

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

ESCUELA DE POSTGRADO DE INGENIERÍA



Análisis y evaluación del mantenimiento para la conservación vial de la capa de rodadura de la vía interdistrital Ascope - Casa Grande, aplicando el modelo HDM-4

Analysis and evaluation of maintenance for road maintenance of the surface layer of the interdistrict via Ascope - Casa Grande, using the HDM-4 model

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN VIAL**

AUTOR:

Br. VÍCTOR GONZALO CASSANA TORRES

ASESOR:

Ms. RICARDO ANDRES NARVAEZ ARANDA

**TRUJILLO - PERÚ
2016**

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme, darme salud y fortaleza para lograr esta meta trazada en mi vida profesional.

A mis queridos padres Jorge y Santos Irene, y a mi hermano Roberto, que en paz descansen y de Dios gocen, por guiarme por el buen sendero de la vida.

Con gratitud a mi Hermana Bertila por su gran esfuerzo y apoyo constante para lograr este objetivo profesionalmente.

A mis hermanos por formar parte fundamental en mi vida y ser siempre comprensivos y abnegados conmigo.

AGRADECIMIENTOS

Al **Ms. Ricardo Andrés Narváez Aranda**, por brindarme su tiempo, paciencia y comprensión durante todo el proceso de elaboración para poder culminar y presentar esta tesis para optar el Grado de Magister en Transporte y Conservación Vial.

Al **Sr. Fortunato Wilmer Sánchez Paredes**, por su constante apoyo, comprensión y sabios consejos que han sido una guía en mi vida para continuar mis estudios de maestría, demostrando y resaltando su calidad humana. Gracias ahora, podemos decir lo logramos.

A **mí novia**, por ser parte esencial de esta trayectoria. Gracias por creer en mí y darme tu apoyo y ayuda incondicional. Por dar cariño y comprensión, deseo éxitos y bendiciones para tu carrera.

A los compañeros de trabajo de la Municipalidad Distrital de Mollebamba, por su paciencia y apoyo incondicional durante mi etapa de estudios de maestría.

A todas las personas que durante el transcurso de esta investigación me ayudaron sin ningún interés. Sin ustedes amigos no lo hubiese logrado.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo la realización de un “Análisis y evaluación del mantenimiento para la conservación vial de la capa de rodadura de la vía interdistrital Ascope - Casa Grande, aplicando el modelo HDM-4”. Como ejemplo de esta aplicación, se ha realizado en la Provincia de Ascope específicamente en la vía Ascope – Casa Grande, ya que esta vía presenta las características y condiciones técnicas para ser estudiada en cuanto se refiere a la capa de rodadura. El estudio es descriptivo y aplicativo, la cual todos los registros de campo se han registrado en los formularios del sistema Paver, y se ha logrado obtener en base de las fallas existentes en la vía, la evaluación del estado de la misma, tomando en cuenta criterios como el índice de rugosidad (IRI), lo cual permitió obtener un inventario del estado actual de la vía y también se utilizó el conteo de tráfico promedio diario anual de vehículos , con toda esta información se realizó el análisis del mantenimiento de la capa de rodadura mediante la utilización del Programa HDM-4 para la calificación funcional y estructural de los pavimentos.

El resultado es que se ha logrado elaborar un modelo de mantenimiento vial aplicando el programa HDM-4, que permita ser aplicado al resto de vías de la Provincia de Ascope para conservar la capa de rodadura. Este modelo de Análisis y Evaluación de Mantenimiento Vial aplicando HDM-4, permitirá a través de la base de datos guiar a las instituciones por medio de sus autoridades y directivos a gestionar el mantenimiento y servicio de las vías, aumentando la seguridad y confort de los usuarios

PALABRAS CLAVES: Conservación Vial, Capa de Rodadura, Modelo HDM -4.

ABSTRACT

This research has as objective conducting a "maintenance analysis and assessment for road maintenance of the surface layer of the interdistrict via Ascope - Casa Grande, using the HDM-4 model". This research has been made in the Province of Ascope. Specifically in the way Ascope - Casa Grande, because this route has the characteristics and technical conditions to be studied as it relates to the surface layer. This research is a descriptive study, All field records have been recorded in the forms of Paver system, The data has been obtained on the basis of existing flaws in the way, assessing the state of it and taking into account criteria such as roughness index (IRI), which yielded an inventory of the current state of the track. The counting annual average daily traffic of vehicles was also used. With all this information an analysis of the maintenance of the rolling layer was made using the HDM-4 program for assessing the functional and structural characterization of the pavements. In summary, a model of road maintenance was developed using the HDM-4 program, which allows to be applied to other roads of the Ascope province to preserve the surface layer. This model of Analysis and Evaluation of Road Maintenance applying the HDM-4 program will allow using the database to guide institutions through its officers and authorities to manage the maintenance and service of roads, increasing safety and comfort of users

Keywords: Road maintenance, surface layer, HDM -4 model.

ÍNDICE

DEDICATORIA	<i>i</i>
AGRADECIMIENTOS	<i>ii</i>
RESUMEN	<i>iii</i>
ABSTRACT	<i>iv</i>
ÍNDICE	<i>v</i>
ÍNDICE DE CUADROS	<i>viii</i>
I. INTRODUCCIÓN	01
1. Formulación del Problema	03
2. Hipótesis de Investigación	03
3. Objetivos de Investigación	04
3.1. Objetivo General	04
3.2. Objetivos Específicos	04
II. DISEÑO METODOLÓGICO	05
1. Material de Estudio	05
1.1. Tipo de Investigación	05
1.2. Área de Estudio	05
1.3. Definición de la Población Muestral	05
2. Métodos, Procedimiento e Instrumento de recolección de Datos	05
2.1. Método	05
2.2. Instrumento de Recolección de Datos	06
2.3 Descripción del Procedimiento	07

3. Variables	07
III. RESULTADOS	08
IV. DISCUSIÓN	10
1. Característica de la vía	13
2. Tráfico Promedio Anual	15
3. Identificación y Estimación de Beneficios y Costos.....	17
3.1. Costos de Operación de los Vehículos	17
3.2. Resumen de los Costos de Operación Vehicular	19
3.3. Costo de Tiempo de Viaje (Pasajeros y Carga)	21
3.3.1. Valor del Tiempo	21
3.4. Estimación de Beneficios.....	21
3.4.1. Ahorros en Tiempo de Viaje	21
3.4.2. Ahorros en Costo de Operación.....	22
3.4.3. Ahorros por Disminución en los Costos de Mantenimiento.....	22
4. Costos de Inversión y de Mantenimiento	22
4.1. Costos de Inversión a Precios de Mercado.....	22
4.2. Costos de Inversión a Precios Económicos.....	23
4.3. Costos de Mantenimiento	23
5. Evaluación Socio Económica.....	23
5.1. Hipótesis Asumidas para la Corrida del HDM-4	24
5.2. Cálculos de los Indicadores Económicos	25
5.2.1. Valor Actual Neto (VAN)	25
5.2.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)	26
5.2.3. Relación Beneficio/ Costo (RBC)	27

5.3. Resultados Obtenidos de la Evaluación Económica	28
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES	34
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
VIII. ANEXOS	37
Anexo 01: Inventario Vial Tramo Ascope- Casa Grande.....	38
Anexo 02: Evaluación de la Capa de Rodadura de Asfalto de la Vía Ascope – Casa Grande.....	39
Anexo 03: Inspección del Pavimento Identificación del Tipo de Falla, Severidad y Magnitud (Sistema Paver)	40
Anexo 04: Conteo de Tráfico Manual.....	41
Anexo 05: Mapa de Ubicación de Tramo Ascope – Casa Grande.....	42
Anexo 06: Alternativas Consideradas en el Estudio de Identificación (EI)...	43
Anexo 06.1: Resumen de Análisis Económico.....	43
Anexo 06.2: Calendario De Actuaciones -Por Tramo.....	45
Anexo 06.3: Relación Beneficio Coste.....	48
Anexo 07 : Vistas Fotográficas	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°01: Resumen Descriptivo de la Vía.....	12
Cuadro N°02: Características Geométricas del Tramo.....	14
Cuadro N°03: Tráfico Promedio Diario Anual.....	15
Cuadro N°04: Composición Vehicular Agrupada para el Modelo HDM-4.....	16
Cuadro N°05: Tasas de Crecimiento por Tipo de Vehículo.	17
Cuadro N°06: Vehículo - Tipos	18
Cuadro N°07: Resumen de Costos de Operación Vehicular	19
Cuadro N°08: Composición de Costos de Operación Vehicular	20
Cuadro N°09: Reportes del HDM-4 Alternativas Sin y Con Proyecto.....	30

I. INTRODUCCIÓN

Las carreteras son uno de los factores responsables del crecimiento físico, social y económico de una región, ya que permiten la conectividad entre pueblos como parte de su convivencia, ayudando en su progreso y facilitando el transporte social y de bienes y servicios. Existen muchas variables derivadas de la construcción de una vía terrestre tanto durante su etapa de diseño y construcción, como en el momento que esta requiere de mantenimiento, reconstrucción o remodelación.

