

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“APLICACIÓN DEL PROGRAMA MODELO DESARROLLO Y GESTIÓN DE
CARRETERAS-4 EN GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA AV.
AMANCAES, RÌMAC, LIMA”**

LINEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

TRANSPORTE Y URBANISMO

Presentado por

Bach. PEÑALOZA HUAMALI, KEYNER LIDMER

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2020

ASESOR

Ing. Abel Teodoro Yangali Paucar

DEDICATORIA

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento .

Dedico la tesis a Dios y a mis padres.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por haberme brindado la oportunidad de estudiar la carrera en la Universidad Peruana Los Andes , por su esfuerzo, dedicación y por el apoyo financiero para realizar esta tesis .

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ
PRESIDENTE

JURADO

JURADO

JURADO

MG. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS.....	V
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I.....	14
EI PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.1. Planteamiento del problema	14
1.2. Formulación y sistematización del problema	15
1.2.1. Problema General	15
1.2.2. Problemas Específicos.....	15
1.3. Justificación	15
1.3.1. Práctica o Social.....	15
1.3.2. Metodológica	16
1.4. Delimitación	16
1.4.1. Espacial.....	16
1.4.2. Temporal	17
1.4.3. Económica	17
1.5. Limitación.....	17
En el desarrollo de la investigación se presentaron las siguientes limitaciones:	17
1.5.1 De Información.....	17
1.5.2 Tecnológicas.....	17
1.6. Objetivos	17
1.6.1. Objetivo General	17
1.6.2. Objetivos Específicos.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes	19
2.1.1. A nivel Internacional	19

2.1.2.	A nivel Nacional.....	20
2.2.	Marco conceptual	21
2.3.	Definición de términos.....	52
2.4.	Hipótesis.....	56
2.4.1.	Hipótesis General	56
2.4.2.	Hipótesis Específicos	56
2.5.	Variables.....	56
2.5.1.	Definición conceptual de la variable	56
2.5.2.	Definición operacional de la variable.....	57
2.5.3.	Operacionalización de Variables	57
CAPÍTULO III.....	59	
METODOLOGÍA	59	
3.1.	Método de la investigación.....	59
3.2.	Tipo de investigación	59
3.3.	Nivel de la investigación.....	59
3.4.	Diseño de la investigación.....	59
3.5.	Población y muestra.....	59
3.6.	Técnicas e instrumentos de recopilación de datos	60
3.7.	Procesamiento de la información	63
3.7.2.1.	Organización.....	73
3.7.2.2.	Recopilación de datos	73
3.8.	Técnica y análisis de los datos.....	89
CAPÍTULO IV	90	
RESULTADOS	90	
4.1	Contrastación de la hipótesis General	90
4.1.1	El uso del programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 mejora la gestión de mantenimiento vial de la av. Amancaes, Rímac, Lima.	90
4.2	Contrastación de las Hipótesis Específicas.....	93
4.2.1	El Índice de Condición de Pavimento se determina utilizando el método PCI	93
4.2.2	Las Políticas de mantenimiento en función al Índice de Rugosidad (IRI) son el mantenimiento rutinario y parchado de pavimento al 100%.....	95
4.2.3	El costo de mantenimiento del pavimento se estima en función a los resultados del Software HDM-4	98
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	115	
CONCLUSIONES	116	
RECOMENDACIONES.....	117	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118
ANEXOS.....	120
PANEL FOTOGRÁFICO	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Índice de Condición de Pavimento	37
Figura 2 Fallas en los Pavimentos Flexibles Establecidos por el PCI	40
Figura 3 Grietas de Contracción	41
Figura 4 Piel de cocodrilo.....	41
Figura 5 Manchas en Pavimento	42
Figura 6 Corrugaciones.....	43
Figura 7 Grietas de Borde.....	44
Figura 8 Ahuellamiento por Falla en la Subrasante.....	44
Figura 9 Ahuellamiento por Falla en la mezcla asfáltica.....	44
Figura 10 Bache	45
Figura 11 Índice de Condición del Pavimento	49
Figura 12 Odómetro Manual y Wincha	61
Figura 13 Regla de Medición.....	61
Figura 14 Conos de Seguridad	62
Figura 15 Chaleco de Seguridad	62
Figura 16 Frecuencia por Tipo de Falla Existente	64
Figura 17 Distribución de las Fallas Incidentes	64
Figura 18 Curva de Valores deducidos para la falla piel de cocodrilo	67
Figura 19 Hoja de registro y Valor Deducido Unidad de Muestra 01	68
Figura 20 Curva de Corrección de Valores Deducidos.....	70
Figura 21 Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido para Unidad de Muestra 01 y la Condición del Estado de Pavimento	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de la Variable 1	57
Tabla 2 Operacionalización de la Variable 2	58
Tabla 3 Tipo de Fallas	63
Tabla 4 Severidad de fallas incidencias	65
Tabla 5 Formato de Recolección de Datos	66
Tabla 6 Índice de Condición(PCI) - Av. Amancaes-Rímac (0+000 - 0+933.53).....	72
Tabla 7 PCI promedio y Condición de la Av. Amancaes - Rímac	72
Tabla 8 Índice de Condición de Pavimento (PCI)	94
Tabla 9 PCI Promedio y Condición de la Av. Amancaes-Rímac	95
Tabla 10 Resultados del IRI de la Av. Amancaes.....	95
Tabla 11 Promedio de Rugosidad (IRI) de la Av. Amancaes.....	95
Tabla 12: Características Técnicas de la Av. Amancaes.....	96
Tabla 13 Costos de Trabajo de Mantenimiento.....	97
Tabla 14 Índice Medio Diario Anual.....	100
Tabla 15 Vehículos Identificados en la Av. Amancaes	101
Tabla 16 Características de Vehículo	102
Tabla 17 Características Técnicas de las Llantas, Según Tipo de Vehículo	103
Tabla 18 Costo Financiero y Económicos de Vehículos (EN U\$\$).....	104
Tabla 19 Costos Financiero y Económicos de Llantas (EN U\$\$).....	105
Tabla 20 Costos Financiero y Económicos de Combustible (EN U\$\$)	106
Tabla 21 Costos Financiero y Económico de Lubricantes (EN U\$\$)	106
Tabla 22 Costo de Mantenimiento de Vehículos (EN U\$\$).....	107
Tabla 23 Costo de Mano de Obra de Tripulación (EN U\$\$).....	107
Tabla 24 Costo Tiempo Pasajero y Tiempo Carga (EN U\$\$)	108
Tabla 25 Resultado de Evaluación Económica Alternativa 02 vs Alternativa Base	110
Tabla 26 Resultado de Evaluación Económica Alternativa 01 vs Alternativa Base	110
Tabla 27 Relación Costo Beneficio de la Av. Amancaes.....	111
Tabla 28 Beneficios Económicos del Usuario Alternativa 01- Av. Amancaes.....	112
Tabla 29 Benéfico Económico Usuarios Alternativa 02 Av. Amancaes	113
Tabla 30 Evolución de la Rugosidad media con el Tiempo.. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 31 Datos de Rugosidad IRI por Alternativa- Av. Amancaes..... ¡Error! Marcador no definido.	

RESUMEN

Esta investigación respondió al siguiente problema general: ¿Cómo influye el programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 en la gestión de mantenimiento vial de la Av. Amancaes, distrito Rímac, Lima?, El objetivo general fue: Analizar la influencia del uso del programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 en la gestión del mantenimiento vial de la Av. Amancaes, distrito Rímac, Lima y la hipótesis general que se verificó fue: El uso del programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 mejora la gestión de mantenimiento vial de la av. Amancaes, Rímac, Lima.

El método general de investigación fue el Científico, el tipo de investigación fue aplicada, de nivel descriptivo-explicativo y de diseño no experimental. La población estuvo constituida por todas las avenidas del Distrito del Rímac, el tipo de muestreo es el no aleatorio o dirigido, y la muestra fue la Av. Amancaes, en el tramo comprendido entre la Av. Samuel Alcázar y cl. Francisco Ferreyros Suarez, con una longitud aproximada de 933.53 metros.

Concluido el estudio se tiene que, con el uso del Programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 se mejorara la gestión de mantenimiento vial de la Av. Amancaes, Distrito del Rímac, Lima, dado que con este programa identificaremos el momento oportuno para establecer las políticas de mantenimiento que garanticen la viabilidad del servicio de transporte.

