Esta capa debe ser capaz de resistir los esfuerzos que le son transmitidos por el pavimento. Interviene en el diseño del espesor de las capas del pavimento e influye en el comportamiento del pavimento. Proporciona en nivel necesario para la subrasante y protege al pavimento conservando su integridad en todo momento, y obtener por lo menos el 95% de su grado de compactación.



Imagen 04: Preparación de sub-rasante.

### **2.2.7. Ventajas del Pavimento Flexible.** (Ricardo Javier Mirando Rebolledo 2010)

#### **Ventajas**

- ✓ su construcción inicial resulta más económica.

Tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años

### **2.2.8. Limitaciones del Pavimento Flexible.** (Ricardo Javier mirando rebolledo 2010)

#### **Desventajas**

- ✓ Para cumplir con su vida útil requiere de un mantenimiento constante.
- ✓ Las cargas pesadas producen roderas y dislocamientos en el asfalto y son un peligro potencial para los usuarios. Esto constituye un serio problema en intersecciones, casetas de cobro de peaje, donde el tráfico está constantemente frenado y arrancando. Las roderas llenas de agua de lluvia en estas zonas, pueden causar deslizamientos, pérdida de control del vehículo y por lo tanto, dar lugar a accidentes y a lesiones personales.
- ✓ Las roderas, dislocamientos, agrietamientos por temperatura, agrietamiento tipo piel de cocodrilo (fatiga) y el interperismo, implican un tratamiento frecuente a base de selladores de grietas y de recubrimiento superficiales.
- ✓ Las distancias de frenado para superficies de hormigón son mucho mayores que para las superficies de asfalto sobre todo cuando el asfalto esta húmedo y con huellas.
- ✓ Una vez que se han formado huellas en el pavimento de asfalto, la experiencia ha demostrado, que la colocación de una sobre carpeta de asfalto sobre ese pavimento no evitara que se vuelva a presentar.
- ✓ Las huellas reaparecen ante la incapacidad de lograr una compactación adecuada en las huellas que dejan las ruedas y/o ante la imposibilidad del asfalto de resistir las presiones actuales de los neumáticos y los volúmenes de tráfico de hoy en día.

### **2.2.9. Estructura del Pavimento Flexible.**

- ✓ Bajo una carpeta bituminosa, formada típicamente, por una mezcla de agregado pétreo y un aglutinante asfáltico, que constituye la superficie de rodadura propiamente dicha, se disponen por lo menos dos capas bien diferenciadas: Una base, de material granular y una sub-base, formada preferentemente, también por suelo granular, aunque el requisito obligue menos que en la base, en el sentido de poder admitir suelos de menor calidad, con mayor contenido de finos y menor existencia en lo que se refiere a granulometría; la razón es el mayor alejamiento de la sub-base de la superficie de rodadura, por lo que llegan esfuerzos de menor intensidad.
  
- ✓ Bajo la sub-base se presenta casi por lo general otra capa denominada subrasante, todavía con menos requisitos de calidad mínima que la sub-base, por la misma razón.
  
- ✓ Finalmente, bajo la subrasante aparece material convencional del terreno natural, tratado mecánicamente en lo referente a compactación.

### **2.2.10. Fallas de los pavimentos.**

#### **1.- Ahuellamiento y/o hundimientos.**

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento causando grandes o largas grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones”

#### **2.- Fisuras y grietas por fatigamiento.**

Son una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente ubicadas en zonas donde hay repeticiones de carga. La fisuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de cargas, en donde desarrollan un parecido con la

piel de cocodrilo. Este tipo de daño no es común en carpetas asfálticas colocadas sobre pavimentos de hormigón.

### 3.- Grietas de borde.

Son grietas con tendencia longitudinal a semicircular ubicadas cerca del borde de la calzada, se presentan generalmente por la ausencia de berma o por la diferencia de nivel de la berma y la calzada. Generalmente se ubican dentro de una franja paralela al borde, con ancho hasta 0,60 m2.

### 4.- Parches deteriorados.

Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura (a nivel del pavimento asfáltico o hasta los granulares) o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios (agua, gas, etc.)

## 2.2.11. Tipo de Fallas del Pavimento Flexible.

### 1.- Ahuellamiento y/o hundimientos.

HUNDIMIENTOS = HS		UNIDAD = M2
DESCRIPCIÓN	<p>Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.</p> <p>Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento causando grandes o largas grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman "ondulaciones"</p>	
	<p>Hundimientos causados por las cargas del tránsito.</p> <p>Consolidación de las capas subyacentes.</p>	

CAUSAS	<p>Inadecuada compactación de las capas estructurales.</p> <p>Aparcamiento de vehículos pesados durante mucho tiempo.</p>	
FOTOS RELACIONADAS		
SEVERIDAD	BAJA = B	MENOR A: 20 mm.
	MEDIA = M	ENTRE: 20 y 40 mm.
	ALTA = A	MAYORES A: 40 mm.
REPARACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limpiar las paredes y el fondo de la zona removida mediante barrido energético y/o aire comprimido (presión mínima, 120 psi), hasta eliminar todas las partículas sueltas y el polvo</li> <li>✓ Colocar el imprimante o liga, mediante escobillones u otros procedimientos que permitan un cubrimiento uniforme del fondo y paredes, a razón de 1.3 a 2.4 l/m<sup>2</sup>.</li> <li>✓ Antes de colocar la mezcla asfáltica verificar que la imprimación haya penetrado al menos 10 mm en las bases granulares y que la emulsión para la liga haya quebrado.</li> <li>✓ Extender y nivelar la mezcla asfáltica mediante rastrillos y colocar la cantidad justa y necesaria para cubrir toda el área por rellenar y dejarla 6 mm sobresaliendo del pavimento circundante. En los bordes recortar la mezcla dejando paredes verticales y retirar cualquier exceso.</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Compactar con rodillo manual. El desnivel en los bordes no debe sobrepasar los 3 mm.</li> </ul>
--	--

2.- Fisuras y grietas por fatigamiento.

FATIGAMIENTO = FTO	UNIDAD = M2
DESCRIPCIÓN	<p>Son una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente ubicadas en zonas donde hay repeticiones de carga. La fisuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de cargas, en donde desarrollan un parecido con la piel de cocodrilo. Este tipo de daño no es común en carpetas asfálticas colocadas sobre pavimentos de hormigón.</p>
CAUSAS	<p>La causa más frecuente es la falla por fatiga de la estructura o de la carpeta asfáltica principalmente debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Espesor de estructura insuficiente.</li> <li>✓ Deformaciones de la subrasante.</li> <li>✓ Rigidización de la mezcla asfáltica en zonas de carga (por oxidación del asfalto o envejecimiento).</li> <li>✓ Problemas de drenaje que afectan los materiales granulares.</li> <li>✓ Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas</li> <li>✓ Deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica: exceso de mortero en la mezcla, uso de asfalto de alta penetración (hace deformable la mezcla), deficiencia de asfalto en la mezcla (reduce el módulo).</li> <li>✓ Reparaciones mal ejecutadas, juntas mal elaboradas e implementación de reparaciones que no corrigen el daño</li> </ul>

<p>FOTOS RELACIONADAS</p>		
<p>SEVERIDAD</p>	<p>BAJA = B</p>	<p>MENOR A: 20 mm.</p>
	<p>MEDIA = M</p>	<p>ENTRE: 20 y 40 mm.</p>
	<p>ALTA = A</p>	<p>MAYORES A: 40 mm.</p>
<p>REPARACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limpiar las paredes y el fondo de la zona removida mediante barrido energético y/o aire comprimido (presión mínima, 120 psi), hasta eliminar todas las partículas sueltas y el polvo</li> <li>✓ Colocar el imprimante o liga, mediante escobillones u otros procedimientos que permitan un cubrimiento uniforme del fondo y paredes, a razón de 1.3 a 2.4 l/m<sup>2</sup>.</li> <li>✓ Antes de colocar la mezcla asfáltica verificar que la imprimación haya penetrado al menos 10 mm en las bases granulares y que la emulsión para la liga haya quebrado.</li> <li>✓ Extender y nivelar la mezcla asfáltica mediante rastrillos y colocar la cantidad justa y necesaria para cubrir toda el área por rellenar y dejarla 6 mm sobresaliendo del pavimento circundante. En los bordes recortar la mezcla dejando paredes verticales y retirar cualquier exceso.</li> <li>✓ Compactar con rodillo manual. El desnivel en los bordes no debe sobrepasar los 3 mm.</li> </ul>	

3.- Grietas de borde.

GRIETAS DE BORDE = GB	UNIDAD = M2
DESCRIPCIÓN	<p>Son grietas con tendencia longitudinal a semicircular ubicadas cerca del borde de la calzada, se presentan generalmente por la ausencia de berma o por la diferencia de nivel de la berma y la calzada. Generalmente se ubican dentro de una franja paralela al borde, con ancho hasta 0,60 m2.</p>
CAUSAS	<p>La principal causa de este daño es la falta de confinamiento lateral de la estructura debido a la carencia de bordillos, anchos de berma insuficientes o sobre carpetas que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel con la berma; en estos casos la fisura es generada cuando el tránsito circula muy cerca del borde. Las fisuras que aparecen por esta causa generalmente se encuentran a distancias entre 0.30 m a 0,60 m del borde de la calzada.</p>
FOTOS RELACIONADAS	

SEVERIDAD	BAJA = B	MENOR A: 20 mm.
	MEDIA = M	ENTRE: 20 y 40 mm.
	ALTA = A	MAYORES A: 40 mm.
REPARACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Marcar la zona a reparar, extendiéndose al menos 0.3 metros fuera del área dañada.</li> <li>✓ El área a delimitar debe ser rectangular, con dos de sus lados perpendiculares al eje del camino.</li> <li>✓ Posteriormente, deberá cortarse sobre la demarcación realizada, utilizando un equipo de corte.</li> <li>✓ Excavar hasta la profundidad definida por el espesor diseñado recortando las paredes de forma vertical, de modo que el fondo quede plano y horizontal.</li> <li>✓ Para finalizar se deberá compactar el fondo hasta alcanzar el 95% del proctor modificado, de acuerdo con AASHTO T180.</li> <li>✓ Las paredes y fondo de la zona en que se realizó la remoción deben limpiarse mediante un barrido enérgico</li> <li>✓ La superficie se recubrirá con el ligante que corresponda, para lo cual se utilizarán escobillones u otros elementos similares que permitan esparcirlo uniformemente.</li> <li>✓ Antes de colocar la mezcla asfáltica de relleno deberá verificarse que la imprimación haya penetrado según lo especificado</li> <li>✓ La mezcla asfáltica se extenderá y nivelará mediante rastrillos, colocando la cantidad adecuada para que sobresalga unos 6 mm sobre el pavimento circundante, en los extremos, y coincidiendo con las líneas de corte de la zona.</li> <li>✓ La compactación deberá realizarse con un rodillo neumático o liso de 3 a 5 t de peso.</li> <li>✓ Alternativamente podrá usarse un rodillo manual, dependiendo del espesor de la capa por compactar.</li> <li>✓ El desnivel máximo tolerable entre la zona reparada y el pavimento que la rodea será de 3 mm.</li> </ul>	

#### 4.- Parches deteriorados.

PARCHES DETERIORADOS = PD		UNIDAD = M2
DESCRIPCIÓN	<p>Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura (a nivel del pavimento asfáltico o hasta los granulares) o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios (agua, gas, etc.)</p>	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Procesos constructivos deficientes.</li> <li>✓ Sólo se recubrió la zona deteriorada sin solucionar las causas que lo originaron.</li> <li>✓ Deficiencias en las juntas.</li> <li>✓ Parche estructuralmente insuficiente para el nivel de solicitaciones y características de la subrasante.</li> <li>✓ Mala construcción del parche (base insuficientemente compactada, mezcla asfáltica mal diseñada)</li> </ul>	
FOTOS RELACIONADAS		
SEVERIDAD	BAJA = B	MENOR A: 20 mm.
	MEDIA = M	ENTRE: 20 y 40 mm.
	ALTA = A	MAYORES A: 40 mm.

REPARACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limpiar las paredes y el fondo de la zona removida mediante barrido enérgico y/o aire comprimido (presión mínima, 120 psi), hasta eliminar todas las partículas sueltas y el polvo</li> <li>✓ Colocar el imprimante o liga, mediante escobillones u otros procedimientos que permitan un cubrimiento uniforme del fondo y paredes, a razón de 1.3 a 2.4 l/m<sup>2</sup>.</li> <li>✓ Antes de colocar la mezcla asfáltica verificar que la imprimación haya penetrado al menos 10 mm en las bases granulares y que la emulsión para la liga haya quebrado.</li> <li>✓ Extender y nivelar la mezcla asfáltica mediante rastrillos y colocar la cantidad justa y necesaria para cubrir toda el área por rellenar y dejarla 6 mm sobresaliendo del pavimento circundante. En los bordes recortar la mezcla dejando paredes verticales y retirar cualquier exceso.</li> <li>✓ Compactar con rodillo manual. El desnivel en los bordes no debe sobrepasar los 3 mm.</li> </ul>
------------	---

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

Según el manual de conservación vial del año 2016 presenta el siguiente Glosario de Términos a utilizar en los procesos de gestión de conservación de las redes viales.

- **Acera:** Elemento físico lateral de la vía destinado al tránsito de peatones en zonas pobladas.
- **Afirmado:** Capa constituida con grava natural o grava selecta procesada o semiprocesada, generalmente con un contenido de ligante arcilloso, que se coloca sobre la subrasante de una vía. Funciona como capa de rodadura y de soporte al tránsito. Estas capas pueden tener tratamiento para su estabilización.
- **Badén:** Estructura construida con piedra y/o concreto para permitir el paso vehicular sobre quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores. A su vez, permiten el paso de agua, materiales y de otros elementos sobre la superficie de rodadura.

- **Muros de Contención o Sostenimiento:** Estructuras destinadas a garantizar la estabilidad de la plataforma o a protegerla de la acción erosiva de las aguas superficiales. Se utilizan para contener los rellenos o para defender la vía de eventuales derrumbes.
- **Obra de Arte:** Estructura construida para permitir la evacuación de las aguas, asegurar la estabilidad de la vía o permitir la circulación del tránsito.
- **Patrimonio Vial:** Conjunto de caminos, arterias, calles o vías férreas, incluidas sus obras complementarias, que con su respectivo derecho de vía conforman la estructura vial de uso y dominio público susceptible de valorización.
- **Pavimento:** Estructura constituida por un conjunto de capas superpuestas, de diferentes materiales, adecuadamente compactados, que se construyen sobre la subrasante de la vía con el objeto de soportar las cargas del tránsito durante un período de varios años, brindando una superficie de rodamiento uniforme, cómoda y segura.
- **Pavimento flexible:** Pavimento con capa de rodadura de tipo bituminoso y capas granulares o tratadas con ligante bituminoso que sufre deformaciones elásticas de alguna consideración bajo las cargas normales del tránsito vehicular.

**CAPÍTULO III**

**PRESENTACIÓN DE LOS  
RESULTADOS**

### 3.1. Evaluación del pavimento.

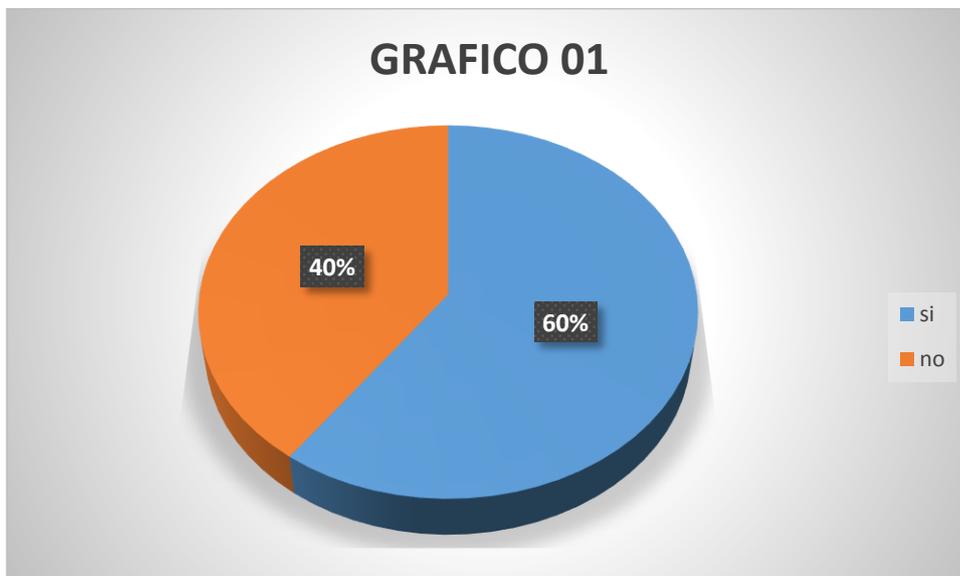
La evaluación del pavimento consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo. Para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación o mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil del pavimento es así que se suma la importancia de elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre.

#### 1. ¿Considera que el pavimento flexible de la ruta circundante del tramo Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura se encuentra en buen estado?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	12	60%
NO	8	40%

**Tabla n° 01** Estado del Pavimento

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.



**Gráfico n° 01** Estado del Pavimento

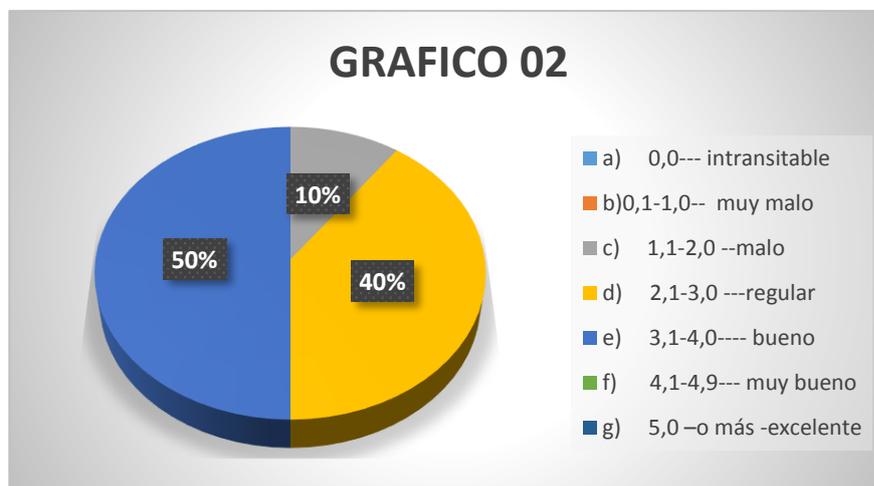
**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.

**2. ¿Con que valores calificaría el nivel de servicio del pavimento según la norma AASHTO?**

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
a) 0,0--- intransitable	0	0
b)0,1-1,0-- muy malo	0	0
c) 1,1-2,0 --malo	2	10%
d) 2,1-3,0 ---regular	8	40%
e) 3,1-4,0---- bueno	10	50%
f) 4,1-4,9--- muy bueno	0	0
g) 5,0 –o más -excelente	0	0

**Tabla n° 02 Nivel de servicio del Pavimento**

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. *Elaboración propia.*



**Gráfico n° 02 Nivel de servicio del Pavimento**

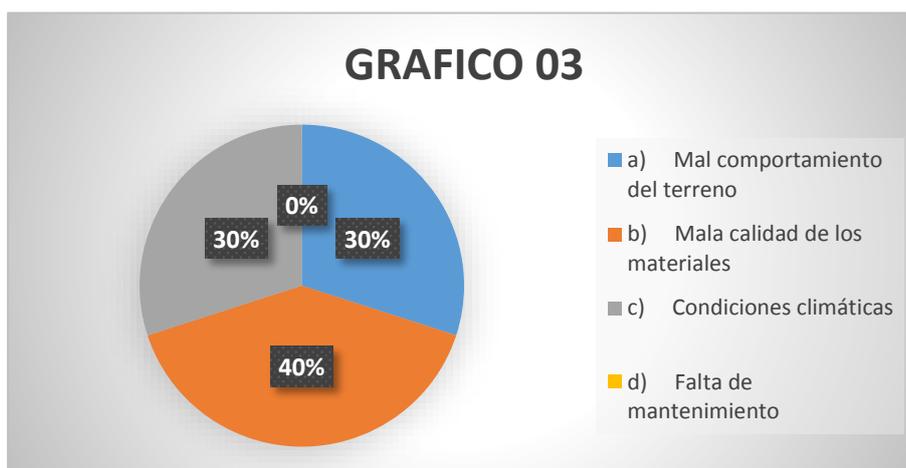
**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. *Elaboración propia.*

**3. ¿A qué cree que se deba la presencia de fallas o deterioros en el pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura?**

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
a) Mal comportamiento del terreno	6	30%
b) Mala calidad de los materiales	8	40%
c) Condiciones climáticas	6	30%
d) Falta de mantenimiento	0	0

**Tabla n° 03** Fallas o deterioros en el pavimento flexible.

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.