El diseño y la correcta realización de los procesos constructivos derivan en una carretera apta para las exigencias de tráfico para la cual va a ser exigida y es aún más importante cuando se realizan en las inmediaciones de una región con un creciente desarrollo, en tanto que debe satisfacer las demandas de los aspectos relacionados con la ingeniería de tránsito. Al igual que cuando se realiza una reconstrucción o remodelación se deben respetar los estándares que mejoren notablemente la vía así como de ser necesario remover parcial o totalmente la estructura vial; en cuanto al mantenimiento este debe ser el más adecuado y el que mejor se adapte a la inversión que se destinara para el proyecto.

La correcta utilización de las tecnologías modernas para la construcción de carreteras proporciona al ingeniero civil las herramientas que generen eficiencia y que den como producto final una estructura de calidad. De esta manera se asegura que los procesos se harán de forma ordenada y con el debido control de calidad; también es importante tener en cuenta el aspecto económico y hacer un análisis detallado en base a alternativas de costo, tiempo y calidad que puedan dar un patrón para la realización de cualquier diseño de esta índole.

El Modelo HDM-4 es una importante herramienta de análisis para la evaluación técnica y económica de inversiones en construcción y conservación de redes de carreteras. Sucesor reciente del HDM -III presenta importantes novedades y mejoras respecto a la versión anterior dentro de su

base de datos, que le hacen aplicable a redes de carreteras de cualquier nivel de tráfico y tipo de pavimento.

El uso de la herramienta se basa en un modelo de cálculo de las relaciones físicas y económicas derivadas de un extenso estudio sobre el deterioro de las carreteras, el efecto de la conservación de las mismas, y los costes de operación de los vehículos. De forma reiterativa las principales funciones del HDM-4 son el análisis de los deterioros y los efectos de la conservación de carreteras, para una serie de alternativas de conservación especificadas por el usuario de la aplicación.

Este trabajo consta de 7 capítulos, distribuidos de la siguiente manera:

El primer capítulo, “El Problema”, relaciona la falta de un análisis y evaluación de mantenimiento vial aplicando el HDM-4, al tipo de vías interdistritales que permitan la conservación de la capa de rodadura.

El segundo capítulo, “Materiales y Métodos”, trata sobre los tipos, áreas de estudio, métodos, procedimientos e instrumentos de recolección de datos de la población muestral, con el objeto a tener una guía para poder reunir los conceptos y formar un modelo aplicable a la realidad de la provincia; además trata sobre la clasificación de los tipos de fallas que pueden existir en la vía, las mismas que tienen un rol importante en la evaluación del estado de la capa de rodadura; todo esto con el objetivo de brindar fluidez, confort y seguridad al usuario.

El tercer capítulo, “Resultados”, describe la población objeto de estudio, que en este caso es la vía interdistrital Ascope – Casa Grande de la Provincia de Ascope.

El cuarto capítulo, “Discusión”, analiza y detalla los resultados obtenidos con el procedimiento y modelo del programa HDM-4, aplicado a la vía interdistrital Ascope – Casa Grande de la Provincia de Ascope.

El quinto capítulo, “Conclusiones”, resume la necesidad de un modelo de mantenimiento vial para elaborar planes de mantenimiento de las vías asfaltadas en procura no solo de ahorrar recursos económicos, sino también recursos naturales y así lograr un desarrollo sostenible.

El sexto capítulo, “Recomendaciones”, asume implementar planes de conservación y mantenimiento, con el afán de preservar los recursos de las instituciones, que se ha venido realizando gastos de rehabilitación, en varias vías, los cuales se hubiesen reducido si se tuviera un plan de gestión vial y la implementación del HDM favorece la macroeconomía del país, debido a que el mercado interno y externo necesita una infraestructura vial eficiente, capaz y segura para facilitar el intercambio de servicios

El séptimo capítulo, “Referencias Bibliográficas”, refiere a la documentación que se ha utilizado durante el desarrollo de la investigación.

1. Formulación del Problema:

¿Cómo será el análisis y evaluación del mantenimiento vial que permitirá la conservación en la capa de rodadura para las vía interdistrital de Ascope – Casa Grande, aplicando el Modelo HDM-4?

2. Hipótesis de Investigación:

Son:

- ¿Para qué servirá la realización del análisis y evaluación del mantenimiento vial que permita la conservación en la capa de rodadura para las vía interdistrital de Ascope – Casa Grande, aplicando el Modelo HDM-4?
- ¿Será necesario implementar la metodología de rehabilitación vial para mejorar las condiciones de la capa de rodadura?

3. Objetivos de Investigación:

3.1 Objetivo General:

- ✓ Realizar el análisis de evaluación y mantenimiento vial que permita la conservación de la capa de rodadura de la vía interdistrital Ascope – Casa Grande, aplicando el Modelo HDM-4

3.2 Objetivos Específicos:

- ✓ Analizar el inventario de la vía a ser estudiada
- ✓ Detallar las características de la capa de rodadura.
- ✓ Determinar la metodología para evaluar el estado de la capa de rodadura y poder especificar el tipo de mantenimiento a realizar.
- ✓ Originar un modelo de análisis y evaluación del mantenimiento vial para la conservación de la capa de rodadura para las vías interdistritales de la Provincia de Ascope, aplicando el Modelo HDM-4

II. MATERIALES Y METODOS

1. Material de estudio

1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación será:

- Exploratorio: El tema permite realizar una evaluación y paso siguiente un diagnóstico, para luego aplicar la metodología a seguir.
- Descriptivo: A través de evaluación, nos permitirá ir descubriendo nuevas cosas e incluso obstáculos que se pueden presentar.
- Aplicativo: La aplicación de parámetros de la estética nos permitirá ir modelando cada uno de los parámetros.

1.2 Área de estudio

El área de estudio son las vías interdistritales de la Provincia de Ascope, perteneciente a la vía provincial de Ascope, departamento La Libertad

1.3 Definición de la población muestral

Se tomará como población muestral la capa de rodadura de la vía interdistrital Ascope – Casagrande. Ruta L1 – 101, que tiene una longitud de 14+800 km.

2. Métodos, Procedimiento e Instrumento de recolección de datos:

2.1 Método

La presente investigación será de:

- **De Campo:** Ya que el presente trabajo requiere de una evaluación visual, del sector en donde se va a ejecutar el estudio.

- **Bibliográfica:** La recopilación de la información técnica, estará relacionada con las normas y parámetros a aplicar.

2.2 Instrumento de recolección de datos:

El universo al cual va dirigido el estudio serán las vías interdistritales de la Provincia de Ascope, para lo cual se ha tomado y se ha realizado un análisis de la vía interdistrital Ascope – Casa Grande

El estudio de tráfico, se lo realizo en horario de 00:00 hasta las 24:00 horas un día a la semana y de 6:00 hasta las 18:00 horas los restantes seis días en forma consecutiva, se empleó el método de aforos manuales-visuales vehiculares clasificatorios, los cuales consistieron en la ubicación de estaciones de conteo, los cuales son puntos estratégicos, en los cuales se abarca el trafico existente en la zona, para posteriormente con personal calificado, realizar un conteo vehicular clasificatorio, que es el conteo en determinada frecuencia en este caso cada hora, de todos los vehículos que pasan por la estación de conteo, clasificándolos en vehículos livianos, microbuses, buses y camiones pesados de 2, 3 o más ejes y obteniendo un inventario vial. Para posteriormente emplear tasas de crecimiento vehicular establecidas para la provincia de Ascope, y proyectar al periodo de diseño, aplicando HDM-4, así para poder realizar el análisis y evaluación para el mantenimiento de la capa rodadura de la vía interdistrital Ascope- Casa Grande.