Palabras Claves: Programa, HDM-4, Gestión de Mantenimiento Vial

ABSTRACT

This research responded to the following general problem: How does the program Model of Development and Management of Roads-4 influence the management of road maintenance of Av. Amancaes, Rímac district, Lima? The general objective was: Analyze the influence of use of the program Model of Development and Management of Roads-4 in the management of road maintenance of Av. Amancaes, district Rímac, Lima and the general hypothesis that was verified was: The use of the program Model of Development and Management of Roads-4 improves the management of road maintenance of av. Amancaes, Rímac, Lima.

The general research method was Scientific, the type of research was applied, descriptive-explanatory level and non-experimental design. The population was made up of all the avenues of the Rímac District, the type of sampling is non-random or directed, and the sample was Av. Amancaes, in the section between Av. Samuel Alcázar and cl. Francisco Ferreyros Suarez, with an approximate length of 933.53 meters.

Once the study is concluded, the use of the Model Program for the Development and Management of Roads-4 will improve the road maintenance management of Av. Amancaes, District of Rímac, Lima, since with this program we will identify the opportune moment to establish maintenance policies that guarantee the viability of the transport service.

Key Words: Program, HDM-4, Road Maintenance Management

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se aprecia en todas las carreteras del País los deterioros en los pavimentos las cuales se presentan a lo largo de todas las vías terrestres a nivel nacional. Son muchos los factores que provocan estos deterioros en los pavimentos, esto pueden ser causados por la naturaleza como, por ejemplo: cambio climático , movimientos telúricos y a la vez también provocado por nosotros mismos y podríamos mencionar el tránsito de vehículos pesados por las vías que no fueron diseñadas para este tipo de vehículos, también el mal uso de los agregados en el momento de la pavimentación .

Para poder conservar y mantener los pavimentos existentes en buen estado se debe hacer uso de un mantenimiento preventivo y eficiente, debido a esta realidad problemática mencionada, el gobierno peruano a través de PROVIAS NACIONAL elabora un programa para poder llevar a cabo, un control para evaluar, mantenimientos rutinarios y periódicos, para todas las vías a nivel nacional .

Este trabajo tiene como propósito lograr que las avenidas del Distrito del Rímac mantengan su nivel de calidad planteando estrategias y políticas de mantenimiento vial oportunas, para lo cual se ha utilizado el programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 .

El desarrollo de esta investigación está estructurado en cinco capítulos, los que se describen a continuación:

Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN en este se desarrolla el planteamiento. Formulación y sistematización del problema, problema general y específicos, la justificación: Practica o social y metodológica, la delimitación: Espacial temporal y económica, la limitación y los objetivos: General y específicos.

Capitulo II: MARCO TEORICO, en este se desarrolla los antecedentes: Internacional y nacional, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis: General y específico, las variables: Definición conceptual y operacional de la variable y la operacionalización de variables.

Capítulo III: METODOLOGIA, en este se desarrolla el método de la investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos

Capítulo IV. RESULTADOS, en este se desarrolla los resultados de la investigación provenientes del trabajo de campo.

Capítulo V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS, en este se desarrolla la discusión de los resultados obtenidos en el campo, contrastados con las variables, las hipótesis y los antecedentes utilizados en nuestra revisión bibliográfica.

Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bach. Keyner L. Peñaloza Huamali

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La ingeniería civil es la ciencia que se encarga de diseñar, construir y mantener las infraestructuras, y está estrechamente vinculada con el desarrollo de las ciudades, el área de infraestructura vial tiene mucha incidencia en la economía, debido al alto costo que se generan por la construcción mantenimiento o rehabilitación de las vías.

En el Perú anualmente se invierte sumas millonarias en el mantenimiento, rehabilitación, mejoramiento y construcción de pavimento, debido a los deterioros causados por el elevado incremento de la carga del parque automotor, diseños deficientes, mal proceso constructivo, factores climáticos, factores topográficos, manteniendo inadecuado, el mal drenaje.

La importancia de poder tener un sistema de gestión para el mantenimiento adecuado, es uno de los problemas más frecuentes, en vista de la problemática antes descrita, el gobierno peruano inicio la implementación de un sistema de infraestructura vial, que comprende el establecimiento de un conjunto de actividades relacionados con la planificación , diseño, construcción y conservación de todos los elementos que constituye la infraestructura vial .

En el distrito del Rímac, la Av. Amancaes es una vía principal que conecta con diferentes distritos de la Capital, además es una vía que opera el Servicio troncal 306 del Corredor Azul de la comuna Limeña, a lo largo de la avenida se han visto las vías en mal estado, por falta de un sistema de gestión para el mantenimiento adecuado y oportuno de las vías, para que de esta manera contribuya disminuir los costos de operación vehicular , reducir los tiempos de viaje, facilitar la circulación vehicular, garantizar la serviciabilidad de la vía y disminuir los accidentes .

Es así que, esta investigación nace como resultado de una necesidad sentida de la población que transita por la vía de la Av. Amancaes en el

Distrito del Rímac, que con frecuencia es afectado por el mal estado de la infraestructura vial.

En ese contraste, se ha trazado como objetivo efectuar un proceso de identificación del principal problema del sector, que de ante mano refiere a la gestión del mantenimiento en momentos oportunos de sus diferentes calles, avenidas del distrito.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo influye el programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 en la gestión de mantenimiento vial de la Av. Amancaes, distrito Rímac, Lima?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cómo se determina el índice de condición del pavimento?
- b) ¿Cuáles son las políticas de mantenimiento en función a la determinación del Índice de Rugosidad (IRI)?
- c) ¿Cómo se estima el costo de mantenimiento del pavimento con el Programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carretera -4?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o Social

Este estudio se justifica por la necesidad de determinar el estado actual en la que se encuentra operando el Pavimento Flexible en un tramo de la Av. Amancaes en el distrito del Rímac. Conscientes de que esta avenida beneficia a la población y a los conductores, actualmente gran parte presenta un deterioro que se confirmará con la evaluación. Debido a ello, cobra importancia un análisis de las causas que originan las fallas en el pavimento flexible, es de mucha importancia porque así se podrá dar respuestas al problema y encontrar posibles soluciones a

la misma y poder así establecer un Plan de Gestión de mejoramiento y la prevención del tramo de la Av. Amancaes.

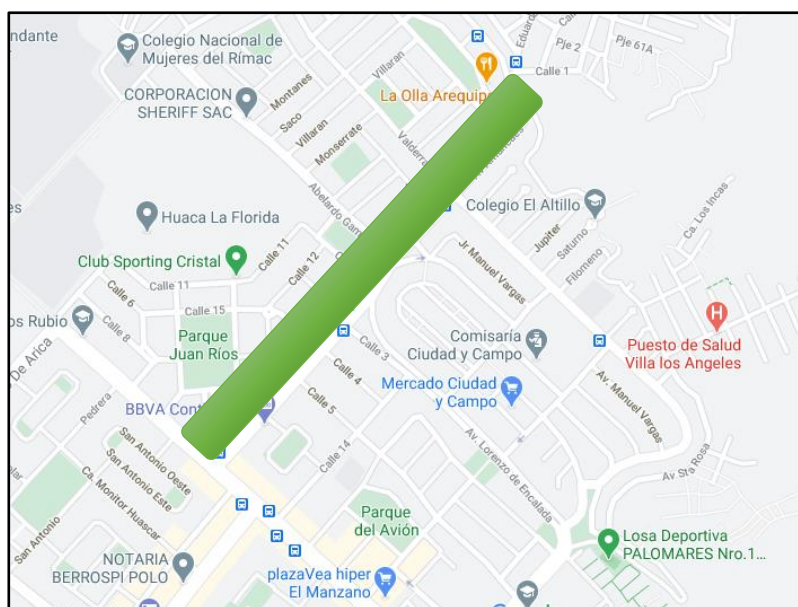
1.3.2. Metodológica

Esta investigación hace uso del Programa Modelo de Desarrollo-4, Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés) y el Índice de Regularidad Internacional (IRI), que metodológicamente es la herramienta más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema, por lo que las estrategias utilizadas en este estudio servirán para establecer políticas de mantenimiento en otros proyectos y en escenarios diferentes.

1.4. Delimitación

1.4.1. Espacial

Esta investigación se realizó en el distrito del Rímac, departamento de Lima, específicamente su análisis estuvo suspcrito al Av. Amancaes



Fuente: Imagen de Google Maps

1.4.2. Temporal

Este trabajo de investigación se llevó a cabo durante el periodo del año 2019.

1.4.3. Económica

El financiamiento de este estudio se llevó a cabo con recursos propios, no se tuvo el apoyo económico externo.