**Gráfico n° 03** Fallas o deterioros en el Pavimento

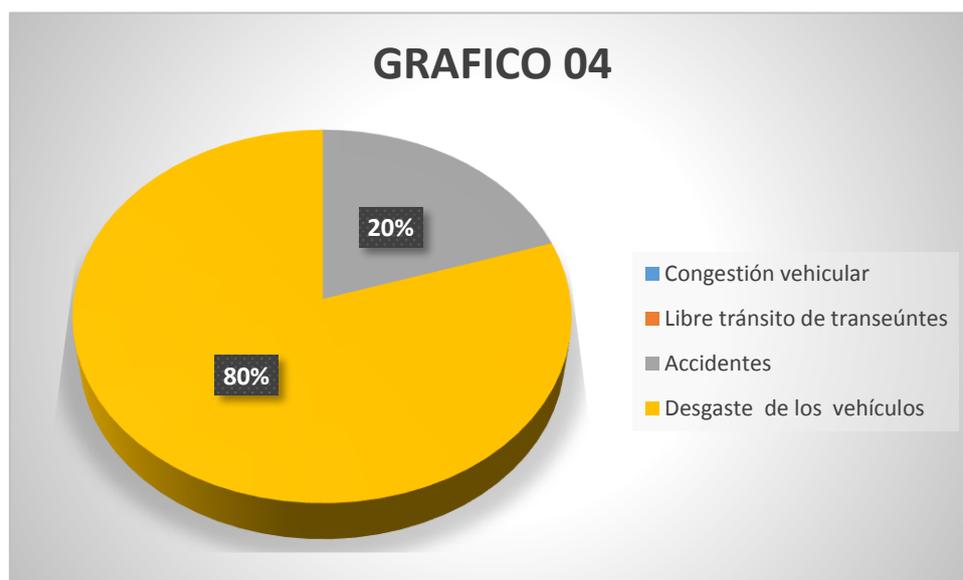
**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.

4. ¿Cómo cree usted que afecte las fallas del pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, hbba, Piura?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Congestión vehicular	0	0
Libre tránsito de transeúntes	0	0
Accidentes	4	20%
Desgaste de los vehículos	16	80%

**Tabla n° 04** Fallas del pavimento flexible.

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.



**Gráfico n° 04** Fallas del Pavimento flexible.

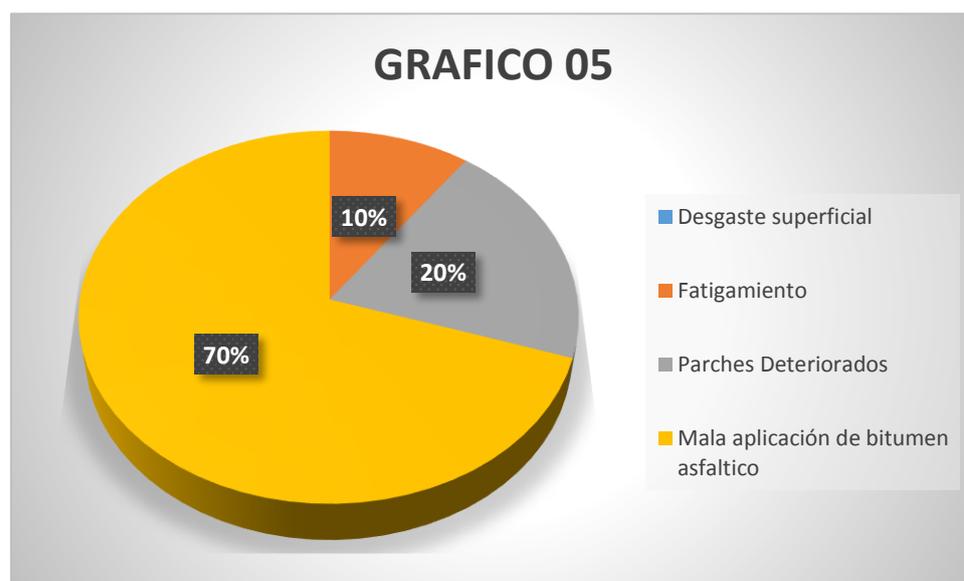
**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.

**5. ¿Cuál es la causa más común y constante la cual afecta mayormente al pavimento flexible. Según su apreciación?**

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Desgaste superficial	-	0
Fatigamiento	2	10%
Parches Deteriorados	4	20%
Mala aplicación de bitumen asfáltico	14	70%

**Tabla n° 05** Causa común que afecta el pavimento flexible.

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.



**Gráfico n° 05** Causa común que afecta el pavimento flexible.

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.

**6. ¿Cómo se podría tratar la falla que afecta al funcionamiento de la capa de rodadura del pavimento?**

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Reemplazando el material existente con uno de mejor calidad y resistencia de cargas de tránsito.	0	0
Haciendo limpieza de la zona y reforzando carpeta asfáltica.	0	0
Mejorando las capas del Pavimento	20	100%

**Tabla n° 06** Falla que afecta la capa de rodadura del pavimento

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.



**Gráfico n° 06** Falla que afecta la capa de rodadura del pavimento

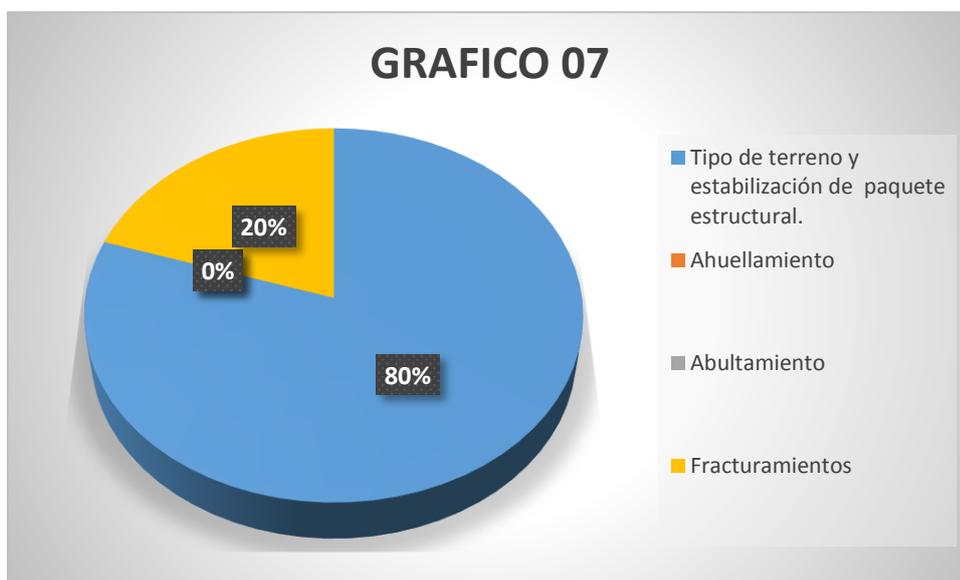
**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.

- 7. ¿Cuál es la falla más litigante que afecten a la estructura del pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura según su apreciación?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Tipo de terreno y estabilización de paquete estructural.	16	80%
Ahuellamiento	0	0
Abultamiento	0	0
Fracturamientos	4	20%

**Tabla n° 07** Falla más ligante que afecta a la estructura del pavimento

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.



**Gráfico n° 07** Falla más ligante que afecta a la estructura del pavimento

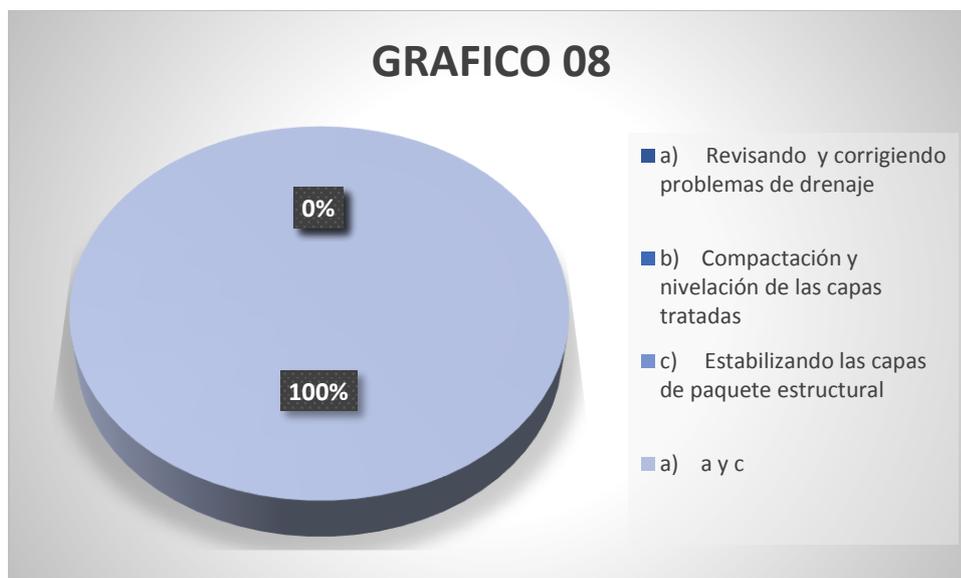
**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.

➤ **8. ¿Cómo se podría tratar las fallas que afectan la estructura del pavimento flexible?**

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
a) Revisando y corrigiendo problemas de drenaje	0	0
b) Compactación y nivelación de las capas tratadas	0	0
c) Estabilizando las capas de paquete estructural	0	0
a) a y c	20	100%

**Tabla n° 08** Tratamiento de fallas que afectan la estructura del pavimento

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. *Elaboración propia.*



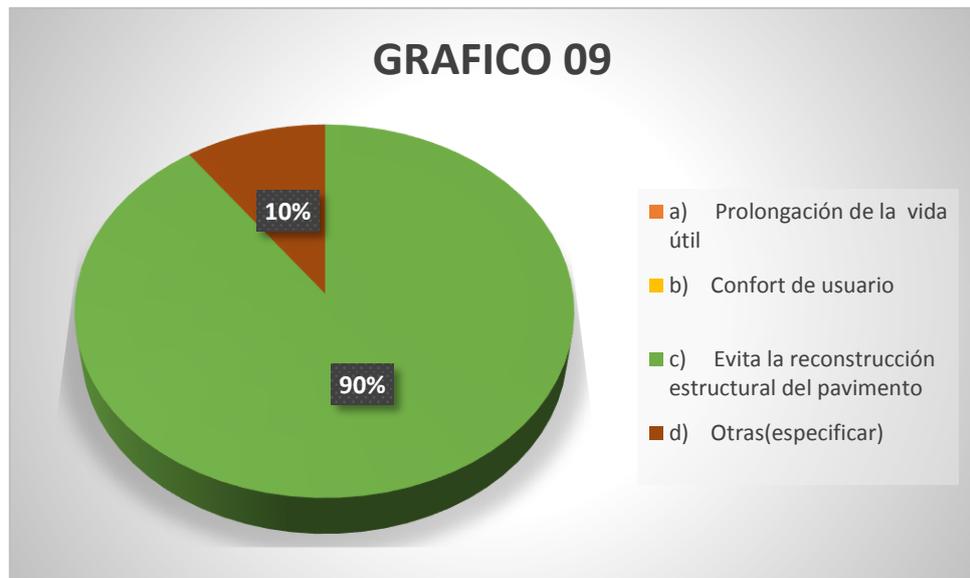
**Gráfico n° 08** Tratamiento de fallas que afectan la estructura del pavimento

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. *Elaboración propia.*

**9. ¿Cómo influye el mantenimiento oportuno en la vida útil del pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura?**

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
a) Prolongación de la vida útil	-	-
b) Confort de usuario	-	-
c) Evita la reconstrucción estructural del pavimento	18	90%
d) Otras(especificar)	2	10%

**Tabla n° 09** Mantenimiento oportuno en la vida útil del pavimento  
**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.



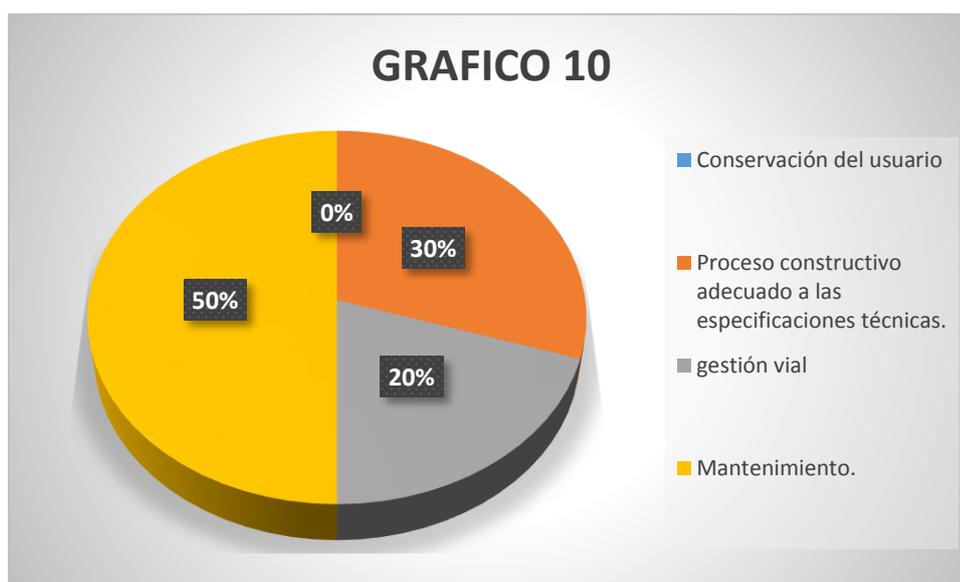
**Gráfico n° 09** Mantenimiento oportuno en la vida útil del pavimento  
**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.

➤ **10. ¿Qué medida aportaría para una mejor serviciabilidad de los futuros pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura?**

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Conservación del usuario	-	-
Proceso constructivo adecuado a las especificaciones técnicas.	6	30%
gestión vial	4	20%
Mantenimiento.	10	50%

**Tabla n° 10** Mejorar la serviciabilidad de los futuros pavimentos

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.



**Gráfico n° 10** Mejorar la serviciabilidad de los futuros pavimentos

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros. Elaboración propia.

# **CAPÍTULO IV:**

## **DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### 4.1. RESULTADOS\_TABLAS Y GRÁFICOS

N° MUESTRA	AREA M2
RUTA SONDOR-SONDORILLO	24,075
TOTAL	24,075

Tabla N° 11 : Área de muestra de estudio

Al hacer el inventario de deterioros y analizar las fallas de la muestra en estudio del pavimento flexible, las cuales se tomó el sector Sondor – Sondorillo. El área del tramo es 24,075 m2, en el cual el total es 100%.

#### 4.2. RESULTADOS DE LA UNIDAD DEL TRAMO SONDOR – SONDORILLO

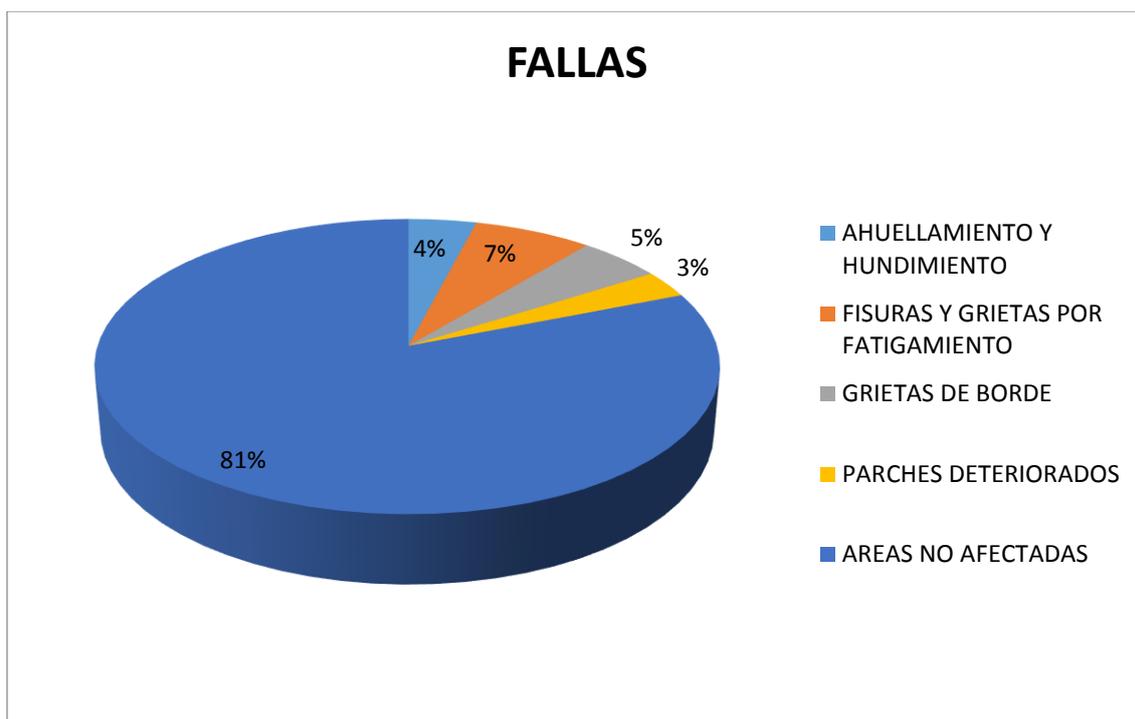
FALLAS	AREAS M2	AREAS %
Ahuellamiento y/o Hundimiento.	9	4%
Fisuras y grietas por fatigamiento.	17	7%
Grietas de borde.	12	5%
Parches deteriorados.	8	3%
Área no afectada	24,029	81%
Total	24,075	100%

Tabla N° 12: Fallas encontradas en la ruta Sondor-Sondorillo.

Fuente propia.

Al hacer una inspección visual en el tramo antes mencionada y analizar el grado de severidad, de la muestra de estudio se encontró un porcentaje de 81% de área no afectada y un 7% de fisuras y grietas por fatigamiento siendo este el más alto porcentaje de áreas dañadas, siguiéndole, grietas de bordes con un 5%. Siguiéndole el resto de porcentajes.

Gráfico N°11 porcentaje de fallas en el pavimento



Fuente: Propia

#### 4.3. RESULTADOS DE ENCUESTA.

Para tener una investigación sustentada se recurrió a un formulario para profesionales capacitados, que conocen del tema de pavimento flexible.

Después de obtener los resultados, producto de las encuestas de apreciación visual y criterio de los profesionales encuestados se llega a los siguientes resultados:

**1. ¿Considera que el pavimento flexible de la ruta circundante del tramo Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura se encuentra en buen estado?**

Si, el 60% de los profesionales encuestados opinan que el pavimento tiene ciertas fallas pero está en buen estado.

No, el 40 % restante opina que el pavimento no cumple con lo previsto, en el cual dan por resultado que no está en buen estado. **(Gráfico N°01)**

**2. ¿Con que valores calificaría el nivel de servicio del pavimento según la norma AASHTO?**

1,1-2,0 – según la norma AASHTO el 10 % de profesionales opinan que su serviciabilidad es mala.

2,1-3,0 -- según la norma AASHTO el 40 % de profesionales opinan que su serviciabilidad es regular.

3,1-4,0---- según la norma AASHTO el 50 % de profesionales opinan que su serviciabilidad es buena. **(Gráfico N°02)**

**3. ¿A qué cree que se deba la presencia de fallas o deterioros en el pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura?**

Según la encuesta realizada los ingenieros el 30% de los encuestados opina que el pavimento tiene un mal comportamiento del terreno es por ello las fallas.

Según la encuesta realizada los ingenieros el 40% de los encuestados opina que el pavimento tiene una mala calidad de los materiales es por ello las fallas.

Según la encuesta realizada los ingenieros el 30% de los encuestados opinan que el pavimento falla por las condiciones climáticas. **(Gráfico N°03)**

**4. ¿Cómo cree usted que afecte las fallas del pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura?**

El 20 % de los encuestados opinan que las fallas afectarían en accidentes.

El 80 % de los encuestados opinan que las fallas ocasionarían desgaste de los vehículos. **(Gráfico N°04)**

**5. ¿Cuál es la causa más común y constante la cual afecta mayormente al pavimento flexible. Según su apreciación?**

El 10 % de los encuestados opinan que la causa más común son Fisuras y grietas por fatigamiento.

El 20 % de los encuestados opinan que la causa más común son Parches deteriorados.

El 70 % de los encuestados opinan que la causa más común son Mala aplicación de bitumen asfáltico. **(Gráfico N°05)**

**6. Como se podría tratar la falla que afecta al funcionamiento de la capa de rodadura del pavimento**

Los ingenieros en su totalidad opinaron que solo se podría tratar mejorando de capas del pavimento. **(Gráfico N°06)**

**7. ¿Cuál es la falla más litigante que afecten a la estructura del pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, hbba, Piura según su apreciación?**

El 80 % de los ingenieros encuestados se inclinó por la alternativa de tipo de terreno y estabilización de paquete estructural.