Además se obtuvieron datos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Gobierno Regional y de trabajos realizados en campo, con la utilización del sistema PAVER, como parte de la investigación propuesta.

Se complementó esta investigación con datos de tráfico, estado actual del pavimento,

para en lo posterior poder obtener una evaluación de las condiciones en las que se encuentra la vía.

2.3 Descripción del procedimiento

La información recopilada a lo largo de este proceso tanto en el campo, como en la bibliografía que se utiliza, será procesada, así como también utilizando cuadros y cálculos puntuales de ciertos conceptos, para un mejor entendimiento del trabajo a exponer.

Se inició con el análisis del estado actual del pavimento, en lo que concierne a la capa de rodadura, para luego analizar el tráfico al cual está expuesto la vía en estudio.

Luego de procesada la información se presentará la propuesta del modelo de Análisis y evaluación del mantenimiento para la conservación vial de la capa de rodadura de la vía interdistrital Ascope - Casa Grande, aplicando el modelo HDM-4, el mismo que podrá ser aplicado en sectores de similares características, y con lo cual se contará con un documento alternativo para poder reducir los costos de mantenimiento, de determinadas vías y por ende el ahorro que generará a los organismos seccionales de nuestro país.

3. Variables

Variable Independiente:

- Modelo de Evaluación y Mantenimiento

Variable Dependiente:

- Rehabilitación de la capa de rodadura de la vía interdistrital Ascope – Casa Grande

III. RESULTADOS

Como parte medular para el mantenimiento de las vías, se considera las condiciones actuales en las cuales se encuentra la estructura de la vía, realizando un análisis minucioso del mantenimiento para la conservación de la capa de rodadura para poder lograr determinar las obras que se deben ejecutar para el mantenimiento de la vía.

El objetivo principal de la investigación es la realización de un modelo de mantenimiento para la conservación de la capa de rodadura el tramo Ascope – Casa Grande de la, utilizando el programa HDM-4 y con el cual se hizo un análisis completo de los parámetros de diseño de la carretera en cuestión; para la realización de dicho análisis, se echara mano de la bibliografía existente acerca del software y de los precedentes que se tengan acerca del uso del mismo.

Los parámetros de entrada del programa establecen que para la realización de un modelo es necesario conocer datos propios de la etapa de diseño, y que son variables conmensurables dentro de su campo de acción como pueden ser: la estructura de soporte del pavimento, el parque vehicular que va a transitar por la calzada, las condiciones del clima, los ensayos y pruebas realizadas en la construcción de la vía, entre otros. Dichos datos se encuentran dentro de los informes finales del diseño de la carretera, siendo esta la principal fuente de información para el desarrollo del modelo ya que no puede utilizarse ningún dato aleatorio que pueda poner en riesgo la calidad del modelo.

Lo mencionado anteriormente estará ligado estrictamente a las técnicas utilizadas por las entidades y/o organizaciones encargadas de los proyectos de la red vial del país, para que de esta forma se cumplan los procedimientos a realizar en el futuro de manera ordenada gracias a las bondades del software. Al mismo tiempo durante el desarrollo del modelo se elaborará una pequeña guía o

manual acerca del uso del programa aplicada a un tramo de carretera en estudio, que servirá como precedentes para futuros proyectos de este tipo.

A lo largo de este capítulo se desarrollan los datos obtenidos de los estudios de campo y oficina, los cuales son expuestos para elaborar el modelo de análisis y evaluación del mantenimiento para la conservación de la capa de rodadura vial planteado, se considera como base de estudio a la vía Ascope – Casa Grande perteneciente a la provincia de Ascope.

IV. DISCUSIÓN

Conforme a los objetivos trazados para la presente investigación, el modelo de análisis y evaluación del mantenimiento para la conservación de la capa de rodadura, se aplica a la vía interdistrital Ascope – Casa Grande. Sobre la base de los datos obtenidos en el Gobierno Regional La Libertad, y en el Consejo Provincial de Ascope y recorridos de verificación efectuados por el investigador, la Vía Ascope – Casa Grande se encuentra en las siguientes condiciones:

Se verificó el estado de deterioro de ciertos tramos (Sin mantenimiento), una atención regular en otros (Con mantenimiento rutinario y periódico) y la intervención, aunque tardía, en dos más de ellos (Reparaciones de consideración por falta de atención oportuna).

En la observación se determinó el estado actual de los elementos viales, para compararlos con inventarios realizados en diferentes épocas por entidades nacionales y seccionales a partir de su construcción.

En resumen, la calzada de la carretera presenta actualmente las siguientes características, las que reflejan como se dijo anteriormente, el diferente grado de atención al que se han sometido por tramos:

Km 0+000 a 0+500.-	Mal estado (Baches en un 5% de la superficie de rodadura)
Km. 0+500 a 0+700.-	Regular estado (Asentamientos, pequeños baches)
Km. 0+700 a 1+000.-	Regular estado (Asentamientos, pequeños baches)
Km. 1+000 a 1+300.-	Mal estado: (Baches, asentamientos)
Km. 1+300 a 1+800.-	Cruce anexo Cepeda (Mal estado)
Km. 1+800 a 4+800.-	Regular estado (Asentamientos, pequeños baches)
Km. 4+800 a 5+300.-	Cruce anexo Roma (Mal estado)

Km. 5+300 a 14+800.- Regular estado (Asentamientos, pequeños baches)

De la investigación realizada en el Gobierno Regional La Libertad y el MTC, se obtuvo la información técnica de los Estudios de Factibilidad para la Delegación de Competencias a la Mancomunidad Ascope – Casa Grande, ejecutados por el área de proyectos de la misma entidad, en el año 2014, datos que se utilizan para determinar la situación actual, que desde ese año al presente no han sufrido mayor variación, salvo las intervenciones descritas arriba.

Se decidió tomar estos datos por ser los más recientes y por el tipo de equipo y software utilizado para su inventario. El área de proyectos realizó los trabajos de campo correspondientes para obtener las referencias de los elementos y eventos de la carretera, mediante la utilización de los siguientes equipos: GPS diferencial, Giróscopo, Odómetro Electrónico de alta precisión y la asistencia de programas computacionales como el Road Management System (ROMDAS) y GPS con base de datos, imágenes en video y fotos.

Con la aplicación de los procedimientos arriba indicados, se obtuvo el inventario vial de la vía en investigación.

La evaluación superficial (Funcional) del pavimento se realizó mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI) en m/Km., con el perfilómetro integrador de resaltes (Bump Intergrator). El Índice Unificado de Fisuración fue determinado con el Scanner Digital, mientras que el Surco de Huella o roderas se ejecutaron mediante ensayos con el “Transversal Profile Logger” (TPL).

Mediante el deflectómetro de impacto FWD PRI 2100, de la casa danesa Carl Bro, fabricante del equipo, se realizaron los ensayos de deflexiones a lo largo del Proyecto, cada 50 metros en tres bolillo, en cada uno de los carriles de ida y regreso, lo que arrojó la condición estructural del pavimento en sus distintos tramos.

De acuerdo a lo observado en el estudio y ratificado por los recorridos de chequeo efectuados para la presente investigación, se ha determinado en base a las condiciones topográficas, de trazado geométrico, de las condiciones geológico – geotécnicas del suelo y de tráfico. Un resumen en el estudio se describe a continuación.

Cuadro N° 01

Resumen Descriptivo de la Vía

ITEM	NOMBRE VIA	LONG. KM
1	Ascope - Casa Grande	14.8
TOTAL		14.8

Los datos de pantalla correspondiente al Control de Modelaciones describen los parámetros generales que controlan el funcionamiento de la modelación. En el caso particular de este estudio se han adoptado los siguientes valores:

- Tasa social de descuento: 12.00 %
- Horizonte de análisis y evaluación: 20 años (después de la construcción)
- Plazo de construcción: 1 año
- Periodo de diseño y estudio: Año 2016
- Inicio de la construcción: 2016 – 2017
- TPDA del estudio: año 2016
- Moneda: Dólares Norteamericanos

1. Características de la vía:

De acuerdo a la alternativa definida, la vía en estudio corresponde al mejoramiento de la geometría actual, manteniendo el eje existente, adecuándose al comportamiento urbano actual y futuro. La Sección Transversal tipo que se adoptado en función al estudio de capacidades que se realizó en el Estudio de Trafico, la cual tiene 2 carriles por sentido de circulación de 6.60 m, excluyendo las bermas.