1.5. Limitación

En el desarrollo de la investigación se presentaron las siguientes limitaciones:

1.5.1 De Información

- La escasez bibliográfica sobre estudios aplicados en la zona de investigación. Se tuvo que recurrir a distintas estrategias de la tecnología para poder resolver estos inconvenientes.
- La Municipalidad del Rímac no brinda la accesibilidad requerida a fuentes de consulta como planos y mapas de la zona.

1.5.2 Tecnológicas

- Falta de instrumentos para el recojo de información en algunos meses, lo que retrasó por momentos el trabajo en campo. Para superar esta situación se tuvo que modificar el cronograma en determinados momentos para no retrasar la entrega final de la tesis.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Analizar la influencia del uso del programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 en la gestión del mantenimiento vial de la Av. Amancaes, distrito Rímac.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar el índice de condición del pavimento.
- b) Establecer las políticas mantenimiento de pavimento en función del índice de rugosidad IRI
- c) Estimar el costo de mantenimiento del pavimento en función a los resultados del Programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras 4.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel Internacional

Escalante D.& Garay R. & Herrera E. (2014). En su tesis titulada Desarrollo de un Modelo de deterioro y mantenimiento del tramo 7-B: Lislique-Anamoros de la carretera longitudinal del norte utilizando el software Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 , tiene como objetivo general proponer un modelo de desgaste y a la vez sostenimiento para el tramo 7-B Lislique-Anamoros , aplicando el programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 para hacer un estudio definitivo de las normas de diseño de la Carretera en cuestión. Para lo cual empleo la metodología descriptiva , llegando a la conclusión que debido a la modernización y al acelerado uso de instrumentos computacionales hoy en día, esta tesis servirá en lo referente a la gestión de pavimentos con el uso del programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 y su aplicación se basa en lugares reales para lo cual previamente los autores observaron los diferentes factores locales como el clima, índice medio diario, fallas en el pavimento , etc. Todos estos datos son importantes porque sirven para alimentar la base de datos del programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 .

Muñoz S. (2012). En su tesis titulada “Optimización de políticas de conservación de pavimentos asfálticos en la Zona Central de Chile (Chile)” tiene como objetivo realizar una optimización de las políticas de conservación de pavimentos asfálticos de la Zona central de Chile bajo un enfoque socio-económico, y con consideraciones técnicas, que contribuya a realizar una asignación eficiente de recursos en conservación . Es una investigación explorativo, descriptivo.

El autor resalta que es conveniente el uso de las alternativas de conservación que consideran carpetas de refuerzos de espesor más bien delgado y/o sellos asfálticos aplicados oportunamente .

Esta tesis es relevante dado que aporta significativamente a la presente investigación, visto que la utilización y desarrollo de trabajos de mantenimiento y análisis estratégicos del programa de gestión de pavimentos conocido como HDM-4 es uso eficiente para realizar oportunamente los mantenimientos necesarios en vías de estudio.

2.1.2. A nivel Nacional

Alejos Y. & Cribillero E., (2016) en su proyecto de tesis “Aplicación del Software HDM-4 en la Gestión de Estrategias para el Mantenimiento de la Carretera Santa-Tambo Real”, tiene por objetivo general la aplicación del Software HDM-4 en la Gestión de Estrategias para el Mantenimiento de la Carretera Santa-Tambo Real para lo cual emplearon la técnica de la observación, llegando a concluir que este proyecto permite identificar las mejores estrategias para el mantenimiento vial . Las alternativas que emitió el programa fueron eficientes para lograr un mantenimiento adecuado y oportuno para conservar en buen estado el pavimento .

Gonzalo V. (2016), en su tesis “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 (Trujillo-Perú)”, plantea realizar el análisis de evaluación y mantenimiento vial que permite la conservación de la capa de rodadura de la vía interdistrital Ascope-Casa Grande, aplicando el Modelo HDM-4. El área de estudio son las vías interdistritales de la Provincia de Ascope, perteneciente a la vía provincial de Ascope , departamento La Libertad. Es una investigación exploratorio, descriptivo y aplicativo .

El autor resalta que una de la ventaja de la utilización de un modelo de mantenimiento vial con aplicación de H.D.M.-.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 .

Esta tesis es relevante dado que aporta significativamente en la presente investigación, ya que nos muestra resultados eficaces para la realización del mantenimiento vial con el uso del programa HDM-4.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. El Mantenimiento Vial

El mantenimiento vial es un proceso que involucra actividades de obras e instalaciones, que se realizan con carácter permanente o continuo en los tramos conformantes de una red vial (Manual de carreteras, p.33)

Es el simultaneo de acciones que se realiza para mantener en buen estado las condiciones físicas de la carretera y proteger el dinero invertido en la rehabilitación y el mejoramiento, incluyendo las obras complementarias y relacionadas a otras.

El periodo de un camino está en función de una adecuada respuesta al mantenimiento para prolongar su duración útil (De Jesús, 2013, p.17).

El periodo útil de un camino está en función de una adecuada solución al mantenimiento para prolongar su duración útil, el objetivo es conservar el activo de las grandes obras viales. El mantenimiento debe ser proporcionado a la vía de manera oportuna (De Jesús, 2013, p.17).

Comprende las actividades para mantener el pavimento, taludes, drenaje y todos los elementos que se encuentren en las márgenes de la carretera en una condición lo más aproximado posible a su condición inicial (De Jesús, 2013, p.18).

“[...] Para facilitar la gestión y las operaciones, el mantenimiento vial se puede dividir en rutinario, periódico y urgente” (De Jesús, 2013, p.18).

El mantenimiento no incluye la rehabilitación, la construcción ni ampliación de carreteras. Si las secciones que deben reconstruirse

constituyen más del 25% de la longitud de la carretera, se trata de una obra de rehabilitación, no de mantenimiento (De Jesús, 2013, p.19).

2.2.2. Las Políticas de Mantenimiento

Cuando se pone en práctica una política de mantenimiento, esta requiere de la existencia de un plan de Operaciones, el cual debe ser conocido por todos y debe haber sido aprobado previamente por las autoridades de la organización. (Cádiz, 2016, p. 6).

Para ponerlas en práctica se requerirá de la objetividad de un programa de operaciones el cual debe ser renombrado y aceptado anticipadamente por las autoridades de la organización” (Almenara, 2015, p.11).

Este plan permite ejecutar paso a paso una actividad o programa en forma cuidadosa y ordenada, en un lugar, fecha y hora conocido (Almenara, 2015, p.11).

Una aplicación eficiente de esta política protege a la infraestructura de un deterioro acelerado y permite que las acciones de conservación futuras no sean tan costosas.

En este punto dividiremos las políticas de mantenimiento en dos grupos:

2.2.2.1. Mantenimiento Rutinario

No solo se aplica al pavimento, sino a todo el conjunto que compone la infraestructura, tales como sistemas de drenaje, estructuras y elementos de seguridad vial, estos deben ser mantenidos para poder brindar un nivel de servicio adecuado. Este consta de las siguientes actividades; despeje de escombros, limpieza de cunetas, conservación de demarcaciones horizontales, limpieza y reposición de señales de tránsito.

2.2.2.1.1. Trabajos de mantenimiento rutinario

- **Sellado de fisuras y grietas en calzada:** El sellado de fisuras iguales y menores de 3mm y grietas mayores a 3mm se basa en

la colocación de materiales especiales dentro de las grietas del pavimento de la vía.

- **Parchado superficial en calzada:** se basa en la reparación de baches de un área de la capa de rodadura del pavimento de la vía.

- **Parchado profundo de calzada:** se basa en la reparación o remplazo del área exageradamente deteriorada de la estructura del pavimento flexible.

2.2.2.2. Mantenimiento periódico

Estas tareas se aplican al pavimento para efectuar ajustes o pequeños arreglos que generalmente es necesario realizar en forma periódica, a diferentes distancias. Todo esto para subsanar posibles fallas o impedir deterioros severos, producidos normalmente por efecto del medio ambiente, la composición del tránsito y el tiempo de servicio.

2.2.2.2.1. Trabajos de Mantenimiento Periódico

- **Sellos asfálticos:** se fundamenta en la realización de riegos asfálticos, sobre la superficie de rodadura de la calzada, los que consisten en riegos con emulsión, lechada asfáltica, sellos arena-asfalto y tratamiento superficial simple .

- **Cape Seal:** Es un procedimiento de pavimentación que se basa a emulsiones asfálticas, el cual está formado por la aplicación de un método visible simple.

- **Slurry Seal:** para realizar este proceso se debe emplear como capa de deterioro o sello de obstrucción por lo que no debe considerarse como parte estructural de la vía. Su uso adecuado permite facilitar soluciones para sellar los pavimentos que presentan un cuadro de oxidación muy deteriorado.