El 20 % de los ingenieros encuestados se inclinó por la alternativa de Fracturamientos. **(Gráfico N°07)**

**8. ¿Cómo se podría tratar las fallas que afectan la estructura del pavimento flexible.**

El 100 % de los ingenieros encuestados se inclinó por la alternativa de la cual tomaba dos alternativas juntas la a y la c. **(Gráfico N°08)**

**9. ¿Cómo influye el mantenimiento oportuno en la vida útil del pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura?**

El 90 % de los ingenieros encuestados se inclinó por la alternativa c que trata de evitar la reconstrucción estructural del pavimento.

El 10 % de los ingenieros encuestados se inclinó por la alternativa d la cual especifica que hay más ventajas en las cuales el mantenimiento oportuno le daría al pavimento en la calidad de vida. **(Gráfico N°09)**

**10. ¿Qué medida aportaría para una mejor serviciabilidad de los futuros pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura?**

El 30 % de los encuestados opinan que la medida es el proceso constructivo adecuado a las especificaciones técnicas.

El 20 % de los encuestados opinan que la medida correcta es la gestión vial.

El 50 % de los encuestados opinan que la medida correcta es el mantenimiento. **(Gráfico N°09)**

## **CAPÍTULO V.**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES

De la investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

1. La provincia de Huancabamba es un sector productor de ganadería y agrícola, en donde la población es la mayor beneficiada ya que el ingreso y salida de los vehículos de carga pesada son mucho más frecuentes por lo que es necesario que estas vías estén en buenas condiciones de transitabilidad.
2. Se debe recalcar que el presupuesto esta con márgenes económicos mucho más altos de los que verdaderamente se gastan en campo.
3. En el caso particular de esta obra hubo una falta de supervisión y monitoreo de los trabajos en su ejecución lo que constituye una parte fundamental para lograr un proyecto de calidad. Este proyecto que lo hizo el consorcio de gestiones viales del norte (**ODEBRECH Y OBRAINSA**), el error radica en que no se respetaron las especificaciones técnicas, y no se realizaron los controles oportunos de calidad.
4. Es claro identificar que las causas principales que produce mayor daño a la pavimentación es producto de las precipitaciones pluviales y a los diferentes cambios climáticos que se presentan en la provincia de Huancabamba.
5. Si bien es cierto que la seguridad en obra se exigió según las normas actuales y que estuvo a cargo de un ingeniero de seguridad , una de las labores del suscrito fue asistir como apoyo a la seguridad como el correcto uso de EPP y la prevención de accidentes.
6. El uso de información sobre peligros naturales es un nuevo enfoque necesario para reducir la vulnerabilidad y las fallas en los pavimentos asegurando una mejor transitabilidad.
7. Según los resultados de las encuestas se puede ver diferentes patologías que impiden el libre tránsito como el fatigamiento, hundimiento, parches deteriorados, entre otras fallas las cuales afectan la libre transitabilidad. Predominando fisuras y grieta por fatigamiento (7%).

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- 1- Se recomienda tener un control de los vehículos de carga pesada ya que muchas veces son sobrecargados y son los causantes de las fluctuaciones y deformaciones del pavimento.
- 2- El estado debe plantear márgenes y normas en el cual se respeten los presupuestos y se cumpla con lo aprobado y así reducirá la corrupción y el mal uso de los fondos dados para cada proyecto.
- 3- En el futuro se recomienda que los perfiles de proyectos planteados de Transporte vial reflejen un balance entre la inversión de infraestructura y con un bajo índice de fallas para que pueda la población gozar de la obra sin que esta tenga desperfectos en tan poco tiempo de vida y hacer más eficiente la ejecución de los proyecto respetando los contratos y sobre todo las especificaciones técnicas de cada expediente puesto en pie.
- 4- Se debe realizar un estudio de vulnerabilidad e identificar las áreas para que cuando las precipitaciones pluviales se presenten, se pueda evitar los daños de las capas del paquete estructurales.
- 5- Se debe continuar implementando acciones que garanticen la seguridad tanto de los trabajadores como de los usuarios, verificando que todos cumplan con las medidas de seguridad indicadas. Para lograr una ejecución sin accidentes o inconvenientes.
- 6- Se recomienda la elaboración de códigos de diseño y especificaciones Técnicas de construcción vial en los cuales se incluya la reducción de Vulnerabilidad ya que no se toman en cuenta debido a que los proyectos muchas veces no son ejecutados de tal manera que se cumplen todos los estudios de calidad necesarios.
- 7- Debe programarse un mantenimiento rutinario para superar las fallas que se presenten. Cumpliendo con el proceso de repación que se plantea en

el acápite 2.2.10. que son los cuadros del tipo de fallas de pavimento flexible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Rabanal Pajares Jaime Enrique – Cajamarca (2014)**, “análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de Evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento.”
2. **Morales Olivares Javier – Piura (2005)**, Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo.
3. **Hanser López José – Guatemala (2008)**, análisis de la evaluación técnica y económica de proyectos viales con el modelo de estándares de conservación y diseño de carreteras.
4. **Rodríguez González René Alexander – Ecuador (2011)** “Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular en los Caminos Rurales de las Poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo”
5. **Tabares González Ricardo – Colombia**, Diagnóstico de la vía existente y diseño de pavimento flexible de la vía de acceso al barrio ciudadela del café – vía la badea-
6. **Gómez Vallejos Susan Jackelin, Trujillo (2014)**, “Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del óvalo Grau – Trujillo - la libertad”.
7. **Manual de Conservación Vial- RD-05-2016 y Mtc.- RD-05-2014**
8. **Expediente Técnico de obra.(digital)**
9. **Provias Nacional – Pagina Web Oficial – 2016**
10. **Dipromar – Pagina Web – Oficial – 2016**
11. **Norma\_010\_ pavimentos\_urbanos, PDF.**
12. **Reglamento Nacional de Gestión Infraestructura Vial DS N° 034-2008-MTC**
13. **LINKS**

- [WWW.MTC.COM.PE](http://WWW.MTC.COM.PE)
- [WWW.DIPROMAR.COM.PE](http://WWW.DIPROMAR.COM.PE)

# ANEXOS

## ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	JUSTIFICACIÓN	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	METODOLOGÍA
"MANTENIMIENTO DE LA VÍA HUANCABAMBA-SONDORILLO: SECTOR SONDOR – SONDORILLO CON EL FIN DE MEJORAR SU TRANSITABILIDAD. PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA. AGOSTO – 2016"	¿Con el conocimiento de las fallas de la vía Sondor-Sondorillo se logrará mejorar la transitabilidad y se permitirá el libre tránsito vehicular?	Realizar el mantenimiento de la vía del Huancabamba-Sondorillo: Sector Sondor – Sondorillo con el fin de mejorar su transitabilidad. Provincia de Huancabamba, Departamento De Piura. Agosto – 2016.	Esta Investigación se justifica en la solución y mayor durabilidad de los pavimentos flexibles.	<b>Conservación Vial.-</b> Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.  Pavimento flexible.  Se caracteriza por estar conformado en la superficie por una capa de material bituminoso o mezcla asfáltica que se apoya sobre capas de material granular (Base y sub-base).	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Inductivo</li> <li>➤ Analítico</li> <li>➤ Descriptivo</li> <li>➤ Observativo</li> </ul>
		<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conocer las diferentes actividades de mantenimiento que se tendrá que realizar en la vía Sondor - Sondorillo</li> <li>➤ Conocer las diferentes fallas que se pueden presentar de acuerdo a la transitabilidad en la vía Sondor – Sondorillo.</li> <li>➤ Realizar el mantenimiento de la vía Sondor-Sondorillo para lograr su transitabilidad.</li> </ul>			



## ENCUESTA 02: ENCUESTA AL PROFESIONAL INGENIERO

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



### ENCUESTA

Estimado Sr (a) el presente cuestionario tiene por objetivo recoger información relacionada con las Fallas del Pavimento flexible del tramo Sondor – SONDORILLO, provincia de Huancabamba, región Piura, razón por la cual le solicito conteste con sinceridad a cada una de las interrogantes hechas.

AREA.....FECHA.....

LUGAR.....

**1. ¿Considera que el pavimento flexible de la ruta circundante del tramo Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura se encuentra en buen estado?**

- a) Si
- b) No
- c) No sabe

**2. ¿Con que valores calificaría el nivel de servicio del pavimento según la norma AASTHO 1961?**

- a) 0,0--- intransitable
- b) 0,1-1,0-- muy malo
- c) 1,1-2,0 --malo
- d) 2,1-3,0 ---regular
- e) 3,1-4,0---- bueno
- f) 4,1-4,9--- muy bueno
- g) 5,0 –o más ----excelente

3. **¿A qué cree que se deba la presencia de fallas o deterioros en el pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura?**
- a) Mal comportamiento del terreno
  - b) Mal calidad de los materiales
  - c) Condiciones climáticas
  - d) Falta de mantenimiento
4. **¿Cómo cree usted que afecte las fallas del pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura?**
- a) congestión vehicular
  - b) libre tránsito de transeúntes
  - c) accidentes
  - d) desgaste de los vehículos
5. **¿Cuál es la falla más litigante que afecte al funcionamiento del pavimento flexible para el libre tránsito del usuario. Según su apreciación?**
- a) Desgaste superficial
  - b) Fatigamiento
  - c) Parches Deteriorados
  - d) Mala aplicación de bitumen asfáltico
6. **Como se podría tratar la falla que afecta al funcionamiento de la capa de rodadura del pavimento**
- a) Reemplazando el material existente con uno de mejor calidad y resistencia de cargas de tránsito.
  - b) Haciendo limpieza de la zona y reforzando carpeta asfáltica.
  - c) Mejorando las capas del Pavimento

**7. ¿Cuál es la falla más litigante que afecten a la estructura del pavimento pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, hbba, Piura según su apreciación?**

- a) Tipo de terreno y estabilización de paquete estructural.
- b) Ahuellamiento
- c) Abultamiento
- d) fracturamientos

**8. ¿Cómo se podría tratar las fallas que afectan la estructura del pavimento flexible.**

- a) Revisando y corrigiendo problemas de drenaje
- b) Compactación y nivelación de las capas tratadas
- c) Estabilizando las capas de paquete estructural
- d) a y c

**9. ¿Cómo influye el mantenimiento oportuno en la vida útil del pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura?**

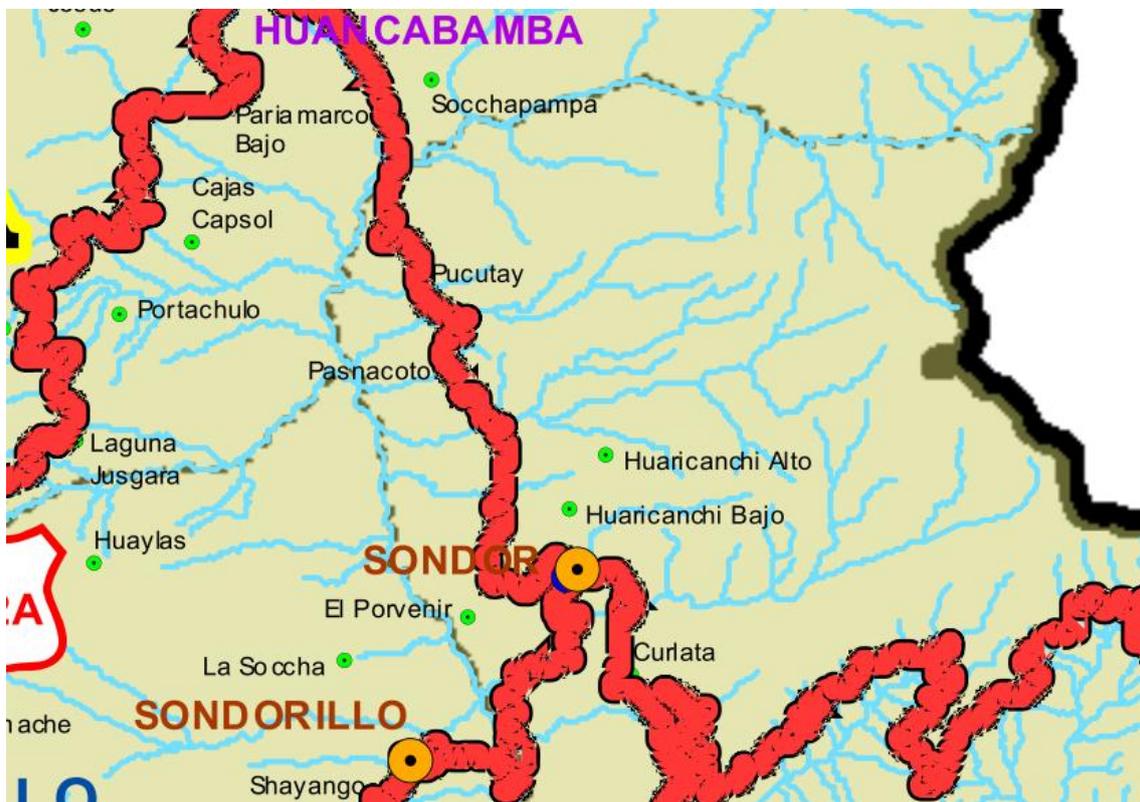
- a) Prolongación de la vida útil
- b) Confort de usuario
- c) Evita la reconstrucción estructural del pavimento
- d) Otras(especificar).....

**10. ¿Qué medida aportaría para una mejor serviciabilidad de los futuros pavimento flexible de ruta Sondor – Sondorillo, Hbba, Piura?**

- a) Conservación del usuario
- b) Proceso constructivo adecuado a las especificaciones técnicas.
- c) gestión vial
- d) mantenimiento.

**Gracias por su colaboración**

### ANEXO 03: PLANO DE UBICACIÓN



#### ANEXO 04: EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

Debido a las precipitaciones pluviales, provoco primero la llamada PIEL DE COCODRILO, con el transito diario un pequeño asentamiento lo cual se necesitara de un PARCHADO. KM. 98+480 sector SONDOR – SONDORILLO



Podemos apreciar que es un problema llamado ahuellamiento y/o hundimiento y acompañado de grietas por fatigamiento.

- En el mismo sector se procede con la limpieza y picado de partes no se compactaron adecuadamente para luego empezar con el procedimiento del echar agregado adecuando para la base.



Una vez que se ha vertido el agregado en dicha falla se procede a compactar para seguir echando material granular a la base antes de la capa asfáltica.



- Seguimos echando el agregado compactándolo, para poder agregar la mezcla asfáltica rehabilitando el pavimento y recuperar su transitabilidad.



## ARTÍCULO CIENTÍFICO

**“MANTENIMIENTO DE LA VÍA HUANCABAMBA-SONDORILLO: SECTOR SONDOR – SONDORILLO CON EL FIN DE MEJORAR SU TRANSITABILIDAD. PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA. AGOSTO – 2016”.**

### RESUMEN

El propósito del presente trabajo de tesis es analizar las fallas en los pavimentos de la Vía Huancabamba-Sondorillo: Sector Sondor – Sondorillo, Provincia de Huancabamba, Departamento de Piura. Agosto – 2016”, para poder determinar las posibles deficiencias y las labores de mantenimiento que esta requiere, con el fin de mejorar su transitabilidad.

Para garantizar que la vía ofrezca un nivel de serviciabilidad adecuado, que genere bienestar, confort y seguridad, al turista y al comercio urbano es necesario e importante saber las causas de su deterioro desde el nivel constructivo. Y sobre todo contar con un buen equipo de profesionales para logra un trabajo óptimo.

El objetivo de este trabajo de investigación es analizar las fallas en los pavimentos Vía Huancabamba - Sondorillo: Sector Sondor – Sondorillo, Provincia De Huancabamba, Departamento De Piura. Para conocer el grado de severidad.

La metodología utilizada es por medio de la inspección visual, de la vía en estudio, en el cual se recorrió la vía. Se tomó fotografías de las fallas más relevantes, y se fracciono por zonas para identificar las fallas presentes en el pavimento, Vía Huancabamba - Sondorillo: Sector Sondor – Sondorillo, Provincia De Huancabamba, Departamento De Piura. Para luego estudiar sus causas y dar propuestas de una rehabilitación, para así tener una mejor condición y serviciabilidad del pavimento.

Y para obtener un trabajo de investigación óptimo se procedió hacer un análisis estadístico al interpretar los resultados de las encuestas realizadas a los profesionales que viven de la vía Hbba - Sondorillo y que conocen y observan estas fallas relevantes del pavimento en estudio.

Palabra clave: fallas de pavimentos flexibles, pavimento flexible.

## **ABSTRACT**

The purpose of this thesis work is to analyze the faults in the pavements of the Huancabamba-Sondorillo Road: Sondor Sector - Sondorillo, Huancabamba Province, and Department of Piura. August - 2016 ", in order to be able to determine the possible deficiencies and the maintenance work that this requires, in order to improve its transitivity.

To ensure that the road offers a level of serviceability, that generates comfort, comfort and safety, to the tourist and to the urban commerce, it is necessary and important to know the causes of its deterioration from the constructive level. And above all have a good team of professionals to achieve an optimal job.

The objective of this research is to analyze the faults in the pavements Via Huancabamba - Sondorillo: Sector Sondor - Sondorillo, Huancabamba Province, Department of Piura. To know the degree of severity.

The methodology used is through the visual inspection of the road under study, in which the road was crossed. Photographs were taken of the most relevant faults, and fractioned by zones to identify the faults present in the pavement, Via Huancabamba - Sondorillo: Sector Sondor - Sondorillo, Province De Huancabamba, and Department De Piura. Then to study its causes and give proposals for rehabilitation, in order to have a better condition and serviceability of the pavement.

And to obtain an optimum research work, a statistical analysis was carried out when interpreting the results of the surveys carried out to the professionals who live on the Hbba - Sondorillo road and who know and observe these relevant faults of the pavement under study.

Keyword: flexible pavement faults, flexible pavement.

## **INTRODUCCIÓN**

El nuevo cambio que experimenta Piura, socialmente y con ello en su economía ha hecho que sea una región con mayor fluidez en la circulación de vehículos.

La conservación vial es el conjunto de actividades que se realizan para mantener en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen la vía y, de esta manera, garantizar que el tránsito sea cómodo, seguro, fluido y económico. En la práctica, lo que se busca es preservar el capital ya invertido en la construcción de la infraestructura vial, evitar su deterioro físico prematuro y, sobre todo, mantener la vía en condiciones operativas adecuadas a las necesidades y demandas de los usuarios, es de naturaleza claramente tipificada como gastos ordinarios, aplicados a la necesidad de proporcionar un nivel de servicio operativo optimizado en el concepto económico, que en cualquier caso debe significar una condición de transitabilidad continua, cómoda y segura. (Manual De Conservación Vial- RD-05-2016)

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su calidad de órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre, es la autoridad competente para dictar las normas correspondientes a la gestión de la infraestructura vial y fiscalizar su cumplimiento. La importancia de la red vial vecinal, hace necesario fortalecer el sistema de gestión y control del servicio de mantenimiento vial rutinario de los caminos vecinales, que es la más extensa del país. (Manual De Conservación Según MTC.- RD-05-2014)

La carretera de Huancabamba a Cajamarca ha sido desde hace varios años una trocha Carrozable la cual debido a las lluvias y el descuido de las autoridades competentes siempre se da mantenido en un mal estado hasta que el ministerio de transportes y comunicaciones aprobó el proyecto de conservación de niveles por servicios con aplicación de pavimentos básicos que fue puesto en ejecución en el año 2012-2016.

El tramo para ejecutar el proyecto consta de 610 km. Siendo anteriormente un tipo de pavimento afirmado, las rutas son: PE-3N\_PI-104\_PI104A. Las provincias que se benefician son Huancabamba,

Ayabaca, San Ignacio, Jaén, la población beneficiada es alrededor de 146 887 habitantes, generando un empleo de 18,931 hombres.(Provias Nacional – Pagina Web Oficial - 2016)

El ministro de Transportes y Comunicaciones (MTC), Martín Vizcarra, sostuvo que la meta del Gobierno en materia de infraestructura vial es pavimentar 15,000 kilómetros, de los cuales 7,500 kilómetros son nacionales, 5,000 kilómetros son departamentales y 2,500 kilómetros son vecinales. “Lo que falta pavimentar en los ámbitos departamental y vecinal representa alrededor de 40,000 kilómetros. Si vamos a avanzar con 7,500 kilómetros, resta una parte importante por cubrir”, manifestó.

En ese sentido, Vizcarra instó a los gobiernos regionales y locales llegar a un consenso para priorizar aquellas vías que son más necesarias de atender. “Como no es posible atender todo a la vez, tenemos que hacer un orden de prioridad para ir trabajando. El orden de prioridad en cuanto a vías nacionales lo determina el MTC porque es nuestra competencia, mientras que el orden de prioridad en vías departamentales y vecinales lo

hacemos coordinadamente”, subrayó. Para establecer el orden de prioridad en los ámbitos departamental y vecinal, el ministro propuso que los técnicos de los gobiernos regionales y locales se reúnan con los especialistas del MTC y así determinar la viabilidad y otros aspectos en detalle. (DIPROMAR – Pagina Web – Oficial - 2016).