Los datos sobre características físicas de la vía en investigación han sido extraídos del inventario vial obtenido, los que serán alimentados de acuerdo con el análisis y evaluación del modelo HDM-4, de modo de precisar de mejor manera las modelaciones realizadas. A continuación se realiza una descripción de las características comunes más importantes.

Cuadro N° 02

Características Geométricas del Tramo

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL TRAMO	
DESCRIPCIÓN	TRAMO 01
Longitud (km)	14.80
Ancho de calzada (m)	6.6
N° de Arcén	1
N° de Carriles	2
TRÁFICO	
Motorizada (IND)	890
Año	2016
Sentido	2
GEOMETRÍA	
Rampas + Pendiente (m/km)	15
Curvatura horizontal (0 km)	170
Velocidad Limite (km/h)	50
Altitud (m)	238
FIRME	
Tipo de material	Bituminoso
Espesor resiente (mm)	139
Espesor anterior anillado (mm)	75
CAPACIDAD DE SOPORTE	
N° Estructural	5.02
CBR Explanada (subrasante)	
ESTADO	
Rugosidad (IRI m/km)	5
Área Total Fisurada (%)	27
Área con desprendimientos de áridos (%)	8.9
Número de baches (N°/km)	3
Área con rotura de bordes (m2/km)	72.13
Profundidad media de roderas	0.1
Textura (mm)	4
Rozamiento (SCRIM 50 km)	0.4
Drenaje	Regular

Fuente: Inventario Vial – MTC, año 2014

2. Tráfico Promedio Diario anual (T.P.D.A.)

Los resultados de conteos efectuados por el área de Estudios y Proyectos en seis estaciones a lo largo del proyecto, arrojaron los siguientes resultados.

Cuadro N° 03

Tráfico Promedio Diario Anual

CLASIFICACIÓN VEHICULAR	TOTAL TPDA		DISTRIBUCIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO		
	N° Veh.	Porcentaje	Livianos	Buses	Camiones
1. Automóvil	550	61.80%	61.80%		
2. Camionetas (hasta 2 ton)	82	9.21%	9.21%		
3. Minibús	24	2.70%	2.70%		
4. Microbús (12-21 Asts)	72	8.09%		8.09%	
5. Bus Mediano (22-35 Asts)	48	5.39%		5.39%	
6. Bus Grande (36 Asts o más)	60	6.74%		6.74%	
7. Camión Mediano (Hasta 10 ton)	24	2.70%			2.70%
8. Camión Grande (2 ejes)	12	1.35%			1.35%
9. Camión Grande (3 ejes)	8	0.90%			0.90%
10. Camión Semirremolque	6	0.67%			0.67%
11. Camión con remolque	4	0.45%			0.45%
TOTALES:	890	100.00%	73.71%	20.22%	6.07%

De otra parte por razones metodológicas y según la clasificación requerida por el Modelo HDM-4, la composición vehicular del tránsito de 11 tipos ha sido reclasificada en 7 tipos de vehículos, agrupada en vehículos livianos; transporte público buses y vehículos pesados según se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N°04

Composición Vehicular agrupada para el Modelo HDM-4

Tipo Vehículos	Vehículos de Pasajeros					Vehículos de Carga		Total Composición Vehicular
	Automóvil	Camioneta	Minibús	Bus Mediano	Bus Grande	Camión Liviano	Camión Pesado	
	1	2	3	4	5	6	7	
1	61.80%							61.80%
2		9.21%						9.21%
3			2.70%					2.70%
4				8.09%				8.09%
5				5.39%				5.39%
6					6.74%			6.74%
7						2.70%		2.70%
8							1.35%	1.35%
9							0.90%	0.90%
10							0.67%	0.67%
11							0.45%	0.45%
Total	61.80%	9.21%	2.70%	13.48%	6.74%	2.70%	3.37%	100.00%
	93.93%					6.07%		100.00%

La proyección de tráfico con fines de determinar los costos de operación vehicular, determinación de ingresos, etc., se realizó en función a las tasas de crecimiento adoptadas en el estudio de tráfico por tipo de vehículo, lo cual permite proyectar el flujo vehicular diario por tipo de vehículo asociado al tráfico normal.

En el estudio de tráfico se determinaron tasas para cada año durante el horizonte del proyecto, para ingresar datos al Modelo se requiere adoptar tasas de crecimiento en el año base, razón que en base a las tasas anuales se adoptaron tasas promedio.

Cuadro N° 05

Tasas de Crecimiento por Tipo de Vehículo

Tipo de Vehículo	Pasajeros	Carga
Tasa de Crecimiento	4.90%	4.20%

Fuente: Inventario Vial – MTC, año 2014

3. Identificación y Estimación de Beneficios y Costos:

3.1 Costos de Operación de los Vehículos:

Los Costos de Operación de Vehículos (COV) han sido calculados usando el modelo HDM-4 Vehicle Operating Costs Module (versión 3.1) del Banco Mundial.

Este modelo utiliza varios parámetros de información incluyendo: las características del vehículo, tipo de llantas, utilización del vehículo y costos unitarios para calcular el COV por tipo de vehículo en una situación donde exista un tránsito fluido de vehículos.

El modelo también permite realizar un análisis de sensibilidad a varios parámetros, de los cuales el más importante es la rugosidad de la carretera, que representa la calidad de la carretera e influye en gran manera en el costo de operación de los vehículos.

De la composición vehicular presentada en el Estudio de Tráfico, clasificamos siete tipos de vehículos usados con HDM-VOC de acuerdo a la siguiente clasificación:

Cuadro N° 06

Vehículo - Tipos

Vehículos, Tipos	Marcas y Modelos	Vehículo HDM Equivalente
Automóvil	Toyota, Corolla	Auto
camionetas (hasta 2 ton)	Toyota, New Hi-Lux	Utilitario, Camioneta
Minibús	Toyota, Hiace STD	Utilitario, Minibus
Microbús (12-21 Asts)	Dodge	Bus Mediano
Bus Mediano (22-35 Asts)	Toyota Coaster	
Bus Grande (36 Asts o más)	Mercedes Benz, Leyland	Bus Grande
Camión Mediano (Hasta 10 ton)	Nissan, Condor	Camión liviano
Camión Grande (2 ejes)	Volvo NL 10	Camión pesado
Camión Grande (3 ejes)	Volvo NL 1020 (4x2)	
Camión Semirremolque	Volvo NL 12 (4x2)	
Camión con remolque	Volvo NL 12 (4x2)	

Fuente: Elaboración a base a entrevistas a casas importadoras

3.2 Resumen de los Costos de Operación Vehicular

Es importante señalar que en el Estudio de Identificación (EI) se presenta el cálculo de cada uno de los componentes de los costos de operación, el mismo se resume en los costos unitarios calculados por tipo de vehículos tanto a precios financieros como a precios económicos, datos que serán introducidos al Modelo HDM IV.

Cuadro N° 07

Resumen de Costos de Operación Vehicular

Costos Variables	Costos Fijos	Otros Costos
Peajes	Seguros	Comisión conductor
Combustible	Salarios y Prestaciones	Gastos de Administración
Llantas	Parqueaderos	Descuentos
Lubricantes	Impuestos	Administrativos
Filtros	Recuperación	
Mantenimiento	de Capital	
Lavado y Engrase		
Imprevistos		

En el caso de los ítems que hacen parte de los costos variables se tiene en cuenta 3 parámetros para el cálculo del indicador de costo correspondiente: Precio del elemento, Cantidad y Frecuencia de cambio o reparación en Km. La composición de los costos se ha dividido de la siguiente manera.