- **Recapeo asfálticos:** Se basa en la colocación de una o varias manos de mezcla asfáltica sobre el área de rodadura de una calzada de la vía.

- **Fresado de carpeta asfáltica:** Se basa en hacer un corte total o parcial en el área de la capa de la rodadura de la vía.

2.2.3. Sistema de Gestión Vial

La American Association of State highway and Transportation Officials (AASHTO), define al sistema de gestión vial: “Es un método que colabora y asiste en la determinación para descubrir la maniobra perfecta para suministrar, determinar y sostener pavimentos en óptimas condiciones de utilidad en una etapa establecida de tiempo” (Chávez, 2008, p. 16).

“Tiene como objetivo fundamental emplear información convincente y coherente para proponer normas de decisión, conceder soluciones realistas y colaborar a la eficacia en la obtención de las determinaciones” (Chávez, 2008, p. 16).

“Con el propósito de obtener un plan de proyecto poco costoso y en el cual se provea una retroalimentación de los resultados de las decisiones tomadas, como centro de garantizar su verdad” (Chávez, 2008, p. 17).

De acuerdo con las recomendaciones de la Norma ASTM E1166 – 00, “la adopción de un sistema de gestión de pavimentos compromete la fusión de las siguientes materias” (ASTM, 2003, p. 8).

2.2.3.1. Pavimentos como elementos para la gestión

Los pavimentos tienen por propósito servir al tránsito en forma segura, confortable y eficiente, por tal motivo es importante realizar labores de conservación adecuadas y oportunas sobre ellos.

El concepto de conservación de pavimentos significa la acción de cuidar que su aptitud de servicio se prolongue durante el tiempo requerido, lo cual implica un esfuerzo de preocupación de los encargados y un desembolso de recursos importante por parte de la agencia responsable .

Los caminos son vitales para la comunidad y afectan el bienestar económico y el desarrollo de la misma, por este motivo los administradores tienen la responsabilidad de dar al público el mejor servicio posible con los fondos disponibles. Los caminos son uno de los subsistemas del sistema global de transporte, a él se agrega el

subsistema de vehículos que transitan por la vía, formando ambos lo que se conoce como el costo global del sistema de transporte. Dentro de dicha premisa se inserta la necesidad de construir caminos de buena calidad e intervenir en ellos cada vez que sea necesario, a fin de mantener las condiciones apropiadas para los usuarios. Mientras exista demanda de parte de ellos, es conveniente crear y seguir un esquema de conservación de la red que garantice lo siguiente:

- Adecuada conservación de los caminos de la red a un costo apropiado.
- Que la red vial sea mantenida siguiendo un programa de largo plazo.
- Que se optimice los costos y beneficios del sistema, racionalizando el uso de recursos.
- Que exista un permanente control de los efectos sobre el medio ambiente.
- Que se implemente un control de la efectividad de la conservación.

El patrimonio vial del país se ha enriquecido considerablemente y sigue creciendo en una progresión importante, con ello se pone de manifiesto la necesidad de disponer de una completa información del estado de vías y estructuras, así como de un plan de acción de conservación que permita la prevención y corrección de deterioros oportunamente. Con este objetivo se utilizan los sistemas de gestión, que sirven de herramienta para ayudar tomar la decisión, seleccionando las acciones más adecuadas, determinando su costo y fijando sus prioridades, dentro de las disponibilidades económicas de la entidad administradora, sea ésta pública o privada. Puesto que los pavimentos son diseñados para tener una duración determinada, la no realización de un mantenimiento adecuado significará que en el corto plazo el pavimento entregará un servicio menor al esperado. Esta situación incentiva la creación de la gestión de pavimentos. Se entienden por gestión de pavimentos todas aquellas acciones de

conservación que aplicadas en el tiempo mantienen un nivel de servicio adecuado, tanto en el aspecto funcional como estructural.

2.2.4. El Programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4

El programa o sistema Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 conocido por sus siglas HDM-4 según Crespo y Yarza es “[...] Agrupación de instrumentos que permiten la toma de decisiones a partiendo de estudios y mejora de inversiones destinadas al mantenimiento, rehabilitación y restauración de pavimentos, utilizada para evaluar, en términos técnicos y económicos, proyectos, programas y políticas de conservación” (Crespo y Yarza, 2007, p. 3).

2.2.4.1. Origen y evolución del Programa de Desarrollo y Gestión de Carretera-4 (HDM-4)

En 1968, el Banco Mundial, junto con el LCPC francés y el TRRL británico, realiza un estudio para restablecer los términos de referencia para el diseño de carreteras (PIARC, 2015). Posteriormente, el banco mundial encarga al MIT la realización de un modelo en base al anterior estudio para examinar las interacciones entre los costes de las obras y los costes de operación de vehículos. Posteriormente el Banco Mundial financia una serie de estudios para desarrollar tecnologías sobre el deterioro de carreteras pavimentadas y no pavimentadas, así como los factores que afectan a los costes de operación de vehículos en países de desarrollo. (Kerali, 2001 p.3)

Estas herramientas se encuentran integradas en un programa de computo desarrollado por la Universidad de Birmingham, como producto principal del estudio internacional sobre desarrollo y gestión de carreteras (ISOHDM, por las siglas International Study of Highway Development and Management)

“Las principales funciones del programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 son el análisis de los deterioros y los efectos de la conservación de carreteras, dándonos para ello una

serie de alternativas de conservación especificadas por el usuario” (Crespo y Yarza, 2007, p. 3).

De esta manera permiten tareas como las siguientes

- Predecir el deterioro del pavimento durante su vida útil
- Calcular los efectos de acciones de conservación y mejoramiento del pavimento
- Estimar costos de operación vehicular y otros propios de los usuarios de infraestructura vial
- Determinar los efectos de la congestión en la velocidad de operación de vehículos, en los costos de operación vehicular
- Evaluar proyectos, políticas y programas de conservación en términos técnicos y económicos, obteniendo los montos y beneficios de cada alternativa considerada y calcular indicadores de rentabilidad como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) en términos generales los costos incluidos en el análisis corresponden al gasto corriente y de inversión en los que debe incurrir la organización operadora para que se ejecuten las obras.
- Optimizar programas de conservación y mejoramiento sujetos a restricciones presupuestales.
- Calcular los montos de inversión necesarios para mantener determinado nivel de servicio de una carretera o estimar el nivel de servicio que puede lograrse con un techo financiero dado.
- Evaluar los efectos de políticas de largo plazo, como son cambios en las cargas legales del tránsito, estándares de conservación de pavimentos y normas de diseño.

“Por último, se evalúan las alternativas de conservación, produciendo la comparación económica de las mismas. De esta manera el ingeniero dispone de una amplia información para determinar cuáles son las medidas de conservación más beneficiosas para la red estudiada” (Crespo y Yarza, 2007, p. 3).

2.2.5. Estructura General del Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4.

La Estructura General del Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 se define en módulos y cada uno de ellos cumple configuraciones específicas estos son:

2.2.5.1. El módulo de redes de carretera

Este módulo sirve para ingresar todos los datos que constituyen el inventario de secciones de la red, como sus características físicas, características asociadas a los pavimentos, a su geometría en términos funcionales (Posada, 2005, p. 17).

[...] La sección es la unidad de análisis en el HDM-4, y está definida por múltiples parámetros (Posada, 2005, p. 18).

El ingreso de datos está organizado mediante cuadros que se acceden desde la pantalla lo que permite ir ingresando en forma escalonada la información dentro de cada cuadro , en este caso será para una sección con pavimento flexible, las características a ingresar son :

- Nombres de los tramos y datos
- Climas de las zonas en estudios
- Datos de tránsito de la Av. Amancaes
- Datos del diseños geométricos de la Av. Amancaes

El programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 permite ingresar los datos de manera agregada, a partir de valores cualitativos .

2.2.5.2. El módulo de flotas

Este módulo permite adjuntar las principales singularidades materiales como mecánicas de los vehículos que constituyen las flotas que circularán sobre las distintas secciones, información que será seguidamente utilizada para el cálculo de costos de los usuarios de la carretera (Posada, 2005, p. 26).

En el programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 se pueden ingresar vehículos motorizados como motocicletas, así como

no motorizados (bicicletas, carros a tracción animal, incluyendo también a peatones)

Dentro de las características físicas y mecánicas de los vehículos a ingresar tenemos lo siguiente:

- Números de ejes
- Números de neumáticos
- Vidas útiles estimadas
- Números de pasajeros
- Equivalencias de las cargas (E.S.A.L./vehículo)
- Consumos de combustibles y lubricantes
- Desgates de neumáticos
- Emisiones contaminantes

Todo esto con el propósito de permitir el ajuste de los modelos de costos de operación vehicular a condiciones locales. Posteriormente deben ingresarse los costos unitarios que permiten calcular costos a partir de los consumos estimados por el modelo para cada ítem que va apareciendo en el programa.