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **OBJETIVO GENERAL**

11. Realizar el mantenimiento de la vía del Huancabamba-Sondorillo: Sector Sondor – Sondorillo Con El Fin De Mejorar Su Transitabilidad.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Conocer las diferentes actividades de mantenimiento que se tendrá que realizar en la vía Sondor – Sondorillo.
- Conocer las diferentes fallas que se pueden presentar de acuerdo a la transitabilidad en la vía Sondor – Sondorillo.

- Realizar el mantenimiento de la vía Sondor-Sondorillo para lograr su transitabilidad.

### **Métodos de Investigación**

Los principales métodos a utilizar en la investigación:

**a) Método Inductivo.-** Estos métodos nos permiten realizar un estudio particular con el propósito de llegar a la conclusión y premisas generales que pueden ser aplicadas a situaciones similares que genera el proceso de investigación.

**b) Método Analítico.-** Es importante realizar un estudio analítico sintético de los temas expuestos en el presente trabajo, identificando cada una de las partes que caracterizan una realidad. De esa manera se establece la relación causa-efecto entre los elementos que compone el objeto de investigación, desintegrando las ideas para conocer con mayor profundidad.

**c) Método Descriptivo.-** Este método consiste en evaluar ciertas características de una situación particular en uno o más puntos del

tiempo. En esta investigación se analizan los datos reunidos para descubrir así, cuales variables influye entre sí.

**d) Método Observativo.-** este método se usa para detectar y asimilar los rasgos de un elemento utilizando los sentidos como instrumentos principales.

### **ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **Antecedentes Internacionales**

1- Ricardo Tabares González – Colombia, realizo un estudio de tesis **Diagnóstico de la vía existente y diseño de pavimento flexible de la vía de acceso al barrio ciudadela del café – vía la badea-**

El diseño de las estructuras de pavimentos flexibles es un tema de estudio e investigación, como consecuencia de los diversos resultados obtenidos en la construcción y, particularmente, en la recuperación de la estructura de las vías vehiculares pavimentadas.

Este trabajo realiza una evaluación de los diferentes

métodos empleados para el diseño de estructuras de pavimento según criterio y parámetros empíricos, semi-empíricos y racionales, para establecer las distintas alternativas estructurales que se tienen en esta área.

Esto con el fin de confrontar y comparar los conceptos técnicos, académicos y parámetros empleados para los diferentes tipos de diseño, determinando las diferencias en que ellos lo derivan y que al ser aplicados puedan o no desarrollar resultados objetables e inadecuados con respecto a los comportamientos de la situación real de la estructura.

En forma adicional en este trabajo se realiza un diagnóstico vial para el tramo de la vía existente en estudio, el cual pretende saber las condiciones actuales de la estructura y la superficie de rodadura, como ejercicio académico para que dicho proyecto, sirva como material de consulta a estudiantes de pregrado y postgrado, y además pretende comparar (2)

procedimientos de inspección o inventario de la malla de vial con el fin de generar las conclusiones que al respecto tengan lugar.

- 2- Ing. René Alexander Rodríguez González – Ecuador (2011), en su tesis **“Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular en los Caminos Rurales de las Poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo”**

En el Ecuador, y en general en los países en vías de desarrollo, la falta de una adecuada Gestión de conservación vial, ha producido que las redes viales tengan un ciclo “fatal” de la vía, que incluye la construcción, su abandono, el deterioro excesivo, colapso y su reconstrucción. Este ciclo “fatal” de la vía, afecta directamente a los usuarios, los cuales ven reflejarse los daños

de la vía en el aumento de los costos de operación vehicular, de la misma manera, los recursos de las Instituciones Administradoras de las redes viales, las cuales de no actuar en el momento justo y con actividades necesarias, se ven obligadas a futuro a realizar mayores gastos para mantener las vías en niveles de servicio aceptables, llegando a los extremos de realizar una rehabilitación o reconstrucción dependiendo el grado de deterioro.

En la presente investigación, se analizó la vía Riobamba – San Luis – Punín – Flores – Cebadas, de la provincia de Chimborazo, la cual servirá como modelo, para aplicar una adecuada gestión de conservación vial, que permitirá reducir los costos de operación vehicular y costos de mantenimiento vial.

Realizamos Investigaciones de campo para obtener información base, en referencia al estado actual de la vía, realizando un inventario vial, para posteriormente analizar, evaluar y diagnosticar;

complementario a ello, se recopiló información en las Instituciones como el Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Chimborazo y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas – Chimborazo, en donde se recogió información histórica de los estudios ejecutados y las intervenciones realizadas. De igual manera se consultó e investigó bibliográficamente, sobre Sistemas de Gestión vial, niveles de conservación vial, modalidades de ejecución, Costos de operación vehicular, costos de mantenimiento vial, de rehabilitación y reconstrucción, sistemas de mediciones e inventario vial, utilizados a nivel nacional e internacional, que son aportes importantes en esta investigación. Para desarrollar la investigación, nos basamos en seis capítulos, los cuales forman parte integral del cuerpo de la tesis, donde vamos ampliando cada escenario investigado y que aporta al tema. En la primera parte de la investigación, se formula el problema de

investigación, que es la falta de un adecuado modelo de gestión de conservación vial, el cual aporte a la reducción de los costos de operación vehicular y de mantenimiento. Se recopila la información referente al tema de investigación, antecedentes, criterios de conservación vial, ciclos de la vida de los caminos, inventarios viales, aspectos por los que se deteriora la vía, importancia de la conservación, planes existentes, niveles de actuación, sistemas de gestión, modalidades de aplicación, ahorro de costos de operación vehicular, sus distintas metodologías a nivel de Latinoamérica, se recopiló información sobre los costos de mantenimiento vial, su frecuencia de intervención y niveles de acuerdo a las condiciones de la vía.

- 3- José Ángel Hanser López – Guatemala (2008), **ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE PROYECTOS VIALES CON EL MODELO DE ESTANDARES DE**

## **CONSERVACIÓN Y DISEÑO DE CARRETERAS.**

Este estudio muestra como el Software Modelo de estándares de conservación y diseño de carreteras (HDM, siglas en inglés), se relaciona de manera directa con la aplicación y manejo de un Sistema de Gestión de Pavimentos (SGP). Mucha de la información fue extraída de estudios realizados en México, Perú, Chile y Colombia, además de manuales propios del HDM, los cuales en conjunto nos expresan la operación de un sistema de gestión de pavimentos y como el HDM es utilizado para facilitar el manejo de datos, para proporcionar estrategias de conservación y mejoramiento de un tramo o una red de carreteras, a partir de una evaluación económica. El objetivo principal es dar a conocer el HDM, para empezar a crear una base de información respecto al tema, debido a que en Guatemala se conocen muy poco sobre gestión de pavimentos, por lo que se muestra como se aplica

a un proyecto de carreteras para determinar la viabilidad de la inversión.

Durante el desarrollo de los capítulos, el estudio presenta los principios básicos de la administración de pavimentos, de cómo nace el HDM a partir de modelos de deterioro de pavimento existentes, además de una visión general del HDM para su aplicación a un proyecto de carreteras. Por último, la evaluación técnica y económica que ayuda en la toma de decisiones de una institución gestora de pavimentos.

### **Antecedentes Nacionales**

- 1- Ing. Edwin Wilder Apolinario Morales, en su tesis **Innovación del método vizir en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito**. En el cual se concluyó: El trabajo desarrollado, presenta una propuesta para la evaluación de la condición superficial del pavimento, en carreteras de bajo volumen de tránsito, basado en una modificación del método VIZIR que no es muy difundido en

nuestro medio, como ocurre en los países de Europa, África, América central y del sur, donde sirvió de base para el establecimiento de normas nacionales.

Se presenta una alternativa para la evaluación de la condición superficial de pavimentos en carreteras de bajo volumen de tránsito, denominado ESBVT, en donde no se excluye ningún tipo de manifestación de deterioro de pavimento, considerando que son indicadores que presenta el pavimento y que deben usarse para toma de decisiones.

El ministerio de transportes y comunicaciones, como parte de su política de mantenimiento y conservación de la red vial nacional, ejecuta trabajos de mejoramiento de las carreteras de bajo volumen de tránsito, en el cual solo realiza el mejoramiento de la superficie de rodadura sin modificar la geometría vial, como es el caso de la carretera Cañete – Chupaca, que presenta un diseño geométrico que se

ajusta a las condiciones geográficas del terreno.

Tomando como referencia esta carretera, donde las obras de estabilización de taludes inestables se hallan postergadas en el tiempo, hasta que se incrementa el volumen de tránsito, razón por la cual en el método propuesto se incluye a realizar una corrección por fragilidad del pavimento básico, considerando que el deterioro del pavimento está expuesto a factores influyentes, como la topografía, configuración de la sección de la vía, estabilidad de taludes, precipitación pluvial y clima.

Además se presenta un catálogo para la evaluación de pavimentos básicos en carreteras de bajo volumen de tránsito usando fotos que manifiestan los diversos tipos de deterioros que caracterizan a este tipo de pavimentos y permita formular estrategias de intervención objetivas y técnicamente sustentadas.

En las carreteras de bajo volumen de tránsito BVT, se carecen de métodos adecuados que permitan orientar la evaluación y determinar las necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición del pavimento básico. Los métodos foráneos existentes deben ser innovados para su empleo e implementación de políticas de trabajo, en base a estudios de investigación que contribuyan al mantenimiento y uso de los recursos adecuadamente.

- 2- Susan Jackelin Gómez Vallejos, Trujillo (2014), **“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL ANILLO VIAL DEL ÓVALO GRAU – TRUJILLO - LA LIBERTAD”**

#### **RESUMEN**

En la actualidad, se ha originado el incremento del parque automotriz en nuestra ciudad, y por ende La Municipalidad de Trujillo viene ejecutando la obra “Creación del intercambio vial del Óvalo Grau”. Esta nueva obra de

infraestructura vial urbana, consiste en un viaducto elevado de 60 metros de largo por una rampa y un total de 450 metros de longitud que siguen la trayectoria de la Avenida América Sur, efectuándose los trabajos de demolición de toda la antigua construcción del pavimento actual en el anillo vial para hacer realidad el paso a desnivel del Óvalo Grau. 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. La metodología permitió establecer los métodos y técnicas que van relacionados con la durabilidad que está ligada a factores económicos y sociales. La durabilidad que se le desea dar al anillo vial, depende de la importancia de este. Para la concepción del proyecto vial, se ha tomado en cuenta los volúmenes de tránsito existentes, las proyecciones de los mismos y

el aspecto estético del proyecto integral, de modo que se pueda solucionar así los movimientos vehiculares en todos los sentidos. Las avenidas involucradas en el estudio por la importancia que han adquirido, merecen un tratamiento especial toda vez que canalizan gran parte del tránsito. La presente tesis pretende determinar los criterios estructurales según normas y metodologías para diseñar la estructura de un pavimento flexible y así lograr un eficiente nivel de transitabilidad mejorando las condiciones de vida de la población en toda la zona de influencia.

**3- JAIME ENRIQUE RABANAL PAJARES – Cajamarca (2014), “ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE, UTILIZANDO EL METODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.”**

## RESUMEN

El trabajo realizado en esta tesis consiste en el empleo del índice PCI (Present Condition Index), muy empleado en varios países de América Latina. Para la valoración del estado del pavimento de la Vía de Evitamiento Norte se utilizó el método del índice de condición de pavimento; este índice toma valores que oscilan entre 0 (para la condición de fallado) hasta 100 (estado excelente). Para llegar a él se llevó a cabo una inspección visual detallada en toda la superficie del pavimento y sus elementos del drenaje y se recopiló la limitada información existente procedente del proyecto vial ejecutado, el historial de la carretera y el tráfico que la solicita.

La sección en estudio consta de dos carriles que propician un ancho de circulación de 6.10 m en una longitud de 2400 m. Su superficie total de 14 640 m<sup>2</sup> se subdividió en unidades

de análisis o inspección (que también pueden llamarse unidades de prueba) de 37.5 m de largo y 228.75 m<sup>2</sup> de área cada una. Esta magnitud está dentro de las recomendaciones del procedimiento PCI que sugiere unidades entre los  $232 \pm 93$  m<sup>2</sup>. De esta manera la sección estará formada por 64 unidades de prueba, las que fueron todas identificadas en el terreno mediante sus límites y un número. La tesis se ha dividido en 7 capítulos. En el primero se trata de la Realidad Problemática. Que el gran problema es el crecimiento acelerado del parque automotor, Justificación. Que es importante porque así se podrá a tocar el problema y encontrar posibles soluciones al mejoramiento y prevención, por último los Objetivos. Que es realizar el análisis del estado de conservación del pavimento. En el segundo

capítulo se ha desarrollado el marco teórico, donde se define el concepto de pavimento, su clasificación y el procedimiento del método: el muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de inspección, etc. El tercer capítulo se ha formulado la hipótesis. Que fue la siguiente. El estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el método índice de condición del pavimento, es regular. El cuarto capítulo se presenta el producto de aplicación profesional. El quinto capítulo se ha descrito Materiales y métodos. El sexto capítulo se presenta los resultados, se describe la zona de estudio y se detalla el procedimiento de inspección realizado así como las hojas de registro, con el respectivo cálculo del índice de condición de pavimento para cada unidad de muestra analizada. En el séptimo

capítulo se presenta la Discusión que trata de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles como baches, piel de cocodrilo y fisuras longitudinales y transversales las que fueron las más representativas en todo el tramo. Se concluye que la Vía de Evitamiento Norte tiene un pavimento de estado regular, con un PCI ponderado igual a 49.

#### **Antecedentes Locales.**

- 1- Denis José Alvarado Córdova, **Las patologías permanentes en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en la av. Guardia Civil “tramos desde el Pte. Sánchez Cerro y el Terminal Terrestre Castilla – Distrito de Castilla, Prov. De Piura”.**

En los últimos 17 años el Perú ha impulsado una política favorable para la Construcción de Obras Viales a lo largo y ancho del territorio, habiéndose ejecutado más de 15,000

kilómetros de carreteras con pavimentos asfálticos, según reportes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La dinámica se manifiesta en obras importantes como las carreteras interoceánicas que atraviesan transversalmente el territorio peruano por el norte, centro y sur. La Interoceánica Sur, parte de límites con Brasil terminando en puertos marítimos del Océano Pacífico; interconectando de esta manera pueblos del Perú y permitiendo que Brasil tenga salida al mar hacia los mercados orientales. Ante esta realidad existe la imperiosa necesidad de mejorar la tecnología de los pavimentos asfálticos en el Perú a fin que estos logren alcanzar la vida útil para la que fueron diseñados. El presente trabajo de investigación bibliográfica se refiere a la deformación permanente que es una de las fallas del deterioro prematuro; es necesario conocer a mayor profundidad a fin de tomar las previsiones del caso desde la elaboración de los proyectos y

la posterior ejecución de las obras. El estudio presenta el concepto de la deformación permanente y las diferentes formas que se presenta en las capas del pavimento e inclusive a nivel de subrasante, originando tanto fallas funcionales como estructurales; profundizando además sobre el conocimiento del cemento asfáltico y básicamente sobre su comportamiento geológico que nos permita utilizarlo mejor como parte constituyente de las mezclas asfálticas. Asimismo se considera la necesidad de la elección y buen manejo de los agregados en cuanto a su gradación, forma, resistencia, etc., ya que influyen en forma determinante para la deformación permanente. Finalmente, se determina la necesidad que en el Perú se cuente con equipos de laboratorio y de campo que permitan realizar ensayos para manejar mejor la deformación permanente. Se presentan los ensayos y equipos especializados que se utilizan en otros países en la espera de

contar con alguno de ellos en el Perú; concluyéndose sobre la necesidad de efectuar estudios más profundos para el uso de los cementos asfálticos en acuerdo a la geografía y climas de las regiones del Perú; asimismo respecto a los parámetros volumétricos en el diseño de la mezcla asfáltica y la utilización de los agregados, destacándose además la importancia de los procesos constructivos que eviten fallas por deformación permanente.

2- Javier Paúl Morales Olivares – Piura (2005), **TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO UTILIZANDO SOBRECAPAS DE REFUERZO.**

El método de diseño AASHTO, originalmente conocido como AASHO, fue desarrollado en los Estados Unidos en la década de los 60, basándose en un ensayo a escala real realizado durante 2 años en el estado de Illinois, con el fin de desarrollar tablas, gráficos y fórmulas que representen las

relaciones deterioro-solicitud de las distintas secciones ensayadas. A partir de la versión del año 1986, y su correspondiente versión mejorada de 1993, el método AASHTO comenzó a introducir conceptos mecanicistas para adecuar algunos parámetros a condiciones diferentes a las que imperaron en el lugar del ensayo original. Se ha elegido el método AASHTO, porque a diferencia de otros métodos, éste método introduce el concepto de serviciabilidad en el diseño de pavimentos como una medida de su capacidad para brindar una superficie lisa y suave al usuario. En este capítulo se desarrollará en forma concisa los conceptos básicos sobre pavimentos rígidos, para tener una idea general de los tipos de pavimentos, así como de los principales elementos que conforman el pavimento de concreto como son: subbase, losa de concreto, juntas, selladores, tipos de pavimento, etc. Asimismo, se describirá brevemente cada

uno de los factores o parámetros necesarios para el diseño de pavimentos rígidos según el método AASHTO 93.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Conservación**

#### **Periódica.-**

Es el conjunto de actividades, programables cada cierto periodo, que se realizan en las vías para recuperar sus condiciones de servicio estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a:

- ✓ Reposición de capas de rodadura, colocación de capas nivelantes y sello.
- ✓ Reparación o reconstrucción puntual de capas inferiores del pavimento.
- ✓ Reparación o reconstrucción puntual de túneles, muros, obras de drenaje.
- ✓ Reposición o instalación de elementos de seguridad vial y señalización.

- ✓ Reparación o reconstrucción puntual de la plataforma de carretera.
- ✓ Reparación o reconstrucción puntual de los componentes de los puentes tanto de la superestructura como de la subestructura y pintado general del puente.

### **3. Conservación Rutinaria.-**

Es el conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de ser servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud; así como limpieza o reparación de señales y/o elementos de seguridad, limpieza o reparación de juntas de dilatación, pintura de elementos específicos de puentes y drenaje en la superestructura y subestructura de los puentes.

### **3. Conservación Vial.-**

Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

### **7. Fisuras Finas.-**

Son hendiduras o rajaduras delgadas que también se denomina micro fisuras, de varios orígenes, con un ancho igual o menor a 1mm.

### **8. Fisura Media.-**

Son hendiduras o rajaduras abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material, de varios orígenes, con un ancho mayor a 1mm y menor o igual a 3mm.

### **6. Fisura Gruesa (grietas).-**

Son hendiduras o rajaduras abiertas y/o ramificadas con pérdida de material denominada también grietas, de varios orígenes, con un ancho mayor a 3mm.

### **8. Fresado.-**

El fresado consiste en recortar en frío, con un equipo especialmente diseñado para el trabajo, un determinado espesor de la superficie del pavimento (se diferencia del cepillado en que aquél sólo produce pequeñas ranuras, en tanto que éste rebaja efectivamente en nivel superior del pavimento). Se pueden fresar también los pavimentos de hormigón pero, debido a su dureza, normalmente el trabajo tiene un costo mayor que el fresado de mezclas asfálticas.

### **9. Gestión de Conservación Vial.-**

Comprende la realización de un conjunto de actividades integradas tales como la definición de políticas, la planificación, la organización, el financiamiento, la ejecución, el control y la operación, para lograr una conservación vial que

asegure la economía, la fluidez, la seguridad y la comodidad de los usuarios viales.

#### **10. Inventario vial.-**

Registro ordenado, sistemático y actualizado cada año de todas las carreteras existentes, especificando su ubicación, características físicas y estado operativo.

#### **11. Micro fresado.-**

Técnica de fresado que afecta a una profundidad muy reducida, con el objeto de mejorar significativamente la textura superficial del pavimento o colaborar en la regularización de la superficie a rehabilitar. A esta técnica especializada se le denomina también cepillado.

#### **3.2.2. Pavimentos**

##### **Definición.**

De acuerdo a la Norma AASHTO

(American Association of State Highway

and Transportation Officials), existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del usuario.

De acuerdo a la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo. (Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)



Esquema típico del paquete estructural de un pavimento flexible.

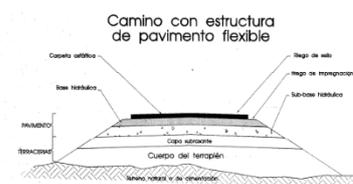
Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar Comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella. Debe proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas.