Cuadro N° 08**Composición de Costos de Operación Vehicular**

Tipo	Componente	Descripción
Costos Directos	Combustibles	Se calculan a partir de un valor de consumo por Km.; depende de la velocidad de circulación de los vehículos.
	Lubricantes	Se mide como un porcentaje de consumo de combustible. Según estudios realizados en vehículos circulando a velocidad constante este porcentaje es del orden de 0,8%
	Neumáticos	Se calcula a partir de la vida útil de los neumáticos; se delimita por los kilómetros que recorra, y según las condiciones del pavimento de la carretera.
	Mantenimiento	Incluye, entre los principales: lubricantes, filtros, limpieza o sustitución de inyectores, frenos, transmisión, suspensión, alineación y balanceo
Costos Indirectos	Amortización	Se calculan como costo de propiedad, constante a lo largo de la vida útil del vehículo. Para vías en buen estado, la vida útil es aproximadamente 15 años.
	Seguros	La ley recientemente aprobada obliga la contratación de seguros que involucra vehículo, ocupantes y terceros. Su valor se refiere al costo del automotor
	Infraestructura	Se refiere a costos económicos de las infraestructuras del transporte, y es opcional.
	Impuestos	Corresponden a los valores de matriculación y revisión anual vigentes en el país.

3.3 Costos de Tiempo de Viaje (Pasajeros y Carga)

3.3.1 Valor del Tiempo:

Los costos de tiempo de viaje están en función al valor del tiempo de los pasajeros, variable socioeconómica de difícil estimación, puesto de que se trata del costo virtual que le dan los pasajeros al tiempo que transcurre en el vehículo por viaje. En otras palabras el que estuviera dispuesto a pagar el pasajero por que se reduzca en una hora el tiempo de viaje.

Esto es muy difícil de averiguarlo, puesto que las encuestas tienen mucho de error y de subjetividad.

3.4 Estimación de Beneficios:

En la actualidad, los proyectos de vialidad urbana se evalúan social y económicamente cuantificando al menos los beneficios provenientes del ahorro de recursos involucrados en el desplazamiento de vehículos. Estos son tiempo de usuarios, combustible y otros consumos de operación de los vehículos.

3.4.1 Ahorros en Tiempo de Viaje:

Todo proyecto de vialidad urbana debería significar un menor tiempo de viaje respecto a la situación actual. Los beneficios por este concepto se calculan haciendo la diferencia entre el tiempo empleado por los usuarios de la vía en la situación sin proyecto y el tiempo empleado por los usuarios en la situación con proyecto.

3.4.2 Ahorros en Costo de Operación

Los costos de operación de los vehículos se dividen en dos grupos:

- Costos de consumo de combustible.
- Costos de otros insumos de operación. En estos se incluyen los costos por lubricantes, repuestos, mano de obra por mantenimiento, neumáticos, etc.

Los ahorros en costos de operación debido a la ejecución del proyecto se obtienen al efectuar la diferencia entre los costos de operación de las situaciones sin y con proyecto. Estos han sido estimados en el Modelo HDM-4

3.4.3 Ahorros por disminución en los Costos de Mantenimiento

Corresponde estimar tanto para la situación base como para las alternativas de proyecto los costos de mantenimiento, durante cada año del horizonte de evaluación.

En la evaluación, el diferencial de los costos de mantenimiento de la situación base respecto de los de cada alternativa, es el ahorro o costo de mantenimiento que genera el proyecto

4. Costos de Inversión y de Mantenimiento

4.1 Costos de Inversión a Precios de Mercado

Los costos de inversión previstos para la inversión inicial corresponden a los montos indicados en el presupuesto de la obra, estos costos corresponden a los costos directos de construcción de acuerdo a lo obtenido en el análisis de cómputos métricos y

posterior cuantificación económica de los mismos desarrollados en el contexto de este estudio.

4.2 Costos de Inversión a Precios Económicos

Los valores presentados anteriormente, representan costos financieros o costos a precios de mercado. Para la Evaluación Económica se requieren los costos económicos, los cuales se determinan en función de los anteriores precios financieros y/o de mercado pero aplicando las razones precios/ cuenta.

4.3 Costos de Mantenimiento

A su vez los costos unitarios de mantenimiento que se han utilizado en las modelaciones efectuadas, de modo de determinar el perfil de flujos de conservación son las cifras medias extractadas del Capítulo correspondiente al Programa de Mantenimiento del Proyecto. Estos valores se refieren para un tipo de pavimentado rígido en la situación Sin y Con Proyecto.

5. Evaluación Socio Económica

El objetivo de la evaluación socio-económica del proyecto es medir el impacto del proyecto sobre el nivel de bienestar socio-económico del país y contrastar los beneficios con los costos estimados a valores sociales y económicos. Se determina el flujo de recursos reales utilizados y producidos por el proyecto, valorado con los precios sociales establecidos anualmente por el Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC).

Los resultados de la evaluación socioeconómica y financiera determinarán la alternativa económica, técnica, social y ambientalmente recomendable para las obras de rehabilitación

y mejoramiento de la vía Ascope – Casa Grande, permitirán determinar la conveniencia de la ejecución del proyecto.

Por tanto, el propósito del análisis es establecer los beneficios económicos resultantes de la inversión propuesta. Esto difiere de un análisis financiero, más relacionado con los métodos de financiación de un proyecto y su rentabilidad financiera. La viabilidad económica del proyecto se evalúa por comparación con una alternativa base (es decir, sin realización del proyecto). Las alternativas a evaluarse son:

- Sin proyecto: conservar la autopista en su estado existente.
- Con proyecto: varias alternativas de diferentes estructuras de pavimento, seguido de la conservación adecuada de cada una de ellas.

El análisis del flujo de costos y beneficios se usa para definir la viabilidad económica de las diferentes alternativas y así establecer cuál es la más ventajosa y cuándo es el momento más oportuno para realizar la inversión. El análisis económico se puede usar también para comparar distintos estándares técnicos o estrategias de inversión.

5.1 Hipótesis Asumidas para la Corrida del HDM – 4

Para la Conservación de la vía se tiene prevista la colocación Slarry Seal asfáltico sobre la actual capa de rodadura. La cual se modeló con el programa *HDM-4*. En vista de esta situación, y evaluadas distintas alternativas de modelación, se ha optado por simular la Condición Base considerando una Mezcla Bituminosa de Alta Resistencia.

Tanto para las alternativas Sin Proyecto y la Con Proyecto se han incluido los respectivos estándares de conservación.

5.2 Cálculos de los Indicadores Económicos

Los indicadores económicos se calculan usando los flujos de beneficios y costos resultantes de las diferentes comparaciones entre opciones de inversión siempre para escenarios con proyecto y sin proyecto. En cada par de opciones de inversión comparadas, los beneficios netos y los costos, de la implantación de una u otra, se calculan año por año.

En todos los casos, la opción de inversión “*m*” se compara con la opción “*n*” (que es el caso base). Los siguientes indicadores económicos se calculan a partir de los flujos de costos y de beneficios, con una tasa de descuento especificada por el usuario:

- Valor Neto Actual – VAN
- Tasa Interna de retorno – TIR
- Relación Coste/ Beneficio Neto – BCR

5.2.1 Valor Actual Neto (VAN)

Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. Para que un proyecto de carreteras se viable el VAN tiene que cumplir con que sea positivo y obtenga un valor mayor a 0

Es el valor actualizado de los costos y beneficios del proyecto, con una cierta tasa de descuento “*r*”.

Fórmula: Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = -I + \sum_{i=0}^{i=n} \frac{B_n}{(1+r)^n}$$

Donde:

I = Inversión social del proyecto, es decir inversión privada, con correcciones de los ítemes de mano de obra y divisa de acuerdo a las razones precios cuenta definidos

B_n = Beneficios generados por el proyecto en el año “n”

r = Tasa social de descuento, valor que es definido por el Ministerio de Economía y Finanzas y que equivale al costo alternativo del dinero destinado al proyecto.

5.2.2 Tasa interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente aplicando una tasa de descuento de 11%, el TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión, generalmente la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida. El MEF propone una TIR mayor del 11% para la evaluación.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de descuento en la que VAN es cero.

Se calcula resolviendo la relación implícita de r°

$$\sum_{y=1}^Y \frac{NB_{y(m-n)}}{(1 + 0.01 * r^0)^{(y-1)}} = 0$$

La TIR no ofrece indicaciones del tamaño de los costos o beneficios de una inversión; sirve como una guía de rentabilidad de la inversión: cuanta más alta, mejor. Si la TIR calculada es mayor que la tasa de descuento proyectada (que aquí corresponde al 27,1%), entonces la inversión está económicamente justificada

5.2.3 Relación Beneficio/Costo (RBC)

El costo-beneficio es una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido, tanto por eficiencia técnica como por motivación humana. Por lo tanto, el MEF tomara como aceptable la inversión mientras presente un costo beneficio mayor a 1.00.