De esta manera la flota quedara configurada expresando además de la denominación del vehículo su clase y su categoría correspondiente (motorizado/no motorizado)

2.2.5.3. El módulo de estándar de IRI

“Este módulo es un conglomerado de horizontes de servicio sobreentendidos en términos del IRI y declarado con el propósito de conceptualizar el desempeño de los tramos de carretera, mediante una escala de malo, regular y bueno” (Solorio, Garnica, Montoya, Hernández, 2016, p. 20).

2.2.5.4. El módulo de estándares de conservación y mejora

Aquí se definen “Los estándares que pueden aplicarse al pavimento para mejorar su condición y funcionalidad. Dichos estándares están constituidos por grupos de actividades específicas que se ejecutan ya sea en forma programada o por condición de respuesta, en un lapso predefinido” (Posada, 2005, p. 32). “[...] Una vez aplicados,

producen una variación sobre algunos de los indicadores de condición estructural y funcional de la carretera, como la disminución de la rugosidad IRI, aumento en la capacidad estructural y la capacidad de acomodar flujo vehicular, etc.” (Posada, 2005, p. 32).

Estos estándares se clasifican en dos grupos:

2.2.5.4.1. Estándares de Conservación

Aplica una actividad para mejorar la condición del pavimento, o del camino no pavimentado. En este caso para pavimento flexible se ha considerado:

- sellados de grietas
- Rellenos de huellas
- Lechadas asfálticas
- Refuerzos con mezclas en caliente
- Mezclas abiertas en frios.

2.2.5.4.2. Estándares de Mejora

Aplica una mejora no solo en la condición de pavimento, sino también en la funcionalidad global de la carretera. Así podremos aplicar a este tipo de estándares :

- Ensanches de trochas
- Realineamientos longitudinales
- Reconstrucciones parciales
- Reconstrucciones totales
- Nuevas construcciones

2.2.5.5. El módulo de análisis de proyectos

Define parámetros de la evaluación, como el período de análisis, de entrada y de salida, seleccionar cuál sección y flota se analizarán, y establecer la distribución porcentual de los distintos tipos de vehículos integrantes de la flota (Posada, 2005, p.47).

Es preciso destacar que en el programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 desde este módulo es posible modificar o

corregir valores de parámetros ingresados en módulos anteriores. Sin necesidad de entrar en dichos módulos.

A través de los reportes presentados, es posible analizar tanto la evolución prevista del deterioro para las alternativas evaluadas y los consumos físicos en operación de vehículos, como los costos globales de conservación y operación, actualizados según la tasa de descuento prefijada. Los indicadores económicos entregados por el programa VAN, TIR, permiten comparar entre las alternativas y determinar aquella que sea más rentable o lo que es equivalente de mínimo costo actualizado, de acuerdo al presupuesto disponible, el analista podrá decidir que alternativa seleccionar para cumplir con las necesidades de la red en estudio.

2.2.5.6. El módulo de análisis de programas

“El módulo de análisis de programas permite evaluar múltiples secciones simultáneamente, y formular en una primera etapa un plan sin restricciones ordenando las alternativas según el criterio de mayor beneficio respecto al costo de inversión”. (Posada, 2005, p.48).

El programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 fija como criterio básico para la asignación de prioridades al índice Beneficio/Costo expresado como incremento de VAN de beneficios dividido en incremento de costos de inversión al hacer la comparación entre alternativas. Es decir, que se otorgara prioridad a aquellas alternativas cuyo aumento de beneficios por unidad de moneda sea mayor.

2.2.5.7. El módulo de análisis de estrategias

“Un análisis de estrategia para evaluar la mejor opción de actividad de conservación en tramos de geometría y pendiente alta, los tramos calibrados con estas características presentan un aumento de Ahuellamiento y corrimientos. Lo que se plantea es analizar cuál es la alternativa que mejor comportamiento presente, además de verificar sus indicadores de parámetros anuales, se puede analizar

optimizando IRI y analizar la rentabilidad de estas mediante el VAN".
(Posada, 2005, p. 49)

Entonces para un tramo en especial podemos hacer una comparación entre la evolución del Ahuellamiento y en Van; y la evaluación del Ahuellamiento y el IRI optimizado.

2.2.6. El Sistema Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4.

La operatividad del Sistema Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 está basada en las concordancias físicas y económicas procedentes de un largo estudio sobre el daño de las carreteras, el efecto de la preservación de las mismas y los costos de operación de los vehículos.

El Sistema Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 se fundamenta en las siguientes guías para el cálculo de las eficientes opciones de protección y mejora de los diferentes tramos de carretera evaluados en un preciso análisis . Estos modelos son:

2.2.6.1. El deterioro de la carretera (RD-Road Deterioration)

Estos modelos permiten predecir, para un periodo de análisis definido por el usuario, la evolución del estado físico de las carreteras en función de las solicitaciones impuestas por el tránsito, de las condiciones climatológicas y del tipo de pavimento; asimismo, los modelos estiman los efectos de las obras de conservación y mejoramiento más usuales.

2.2.6.2. Los efectos de las obras (W.E. – W.o.r.k. E.f.f.e.c.t.s.)

Este modelo simula los efectos de las obras en el estado del firme y determina los costes correspondientes .

2.2.6.3. Los efectos para los usuarios (RUE-Road User Effects)

Son utilizados para calcular los efectos del estado físico y las condiciones de operación de las carreteras sobre los usuarios de las mismas, en términos indicadores como los costos de operación vehicular y los tiempos de recorrido. A su vez, se emplean para obtener los beneficios derivados de las inversiones en proyectos carreteros.

2.2.6.4. Los efectos sociales y medioambientales. (S.E.E. – Social a.n.d. Environment Effects)

Determina los efectos de las emisiones de los vehículos y el consumo de energía .

Una vez construidas, las vías se deterioran como consecuencia de diversos factores, entre los principales están :

- las cargas de los tráficos
- los efectos medioambientales
- los efectos de sistemas de drenajes inadecuados

2.2.7. El Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4. en la Gestión de Carreteras

Para considerar las prácticas del Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 en la gestión de carreteras es imprescindible examinar el proceso de gestión de carreteras, partiendo de cuatro funciones y estas son:

2.2.7.1. Las Planificaciones

la cual Personifica el estudio del procedimiento vial como una unidad, lo cual normalmente solicita la valoración de los gastos de mediano a largo plazo decisivos para desarrollar y mantener las calzadas bajo diferentes marcos presupuestales y económicos (Kerali, 2002, p. 3).

[...] Es probable hacer pronósticos no solo de los estados de la red de calzadas para diferentes perspectivas de financiamiento con principio en señales claves, sino también de los desembolsos imprescindibles bajo partidas presupuestales específicas (Kerali, 2002, p. 3).

[...] Durante la etapa de planificación el sistema físico de calzadas se define por su característica de la flota vehicular que transita por la red y la red propia (Kerali, 2002, p. 4).

Durante la etapa de planificación el sistema físico de carreteras se define por:

- Características de la flota vehicular que circula por la red
- características de la red

Estas se agrupan en varias categorías tomando como base alguna, parámetros como:

- . Tipo o jerarquía de carretera
- . Flujo vehicular/cargas/congestionamiento vehicular
- . Tipos de pavimento
- . Condición del pavimento
- Longitud de carretera en cada categoría

Los resultados del ejercicio de planificación son de especial interés para los altos funcionarios, tanto de carácter político como profesional, encargados de formular políticas dentro del sector transportes, por lo regular un grupo de planificación se encargará de realizar este trabajo.

2.2.7.2. La Programación

[...] Implica organizar proyectos plurianuales de labores y desembolsos, sujetos a requerimientos presupuestales, para los que se identifica y analiza tramos de la red que requieran conservación, perfeccionamiento o construcción nueva. Se trata de una planificación estratégica (Kerali, 2002, p.4).

Se aconseja encaminar un registro para el estudio beneficio/costo para verificar la viabilidad económica de cada equipo de estos trabajos (Kerali, 2002, p. 4).

[...] La fase de programación, la organización de carreteras evalúa ruta por ruta, dividiendo cada una en tramos homogéneos de pavimento, en función de sus requerimientos físicos (Kerali, 2002, p. 5).

Mediante la programación se puede estimar los desembolsos anuales, mediante partidas presupuestales definidas, para variados tipos de trabajos y para cada tramo referenciado (Kerali, 2002, p. 5).