### 3.2.3. Clasificación de los Pavimentos.

La clasificación de los pavimentos está sujeta a las limitaciones inherentes a las técnicas de clasificación que son:

## 1. Pavimento flexible(afáltico)

Este tipo de pavimento se caracteriza por estar conformado en la superficie por una capa de material bituminoso o mezcla asfáltica que se apoya sobre capas de material granular (Base y sub-base), apoyando este conjunto sobre la subrasante compactada, de manera que la sub-base, base y superficie de desgaste o carpeta asfáltica son los componentes estructurales de este tipo de pavimento.



## 2. Pavimento rígido(de concreto hidráulico)

Un **pavimento de concreto o pavimento rígido** consiste, básicamente, en una losa de concreto simple o armado, apoyada de manera directa sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.

Antiguamente, la losa se construía sobre las terracerías sin importar la calidad que tuvieran; esto dio lugar a que un gran número de pavimentos fallaran al aparecer grietas transversales o

longitudinales

cercanas a las orillas, al investigar el fenómeno se encontró que la causa de ellas había sido el denominado

“fenómeno el bombeo”, que consiste en el ascenso de materiales finos y húmedos hacia la superficie de rodamiento a través de la juntas, en virtud de la deformación y recuperación de las losas en las orillas, al paso de los vehículos.

A partir de este estudio se especificó que la losa debía colocarse sobre un material granular, que cuando menos cumpliera la normas para su base de pavimento; en un principio no se tomaba en cuenta su espesor; en la actualidad ya se toma en cuenta.”

**(Olivera, 1986)**

Ante todo se debe conocer que los pavimentos flexibles

son aquellos que tienden a deformarse y recuperarse después de sufrir deformación, transmitiendo la carga en forma lateral al suelo a través de sus capas. Está compuesto por una delgada capa de mezclas asfálticas, colocada sobre capas de base y sub-base, generalmente, granulares. Sin embargo los pavimentos rígidos no son flexibles por que no tienden a volver a su estado normal al momento de recibir cargas (tránsito pesado)

### 3- ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PAVIMENTO RÍGIDO

Los elementos que conforman un pavimento rígido son: subrasante, subbase y la losa de concreto. A continuación se hará una breve descripción de cada uno de los

elementos que conforman el pavimento rígido.

#### **a) Subrasante**

La subrasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar un apoyo,

Razonablemente, uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos.

#### **b) Subbase**

La capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la

subrasante y la losa rígida. Consiste en una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la subbase es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La subbase es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado.

Entre otras funciones que debe cumplir son:

- Proporcionar uniformidad, estabilidad y soporte uniforme.
- Incrementar el módulo (K) de reacción de la subrasante.
- Minimizar los efectos dañinos de la acción de las heladas.

➤ Proveer drenaje cuando sea necesario.

- Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

### **c) Losa**

La losa es de concreto de cemento portland. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad. Se deberá usar concreto con aire incorporado donde sea necesario proporcionar resistencia al deterioro superficial debido al hielo-deshielo, a las sales o para mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

## **3. Pavimento semiflexible(pavimentos intertrabado)**

Los pavimentos de bloques articulados y de adoquines han sido colocados entre ambas clasificaciones ya que estando constituido por elementos rígidos independientes, tienen un comportamiento flexible debido a la gran densidad de las juntas entre ellos.

### **2.2.3. Funciones de los Pavimento Flexible. (Egdo Fernando Narváez. 2012)**

#### **1.- terracerías:**

**Terreno natural o de cimentación:** Se puede definir como la franja de terreno que es afectada por la construcción del camino y que función es la de soportar las cargas de la estructura del pavimento y de las terracerías sin olvidar las cargas de tránsito.

**Cuerpo del terraplén:** esta será utilizada únicamente en porciones de camino con terraplén, sus función

principal es la de dar la altura necesaria para alojar las obras de drenaje.

#### **Cuerpo de subrasante:**

Tiene múltiples funciones como la de recibir y resistir las cargas de tránsito transmitidas por la capa de pavimento y transmitirla en forma adecuada a las capas inferiores; además:

- 4- Evitar que se contaminen las capas del pavimento cuando el cuerpo del terraplén o el terreno natural sea de material fino o arcilloso.
- 5- Evitar que sean absorbidas las capas superiores cuando se tienen terraplenes.
- 6- Evitar que se reflejen las imperfecciones en los cortes hacia las capas de pavimentos para lograr espesores de pavimento constante.

#### **2.- Pavimento Flexible**

La sub-base granular.

- **Función Económica.** Una de las principales funciones de esta capa es netamente económica; en efecto, el espesor total que se requiere para que el nivel de esfuerzos en la subrasante sea igual o menor que su propia resistencia, puede ser construido con materiales de alta calidad.
  - **Capa de transición.** La sub-base bien diseñada impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad.
  - **Disminución de las deformaciones.** Algunos cambios volumétricos de la capa subrasante, generalmente asociados a cambios en su contenido de agua (expansiones), o a cambios extremos de temperatura (heladas), pueden absorberse con la capa subbase, impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento.
  - **Resistencia.** la sub-base debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de Los vehículos a través de las capas superiores y transmitidas a un nivel adecuado a la subrasante.
  - **Drenaje.** En muchos casos la subbase debe drenar el agua, que se introduzca a través de la carpeta o por las bermas, así como impedir la ascensión capilar.
- La base granular.
- **Resistencia.** La (unción fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la subbase y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada.
  - **Función económica,** Respecto a la carpeta asfáltica, la base tiene una función económica análoga a la que tiene la subbase respecto a la base.
  - **Superficie de rodamiento.** La carpeta debe proporcionar una

superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito.

- Impermeabilidad. Hasta donde sea posible, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento.
- Resistencia, Su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento.

#### **2.2.4. Pavimento Flexible**

##### **Definición**

Una carpeta constituida por una mezcla asfáltica proporciona la superficie de rodamiento; que soporta directamente las solicitaciones del tránsito y aporta las características funcionales.

Estructuralmente, la carpeta absorbe los esfuerzos horizontales y parte de los verticales, ya que las cargas de los vehículos se distribuyen hacia las capas inferiores por medio de las características de fricción y cohesión de las partículas de los materiales y la

carpeta asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa.

Las capas que forman un pavimento flexible son. Carpeta asfáltica, base y subbase, las cuales se construyen sobre la capa subrasante. **(Egdo Fernando Narvaes. 2012)**

#### **Asfalto**

Es un material aglomerante de color oscuro, constituidos por mezclas complejas de hidrocarburos no volátiles de alto peso molecular, originarios del petróleo crudo, en el cual están disueltos, pueden obtenerse por evaporación natural de depósitos localizados en la superficie terrestre, denominados Asfaltos Naturales, o por medio de procesos de destilación industrial cuyo componente predominante es el Bitumen.

Obtención y tipos

Según el origen del petróleo crudo la composición de base se divide en:

- ✓ Base Asfáltica
- ✓ Base Parafínica
- ✓ Base Intermedia

Los asfaltos de base asfáltica, es decir, asfaltos obtenidos de petróleos asfálticos, son más deseables para pavimentación, ya que tienen buenas características ligantes y de resistencia al envejecimiento por acción del clima.

Los asfaltos de base Parafínica, se oxidan lentamente expuestos a la intemperie, dejando un residuo escamosos y de poco valor como ligante.

De acuerdo a su aplicación, los asfaltos los podemos clasificar en 2 grandes grupos:

1. Asfaltos para Pavimentos
2. Asfaltos Industriales

Asfaltos para pavimentos

Éstos se subdividen en:

- ✓ Cementos Asfálticos
- ✓ Asfaltos Cortados
- ✓ Emulsiones Asfálticas

## 2.2.5. Consideraciones del diseño estructural.

### 1.- Base.

La base es la capa situada debajo de la carpeta (pavimento flexible). Su función es eminentemente ser resistente, absorbiendo la mayor parte de los esfuerzos verticales y su rigidez o su resistencia a la deformación bajo las sollicitaciones repetidas del tránsito suele corresponder a la intensidad del tránsito pesado. Así, para tránsito medio y ligero se emplean las tradicionales bases granulares. **(Ricardo Javier Mirando Rebolledo 2010)**



### 2. Sub- Base.

En los pavimentos flexibles, la subbase es la capa situada debajo de la base y sobre la capa subrasante, debe ser un elemento que brinde un apoyo uniforme y permanente al pavimento. Cuando se trate de un pavimento rígido, esta capa se ubica inmediatamente abajo de las losas de hormigón, y puede ser no necesaria cuando la capa subrasante es de elevada capacidad de soporte. Su función es

**2.2.6. Ventajas del Pavimento Flexible.** (Ricardo Javier Mirando Rebolledo 2010)

**Ventajas**

- ✓ su construcción inicial resulta más económica.

Tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años

**2.2.7. Limitaciones del Pavimento Flexible.** (Ricardo Javier mirando rebolledo 2010)

**Desventajas**

- ✓ Para cumplir con su vida útil requiere de un mantenimiento constante.
- ✓ Las cargas pesadas producen roderas y

dislocamientos en el asfalto y son un peligro potencial para los usuarios. Esto constituye un serio problema en intersecciones, casetas de cobro de peaje, donde el tráfico está



constantemente frenado y arrancando. Las roderas llenas de agua de lluvia en estas zonas, pueden causar deslizamientos, pérdida de control del vehículo y por lo tanto, dar lugar a accidentes y a lesiones personales.

- ✓ Las roderas, dislocamientos, agrietamientos por temperatura, agrietamiento tipo piel de cocodrilo (fatiga) y el intemperismo, implican un tratamiento frecuente a base de selladores de grietas y de

recubrimiento  
superficiales.

- ✓ Las distancias de frenado para superficies de hormigón son mucho mayores que para las superficies de asfalto sobre todo cuando el asfalto está húmedo y con huellas.
- ✓ Una vez que se han formado huellas en el pavimento de asfalto, la experiencia ha demostrado, que la colocación de una sobre carpeta de asfalto sobre ese pavimento no evitara que se vuelva a presentar.
- ✓ Las huellas reaparecen ante la incapacidad de lograr una compactación adecuada en las huellas que dejan las ruedas y/o ante la imposibilidad del asfalto de resistir las presiones actuales de los neumáticos y los volúmenes de tráfico de hoy en día.

### **2.2.8. Estructura del Pavimento Flexible.**

- ✓ Bajo una carpeta bituminosa, formada típicamente, por una mezcla de agregado pétreo y un aglutinante asfáltico, que constituye la superficie de rodamiento propiamente dicha, se disponen por lo menos dos capas bien diferenciadas: Una base, de material granular y una sub-base, formada preferentemente, también por suelo granular, aunque el requisito obligue menos que en la base, en el sentido de poder admitir suelos de menor calidad, con mayor contenido de finos y menor existencia en lo que se refiere a granulometría; la razón es el mayor alejamiento de la sub-base de la superficie de rodamiento, por lo que llegan esfuerzos de menor intensidad.
- ✓ Bajo la sub-base se presenta casi por lo general otra capa denominada subrasante, todavía con menos

requisitos de calidad mínima que la sub-base, por la misma razón.

- ✓ Finalmente, bajo la subrasante aparece material convencional del terreno natural, tratado mecánicamente en lo referente a compactación.

### **2.2.9. Fallas de los pavimentos.**

#### **1.- Ahuellamiento y/o hundimientos.**

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento causando grandes o largas grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones”

#### **2.- Fisuras y grietas por fatigamiento.**

Son una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente ubicadas en zonas donde hay repeticiones de carga. La fisuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de cargas, en donde desarrollan un parecido con la piel de cocodrilo. Este tipo de daño no es común en carpetas asfálticas colocadas sobre pavimentos de hormigón.

#### **3.- Grietas de borde.**

Son grietas con tendencia longitudinal a semicircular ubicadas cerca del borde de la calzada, se presentan generalmente por la ausencia de berma o por la diferencia de nivel de la berma y la calzada. Generalmente se ubican dentro de una franja paralela al borde, con ancho hasta 0,60 m2.

#### **4.- Parches deteriorados.**

Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura (a

nivel del pavimento asfáltico o hasta los granulares) o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios (agua, gas, etc.)

#### **4. Sub-rasante.**

Esta capa debe ser capaz de resistir los esfuerzos que le son transmitidos por el pavimento. Interviene en el diseño del espesor de las capas del pavimento e influye en el comportamiento del pavimento. Proporciona en nivel necesario para la subrasante y protege al pavimento conservando su integridad en todo momento, y obtener por lo menos el 95% de su grado de compactación.

HUNDIMIENTOS = HS	UNIDAD = M2
DESCRIPCIÓN	<p>Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.</p> <p>Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento causando grandes o largas grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman "ondulaciones"</p>
CAUSAS	<p>Hundimientos causados por las cargas del tránsito.</p> <p>Consolidación de las capas subyacentes.</p> <p>Inadecuada compactación de las capas estructurales.</p> <p>Aparcamiento de vehículos pesados durante mucho tiempo.</p>

FOTOS RELACIONADAS		
SEVERIDAD	BAJA = B	MENOR A: 20 mm.
	MEDIA = M	ENTRE: 20 y 40 mm.
	ALTA = A	MAYORES A: 40 mm.
REPARACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limpiar las paredes y el fondo de la zona removida mediante barrido enérgico y/o aire comprimido (presión mínima, 120 psi), hasta eliminar todas las partículas sueltas y el polvo</li> <li>✓ Colocar el imprimante o liga, mediante escobillones u otros procedimientos que permitan un cubrimiento uniforme del fondo y paredes, a razón de 1.3 a 2.4 l/m<sup>2</sup>.</li> <li>✓ Antes de colocar la mezcla asfáltica verificar que la imprimación haya penetrado al menos</li> </ul>	

	<p>10 mm en las bases granulares y que la emulsión para la liga haya quebrado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Extender y nivelar la mezcla asfáltica mediante rastrillos y colocar la cantidad justa y necesaria para cubrir toda el área por rellenar y dejarla 6 mm sobresaliendo del pavimento circundante. En los bordes recortar la mezcla dejando paredes verticales y retirar cualquier exceso.</li> <li>✓ Compactar con rodillo manual. El desnivel en los bordes no debe sobrepasar los 3 mm.</li> </ul>
	✓

2.- Fisuras y grietas por fatigamiento.

FATIGAMIENTO = FTO	UNIDAD = M2
DESCRIPCIÓN	<p>Son una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente ubicadas en zonas donde hay repeticiones de carga. La fisuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas,</p>

	<p>donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de cargas, en donde desarrollan un parecido con la piel de cocodrilo. Este tipo de daño no es común en carpetas asfálticas colocadas sobre pavimentos de hormigón.</p>
CAUSAS	<p>La causa más frecuente es la falla por fatiga de la estructura o de la carpeta asfáltica principalmente debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Espesor de estructura insuficiente.</li> <li>✓ Deformaciones de la subrasante.</li> <li>✓ Rigidización de la mezcla asfáltica en zonas de carga (por oxidación del asfalto o envejecimiento).</li> <li>✓ Problemas de drenaje que afectan los materiales granulares.</li> <li>✓ Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica: exceso de mortero en la mezcla, uso de asfalto de alta penetración (hace deformable la mezcla), deficiencia de asfalto en la mezcla (reduce el módulo).</li> <li>✓ Reparaciones mal ejecutadas, juntas mal elaboradas e implementación de reparaciones que no corrigen el daño</li> </ul>
--	---



SEVERIDAD	BAJA = B	MENOR A: 20 mm.
	MEDIA = M	ENTRE: 20 y 40 mm.
	ALTA = A	MAYORES A: 40 mm.

REPARACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limpiar las paredes y el fondo de la zona removida mediante barrido energético y/o aire comprimido (presión mínima, 120 psi), hasta eliminar todas las partículas sueltas y el polvo</li> <li>✓ Colocar el imprimante o liga, mediante escobillones u otros procedimientos que permitan un cubrimiento uniforme del fondo y paredes, a razón de 1.3 a 2.4 l/m<sup>2</sup>.</li> <li>✓ Antes de colocar la mezcla asfáltica verificar que la imprimación haya penetrado al menos 10 mm en las bases granulares y que la emulsión para la liga haya quebrado.</li> <li>✓ Extender y nivelar la mezcla asfáltica mediante rastrillos y colocar la cantidad justa y necesaria para cubrir toda el área por rellenar y dejarla 6 mm sobresaliendo del pavimento circundante. En los bordes recortar la mezcla dejando paredes verticales y retirar cualquier exceso.</li> <li>✓ Compactar con rodillo manual. El desnivel en los bordes no debe sobrepasar los 3 mm.</li> </ul>
------------	---

--	--

### 3.- Grietas de borde.

GRIETAS DE BORDE = GB	UNIDAD = M2
DESCRIPCIÓN	Son grietas con tendencia longitudinal a semicircular ubicadas cerca del borde de la calzada, se presentan generalmente por la ausencia de berma o por la diferencia de nivel de la berma y la calzada. Generalmente se ubican dentro de una franja paralela al borde, con ancho hasta 0,60 m2.
CAUSAS	La principal causa de este daño es la falta de confinamiento lateral de la estructura debido a la carencia de bordillos, anchos de berma insuficientes o sobre carpetas que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel con la berma; en estos casos la fisura es generada cuando el tránsito circula muy

	cerca del borde. Las fisuras que aparecen por esta causa generalmente se encuentran a distancias entre 0.30 m a 0,60 m del borde de la calzada.	
FOTOS RELACIONADAS		
SEVERIDAD	BAJA = B	MENOR A: 20 mm.
	MEDI A = M	ENTRE: 20 y 40 mm.
	ALTA = A	MAYORES A: 40 mm.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Marcar la zona a reparar, extendiéndose al menos 0.3 metros fuera del área dañada.</li> <li>✓ El área a delimitar debe ser rectangular, con dos de sus lados perpendiculares al eje del camino.</li> </ul>	

REPARACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Posteriormente, deberá cortarse sobre la demarcación realizada, utilizando un equipo de corte.</li> <li>✓ Excavar hasta la profundidad definida por el espesor diseñado recortando las paredes de forma vertical, de modo que el fondo quede plano y horizontal.</li> <li>✓ Para finalizar se deberá compactar el fondo hasta alcanzar el 95% del proctor modificado, de acuerdo con AASHTO T180.</li> <li>✓ Las paredes y fondo de la zona en que se realizó la remoción deben limpiarse mediante un barrido energético</li> <li>✓ La superficie se recubrirá con el ligante que corresponda, para lo cual se utilizarán escobillones u otros elementos similares que permitan esparcirlo uniformemente.</li> <li>✓ Antes de colocar la mezcla asfáltica de relleno deberá verificarse que la imprimación haya penetrado según lo especificado</li> <li>✓ La mezcla asfáltica se extenderá y nivelará mediante rastrillos, colocando la cantidad adecuada para que</li> </ul>
------------	---

	<p>sobresalga unos 6 mm sobre el pavimento circundante, en los extremos, y coincidiendo con las líneas de corte de la zona.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La compactación deberá realizarse con un rodillo neumático o liso de 3 a 5 t de peso.</li> <li>✓ Alternativamente podrá usarse un rodillo manual, dependiendo del espesor de la capa por compactar.</li> <li>✓ El desnivel máximo tolerable entre la zona reparada y el pavimento que la rodea será de 3 mm.</li> </ul>
--	--

#### 4.- Parches deteriorados.

PARCHES DETERIORADOS = PD	UNIDAD = M2
DESCRIPCIÓN	<p>Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura (a nivel del pavimento asfáltico o hasta los granulares) o para permitir la instalación o reparación de alguna</p>

	red de servicios (agua, gas, etc.)
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Procesos constructivos deficientes.</li> <li>✓ Sólo se recubrió la zona deteriorada sin solucionar las causas que lo originaron.</li> <li>✓ Deficiencias en las juntas.</li> <li>✓ Parche estructuralmente insuficiente para el nivel de solicitaciones y características de la subrasante.</li> <li>✓ Mala construcción del parche (base insuficientemente compactada, mezcla asfáltica mal diseñada)</li> </ul>
FOTOS RELACIONADAS	

SEVERIDAD	BAJA = B	MENOR A: 20 mm.
	MEDIA = M	ENTRE: 20 y 40 mm.
	ALTA = A	MAYORES A: 40 mm.
REPARACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limpiar las paredes y el fondo de la zona removida mediante barrido enérgico y/o aire comprimido (presión mínima, 120 psi), hasta eliminar todas las partículas sueltas y el polvo</li> <li>✓ Colocar el imprimante o liga, mediante escobillones u otros procedimientos que permitan un cubrimiento uniforme del fondo y paredes, a razón de 1.3 a 2.4 l/m<sup>2</sup>.</li> <li>✓ Antes de colocar la mezcla asfáltica verificar que la imprimación haya penetrado al menos 10 mm en las bases granulares y que la emulsión para la liga haya quebrado.</li> <li>✓ Extender y nivelar la mezcla asfáltica mediante rastrillos y colocar la cantidad justa y necesaria para cubrir toda el área por rellenar y dejarla 6 mm sobresaliendo del pavimento circundante. En los bordes recortar la mezcla dejando</li> </ul>	

	<p>paredes verticales y retirar cualquier exceso.</p> <p>✓ Compactar con rodillo manual. El desnivel en los bordes no debe sobrepasar los 3 mm.</p>
--	---

### 4.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

Según el manual de conservación vial del año 2016 presenta el siguiente Glosario de Términos a utilizar en los procesos de gestión de conservación de las redes viales.