La Relación Beneficio/Costo (RBC) de la opción de inversión “m”, sobre la opción base “n”, se calcula de la siguiente manera:

$$BCR_{(m-n)} = \frac{NPV_{(m-n)}}{C_m} + 1$$

Donde:

$BCR_{(m-n)}$ = Relación beneficio/ costo de la opción “m” sobre la opción base “n”

$NPV_{(m-n)}$ = Beneficio neto total descontando de la opción “m” sobre la opción básica “n”. (Esto es el VAN en la tasa de descuento “r”)

C_m = Costos totales descontados de la administración al implantar la opción de inversión “m”

Si el $NPV_{(m-n)}$ o $VAN_{(m-n)}$ es cero, entonces (VAN/C) (m-n) es cero. Estas relaciones ofrecen un indicador de la rentabilidad de la opción de inversión “m” sobre la opción base “n” en una tasa de descuento definida. Esta medida elimina la predisposición del VAN hacia opciones de proyecto costosas, pero como el TIR, no ofrece indicadores de la magnitud de los costos o beneficios implicados

5.3 Resultados Obtenidos de la Evaluación Económica

Los resultados de la evaluación económica, expresados en los indicadores de rentabilidad (VAN, TIR y B/C), demuestran la viabilidad del proyecto, considerando la evaluación integral de la carretera.

El resultado de los indicadores de rentabilidad y del comportamiento de la carretera, se presenta en los reportes extractados del HDM-4 el cual se efectuó la corrida considerando la alternativa definida.

En resumen es óptimo el proyecto porque su:

- TIR > 11%
- VAN o VPN > 0.00
- B/C > 1.00

Cuadro N° 09**Reportes del HDM Alternativa Sin y Con Proyecto**HDM - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Resumen del análisis económicoNombre del estudio: **L1-101 Ascope - Casa Grande**Fecha ejecución: **22-05-2016**

Este informe muestra los beneficios económicos totales usando:

Moneda: US Dollar (millones).

Tasa de descuento: 12.00%.

Modo de Análisis: Por Tramo

Tramo: CARRETERA DEPARTAMENTAL L1-101 ASCOPE - CASA GRANDE**Alternativa: ALTERNATIVA 01 vs Alternativa Base**

	Incremento en costes de Adm.			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes tiempo viaje de TM	Ahorros en costes tiempo viaje op de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exógenos neto	Beneficio Ecn. Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	0.38	-0.03	0.0	0.37	0.02	0.0	0.0	0.0	0.05
Descontados	0.37	-0.03	0.0	0.37	0.02	0.0	0.0	0.0	0.04

Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE) = 27.1% (No. de soluciones = 1)

Del análisis de los resultados obtenidos se observa que la alternativa definida muestra indicadores positivos siendo el VAN (descontado) igual a 0.04 millones y el TIR es igual a 27,1% mayor en relación a la tasa social de descuento asumida igual al 12 %, por tanto desde el punto de vista socioeconómico es factible.

Reportes del HDM Alternativa Sin y Con Proyecto

HDM - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Resumen del análisis económico

Nombre del estudio: **L1-101 Ascope - Casa Grande**

Fecha ejecución: **22-05-2016**

Este informe muestra los beneficios económicos totales usando:

Moneda: US Dollar (millones).

Tasa de descuento: 12.00%.

Modo de Analisis: Por Tramo

Tramo: CARRETERA DEPARTAMENTAL L1-101 ASCOPE - CASA GRANDE

Alternativa: ALTERNATIVA 01 vs Alternativa Base

Alternativa	Valor actual de los costes totales de la administración (RAC)	Valor actual de los costes de capital de la administración (CAP)	Incremento en los costes de la administración (C)	Disminución en costes de los usuarios (B)	Beneficios exógenos netos (E)	Valor Actual Neto VAN=B+C+E	Ratio VAN/ Coste (VAN/RAC)	Ratio VAN/ Coste (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
Alternativa Base	0.031	0	0	0	0	0	0	0	0
Alternativa 01	0.373	0.373	0.342	0.387	0	0.729	1.119	1.119	27.1 (1)
Alternativa 02	0.373	0.373	0.342	0.387	0	0.729	1.119	1.119	27.1 (1)
Alternativa 03	0.031	0	0	0	0	0	0	zero cost	No Solution

De acuerdo al anterior reporte se muestra que la relación beneficio costo respecto al flujo de beneficios vs costos de capital es igual a 1.119 y un por tanto este indicador de igual manera refleja la factibilidad socioeconómica del Proyecto con la alternativa definida

V. CONCLUSIONES

- El objetivo general del presente trabajo de investigación se cumplió cabalmente en el desarrollo del proyecto. Efectivamente, se pudo utilizar el sistema computacional HDM - 4 al cual se llegó mediante la investigación de un análisis y evaluación del mantenimiento para la conservación de la capa de rodadura vial, donde se busca una administración óptima y acorde con las necesidades de la población y que a más de reducir costos de operación como son combustibles, repuestos, mantenimiento vehicular, índice de accidentes, busca dar un servicio óptimo de seguridad y comodidad, y también el aumento de la vida útil de la vía.
- La vía a la cual se refiere el modelo de análisis y evaluación del mantenimiento para la conservación de la capa de rodadura vial, consta de todas las características y requerimientos propios para poder implantar este modelo en sitios de similares características, no solo a nivel interdistrital, sino a nivel del resto de las vías de la provincia de Ascope, por las similitudes en los principales parámetros que se necesitan.
- De igual manera, fue posible alcanzar, los objetivos específicos planteados con anterioridad al desarrollo del proyecto. En cuanto a la recopilación de información, se tuvo una información completa acerca del estado y de las características históricas de los pavimentos. En los casos en que no se contó con la información exacta, los datos fueron estimados siguiendo los criterios que se consideraron oportunos.
- La utilización del Sistema PAVER para diagnosticar el estado de la capa de rodadura de la vía en estudio, es de gran ayuda por su versatilidad, y se utiliza para la calificación funcional y estructural de los pavimentos. Además este sistema de Evaluación y Administración de Pavimentos se lo usa a nivel militar y civil.
- Una de las principales ventajas sobre la utilización de un modelo de mantenimiento vial con

aplicación de HDM-4, es que ofrece a los administradores y constructores viales una herramienta de aplicación para llevar de manera precisa y eficaz los recursos, por medio de la evaluación, planificación, ejecución y control de determinados proyectos, con lo que se podrá optimizar las inversiones en la infraestructura vial, y con ello se dará niveles de servicio satisfactorios a los usuarios de la vía, y así se reducirán los costos de operación vehicular y costos de acciones de rehabilitación.

- Los resultados de la evaluación económica, expresados en los indicadores de rentabilidad (VAN, TIR y B/C), definen la viabilidad del proyecto, considerando la evaluación integral de la carretera.
- El HDM-4 ha sido utilizado en muchos países para la gestión de redes viales, ya que permite la programación de las actividades anuales de mantenimiento, la priorización de las inversiones de acuerdo a la disponibilidad limitada de recursos y el análisis de diferentes opciones de inversión ya sea a nivel de red o de un proyecto específico.
- No se debería esperar a llegar a una rehabilitación completa de una vía, sino más bien dar el mantenimiento necesario a la misma, para poder reducir los costos de rehabilitación, que en sí son mucho más representativos que los costos de un mantenimiento de la capa de rodadura.
- En conclusión damos a conocer que la evaluación mostrada en la Tesis es una aplicación satisfactoria para el proyecto de Análisis y evaluación del mantenimiento para la conservación vial de la capa de rodadura de la vía interdistrital Ascope - Casa Grande, aplicando el modelo HDM-4”

VI. RECOMENDACIONES

- Como se pudo observar anteriormente, el objetivo del presente trabajo fue poder plasmar, lo más elocuentemente posible, los distintos aspectos del proyecto desarrollado en el trabajo de investigación.
- Es necesario aclarar que el proyecto desarrollado es una aplicación de la implementación de los modelos de deterioro del HDM III, que busca un avance para el país en la utilización de sistemas computacionales como apoyo a la gestión vial. Para poder lograr una utilidad real es necesario pulir ciertos criterios, validar la información de la red en estudio y realizar algunas pruebas en terreno. No obstante, el proyecto desarrollado puede ser utilizado como una base para alcanzar estos propósitos.
- Las instituciones de nuestro país no están acostumbradas a realizar inversiones en el estudio y complemento de sistemas de gestión vial, por lo general se espera a que las vías se encuentren en condiciones deplorables, para poder intervenir
- Se deben implementar planes de conservación y mantenimiento ya sea periódico, como rutinario, con el afán de preservar los recursos de las instituciones, que se ha venido realizando gastos de rehabilitación, en varias vías, los cuales se hubiesen reducido si se tuviera un plan de gestión y conservación vial.
- Es indispensable determinar un único procedimiento para la administración y gestión de una red de pavimentos, asistido por una herramienta como el HDM, que sea fácil y accesible para usuarios de agencias de carreteras.
- Declarar como estratégicos los programas de Gestión Vial, que involucre el diseño, la construcción, la conservación y la administración de la red vial de cada distrito.