En muchos casos, los presupuestos están restringidos, debido a que un aspecto principal de la programación es organizar labores por nivel de jerarquía, para maximizar los recursos limitados (Kerali, 2002, p. 5).

[...] Las aplicaciones más frecuentes es para preparar el presupuesto de un programa de trabajo anual o plurianual, para una red o subred vial (Kerali, 2002, p. 5).

Los profesionales de nivel gerencial de una organización vial son los responsables realizar la programación, dentro de un departamento de planificación o conservación: como por ejemplo el plan Quincenal de ministerio de transportes (Kerali, 2002, p. 6).

2.2.7.3. Las Preparaciones

[...] Etapa de plan a reducido periodo en la cual se asocian los proyectos para llevarse a cabo (Kerali, 2002, p. 6).

En esta etapa, los proyectos se preparan y ajustan al detalle; se realizan listados de la cantidad de obras y cotizaciones, órdenes de trabajo y contratos imprescindible para llevar a cabo los trabajos (Kerali, 2002, p.7).

Por lo normal se formula especificaciones y valorizaciones al detalle, y suele realizarse mediante un análisis beneficio/coste pormenorizando con el cual se confirma la viabilidad del esquema general (Kerali, 2002, p. 7).

[...] Se suele asociar las actividades programadas para tramos estratégicos adyacentes mediante la formación de paquetes que permita su edificación y garantice la rentabilidad (Kerali, 2002, p. 7).

Las actividades para la preparación incluyen el diseño detallado del proyecto de recapado o refuerzo estructural y las labores de mejoramiento de la capa de rodadura (Kerali, 2002, p. 7).

Por ejemplo, mejora del perfil, ampliación del ancho de la carretera, reconstrucción de los componentes de la calzada, entre otros (Kerali, 2002, p. 7).

Las actividades de preparación, está bajo supervisión de profesionales de niveles medio a subalterno y técnicos de los departamentos de diseño o implementación (Kerali, 2002, p. 8).

2.2.7.4. Las Operaciones

[...] Se refiere a las tareas que reflejan el trabajo diario de una estructura. La determinación entrelazada con la administración de

operaciones se toma diariamente y en algunos casos semanalmente, e incluyen la programación de labores que se plantea ejecutar (Kerali, 2002, p. 9).

[...] Por lo regular se considera la supervisión de la mano de obra, el equipo y los materiales, además del registro de las labores concluidas y el análisis de dicha información para el seguimiento y control respectivo (Kerali, 2002, p. 10).

2.2.8. El Índice de Condición del Pavimento(PCI)

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) donde se encuentra conformado por sus métodos más integrados para calificar y evaluar de manera objetiva cada uno de los pavimentos sean flexibles o rígidos” que se encuentran en los modelos de gestión vial que disponen hoy en día. Los métodos son de una sencilla implementación y no necesita instrumentos especializados más allá de los que se constituyeron en el sistema y son presentados, a continuación.

Según Vásquez (2013), daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. La figura número 5 figura el formato para la inspección de pavimentos asfálticos y de concreto, respectivamente (p.2)

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO			
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)			
INSPECCIONADA POR		FECHA			
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.		
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.		
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.		
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.		
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.		
6	Depresión.	16	Desplazamiento.		
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.		
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long y transversal.				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Valor deducido

Figura 1 Índice de Condición de Pavimento
Fuente: Manual PCI (Vásquez Varela)

El total de daños que se incluyen en la fórmula original del P.C.I. y de una manera eventual se realizan observaciones de rigor sobre las diferentes condiciones que no se han considerado en el inicio de las diferentes condiciones locales. El usuario de este modelo está en la capacidad de reconocer cada caso en una correcta comprensión de las formas. (Vásquez, 2002, p. 2)

2.2.8.1. Condición del Pavimento

Según Picado (2016, p.30), para la exploración visual de cada uno de las fallas y el cálculo del “índice de condición del pavimento”, donde se empleó el método de la norma “ASTM D-6433” y de manera posterior, se usa el análisis estadístico de muchas variables de los datos conseguidos. Donde se han generado tendencias de deterioro para diferentes condiciones de las rutas viales.

Según Vásquez (2013), “el PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado” (p. 2).

Tabla 1 Clasificación del PCI

h	Clasificación
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

Fuente: Procedimiento estándar PCI

Con las tendencias de deterioro que se encuentra y la ecuación donde se encuentra el “factor de incertidumbre” donde se consiguen instrumentos de mayor utilidad para la generación de metodología en los deterioros de caminos, de esta manera los planificadores en las unidades técnicas, puede precisar el tipo y tiempo perfecto de las intervenciones. Ha representado el grado de degradación como resultado de los procedimientos de deterioro. La precisión de la “condición del pavimento” depende de las carencias de superficie, irregularidad longitudinal, deformación permanente, capacidad de la estructura, cada una de las evaluaciones que se requieren se encuentran resumidas como: Superficie, adherencia, funcional etc. (Leguía y Pacheco, 2016, p. 81)

2.2.8.2. Método del PCI

Según Moreno y otros, (2018, p. 56) este modo se desarrolló en el año 1974 a 1976 por el centro de ingeniería con la finalidad de conseguir un “sistema de administración” para el “pavimento rígido y flexible” que se usa mediante el del “Pavement Condition Index (PCI)”

$$PCI = 100 - \left(\sum_i^p \sum_j^{mi} VD(T_i, S_j, D_{ij}) \right) - F$$

2.2.8.3. Tipos de Fallas

En pavimento la palabra “falla” se usan los métodos de colapsos y degradación simple. El concepto de degradación o falla se asocia a los grados de servicios que dependen de lo que exige el usuario. (Ibarra, 2016, pág. 22)

Según Rondón y Reyes (2015, p.5) los “*tipos de fallas*” ubicadas en el “*pavimento flexible*”: Ahuellamiento, fatiga y problemas con la humedad. Cuando nos referimos a “fatiga” se asocian a temas estructurales.

Los problemas funcionales se reflejan cuando el “*pavimento*” no proporciona un paso seguro sobre ellos mismos, las unidades móviles no viajan una manera correcta y las dificultades estructurales se asocian con la falta de unión de la mayoría de “*capas de pavimento*” de tal forma no puede soportar las cargas que se someten.

Las dificultades estructurales comprometen una degeneración de la estructura pavimentaría. Se presentan con los insumos que conforman la estructura, se encuentran sujetas a reiteradas cargas para acción de circulación que son ocasionados por una rendija estructural que se relaciona con la deformación o la tensión del remolque por arrastre de los puntos de partida de cada capa, esta falla se llama fatiga. (Leguía & Pacheco, 2016, p.30).

Según Rondón y Reyes (2015) cada uno de los “tipos de fallas” que hay en el interior de “pavimento flexible” son: “La fatiga, el ahuellamiento y el daño por la humedad”, está última, la fatiga se encuentra asociado a la estructura” (p.5).



Figura 2 Fallas en los Pavimentos Flexibles Establecidos por el PCI
 Fuente: (Rodríguez V., 2009)

1. **Grietas de Contracción o de Bloque**

Son grietas: interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares, su tamaño puede variar de .30 m x .30 m a 3.0 m x 3.0 m ; principalmente se originan por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios; este tipo de falla no está asociada a cargas, lo que indican es que el asfalto se ha endurecido significativamente .



Figura 3 Grietas de Contracción
Fuente: Elaboración propia

2. **Piel De Cocodrilo**

Las grietas piel de cocodrilo: son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito ; la piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y



usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento .

Figura 4 Piel de cocodrilo
Fuente: Elaboración Propia

3. Mancha en Pavimentos (Exudación)

La “**exudación**” es la presencia: de una película de material bituminoso en pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa .

La “**mancha**” es: originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire, o por deposición de aceites caído de los vehículos, o por concentración de residuos de combustibles no quemados .



Figura 5 Manchas en Pavimento
Fuente: Elaboración Propia

4. Corrugaciones

La corrugación (también llamada “sartanejas”), es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m .

Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito; este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables .



Figura 6 Corrugaciones
Fuente: Elaboración Propia

5. Grietas de Borde

Las grietas de borde son paralelas al eje de la vía y generalmente están a una distancia: entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento debido a condiciones climáticas, de la base o de la sub-rasante próxima al borde del pavimento , o por falta de soportelateral o inclusive por terraplenes construidos con materiales expansivos.



Figura 7 Grietas de Borde
Fuente: Elaboración Propia

6. Ahuellamiento

El ahuellamiento: se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la sub-rasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito .

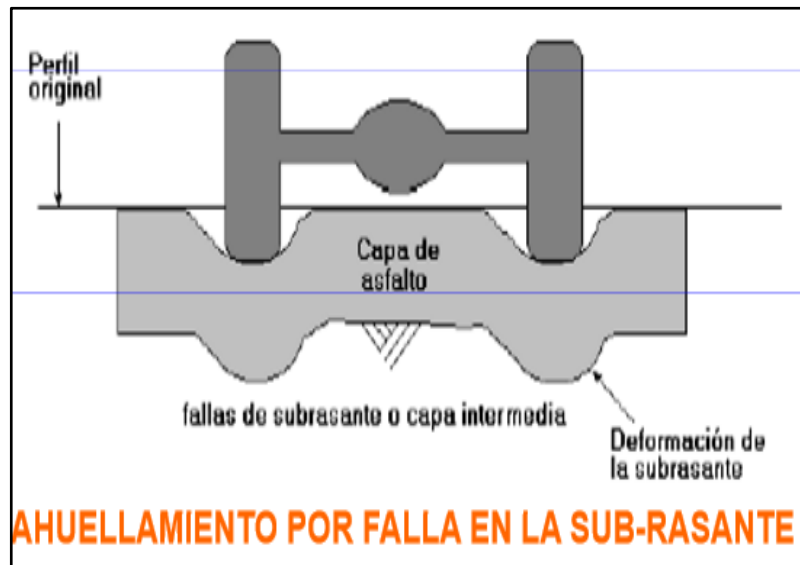


Figura 8 Ahuellamiento por Falla en la Subrasante
Fuente: Elaboración Propia

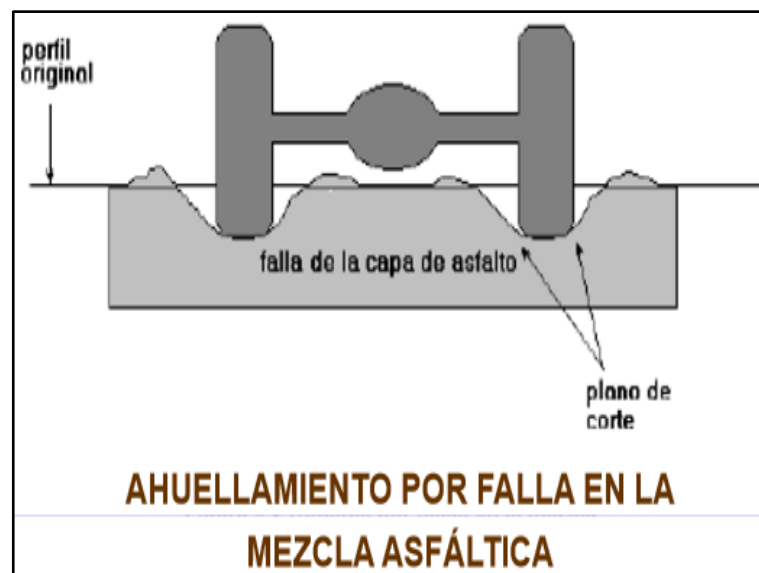


Figura 9 Ahuellamiento por Falla en la mezcla asfáltica
Fuente: Elaboración Propia

7. Baches

Un bache es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. El bache se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área bacheada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento) .



(Martinez,2012)

Figura 10 Bache
Fuente: Elaboración Propia

- Clase

Según Rondón y Reyes (2015, p.12) la “piel de cocodrilo” llamada también fatiga son un grupo de series de fallas que no están conectadas con el inicio de la “falla por fatiga de cada capa” que están en la rodadura asfáltica en una acción que se repite las cargas de tránsito; el agrietamiento se origina en el fondo de la capa asfáltica o base que se estabiliza en cada uno de los esfuerzos y las deformaciones unitarias de mayor en la carga de una rueda.

Se relaciona con el “*tipo de degradación*” que se ha presentado en la “superficie pavimental” como, por ejemplo, agrietamiento en bloque, exudación, piel de cocodrilo que se encuentran descritos en la guía

de daños para la “*evaluación de condiciones de pavimento*” (Leguía & Pacheco, 2016, p.43)

Según Rondón y Reyes (2015, p.13), “*Agrietamiento en bloque*”: Las fisuras en el bloque se encuentran conectadas y dividen el pavimento en parte de manera aproximada en forma rectangular. Las agrupaciones se inician primordialmente por contracción de cada concreto asfáltico y movimientos de temperatura diaria. Esto sucede en gran parte del pavimento, pero muchas veces aparecerá de manera única en los departamentos de tránsito.

La falla se diferencia de la “*piel de cocodrilo*” que se encuentra conformado por piedras con más márgenes y “*ángulos agudos*”. Además, se diferencia de los bloques, “*piel de cocodrilo*” es originada por los embalajes que se ocasionan en temas vehiculares.

Según Rondón y Reyes (2015, p.13) Las “*grietas de borde*” se encuentra de manera paralela y en general están en distancia de 0.30 y 0.60 que se encuentra en el exterior del “*pavimento*”. Esta dificultad es acelerada por el movimiento circular y se origina por debilidad, ocasionado por condiciones de clima, de bases que se encuentran en los límites del pavimento. Este departamento entre la “*grieta y el borde del pavimento*” se clasifica acorde a la forma que se encuentra agrietada.

Según Rondón & Reyes (2015, p. 13), indican que la “*grieta de reflexión conjunta*”, esta falla es ocasionada en “*pavimentos con superficie asfáltica*” que están contruidos en una “*losa de concreto*” con cemento portland. No se incorpora las “*grietas de reflexión*” de diferentes tipos de base, por ejemplo, las que se estabilizan con cemento *portland*, donde se induce por el calor o la humedad, que se encuentra en la superficie de “*concreto asfáltico*”. Esta dificultad no se relaciona con las cargas, además, en temas de tránsito se ocasiona una brecha en el “*concreto asfáltico*”. Si el “*pavimento*” se encuentra en “*fragmento a lo largo de la grieta*”, indica que se

encuentra descascarada. Las dimensiones de la losa se encuentran en la superficie del “concreto asfáltico” que sirve para identificar cada uno de las diferentes dificultades.

Según Rondón y Reyes (2015, p. 13) “*las grietas longitudinales*” se encuentran paralelas a cada eje ubicado en el pavimento o para la dirección de cada construcción que es causado por: Grupo de carriles construidos de manera somera, la contracción del “concreto asfáltico” que se debe a temperaturas mínimas o para endurecer el asfalto o el “ciclo diario de la temperatura”, una dificultad de esta es causada por el agrietamiento de la “capa de base” conformado por las fisuras en “losas de concreto de cemento portland” pero no del pavimento.

- Severidad

(L): Llamada “baja” grieta que no tiene relleno de ancho mucho menor a 10 mm.

(M): Llamada “media” grieta sin relleno de ancho entre “10mm a 76mm” número de veces que se rodearon las fisuras minúsculas aleatorias y aquellas que desprenden, la existencia de probabilidad de infiltrar agua por medio de esta.

(H): Llamada “Alta” hace referencia a las fisuras rellenas o no, que se encuentran rodeadas de fisuras minúsculas aleatorias de severidad pequeña media o baja. Las fisuras de más de 76 mm de ancho, podrán presentar fragmentos considerables y generan movimientos repentinos en las unidades móviles.

Representa los criterios de degradación en temas de progresión, cuanto más severidad sea el daño, mayor importancia se darán en las medidas para su corrección. De esta forma, hay que valorar la calidad de cada viaje, es decir, la percepción que tiene el usuario para el tránsito de las unidades móviles a una velocidad normal; de esta manera se ha descrito una normativa general para el establecimiento del nivel de severidad en la calidad de la circulación:

- Bajo (L: Low): Donde se observan cada vibración en las unidades móviles (es decir, las corrugaciones).
- Medio (M: Medium): Cada una de las vibraciones vehiculares significan y requieren la reducción de la velocidad
- Alto (H: High): Cada una de las unidades móviles se exceden para reducir la velocidad considerablemente. (Leguía & Pacheco, 2016, p.43-44)
- Extensión

Donde se refiere al espacio a lo largo que afecta por cada “*tipo de deterioro*”, para la evaluación de “*pavimentos de hormigón*”, se califica la extensión que simboliza por representación de una cantidad de veces donde se repite las “*fallas en una losa o varias losas*” (Leguía y Pacheco, 2016, p. 44)

2.2.8.4. Evaluación Detallada

“La evaluación detallada” se refiere a la inspección de las rutas caminando sobre ellas cuando se recopila información necesaria, en donde se ve la necesidad de la descripción de “tipos de falla” que se encuentran de acuerdo a su frecuencia, ubicación y severidad (Gutiérrez, 2007, p.38) como los datos que son considerados de manera importante.