- **Acera:** Elemento físico lateral de la vía destinado al tránsito de peatones en zonas pobladas.
- **Afirmado:** Capa constituida con grava natural o grava selecta procesada o semiprocesada, generalmente con un contenido de ligante arcilloso, que se coloca sobre la subrasante de una vía. Funciona como capa de rodadura y de soporte al tránsito. Estas capas pueden tener tratamiento para su estabilización.
- **Badén:** Estructura construida con piedra y/o concreto para permitir el paso vehicular sobre quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores. A su vez, permiten el paso de agua, materiales y de otros elementos sobre la superficie de rodadura.
- **Muros de Contención o Sostenimiento:** Estructuras destinadas a garantizar la estabilidad de la plataforma o a protegerla de la acción erosiva de las aguas superficiales. Se utilizan para contener los rellenos o para defender la vía de eventuales derrumbes.
- **Obra de Arte:** Estructura construida para permitir la evacuación de las aguas, asegurar la estabilidad de la vía o permitir la circulación del tránsito.
- **Patrimonio Vial:** Conjunto de caminos, arterias, calles o vías férreas, incluidas sus obras complementarias, que con su respectivo derecho de vía conforman la estructura vial de uso y dominio público susceptible de valorización.
- **Pavimento:** Estructura constituida por un conjunto de capas superpuestas, de diferentes materiales, adecuadamente compactados, que se construyen sobre la subrasante de la vía con el objeto de soportar las cargas del tránsito durante un período de varios años, brindando una superficie de rodamiento uniforme, cómoda y segura.

- **Pavimento flexible:** Pavimento con capa de rodadura de tipo bituminoso y capas granulares o tratadas con ligante bituminoso que sufre deformaciones elásticas de alguna consideración bajo las cargas normales del tránsito vehicular.

**De la investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones:**

## **5.1 CONCLUSIONES**

**De la investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones:**

1. La infraestructura vial en una economía genera una serie de efectos positivos para el desarrollo del sector donde se producen los trabajos, y la provincia de Huancabamba es un sector productor de ganadería y agrícola, en donde la población es la mayor beneficiada ya que el ingreso y salida de los vehículos de carga pesada son mucho más frecuentes.
2. El Estado canaliza sus esfuerzos para reducir esta brecha, ya que como bien se sabe el transporte sirve para satisfacer las necesidades de la sociedad, en este caso se debería tener en cuenta que el supervisar y monitorear los trabajos cuando se ejecutan es una parte fundamental para lograr una buena ejecución de cualquier proyecto.
3. Se ha podido identificar que se carece de un Sistema de Gestión de Carreteras en el cual se controle los concesionarios y los sub contratistas ya que la falla está en que no se respetan las especificaciones, y no se cumplen con todas los estudios sea en la formulación del proyecto hasta en su ejecución, ya que por ciertas cláusulas que limitan el seguimiento, control y gestión de niveles estructurales y funcionales adecuados en las carreteras concesionadas, ahondando el problema identificado.
4. Es claro identificar que la causa que produce mayor daño a la pavimentación es producto de las precipitaciones pluviales y los diferentes cambios

climáticos que se presentan en la provincia de Huancabamba.

5. En esta tesis se tomó, el proyecto en el cual el exponente trabajo como asistente técnico de la supervisión, observando diferentes temas como la seguridad, en esta ejecución se respetó todas las normas de seguridad como el EPP y la prevención de accidentes y es así como se debe desarrollar las diferentes obras sean por concesionarios o por administración directa.
6. El uso de información sobre peligros naturales es un nuevo enfoque, para reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de generar beneficios en el sector transporte.
7. Según los resultados de las encuestas se puede ver diferentes patologías que impiden el libre tránsito como el fatigamiento, hundimiento, parches deteriorados, entre otras fallas las cuales afectan la libre transitabilidad.

8. Se debe recalcar que el expediente técnico esta con márgenes económicos mucho más altos de los que verdaderamente se gastan en campo pero también se debe tener en cuenta que hay muchos factores que no se toman en cuenta y producen un gasto extra.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda tener un control de los vehículos de carga pesada ya que muchas veces son sobrecargados y ocasionan muchas son los causantes de las fluctuaciones y deformaciones del pavimento.
2. Se recomienda establecer sistemas de monitoreo, evaluación y permitir que el uso de la información sea funcional en los diferentes momentos de un proyecto, para preservar las inversiones realizadas en la construcción, reparación o rehabilitación de una vía pavimentada, inspeccionando la vía regularmente y sobre todo después de periodos de

lluvias fuertes. Esto en el sector de Sondor – Sondorillo, se apreció claramente ya que debido a que la ruta del concesionario es muy extensa no abarcaba el monitoreo para todo el sector dando pie a que su ejecución muchas veces no tenga la calidad adecuada o requerida según el expediente técnico.

3. Es de conocimiento que en muchas de las actividades de mantenimiento a ejecutar se pueden presentar peligros, tanto para los trabajadores como para los usuarios, por lo tanto se deben implementar acciones que garanticen la seguridad de los mismos, verificando que, todos los trabajadores cuenten con los elementos de seguridad industrial, los sitios de trabajo estén debidamente delimitados y aislados mediante señales de precaución o prevención; ya que en la ruta mencionada debido a que es de un solo sentido muchos transportistas obviaban la señalización y ocurrieron cerca de 05

accidentes a causa de el desorden vehicular y su acumulación, en cuanto al EPP se respetaba debido a que se retiraba de sus labores si no lo acataban.

4. Se recomienda una capacitación y por lo tanto fortalecimiento continuo en la preparación de medidas de reducción de vulnerabilidad para que sean incorporadas en la planificación vial, y en los proyectos de inversiones nacionales y regionales. Es fundamental recordar que esta pavimentación se realizó para alcanzar el índice medio diario (I.M.D.), con fines de ampliación para obtener la doble vía.

5. Se recomienda un fortalecimiento en los mecanismos de coordinación de los diferentes proyectos a nivel sectorial con el objetivo de aprovechar mutuamente los esfuerzos y hacer más eficiente la ejecución de los proyectos respetando las normas de seguridad y sobre todo las especificaciones

técnicas de cada expediente puesto en pie.

6. Se recomienda la elaboración de códigos de diseño y especificaciones Técnicas de construcción vial en los cuales se incluya la reducción de Vulnerabilidad ya que no se toman en cuenta debido a que los proyectos muchas veces no son ejecutados de tal manera que se cumplan y respeten todos los estudios para su respectiva ejecución.

7. En el futuro se recomienda que los perfiles de proyectos planteados de Transporte vial reflejen un balance entre la inversión en la infraestructura y con un bajo índice de fallas para que pueda la población gozar de la obra sin que esta tenga desperfectos en tan poco tiempo de vida.

8. Se recomienda que una vez construidas estas obras, se continúe con un proceso de mantenimiento y control de calidad de las mismas por medio de la verificación de

normas de diseño, ya que en el sector mencionado y toda la ruta que abarca esta pavimentación es afectada por los cambios climáticos constantes que perjudican su conservación y es por ellos que se debe tomar en cuenta estas causas que produce la naturaleza.

9. Se recomienda que el estado plantee márgenes y normas en el cual se respeten los presupuestos y se cumpla con lo aprobado para ello debe considerar muchos factores que deben tomar en cuenta, y así reducirá la corrupción y el mal uso del dinero dado para cada proyecto.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

14. **Rabanal Pajares Jaime Enrique – Cajamarca (2014)**, “análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de Evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento.”

15. **Morales Olivares Javier – Piura (2005)**, Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo.
16. **Hanser López José – Guatemala (2008)**, análisis de la evaluación técnica y económica de proyectos viales con el modelo de estándares de conservación y diseño de carreteras.
17. **Rodríguez González René Alexander – Ecuador (2011)** “Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular en los Caminos Rurales de las Poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo”
18. **Tabares González Ricardo – Colombia**, Diagnóstico de la vía existente y diseño de pavimento flexible de la vía de acceso al barrio ciudadela del café – vía la badea-
19. **Gómez Vallejos Susan Jackelin, Trujillo (2014)**, “Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del óvalo Grau – Trujillo - la libertad”.
20. **Manual de Conservación Vial- RD-05-2016 y Mtc.- RD-05-2014**
21. **Expediente Técnico de obra.(digital)**
22. **Provias Nacional – Pagina Web Oficial – 2016**
23. **Dipromar – Pagina Web – Oficial – 2016**
24. **Norma\_010\_ pavimentos\_urbanos, PDF.**
25. **Reglamento Nacional de Gestión Infraestructura Vial DS N° 034-2008-MTC**
26. **LINKS**
- [WWW.MTC.COM.PE](http://WWW.MTC.COM.PE)
  - [WWW.DIPROMAR.COM.PE](http://WWW.DIPROMAR.COM.PE)

#### REFERENCIA PERSONALES



**Ocaña Peña John Bryan Arturo**

Profesional en Ingeniería Civil, egresado de la Universidad Alas Peruanas – Filial

Piura. Me considero una persona competitiva con amplio conocimiento de cultura general con capacidad de liderazgo, atención organizada y meticulosa en los detalles, formación en valores humanos, responsabilidad, puntualidad, eficiencia profesional de servicio y apoyo, soy capaz de adaptarme a cualquier ambiente de trabajo bajo presión con el fin de llegar a los objetivos propuestos.

**CATÁLOGO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, TESIS Y PROYECTOS**  
**RESUMEN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,**  
**TESIS Y PROYECTOS**

**A. DATOS GENERALES**

- PRE GRADO
  
- **UNIVERSIDAD:** Alas Peruanas
  
- **FACULTAD:** Ingenierías y Arquitectura
  
- **CARRERA PROFESIONAL:** Ingeniería Civil
  
- **TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**  
  
“MANTENIMIENTO DE LA VÍA HUANCABAMBA-SONDORILLO: SECTOR SONDOR – SONDORILLO CON EL FIN DE MEJORAR SU TRANSITABILIDAD. PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA. AGOSTO – 2016”
  
- **AREA DE INVESTIGACIÓN:** Construcciones
  
- **AUTOR:** Bach. Ocaña Peña John Bryan Arturo
  
- DNI:** 72381656
  
- **TÍTULO PROFESIONAL A QUE CONDUCE:** Ingeniero Civil
  
- **AÑO DE APROBACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN:** 2017
  
- **Email:** ing.civl.arturoc@gmail.com

## **II RESUMEN**

El propósito del presente trabajo de tesis es analizar las fallas en los pavimentos de la Vía Huancabamba-Sondorillo: Sector Sondor – Sondorillo, Provincia De Huancabamba, Departamento De Piura. Agosto – 2016”, para poder determinar las posibles deficiencias y las labores de mantenimiento que esta requiere, con el fin de mejorar su transitabilidad.

Para garantizar que la vía ofrezca un nivel de serviciabilidad adecuado, que genere bienestar, confort y seguridad, al turista y al comercio urbano es necesario e importante saber las causas de su deterioro desde el nivel constructivo. Y sobre todo contar con un buen equipo de profesionales para logra un trabajo óptimo.

El objetivo de este trabajo de investigación es analizar las fallas en los pavimentos Vía Huancabamba - Sondorillo: Sector Sondor – Sondorillo, Provincia De Huancabamba, Departamento De Piura. Para conocer el grado de severidad.

La metodología utilizada es por medio de la inspección visual, de la vía en estudio, en el cual se recorrió la vía. Se tomó fotografías de las fallas más relevantes, y se fracciono por zonas para identificar las fallas presentes en el pavimento, Vía Huancabamba - Sondorillo: Sector Sondor – Sondorillo, Provincia De Huancabamba, Departamento De Piura. Para luego estudiar sus causas y dar propuestas de una rehabilitación, para así tener una mejor condición y serviciabilidad del pavimento.

Y para obtener un trabajo de investigación optimo se procedió hacer un análisis estadístico al interpretar los resultados de las encuestas realizadas a los profesionales que viven de la vía Hbba - Sondorillo y que conocen y observan estas fallas relevantes del pavimento en estudio.

Palabra clave: fallas de pavimentos flexibles, pavimento flexible.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar el mantenimiento de la vía del Huancabamba-Sondorillo: Sector Sondor – Sondorillo Con El Fin De Mejorar Su Transitabilidad.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer las diferentes actividades de mantenimiento que se tendrá que realizar en la vía Sondor – Sondorillo.
- Conocer las diferentes fallas que se pueden presentar de acuerdo a la transitabilidad en la vía Sondor – Sondorillo.
- Realizar el mantenimiento de la vía Sondor-Sondorillo para lograr su transitabilidad.

## **FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **HIPÓTESIS GENERAL**

Para mejorar la transitabilidad es necesario que se haga el mantenimiento a la vía Huancabamba –Sondorillo, con la finalidad de resolver los problemas de transporte y comunicación de la población y de encontrar un equilibrio entre la lógica urbanizadora y la conservación del medio ambiente, en aras de contribuir al desarrollo económico y social del municipio y de mejorar el nivel de vida de sus habitantes.

### **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- El uso de materiales apropiados y utilizando técnicas constructivas específicas, definirán la calidad del pavimento.

- La supervisión adecuada en su proceso constructivo disminuirá el deterioro de los pavimentos y su vida útil será mayor

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

### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

- 1- Ricardo Tabares González – Colombia, realizo un estudio de tesis **Diagnóstico de la vía existente y diseño de pavimento flexible de la vía de acceso al barrio ciudadela del café – vía la badea-**

El diseño de las estructuras de pavimentos flexibles es un tema de estudio e investigación, como consecuencia de los diversos resultados obtenidos en la construcción y, particularmente, en la recuperación de la estructura de las vías vehiculares pavimentadas.

Este trabajo realiza una evaluación de los diferentes métodos empleados para el diseño de estructuras de pavimento según criterio y parámetros empíricos, semi-empíricos y racionales, para establecer las distintas alternativas estructurales que se tienen en esta área.

Esto con el fin de confrontar y comparar los conceptos técnicos, académicos y parámetros empleados para los diferentes tipos de diseño, determinando las diferencias en que ellos lo derivan y que al ser aplicados puedan o no desarrollar resultados objetables e inadecuados con respecto a los comportamientos de la situación real de la estructura.

En forma adicional en este trabajo se realiza un diagnostico vial para el tramo de la vía existente en estudio, el cual pretende saber las condiciones actuales de la estructura y la superficie de rodadura, como ejercicio académico para que dicho proyecto, sirva como material de consulta a estudiantes de pregrado y postgrado, y además pretende comparar (2) procedimientos de inspección o inventario de la malla de vial con el fin de generar las conclusiones que al respecto tengan lugar.

- 2- Ing. René Alexander Rodríguez González – Ecuador (2011), en su tesis **“Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular en los Caminos Rurales de las Poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo”**

En el Ecuador, y en general en los países en vías de desarrollo, la falta de una adecuada Gestión de conservación vial, ha producido que las redes viales tengan un ciclo “fatal” de la vía, que incluye la construcción, su abandono, el deterioro excesivo, colapso y su reconstrucción. Este ciclo “fatal” de la vía, afecta directamente a los usuarios, los cuales ven reflejarse los daños de la vía en el aumento de los costos de operación vehicular, de la misma manera, los recursos de las Instituciones Administradoras de las redes viales, las cuales de no actuar en el momento justo y con actividades necesarias, se ven obligadas a futuro a realizar mayores gastos para mantener las vías en niveles de servicio aceptables, llegando a los extremos de realizar una rehabilitación o reconstrucción dependiendo el grado de deterioro.

En la presente investigación, se analizó la vía Riobamba – San Luis – Punín – Flores – Cebadas, de la provincia de Chimborazo, la cual servirá como modelo, para aplicar una adecuada gestión de conservación vial, que permitirá reducir los costos de operación vehicular y costos de mantenimiento vial.

Realizamos Investigaciones de campo para obtener información base, en referencia al estado actual de la vía, realizando un inventario vial, para posteriormente analizar, evaluar y diagnosticar; complementario a ello, se recopiló información en las Instituciones como el Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Chimborazo y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas – Chimborazo, en donde se recogió información histórica de los estudios ejecutados y las intervenciones realizadas. De igual manera se consultó e investigó bibliográficamente, sobre Sistemas de Gestión vial, niveles de conservación vial, modalidades de ejecución, Costos de operación vehicular, costos de mantenimiento vial, de rehabilitación y

reconstrucción, sistemas de mediciones e inventario vial, utilizados a nivel nacional e internacional, que son aportes importantes en esta investigación. Para desarrollar la investigación, nos basamos en seis capítulos, los cuales forman parte integral del cuerpo de la tesis, donde vamos ampliando cada escenario investigado y que aporta al tema. En la primera parte de la investigación, se formula el problema de investigación, que es la falta de un adecuado modelo de gestión de conservación vial, el cual aporte a la reducción de los costos de operación vehicular y de mantenimiento.

Se recopila la información referente al tema de investigación, antecedentes, criterios de conservación vial, ciclos de la vida de los caminos, inventarios viales, aspectos por los que se deteriora la vía, importancia de la conservación, planes existentes, niveles de actuación, sistemas de gestión, modalidades de aplicación, ahorro de costos de operación vehicular, sus distintas metodologías a nivel de Latinoamérica, se recopiló información sobre los costos de mantenimiento vial, su frecuencia de intervención y niveles de acuerdo a las condiciones de la vía.

3- José Ángel Hanser López – Guatemala (2008), **ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE PROYECTOS VIALES CON EL MODELO DE ESTANDARES DE CONSERVACIÓN Y DISEÑO DE CARRETERAS.**

Este estudio muestra como el Software Modelo de estándares de conservación y diseño de carreteras (HDM, siglas en inglés), se relaciona de manera directa con la aplicación y manejo de un Sistema de Gestión de Pavimentos (SGP). Mucha de la información fue extraída de estudios realizados en México, Perú, Chile y Colombia, además de manuales propios del HDM, los cuales en conjunto nos expresan la operación de un sistema de gestión de pavimentos y como el HDM es utilizado para facilitar el manejo de datos, para proporcionar estrategias de conservación y mejoramiento de un tramo o una red de carreteras, a partir de una evaluación económica. El objetivo principal es dar a conocer el HDM, para empezar a crear una

base de información respecto al tema, debido a que en Guatemala se conocen muy poco sobre gestión de pavimentos, por lo que se muestra como se aplica a un proyecto de carreteras para determinar la viabilidad de la inversión.

Durante el desarrollo de los capítulos, el estudio presenta los principios básicos de la administración de pavimentos, de cómo nace el HDM a partir de modelos de deterioro de pavimento existentes, además de una visión general del HDM para su aplicación a un proyecto de carreteras. Por último, la evaluación técnica y económica que ayuda en la toma de decisiones de una institución gestora de pavimentos.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

- 1- Ing. Edwin Wilder Apolinario Morales, en su tesis **Innovación del método vizir en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito**. En el cual se concluyó: El trabajo desarrollado, presenta una propuesta para la evaluación de la condición superficial del pavimento, en carreteras de bajo volumen de tránsito, basado en una modificación del método VIZIR que no es muy difundido en nuestro medio, como ocurre en los países de Europa, África, América central y del sur, donde sirvió de base para el establecimiento de normas nacionales.

Se presenta una alternativa para la evaluación de la condición superficial de pavimentos en carreteras de bajo volumen de tránsito, denominado ESBVT, en donde no se excluye ningún tipo de manifestación de deterioro de pavimento, considerando que son indicadores que presenta el pavimento y que deben usarse para toma de decisiones.

El ministerio de transportes y comunicaciones, como parte de su política de mantenimiento y conservación de la red vial nacional, ejecuta trabajos de mejoramiento de las carreteras de bajo volumen de tránsito, en el cual solo realiza el mejoramiento de la superficie de rodadura sin modificar la geometría vial, como es el caso de la carretera

Cañete – Chupaca, que presenta un diseño geométrico que se ajusta a las condiciones geográficas del terreno.

Tomando como referencia esta carretera, donde las obras de estabilización de taludes inestables se hallan postergadas en el tiempo, hasta que se incremente el volumen de tránsito, razón por la cual en el método propuesto se incluye a realizar una corrección por fragilidad del pavimento básico, considerando que el deterioro del pavimento está expuesto a factores influyentes, como la topografía, configuración de la sección de la vía, estabilidad de taludes, precipitación pluvial y clima.

Además se presenta un catálogo para la evaluación de pavimentos básicos en carreteras de bajo volumen de tránsito usando fotos que manifiestan los diversos tipos de deterioros que caracterizan a este tipo de pavimentos y permita formular estrategias de intervención objetivas y técnicamente sustentadas.

En las carreteras de bajo volumen de tránsito BVT, se carecen de métodos adecuados que permitan orientar la evaluación y determinar las necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición del pavimento básico. Los métodos foráneos existentes deben ser innovados para su empleo e implementación de políticas de trabajo, en base a estudios de investigación que contribuyan al mantenimiento y uso de los recursos adecuadamente.