- La implementación del HDM favorece la macroeconomía del país, debido a que el mercado interno y externo necesita una infraestructura vial eficiente, capaz y segura para facilitar el intercambio de servicios.
- Es necesario invertir en la investigación de modelos de deterioro de pavimentos confiables y auto sostenibles, que proveen la certeza necesaria para la toma de decisiones.
- Sobre la base de esta propuesta, la vía asignada como aplicable al desarrollo de la presente investigación, requiere ser intervenida de una manera racional para reducir costos de intervención así como, para lograr una drástica reducción en los costos de operación vehicular, tanto de carga como de pasajeros, de tal manera que la eficiencia en el manejo de los costos de transporte, permita ser más competitiva a la vía, a la región y consecuentemente, a sus habitantes y usuarios.
- Finalmente, se cree que es posible mencionar que el desarrollo del proyecto del presente Trabajo de Título será un gran aporte en la utilización de herramientas más modernas, con el fin de lograr, que la gestión de los recursos destinados para la mantención y conservación de caminos de las redes viales sea más eficiente, y se pueda aprovechar así mejor, los escasos recursos con que cuenta un país en vías de desarrollo como el Perú.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arboleda, G. (2003) Desarrollo y Gestión de carreteras (Highway Development & Management) HDM-4. AC editores. 218p.
- Bennett, C. (1996). The HDM- 4 Road User Effects Model. Briefing Paper for the ISOHDM Workshop on HDM- 4. University ofBirmingham, England.
- Instituto del Asfalto (1983) “Asphalt Overlays for Highway and Street Rehabilitation”, Manual Series No 17 (Ms – 17).
- Javier Llorach Vargas (1992), “Manual de Diseño Estructural de Pavimentos”
- Manual de Carreteras y Conservación Vial (2013). Pág. Web transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4877.pdf
- Manual de Usuario del HDM-4, V1.3 (2011)
- Nauñay Pérez, Washington Oswaldo (2011) Tesis “Modelo de evaluación y mantenimiento para la rehabilitación de la capa de rodadura de la vía Pelileo – Baños”
- Ortiz, Javier A. (2011), “Evaluación y Diagnóstico Estructural de Pavimentos”
- Posada, J., Pradena M.M, (2007) “Análisis de Inversiones en Carreteras Utilizando Software HDM-4, Revista de la Construcción, vol. 6, núm. 1, 2007, pp. 35-47
- Solorio Murillo, Ricardo (2004), “Análisis de Sensibilidad de los Modelos de Deterioro del HDM-4”
- Solminihaç, Hernán (2005), “Análisis de Sensibilidad de lo Modelos de Deterioro del HDM-4”.

VIII. ANEXOS

ANEXO 01:**INVENTARIO VIAL TRAMO ASCOPE- CASA GRANDE**

INVENTARIO VIAL TRAMO ASCOPE - CASA GRANDE									
ITEM	NOMBRE VIA	LONG. KM	TIPO CAPA RODADURA	ANCHO VIA (m)	ANCHO CALZADA (m)	BACHES (%)	DETERIORO ASFALTO (%)	SIST. DRENAJE (%)	SIST. DRENAJ
	Ascope - Casa Grande	14.8	Asfalto	14	6.6	0,35	5	90	limpio
TOTAL		14.8							

ANEXO 02:

**EVALUACION DE LA CAPA DE RODADURA DE ASFALTO DE LA VIA ASCOPE –
CASA GRANDE**

EVALUACION DE LA CAPA DE RODADURA DE ASFALTO DE LA VIA ASCOPE - CASA GRANDE			
Longitud: 14,800 Km			
Área asfaltada: 177 600 m2			
TIPO DE DAÑO		TOTAL	OBSERVACIONES
DEFORMACIONES	Hundimientos		
	Asentamientos		
	Desplaz. de borde		
GRIETAS Y FISURAS	Grietas longitudinales		
	Grietas transversales		
	Piel de cocodrilo		
BACHES			
CONCLUSIONES:			

ANEXO 03:

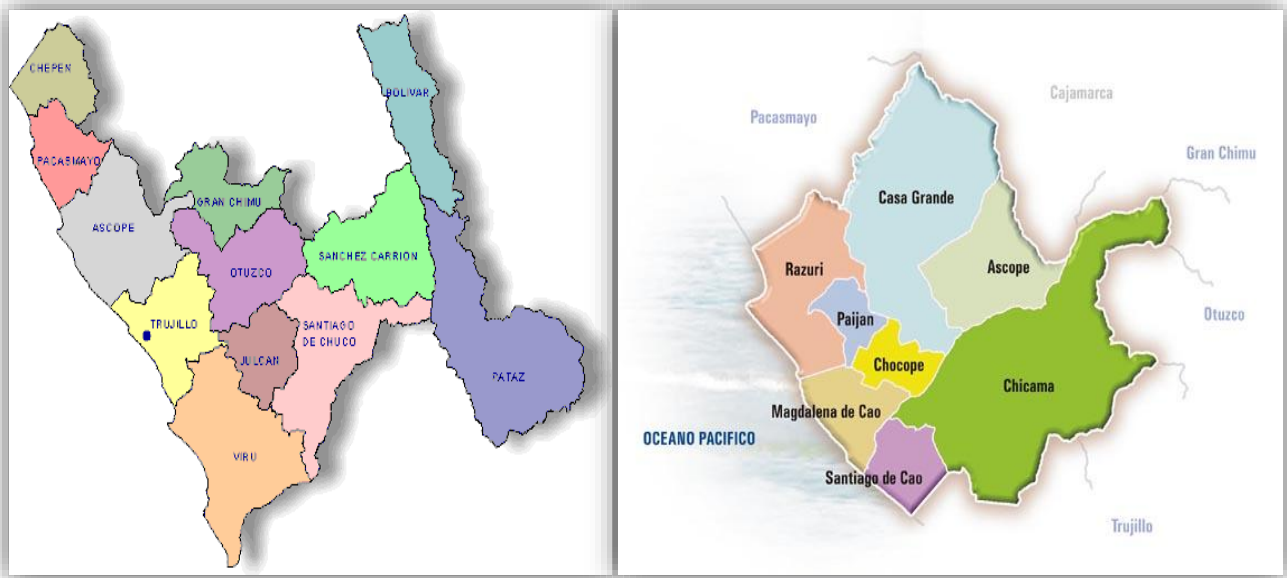
**INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO, IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE FALLA,
SEVERIDAD Y MAGNITUD (SISTEMA PAVER)**

INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE FALLA, SEVERIDAD Y MAGNITUD							
SISTEMA PAVER							
VÍA:	ASCOPE - CASA GRANDE						
FECHA:				AREA DE LA MUESTRA:			
HECHO POR:	N. - MUESTRA						
TIPOS DE FALLAS							
1. Grieta Piel de Cocodrilo	m2	11. Baches y Zanjas reparadas	m2				
2. Exudación de asfalto	m2	12. Agregados Pulidos	m2				
3. Grieta de Contracción (Bloque)	m2	13. Huecos	No				
4. Elevaciones-Hundimiento	m2	14. Cruce de rieles	m2				
5. Corrugaciones	m2	15. Ahuellamiento	m2				
6. Depresiones	m2	16. Deformacion por Empuje	m2				
7. Grietas de Borde	m	17. Grietas Deslizamiento	m2				
8. Grietas de reflexion de Juntas	m	18. Hinchamiento	m2				
9. Desnivel Calzada-Hombrillo	m	19. Disgregación y Desintegración	m2				
10. Grietas Longitudinales y Transversa	m						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES							
FALLAS							
TOTAL	BAJA (B)						
	MEDIA (M)						
	ALTA (A)						
CÁLCULO DEL PCI							
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN	PCI = 100 - VDC PCI			
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)							
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)							

ANEXO 05:

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL TRAMO ASCOPE – CASA GRANDE

PROVINCIAL - DISTRITAL



ANEXO 6

ALTERNATIVAS CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN (EI)

ANEXO 6.1

ALTERNATIVAS CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN (EI)
(Resumen Del Análisis Económico)

H D M - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Resumen del análisis económico

Nombre del estudio: **L1-101 Ascope - Casa Grande**Fecha ejecución: **22-05-2016**

Este informe muestra los beneficios económicos totales usando:

Moneda: US Dollar (millones).