**2- Susan Jackelin Gómez Vallejos, Trujillo (2014), “DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL ANILLO VIAL DEL ÓVALO GRAU – TRUJILLO - LA LIBERTAD”**

**RESUMEN**

En la actualidad, se ha originado el incremento del parque automotriz en nuestra ciudad, y por ende La Municipalidad de Trujillo viene ejecutando la obra “Creación del intercambio vial del Óvalo Grau”. Esta nueva obra de infraestructura vial urbana, consiste en un viaducto elevado de 60 metros de largo por una rampa y un total de 450 metros de longitud que siguen la trayectoria de la Avenida América Sur,

efectuándose los trabajos de demolición de toda la antigua construcción del pavimento actual en el anillo vial para hacer realidad el paso a desnivel del Óvalo Grau. 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. La metodología permitió establecer los métodos y técnicas que van relacionados con la durabilidad que está ligada a factores económicos y sociales. La durabilidad que se le desea dar al anillo vial, depende de la importancia de este. Para la concepción del proyecto vial, se ha tomado en cuenta los volúmenes de tránsito existentes, las proyecciones de los mismos y el aspecto estético del proyecto integral, de modo que se pueda solucionar así los movimientos vehiculares en todos los sentidos. Las avenidas involucradas en el estudio por la importancia que han adquirido, merecen un tratamiento especial toda vez que canalizan gran parte del tránsito. La presente tesis pretende determinar los criterios estructurales según normas y metodologías para diseñar la estructura de un pavimento flexible y así lograr un eficiente nivel de transitabilidad mejorando las condiciones de vida de la población en toda la zona de influencia.

- 3- JAIME ENRIQUE RABANAL PAJARES – Cajamarca (2014),  
**“ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE, UTILIZANDO EL METODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.”**

#### **RESUMEN**

El trabajo realizado en esta tesis consiste en el empleo del índice PCI (Present Condition Index), muy empleado en varios países de América Latina. Para la valoración del estado del pavimento de la Vía de Evitamiento Norte se utilizó el método del índice de condición de pavimento; este índice toma valores que oscilan entre 0 (para la condición de fallado) hasta 100 (estado excelente). Para llegar a él se llevó a cabo una inspección visual detallada en toda la superficie del pavimento y sus elementos del drenaje y se recopiló la limitada

información existente procedente del proyecto vial ejecutado, el historial de la carretera y el tráfico que la solicita.

La sección en estudio consta de dos carriles que propician un ancho de circulación de 6.10 m en una longitud de 2400 m. Su superficie total de 14 640 m<sup>2</sup> se subdividió en unidades de análisis o inspección (que también pueden llamarse unidades de prueba) de 37.5 m de largo y 228.75 m<sup>2</sup> de área cada una. Esta magnitud está dentro de las recomendaciones del procedimiento PCI que sugiere unidades entre los  $232 \pm 93$  m<sup>2</sup>. De esta manera la sección estará formada por 64 unidades de prueba, las que fueron todas identificadas en el terreno mediante sus límites y un número. La tesis se ha dividido en 7 capítulos. En el primero se trata de la Realidad Problemática. Que el gran problema es el crecimiento acelerado del parque automotor, Justificación. Que es importante porque así se podrá a tocar el problema y encontrar posibles soluciones al mejoramiento y prevención, por último los Objetivos. Que es realizar el análisis del estado de conservación del pavimento. En el segundo capítulo se ha desarrollado el marco teórico, donde se define el concepto de pavimento, su clasificación y el procedimiento del método: el muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de inspección, etc. El tercer capítulo se ha formulado la hipótesis. Que fue la siguiente. El estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el método índice de condición del pavimento, es regular. El cuarto capítulo se presenta el producto de aplicación profesional. El quinto capítulo se ha descrito Materiales y métodos. El sexto capítulo se presenta los resultados, se describe la zona de estudio y se detalla el procedimiento de inspección realizado así como las hojas de registro, con el respectivo cálculo del índice de condición de pavimento para cada unidad de muestra analizada. En el séptimo capítulo se presenta la Discusión que trata de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles como baches, piel de cocodrilo y fisuras longitudinales y transversales las que fueron las más representativas en todo el tramo. Se concluye que la Vía de Evitamiento Norte tiene un pavimento de estado regular, con un PCI ponderado igual a 49.

### **2.1.3. Antecedentes Locales.**

- 1. Denis José Alvarado Córdova, Las patologías permanentes en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en la av. Guardia Civil “tramos desde el Pte. Sánchez Cerro y el Terminal Terrestre Castilla – Distrito de Castilla, Prov. De Piura”.**

En los últimos 17 años el Perú ha impulsado una política favorable para la Construcción de Obras Viales a lo largo y ancho del territorio, habiéndose ejecutado más de 15,000 kilómetros de carreteras con pavimentos asfálticos, según reportes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La dinámica se manifiesta en obras importantes como las carreteras interoceánicas que atraviesan transversalmente el territorio peruano por el norte, centro y sur. La Interoceánica Sur, parte de límites con Brasil terminando en puertos marítimos del Océano Pacífico; interconectando de esta manera pueblos del Perú y permitiendo que Brasil tenga salida al mar hacia los mercados orientales. Ante esta realidad existe la imperiosa necesidad de mejorar la tecnología de los pavimentos asfálticos en el Perú a fin que estos logren alcanzar la vida útil para la que fueron diseñados. El presente trabajo de investigación bibliográfica se refiere a la deformación permanente que es una de las fallas del deterioro prematuro; es necesario conocer a mayor profundidad a fin de tomar las previsiones del caso desde la elaboración de los proyectos y la posterior ejecución de las obras. El estudio presenta el concepto de la deformación permanente y las diferentes formas que se presenta en las capas del pavimento e inclusive a nivel de subrasante, originando tanto fallas funcionales como estructurales; profundizando además sobre el conocimiento del cemento asfáltico y básicamente sobre su comportamiento reológico que nos permita utilizarlo mejor como parte constituyente de las mezclas asfálticas. Asimismo se considera la necesidad de la elección y buen manejo de los agregados en cuanto a su gradación, forma, resistencia, etc., ya que influyen en forma determinante para la deformación permanente. Finalmente, se

determina la necesidad que en el Perú se cuente con equipos de laboratorio y de campo que permitan realizar ensayos para manejar mejor la deformación permanente. Se presentan los ensayos y equipos especializados que se utilizan en otros países en la espera de contar con alguno de ellos en el Perú; concluyéndose sobre la necesidad de efectuar estudios más profundos para el uso de los cementos asfálticos en acuerdo a la geografía y climas de las regiones del Perú; asimismo respecto a los parámetros volumétricos en el diseño de la mezcla asfáltica y la utilización de los agregados, destacándose además la importancia de los procesos constructivos que eviten fallas por deformación permanente.

2. Javier Paúl Morales Olivares – Piura (2005), **TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO UTILIZANDO SOBRECAPAS DE REFUERZO.**

El método de diseño AASHTO, originalmente conocido como AASHO, fue desarrollado en los Estados Unidos en la década de los 60, basándose en un ensayo a escala real realizado durante 2 años en el estado de Illinois, con el fin de desarrollar tablas, gráficos y fórmulas que representen las relaciones deterioro-solicitación de las distintas secciones ensayadas. A partir de la versión del año 1986, y su correspondiente versión mejorada de 1993, el método AASHTO comenzó a introducir conceptos mecanicistas para adecuar algunos parámetros a condiciones diferentes a las que imperaron en el lugar del ensayo original. Se ha elegido el método AASHTO, porque a diferencia de otros métodos, éste método introduce el concepto de serviciabilidad en el diseño de pavimentos como una medida de su capacidad para brindar una superficie lisa y suave al usuario. En este capítulo se desarrollará en forma concisa los conceptos básicos sobre pavimentos rígidos, para tener una idea general de los tipos de pavimentos, así como de los principales elementos que conforman el pavimento de concreto como son: subbase, losa de concreto, juntas, selladores, tipos de pavimento, etc. Asimismo, se describirá brevemente cada uno de

los factores o parámetros necesarios para el diseño de pavimentos rígidos según el método AASHTO 93.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Conservación Periódica.-**

Es el conjunto de actividades, programables cada cierto periodo, que se realizan en las vías para recuperar sus condiciones de servicio estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a:

- ✓ Reposición de capas de rodadura, colocación de capas nivelantes y sello.
- ✓ Reparación o reconstrucción puntual de capas inferiores del pavimento.
- ✓ Reparación o reconstrucción puntual de túneles, muros, obras de drenaje.
- ✓ Reposición o instalación de elementos de seguridad vial y señalización.
- ✓ Reparación o reconstrucción puntual de la plataforma de carretera.
- ✓ Reparación o reconstrucción puntual de los componentes de los puentes tanto de la superestructura como de la subestructura y pintado general del puente.

### **2. Conservación Rutinaria.-**

Es el conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de ser servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud; así como limpieza o reparación de señales y/o elementos de seguridad, limpieza o reparación de juntas de dilatación, pintura de elementos específicos de puentes y drenaje en la superestructura y subestructura de los puentes.

### **3. Conservación Vial.-**

Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo

que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

#### **1. Fisuras Finas.-**

Son hendiduras o rajaduras delgadas que también se denomina microfisuras, de varios orígenes, con un ancho igual o menor a 1mm.

#### **2. Fisura Media.-**

Son hendiduras o rajaduras abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material, de varios orígenes, con un ancho mayor a 1mm y menor o igual a 3mm.

#### **3. Fisura Gruesa (grietas).-**

Son hendiduras o rajaduras abiertas y/o ramificadas con pérdida de material denominada también grietas, de varios orígenes, con un ancho mayor a 3mm.

#### **4. Fresado.-**

El fresado consiste en recortar en frío, con un equipo especialmente diseñado para el trabajo, un determinado espesor de la superficie del pavimento (se diferencia del cepillado en que aquél sólo produce pequeñas ranuras, en tanto que éste rebaja efectivamente en nivel superior del pavimento). Se pueden fresar también los pavimentos de hormigón pero, debido a su dureza, normalmente el trabajo tiene un costo mayor que el fresado de mezclas asfálticas.

#### **5. Gestión de Conservación Vial.-**

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

#### **6. Inventario vial.-**

Registro ordenado, sistemático y actualizado cada año de todas las carreteras existentes, especificando su ubicación, características físicas y estado operativo.

### **7. Micro fresado.-**

Técnica de fresado que afecta a una profundidad muy reducida, con el objeto de mejorar significativamente la textura superficial del pavimento o colaborar en la regularización de la superficie a rehabilitar. A esta técnica especializada se le denomina también cepillado.

#### **i. Pavimentos Definición.**

De acuerdo a la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del usuario.

De acuerdo a la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo. **(Edgar Daniel Rodríguez Velásquez. 2009)**

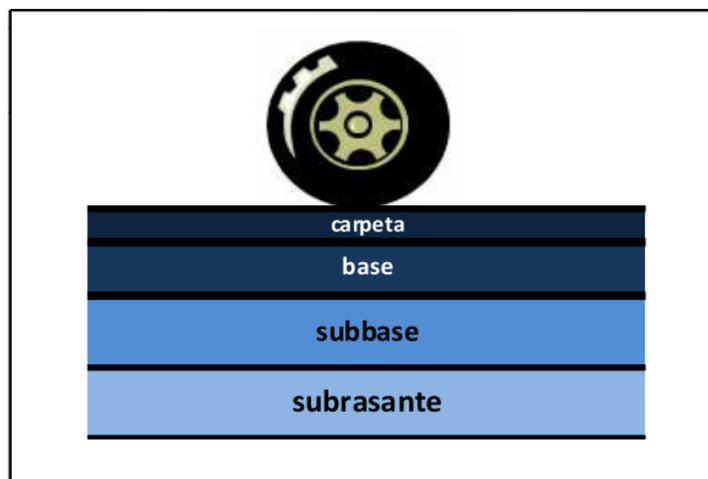


Imagen 01: Paquete estructural.

Esquema típico del paquete estructural de un pavimento flexible.

Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar Comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella. Debe proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas.

## ii. Clasificación de los Pavimentos.

La clasificación de los pavimentos está sujeta a las limitaciones inherentes a las técnicas de clasificación que son:

### 1. Pavimento flexible(asfáltico)

Este tipo de pavimento se caracteriza por estar conformado en la superficie por una capa de material bituminoso o mezcla asfáltica que se apoya sobre capas de material granular (Base y sub-base), apoyando este conjunto sobre la subrasante compactada, de manera que la sub-base, base y superficie de desgaste o carpeta asfáltica son los componentes estructurales de este tipo de pavimento.

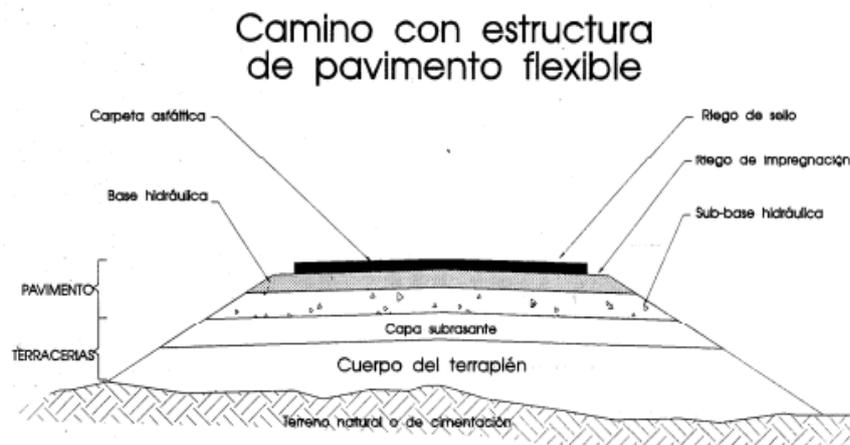


Imagen 02: Paquete estructural

## 2. Pavimento rígido (de concreto hidráulico)

Un **pavimento de concreto o pavimento rígido** consiste, básicamente, en una losa de concreto simple o armado, apoyada de manera directa sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.

Antiguamente, la losa se construía sobre las terracerías sin importar la calidad que tuvieran; esto dio lugar a que un gran número de pavimentos fallaran al aparecer grietas transversales o longitudinales cercanas a las orillas, al investigar el fenómeno se encontró que la causa de ellas había sido el denominado “fenómeno el bombeo”, que consiste en el ascenso de materiales finos y húmedos hacia la superficie de rodamiento a través de las juntas, en virtud de la deformación y recuperación de las losas en las orillas, al paso de los vehículos.

A partir de este estudio se especificó que la losa debía colocarse sobre un material granular, que cuando menos cumpliera la normas para su base de pavimento; en un principio no se tomaba en cuenta su espesor; en la actualidad ya se toma en cuenta.” **(Olivera, 1986)**

Ante todo se debe conocer que los pavimentos flexibles son aquellos que tienden a deformarse y recuperarse después de sufrir deformación, transmitiendo la carga en forma lateral al suelo a través de sus capas. Está compuesto por una delgada capa de mezclas asfálticas, colocada sobre capas de base y sub-base, generalmente, granulares. Sin embargo los pavimentos rígidos no son flexibles por que no tienden a volver a su estado normal al momento de recibir cargas (tránsito pesado)

## 3. ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PAVIMENTO RÍGIDO

Los elementos que conforman un pavimento rígido son: subrasante, subbase y la losa de concreto. A continuación se hará una breve descripción de cada uno de los elementos que conforman el pavimento rígido.

#### **a) Subrasante**

La subrasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar un apoyo,

Razonablemente, uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos.

#### **b) Subbase**

La capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida. Consiste en una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la subbase es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La subbase es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado.

Entre otras funciones que debe cumplir son:

- Proporcionar uniformidad, estabilidad y soporte uniforme.
- Incrementar el módulo (K) de reacción de la subrasante.
- Minimizar los efectos dañinos de la acción de las heladas.
- Proveer drenaje cuando sea necesario.
- Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

### **c) Losa**

La losa es de concreto de cemento portland. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad. Se deberá usar concreto con aire incorporado donde sea necesario proporcionar resistencia al deterioro superficial debido al hielo-deshielo, a las sales o para mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

### **3. Pavimento semiflexible(pavimentos intertrabado)**

Los pavimentos de bloques articulados y de adoquines han sido colocados entre ambas clasificaciones ya que estando constituido por elementos rígidos independientes, tienen un comportamiento flexible debido a la gran densidad de las juntas entre ellos.

#### **2.2.3. Funciones de los Pavimento Flexible. (Egdo Fernando Narváez. 2012)**

##### **1.- terracerías:**

**Terreno natural o de cimentación:** Se puede definir como la franja de terreno que es afectada por la construcción del camino y que función es la de soportar las cargas de la estructura del pavimento y de las terracerías sin olvidar las cargas de tránsito.

**Cuerpo del terraplén:** esta será utilizada únicamente en porciones de camino con terraplén, sus función principal es la de dar la altura necesaria para alojar las obras de drenaje.

**Cuerpo de subrasante:** Tiene múltiples funciones como la de recibir y resistir las cargas de transito transmitidas por la capa de pavimento y transmitirla en forma adecuada a las capas inferiores; además:

- 1- Evitar que se contaminen las capas del pavimento cuando el cuerpo del terraplén o el terreno natural sea de material fino o arcilloso.
- 2- Evitar que sean absorbidas las capas superiores cuando se tienen terraplenes.
- 3- Evitar que se reflejen las imperfecciones en los cortes hacia las capas de pavimentos para lograr espesores de pavimento constante.

## **2.- Pavimento Flexible**

La sub-base granular.

- **Función Económica.** Una de las principales funciones de esta capa es netamente económica; en efecto, el espesor total que se requiere para que el nivel de esfuerzos en la subrasante sea igual o menor que su propia resistencia, puede ser construido con materiales de alta calidad.
- **Capa de transición.** La sub-base bien diseñada impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad.
- **Disminución de las deformaciones.** Algunos cambios volumétricos de la capa subrasante, generalmente asociados a cambios en su contenido de agua (expansiones), o a cambios extremos de temperatura (heladas), pueden absorberse con la capa subbase, impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento.
- **Resistencia.** la sub-base debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de Los vehículos a través de las capas superiores y transmitidas a un nivel adecuado a la subrasante.
- **Drenaje.** En muchos casos la subbase debe drenar el agua, que se introduzca a través de la carpeta o por las bermas, así como impedir la ascensión capilar.

La base granular.

- Resistencia. La función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la subbase y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada.
- Función económica, Respecto a la carpeta asfáltica, la base tiene una función económica análoga a la que tiene la subbase respecto a la base.
- Superficie de rodamiento. La carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito.
- Impermeabilidad. Hasta donde sea posible, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento.
- Resistencia, Su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento.

#### **2.2.4. Pavimento Flexible Definición**

Una carpeta constituida por una mezcla asfáltica proporciona la superficie de rodamiento; que soporta directamente las sollicitaciones del tránsito y aporta las características funcionales. Estructuralmente, la carpeta absorbe los esfuerzos horizontales y parte de los verticales, ya que las cargas de los vehículos se distribuyen hacia las capas inferiores por medio de las características de fricción y cohesión de las partículas de los materiales y la carpeta asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa.

Las capas que forman un pavimento flexible son. Carpeta asfáltica, base y subbase, las cuales se construyen sobre la capa subrasante. **(Egdo Fernando Narvaes. 2012)**

#### **Asfalto**

Es un material aglomerante de color oscuro, constituidos por mezclas complejas de hidrocarburos no volátiles de alto peso molecular, originarios del petróleo crudo, en el cual están disueltos, pueden obtenerse por evaporación natural de depósitos localizados en la superficie terrestre, denominados Asfaltos Naturales, o por medio de procesos de destilación industrial cuyo componente predominante es el Bitumen.

Obtención y tipos

Según el origen del petróleo crudo la composición de base se divide en:

- ✓ Base Asfáltica
- ✓ Base Parafínica
- ✓ Base Intermedia

Los asfaltos de base asfáltica, es decir, asfaltos obtenidos de petróleos asfálticos, son más deseables para pavimentación, ya que tienen buenas características ligantes y de resistencia al envejecimiento por acción del clima.

Los asfaltos de base Parafínica, se oxidan lentamente expuestos a la intemperie, dejando un residuo escamosos y de poco valor como ligante.

De acuerdo a su aplicación, los asfaltos los podemos clasificar en 2 grandes grupos:

1. Asfaltos para Pavimentos
2. Asfaltos Industriales

Asfaltos para pavimentos

Éstos se subdividen en:

- ✓ Cementos Asfálticos
- ✓ Asfaltos Cortados
- ✓ Emulsiones Asfálticas

## 2.2.5. Consideraciones del diseño estructural.

### 1.- Base.

La base es la capa situada debajo de la carpeta (pavimento flexible). Su función es eminentemente ser resistente, absorbiendo la mayor parte de los esfuerzos verticales y su rigidez o su resistencia a la deformación bajo las sollicitaciones repetidas del tránsito suele corresponder a la intensidad del tránsito pesado. Así, para tránsito medio y ligero se emplean las tradicionales bases granulares. **(Ricardo Javier Mirando Rebolledo 2010)**



Imagen 03: Preparación de base.