Tasa de descuento: 12.00%.

Modo de Analisis: Por Tramo

Tramo: CARRETERA DEPARTAMENTAL L1-101 ASCOPE - CASA GRANDE**Alternativa: ALTERNATIVA 01 vs Alternativa Base**

	Incremento en costes de Adm.			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes tiempo viaje de TM	Ahorros en costes tiempo viaje op de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exógenos neto	Beneficio Ecn. Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	0.38	-0.03	0.00	0.37	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05
Descontados	0.37	-0.03	0.00	0.37	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRE) = 27.1% (No. de soluciones = 1)

ANEXO 6.2

ALTERNATIVAS CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN (EI)

(Calendario De Actuaciones -Por Tramo).

H D M - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Calendario de Actuaciones (Por Tramo)

Nombre del estudio: **L1-101 Ascope-Casa Grande-**Fecha ejecución: **22-05-2016****Todos los costes se expresan en : US Dollar.**

Nota: sólo se muestran tramos que tienen actuaciones activadas.

Alternativa:ALTERNATIVA 01**Tramo :CARRETERA DEPARTAMENTAL L1-101 ASCOPE-CASA GRANDE****Clase de carretera: Secondary or Main****Tipo rodadura : Bituminosa****Longitud : 14.80 km****Ancho : 6.60 m**

Año	Descripción	Código	Coste económico	Coste financiero	Cantidad de trabajo
2016	MR-SR-SELLADO DE FISUR 300.1	300.1	53,592.00	67,947.00	95,700.00 sq. m
	Prep. Bacheo		0.0	0.0	0.31 sq. m
	Prep. Rep. Bordes		0.0	0.0	72.58 sq. m
2017	MR-SR-SELLADO DE FISUR 300.1	300.1	53,592.00	67,947.00	95,700.00 sq. m
	Prep. Rep. Bordes		0.0	0.0	0.95 sq. m
Coste total para el tramo:			107,184.00	135,894.00	

Alternativa : ALTERNATIVA 02

Tramo : CARRETERA DEPARTAMENTAL L1-101 ASCOPE-CASA GRANDE

Clase de carretera : Secondary or Main

Tipo rodadura : Bituminosa

Longitud : 14.80 km

Ancho : 6.60 m

Año	Descripción	Código	Coste económico	Coste financiero	Cantidad de trabajo
2016	MR-SR-SELLADO DE FISUR 300.1	300.1	53,592.00	67,947.00	95,700.00 sq. m
	Prep. Bacheo		0.0	0.0	0.31 sq. m
	Prep. Rep. Bordes		0.0	0.0	72.58 sq. m
2017	MR-SR-SELLADO DE FISUR 300.1	300.1	53,592.00	67,947.00	95,700.00 sq. m
	Prep. Rep. Bordes		0.0	0.0	0.95 sq. m
Coste total para el tramo:			107,184.00	135,894.00	

Alternativa : ALTERNATIVA 03

Tramo : CARRETERA DEPARTAMENTAL L1-101 ASCOPE-CASA GRANDE

Clase de carretera: Secondary or Main

Tipo rodadura : Bituminosa

Longitud : 14.80 km

Ancho : 6.60 m

Año	Descripción	Código	Coste económico	Coste financiero	Cantidad de trabajo
2016	MR-OA-LIMPIEZA DE CUNE	200.1	1,817.00	2,300.00	14.50 km.
	MR-OA-REPARACION MENO	200.2	514.9	651.80	14.50 km.
	MR-OA-LIMPIEZA DE ALCAN	200.3	1,606.90	2,034.10	14.50 km.
	MR-OA-REPARACION MENO	200.4	495	626.50	14.50 km.
2017	MR-OA-LIMPIEZA DE CUNE	200.1	1,817.00	2,300.00	14.50 km.
	MR-OA-REPARACION MENO	200.2	514.9	651.8	14.50 km.
	MR-OA-LIMPIEZA DE ALCAN	200.3	1,606.90	2,034.10	14.50 km.
	MR-OA-REPARACION MENO	200.4	495	626.5	14.50 km.
Coste total para el tramo:			8,867.60	11,224.80	

Alternativa : Alternativa Base

Tramo : CARRETERA DEPARTAMENTAL L1-101 ASCOPE-CASA GRANDE

Clase de carretera: Secondary or Main

Tipo rodadura : Bituminosa

Longitud : 14.80 km

Ancho : 6.60 m

Año	Descripción	Código	Coste económico	Coste financiero	Cantidad de trabajo
2016	MR-OA-LIMPIEZA DE CUNE	200.1	1,817.00	2,300.00	14.50 km.
	MR-OA-REPARACION MENO	200.2	514.9	651.80	14.50 km.
	MR-OA-LIMPIEZA DE ALCAN	200.3	1,606.90	2,034.10	14.50 km.
	MR-OA-REPARACION MENO	200.4	495	626.50	14.50 km.
2017	MR-OA-LIMPIEZA DE CUNE	200.1	1,817.00	2,300.00	14.50 km.
	MR-OA-REPARACION MENO	200.2	514.9	651.8	14.50 km.
	MR-OA-LIMPIEZA DE ALCAN	200.3	1,606.90	2,034.10	14.50 km.
	MR-OA-REPARACION MENO	200.4	495	626.5	14.50 km.
Coste total para el tramo:			8,867.60	11,224.80	

Resumen de Costes Económicos Totales Anuales

	ALTERNATIVA 01	ALTERNATIVA 02	ALTERNATIVA 3	Alternativa Base
2,016	53,592.00	53,592.00	4,433.80	4,433.80
2,017	53,592.00	53,592.00	4,433.80	4,433.80
Total	107,184.00	107,184.00	8,867.60	8,867.60

ANEXO 6.3

RELACIONES BENEFICIO COSTE

HDM - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Relaciones Beneficio Coste

Nombre del estudio: L1-101 Ascope - Casa Grande

Fecha ejecución: 22-05-2016

Este informe muestra los beneficios económicos totales usando:

Moneda: US Dollar (millones).

Tasa de descuento: 12.00%.

Modo de Análisis: Por Tramo

Tramo: CARRETERA DEPARTAMENTAL L1-101 ASCOPE-CASA GRANDE-ASCOPE

Alternativa	Valor actual de los costes totales de la administración (RAC)	Valor actual de los costes de capital de la administración (CAP)	Incremento en los costes de la administración (C)	Disminución en costes de los usuarios (B)	Beneficios exógenos netos (E)	Valor Actual Neto (VAN=A+B)	Ratio VAN/ Coste (VAN/RAC)	Ratio VAN/ Coste (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
Alternativa Base	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alternativa 01	0.373	0.373	0.342	0.387	0	0.044	1.119	1.119	27.1 (1)
Alternativa 02	0.373	0.373	0.342	0.387	0	0.044	1.119	1.119	27.1 (1)
Alternativa 03	0.031	0	0	0	0	0	0	zero cost	No Solution

El número entre paréntesis es el número de soluciones de la TIR en el rango -60 a +600

ANEXO 7
VISTAS FOTOGRÁFICAS



Piel de Cocodrilo



Falla Longitudinal



Desprendimiento de Finos



Ahuellamiento



Fisuramiento de Borde



Bache