### 2. Sub- Base.

En los pavimentos flexibles, la subbase es la capa situada debajo de la base y sobre la capa subrasante, debe ser un elemento que brinde un apoyo uniforme y permanente al pavimento. 3 Cuando se trate de un pavimento rígido, esta capa se ubica inmediatamente abajo de las losas de hormigón, y puede ser no necesaria cuando la capa subrasante es de elevada capacidad de soporte. Su función es proporcionar a la base un cimiento uniforme y constituir una adecuada plataforma de trabajo para su colocación y compactación. Se emplean normalmente subbase granulares constituidas por materiales cribados o de trituración parcial, suelos estabilizados con cemento, etc.

### 3. Sub-rasante.

Esta capa debe ser capaz de resistir los esfuerzos que le son transmitidos por el pavimento. Interviene en el diseño del espesor de las capas del pavimento e influye en el comportamiento del pavimento. Proporciona un nivel necesario para la subrasante y protege al pavimento conservando su integridad en todo momento, y obtener por lo menos el 95% de su grado de compactación.



Imagen 04: Preparación de sub-rasante.

#### 2.2.6. Ventajas del Pavimento Flexible. (Ricardo Javier Mirando Rebolledo 2010)

##### Ventajas

- ✓ su construcción inicial resulta más económica.
- Tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años

#### 2.2.7. Limitaciones del Pavimento Flexible. (Ricardo Javier mirando rebolledo 2010)

##### Desventajas

- ✓ Para cumplir con su vida útil requiere de un mantenimiento constante.
- ✓ Las cargas pesadas producen roderas y dislocamientos en el asfalto y son un peligro potencial para los usuarios. Esto constituye un serio problema en intersecciones, casetas de cobro de peaje, donde el tráfico está constantemente frenado y arrancando. Las roderas llenas de agua de lluvia en estas zonas, pueden causar

deslizamientos, pérdida de control del vehículo y por lo tanto, dar lugar a accidentes y a lesiones personales.

- ✓ Las roderas, dislocamientos, agrietamientos por temperatura, agrietamiento tipo piel de cocodrilo (fatiga) y el interperismo, implican un tratamiento frecuente a base de selladores de grietas y de recubrimiento superficiales.
- ✓ Las distancias de frenado para superficies de hormigón son mucho mayores que para las superficies de asfalto sobre todo cuando el asfalto esta húmedo y con huellas.
- ✓ Una vez que se han formado huellas en el pavimento de asfalto, la experiencia ha demostrado, que la colocación de una sobre carpeta de asfalto sobre ese pavimento no evitara que se vuelva a presentar.
- ✓ Las huellas reaparecen ante la incapacidad de lograr una compactación adecuada en las huellas que dejan las ruedas y/o ante la imposibilidad del asfalto de resistir las presiones actuales de los neumáticos y los volúmenes de tráfico de hoy en día.

#### **2.2.8. Estructura del Pavimento Flexible.**

- ✓ Bajo una carpeta bituminosa, formada típicamente, por una mezcla de agregado pétreo y un aglutinante asfáltico, que constituye la superficie de rodamiento propiamente dicha, se disponen por lo menos dos capas bien diferenciadas: Una base, de material granular y una sub-base, formada preferentemente, también por suelo granular, aunque el requisito obligue menos que en la base, en el sentido de poder admitir suelos de menor calidad, con mayor contenido de finos y menor existencia en lo que se refiere a granulometría; la razón es el mayor alejamiento de la sub-base de la superficie de rodamiento, por lo que llegan esfuerzos de menor intensidad.
- ✓ Bajo la sub-base se presenta casi por lo general otra capa denominada subrasante, todavía con menos requisitos de calidad mínima que la sub-base, por la misma razón.

- ✓ Finalmente, bajo la subrasante aparece material convencional del terreno natural, tratado mecánicamente en lo referente a compactación.

## **2.2.9. Fallas de los pavimentos.**

### **1.- Ahuellamiento y/o hundimientos.**

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento causando grandes o largas grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones”

### **2.- Fisuras y grietas por fatigamiento.**

Son una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente ubicadas en zonas donde hay repeticiones de carga. La fisuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de cargas, en donde desarrollan un parecido con la piel de cocodrilo. Este tipo de daño no es común en carpetas asfálticas colocadas sobre pavimentos de hormigón.

### **3.- Grietas de borde.**

Son grietas con tendencia longitudinal a semicircular ubicadas cerca del borde de la calzada, se presentan generalmente por la ausencia de berma o por la diferencia de nivel de la berma y la calzada. Generalmente se ubican dentro de una franja paralela al borde, con ancho hasta 0,60 m2.

### **4.- Parches deteriorados.**

Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura (a nivel del pavimento asfáltico o hasta los granulares) o para permitir

la instalación o reparación de alguna red de servicios (agua, gas, etc.)

### 2.2.10. Tipo de Fallas del Pavimento Flexible.

1.- Ahuellamiento y/o hundimientos.

HUNDIMIENTOS = HS		UNIDAD = M2
DESCRIPCIÓN	<p>Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.</p> <p>Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento causando grandes o largas grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman "ondulaciones"</p>	
CAUSAS	<p>Hundimientos causados por las cargas del tránsito.</p> <p>Consolidación de las capas subyacentes.</p> <p>Inadecuada compactación de las capas estructurales.</p> <p>Aparcamiento de vehículos pesados durante mucho tiempo.</p>	

<p>FOTOS RELACIONADAS</p>		
<p>SEVERIDAD</p>	<p>BAJA = B</p>	<p>MENOR A: 20 mm.</p>
	<p>MEDIA = M</p>	<p>ENTRE: 20 y 40 mm.</p>
	<p>ALTA = A</p>	<p>MAYORES A: 40 mm.</p>
<p>REPARACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limpiar las paredes y el fondo de la zona removida mediante barrido energético y/o aire comprimido (presión mínima, 120 psi), hasta eliminar todas las partículas sueltas y el polvo</li> <li>✓ Colocar el imprimante o liga, mediante escobillones u otros procedimientos que permitan un cubrimiento uniforme del fondo y paredes, a razón de 1.3 a 2.4 l/m<sup>2</sup>.</li> <li>✓ Antes de colocar la mezcla asfáltica verificar que la imprimación haya penetrado al menos 10 mm en las bases granulares y que la emulsión para la liga haya quebrado.</li> <li>✓ Extender y nivelar la mezcla asfáltica mediante rastrillos y colocar la cantidad justa y necesaria para cubrir toda el área por rellenar y dejarla 6 mm sobresaliendo del pavimento circundante. En los bordes recortar la mezcla dejando paredes verticales y retirar cualquier exceso.</li> <li>✓ Compactar con rodillo manual. El desnivel en los bordes no debe sobrepasar los 3 mm.</li> </ul>	

2.- Fisuras y grietas por fatigamiento.

FATIGAMIENTO = FTO	UNIDAD = M2
DESCRIPCIÓN	<p>Son una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente ubicadas en zonas donde hay repeticiones de carga. La fisuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de cargas, en donde desarrollan un parecido con la piel de cocodrilo. Este tipo de daño no es común en carpetas asfálticas colocadas sobre pavimentos de hormigón.</p>
CAUSAS	<p>La causa más frecuente es la falla por fatiga de la estructura o de la carpeta asfáltica principalmente debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Espesor de estructura insuficiente.</li> <li>✓ Deformaciones de la subrasante.</li> <li>✓ Rigidización de la mezcla asfáltica en zonas de carga (por oxidación del asfalto o envejecimiento).</li> <li>✓ Problemas de drenaje que afectan los materiales granulares.</li> <li>✓ Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas</li> <li>✓ Deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica: exceso de mortero en la mezcla, uso de asfalto de alta penetración (hace deformable la mezcla), deficiencia de asfalto en la mezcla (reduce el módulo).</li> <li>✓ Reparaciones mal ejecutadas, juntas mal elaboradas e implementación de reparaciones que no corrigen el daño</li> </ul>

<p>FOTOS RELACIONADAS</p>		
<p>SEVERIDAD</p>	<p>BAJA = B</p>	<p>MENOR A: 20 mm.</p>
	<p>MEDIA = M</p>	<p>ENTRE: 20 y 40 mm.</p>
	<p>ALTA = A</p>	<p>MAYORES A: 40 mm.</p>
<p>REPARACION</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limpiar las paredes y el fondo de la zona removida mediante barrido energético y/o aire comprimido (presión mínima, 120 psi), hasta eliminar todas las partículas sueltas y el polvo</li> <li>✓ Colocar el imprimante o liga, mediante escobillones u otros procedimientos que permitan un cubrimiento uniforme del fondo y paredes, a razón de 1.3 a 2.4 l/m<sup>2</sup>.</li> <li>✓ Antes de colocar la mezcla asfáltica verificar que la imprimación haya penetrado al menos 10 mm en las bases granulares y que la emulsión para la liga haya quebrado.</li> <li>✓ Extender y nivelar la mezcla asfáltica mediante rastrillos y colocar la cantidad justa y necesaria para cubrir toda el área por rellenar y dejarla 6 mm sobresaliendo del pavimento circundante. En los bordes recortar la mezcla dejando paredes verticales y retirar cualquier exceso.</li> <li>✓ Compactar con rodillo manual. El desnivel en los bordes no debe sobrepasar los 3 mm.</li> </ul>	

3.- Grietas de borde.

GRIETAS DE BORDE = GB	UNIDAD = M2
DESCRIPCIÓN	<p>Son grietas con tendencia longitudinal a semicircular ubicadas cerca del borde de la calzada, se presentan generalmente por la ausencia de berma o por la diferencia de nivel de la berma y la calzada. Generalmente se ubican dentro de una franja paralela al borde, con ancho hasta 0,60 m2.</p>
CAUSAS	<p>La principal causa de este daño es la falta de confinamiento lateral de la estructura debido a la carencia de bordillos, anchos de berma insuficientes o sobre carpetas que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel con la berma; en estos casos la fisura es generada cuando el tránsito circula muy cerca del borde. Las fisuras que aparecen por esta causa generalmente se encuentran a distancias entre 0.30 m a 0,60 m del borde de la calzada.</p>
FOTOS RELACIONADAS	

SEVERIDAD	BAJA = B	MENOR A: 20 mm.
	MEDIA = M	ENTRE: 20 y 40 mm.
	ALTA = A	MAYORES A: 40 mm.
REPARACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Marcar la zona a reparar, extendiéndose al menos 0.3 metros fuera del área dañada.</li> <li>✓ El área a delimitar debe ser rectangular, con dos de sus lados perpendiculares al eje del camino.</li> <li>✓ Posteriormente, deberá cortarse sobre la demarcación realizada, utilizando un equipo de corte.</li> <li>✓ Excavar hasta la profundidad definida por el espesor diseñado recortando las paredes de forma vertical, de modo que el fondo quede plano y horizontal.</li> <li>✓ Para finalizar se deberá compactar el fondo hasta alcanzar el 95% del proctor modificado, de acuerdo con AASHTO T180.</li> <li>✓ Las paredes y fondo de la zona en que se realizó la remoción deben limpiarse mediante un barrido enérgico</li> <li>✓ La superficie se recubrirá con el ligante que corresponda, para lo cual se utilizarán escobillones u otros elementos similares que permitan esparcirlo uniformemente.</li> <li>✓ Antes de colocar la mezcla asfáltica de relleno deberá verificarse que la imprimación haya penetrado según lo especificado</li> <li>✓ La mezcla asfáltica se extenderá y nivelará mediante rastrillos, colocando la cantidad adecuada para que sobresalga unos 6 mm sobre el pavimento circundante, en los extremos, y coincidiendo con las líneas de corte de la zona.</li> <li>✓ La compactación deberá realizarse con un rodillo neumático o liso de 3 a 5 t de peso.</li> <li>✓ Alternativamente podrá usarse un rodillo manual, dependiendo del espesor de la capa por compactar.</li> <li>✓ El desnivel máximo tolerable entre la zona reparada y el pavimento que la rodea será de 3 mm.</li> </ul>	

#### 4.- Parches deteriorados.

PARCHES DETERIORADOS = PD		UNIDAD = M2
DESCRIPCIÓN	Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura (a nivel del pavimento asfáltico o hasta los granulares) o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios (agua, gas, etc.)	
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Procesos constructivos deficientes.</li> <li>✓ Sólo se recubrió la zona deteriorada sin solucionar las causas que lo originaron.</li> <li>✓ Deficiencias en las juntas.</li> <li>✓ Parche estructuralmente insuficiente para el nivel de solicitaciones y características de la subrasante.</li> <li>✓ Mala construcción del parche (base insuficientemente compactada, mezcla asfáltica mal diseñada)</li> </ul>	
FOTOS RELACIONADAS		
SEVERIDAD	BAJA = B	MENOR A: 20 mm.
	MEDIA = M	ENTRE: 20 y 40 mm.
	ALTA = A	MAYORES A: 40 mm.

REPARACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limpiar las paredes y el fondo de la zona removida mediante barrido enérgico y/o aire comprimido (presión mínima, 120 psi), hasta eliminar todas las partículas sueltas y el polvo</li> <li>✓ Colocar el imprimante o liga, mediante escobillones u otros procedimientos que permitan un cubrimiento uniforme del fondo y paredes, a razón de 1.3 a 2.4 l/m<sup>2</sup>.</li> <li>✓ Antes de colocar la mezcla asfáltica verificar que la imprimación haya penetrado al menos 10 mm en las bases granulares y que la emulsión para la liga haya quebrado.</li> <li>✓ Extender y nivelar la mezcla asfáltica mediante rastrillos y colocar la cantidad justa y necesaria para cubrir toda el área por rellenar y dejarla 6 mm sobresaliendo del pavimento circundante. En los bordes recortar la mezcla dejando paredes verticales y retirar cualquier exceso.</li> <li>✓ Compactar con rodillo manual. El desnivel en los bordes no debe sobrepasar los 3 mm.</li> </ul>
------------	---

### 4.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

Según el manual de conservación vial del año 2016 presenta el siguiente Glosario de Términos a utilizar en los procesos de gestión de conservación de las redes viales.

- **Acera:** Elemento físico lateral de la vía destinado al tránsito de peatones en zonas pobladas.
- **Afirmado:** Capa constituida con grava natural o grava selecta procesada o semiprocada, generalmente con un contenido de ligante arcilloso, que se coloca sobre la subrasante de una vía. Funciona como capa de rodadura y de soporte al tránsito. Estas capas pueden tener tratamiento para su estabilización.
- **Badén:** Estructura construida con piedra y/o concreto para permitir el paso vehicular sobre quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores. A su vez, permiten el paso de agua, materiales y de otros elementos sobre la superficie de rodadura.

- **Muros de Contención o Sostenimiento:** Estructuras destinadas a garantizar la estabilidad de la plataforma o a protegerla de la acción erosiva de las aguas superficiales. Se utilizan para contener los rellenos o para defender la vía de eventuales derrumbes.
- **Obra de Arte:** Estructura construida para permitir la evacuación de las aguas, asegurar la estabilidad de la vía o permitir la circulación del tránsito.
- **Patrimonio Vial:** Conjunto de caminos, arterias, calles o vías férreas, incluidas sus obras complementarias, que con su respectivo derecho de vía conforman la estructura vial de uso y dominio público susceptible de valorización.
- **Pavimento:** Estructura constituida por un conjunto de capas superpuestas, de diferentes materiales, adecuadamente compactados, que se construyen sobre la subrasante de la vía con el objeto de soportar las cargas del tránsito durante un período de varios años, brindando una superficie de rodamiento uniforme, cómoda y segura.
- **Pavimento flexible:** Pavimento con capa de rodadura de tipo bituminoso y capas granulares o tratadas con ligante bituminoso que sufre deformaciones elásticas de alguna consideración bajo las cargas normales del tránsito vehicular.

## 5.1 CONCLUSIONES

**De la investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones:**

- 1- La provincia de Huancabamba es un sector productor de ganadería y agrícola, en donde la población es la mayor beneficiada ya que el ingreso y salida de los vehículos de carga pesada son mucho más frecuentes por lo que es necesario que estas vías estén en buenas condiciones de transitabilidad.
- 2- Se debe recalcar que el presupuesto esta con márgenes económicos mucho más altos de los que verdaderamente se gastan en campo.
- 3- En el caso particular de esta obra hubo una falta de supervisión y monitoreo de los trabajos en su ejecución lo que constituye una parte fundamental para lograr un proyecto de calidad. Este proyecto que lo hizo el consorcio de gestiones viales del norte (**ODEBRECH Y OBRAINSA**), el error radica en que

no se respetaron las especificaciones técnicas, y no se realizaron los controles oportunos de calidad.

4- Es claro identificar que las causas principales que produce mayor daño a la pavimentación es producto de las precipitaciones pluviales y a los diferentes cambios climáticos que se presentan en la provincia de Huancabamba.

5- Si bien es cierto que la seguridad en obra se exigió según las normas actuales y que estuvo a cargo de un ingeniero de seguridad , una de las labores del suscrito fue asistir como apoyo a la seguridad como el correcto uso de EPP y la prevención de accidentes.

6- El uso de información sobre peligros naturales es un nuevo enfoque necesario para reducir la vulnerabilidad y las fallas en los pavimentos asegurando una mejor transitabilidad.

7- Según los resultados de las encuestas se puede ver diferentes patologías que impiden el libre tránsito como el fatigamiento, hundimiento, parches deteriorados, entre otras fallas las cuales afectan la libre transitabilidad. Predominando fisuras y grieta por fatigamiento (7%)

### **5.3 RECOMENDACIONES**

1- Se recomienda tener un control de los vehículos de carga pesada ya que muchas veces son sobrecargados y son los causantes de las fluctuaciones y deformaciones del pavimento.

2- El estado debe plantear márgenes y normas en el cual se respeten los presupuestos y se cumpla con lo aprobado y así reducirá la corrupción y el mal uso de los fondos dados para cada proyecto.

3- En el futuro se recomienda que los perfiles de proyectos planteados de Transporte vial reflejen un balance entre la inversión de infraestructura y con un bajo índice de fallas para que pueda la población gozar de la obra sin que esta tenga desperfectos en tan poco tiempo de vida y hacer más eficiente la ejecución de los proyecto respetando los contratos y sobre todo las especificaciones técnicas de cada expediente puesto en pie.

4- Se debe realizar un estudio de vulnerabilidad e identificar las áreas para que cuando las precipitaciones pluviales se presenten, se pueda evitar los daños de las capas del paquete estructurales.

5- Se debe continuar implementando acciones que garanticen la seguridad tanto de los trabajadores como de los usuarios, verificando que todos cumplan con las medidas de seguridad indicadas. Para lograr una ejecución sin accidentes o inconvenientes.

6- Se recomienda la elaboración de códigos de diseño y especificaciones Técnicas de construcción vial en los cuales se incluya la reducción de Vulnerabilidad ya que no se toman en cuenta debido a que los proyectos muchas veces no son ejecutados de tal manera que se cumplen todos los estudios de calidad necesarios.

7- Debe programarse un mantenimiento rutinario para superar las fallas que se presenten. Cumpliendo con el proceso de reparación que se plantea en el acápite 2.2.10. que son los cuadros del tipo de fallas de pavimento flexible.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. **Rabanal Pajares Jaime Enrique – Cajamarca (2014)**, “análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de Evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento.”
2. **Morales Olivares Javier – Piura (2005)**, Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo.
3. **Hanser López José – Guatemala (2008)**, análisis de la evaluación técnica y económica de proyectos viales con el modelo de estándares de conservación y diseño de carreteras.
4. **Rodríguez González René Alexander – Ecuador (2011)** “Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial

y Operación Vehicular en los Caminos Rurales de las Poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo”

5. **Tabares González Ricardo – Colombia**, Diagnóstico de la vía existente y diseño de pavimento flexible de la vía de acceso al barrio ciudadela del café – vía la badea-
6. **Gómez Vallejos Susan Jackelin, Trujillo (2014)**, “Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del óvalo Grau – Trujillo - la libertad”.
7. **Manual de Conservación Vial- RD-05-2016 y Mtc.- RD-05-2014**
8. **Expediente Técnico de obra.(digital)**
9. **Provias Nacional – Pagina Web Oficial – 2016**
10. **Dipromar – Pagina Web – Oficial – 2016**
11. **Norma\_010\_ pavimentos\_urbanos, PDF.**
12. **Reglamento Nacional de Gestión Infraestructura Vial DS N° 034-2008-MTC**
13. **LINKS**
  - [WWW.MTC.COM.PE](http://WWW.MTC.COM.PE)
  - [WWW.DIPROMAR.COM.PE](http://WWW.DIPROMAR.COM.PE)