La “evaluación detallada” se refiere al análisis de la ruta que camina en ella y realiza la selección de datos indispensable, donde se describe cada “tipo de falla” producido por la ubicación, severidad y frecuencia, como otros datos que sean considerados útiles. (Leguía, 2016, p.40)

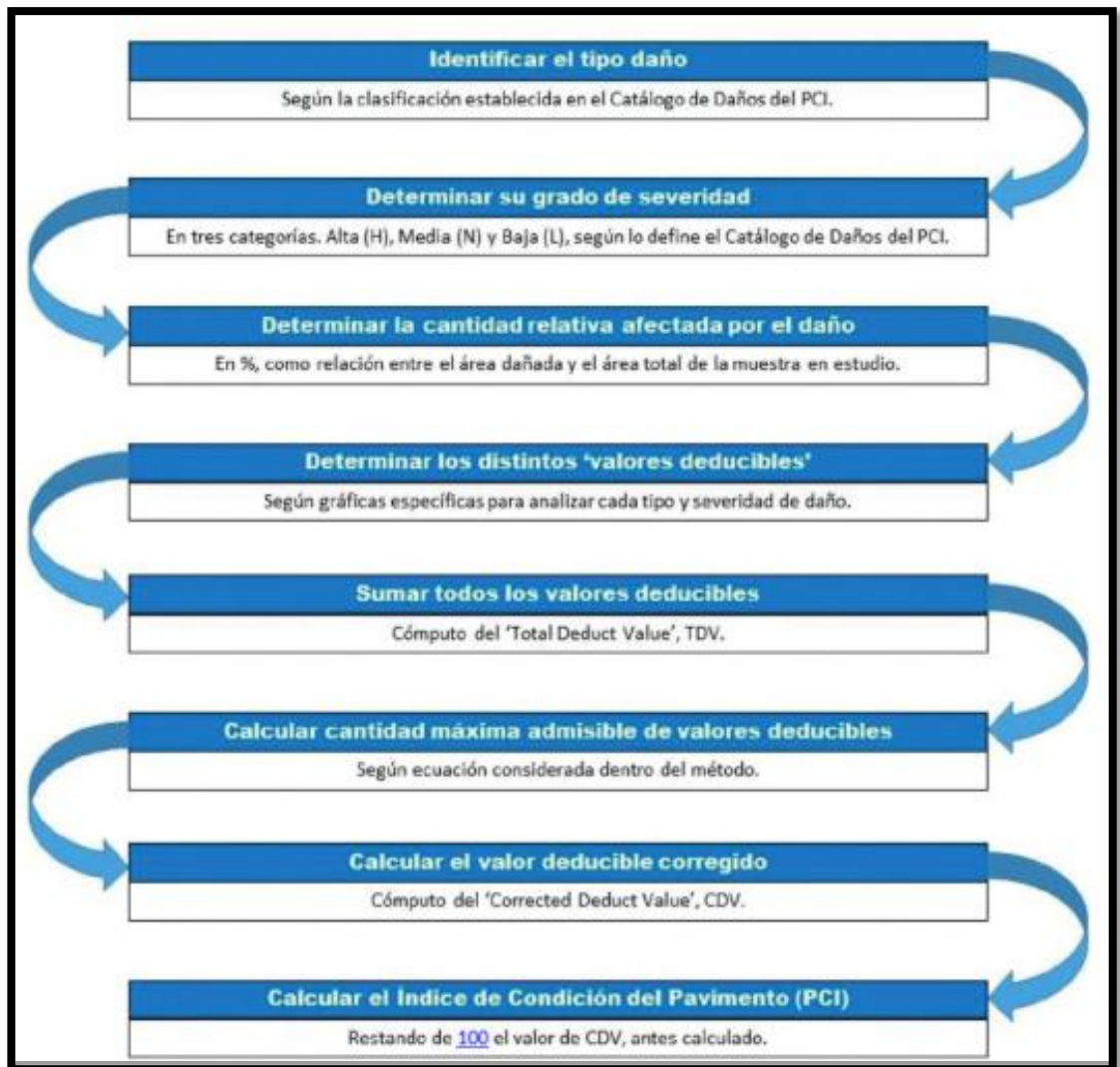


Figura 11 Índice de Condición del Pavimento
Fuente: Elaboración propia

2.2.9. El Índice Medio Diario Anual (I.M.D.A.)

[...] Valor numérico estimado del tránsito vehicular en un establecido tramo de la red vial en un año (Montoya, 2007, p. 75).

El IMDA es la conclusión de los conteos volumétricos y clasificación vehicular en campo en una semana y un factor de modificación que estime el proceder anualizado del tráfico de pasajeros y mercancías (Montoya, 2007, p. 75).

2.2.10. El Índice Internacional de Rugosidad

Comúnmente llamado IRI (Internacional Roughness Index), es la unidad estandarizada utilizada por excelencia para la medición de la rugosidad” (Almenara, 2015, p.10).

El cálculo matemático del Índice Internacional de Rugosidad se define como la acumulación de desplazamientos verticales en valor absoluto, de la masa del vehículo con respecto a la masa asociada a la suspensión de un modelo de vehículo, entre la distancia recorrida sobre un camino que se produce por los movimientos al vehículo. Así, las unidades del IRI serán de longitud entre longitud, que debido a las magnitudes de estas se expresan mm/m, m/km, etc.

La norma que habla de pavimentos urbanos en el Perú es la CE.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

2.2.10.1. Cálculo del Índice Internacional de Rugosidad

Son diversas las maneras de calcular el Índice Internacional de Rugosidad entre ellas tenemos:

- Modelo de Cuarto de Carro

“Para calcular el Índice Internacional de Rugosidad emplearon ecuaciones que se basaron simplemente en las deflexiones y que no dependieran de parámetros como el tiempo de muestreo. Se buscó un modelo que representase las vibraciones que podría tener un pasajero en un vehículo cualquiera, por lo que se eligió un modelo de cuarto de carro. El modelo de cuarto de carro (quarter car) se basa en una rueda representada por un resorte vertical, la masa del eje soportada por la llanta, un resorte de la suspensión, un amortiguador y la masa del vehículo soportada por la suspensión de la rueda” (Sayers y Karamihas, 1998 p.204)

2.2.10.2. Métodos de Medición del Índice Internacional de Rugosidad

Según el uso de la vía la rugosidad puede llegar a ser un factor determinante para la seguridad y funcionalidad de esta.

Los métodos usados para determinación del Índice Internacional de Rugosidad pueden clasificarse en 4 clases de precisión:

- Clase 1: Perfiles de alta precisión

Son los métodos más exactos pero considerados de bajo rendimiento, ya que la recolección de datos es lenta y requiere de mayor cantidad de horas en campo (hombre, máquina y

herramienta), se basa en perfiles topográficos levantados cada 0.25 m con precisión de 0.5 mm

- **Clase 2: Obtención del Índice Medio Diario por Ecuaciones**

Agrupar a los demás métodos que no cumplen con los niveles de precisión para la Clase 1 pero también se basan en medir el perfil longitudinal directamente por medios digitalizados. Se usa generalmente en vías extensas y de importante confiabilidad, como vías expresas o alimentadoras dada la alta velocidad de medición.

Los perfilómetros buscan correlacionar la variación de los niveles respecto a una horizontal que se mueve con ellos, por lo que hace que el proceso de medición sea mucho más rápido.

- **Clase 3: Estimación del Índice Medio Diario con Ecuaciones de Correlación.**

También llamados de tipo respuesta, se ubican todos los métodos basados en ecuaciones de correlación para estimar el IRI, sin mayores factores que afecten y corrijan los datos obtenidos en campo. Los métodos de esta clasificación más conocidos son Bump integrator, Mays meter y NAASRA Meter (Del Águila, 1999(b)).

- **Clase 4: Métodos subjetivos y no calibrados.**

Permiten obtener resultados meramente referenciales y se emplean cuando se requieren únicamente estimaciones gruesas de la rugosidad.

2.2.11. El V.A.N.

(Valor Actual Neto) es la [...] Muestra financiera que evalúa las salidas de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para precisar, si luego de beneficiar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia (Girón, 2012, p.102).

Si el resultado es optimista, el proyecto es realizable. Bastaría con encontrar el valor actual neto de un proyecto de inversión para saber si dicho proyecto es realizable o no (Girón, 2012, p.102).

El valor actual neto permite verificar si el proyecto es más rentable. Inclusive, si nos ofrece comprar nuestro negocio, con esta guía

podríamos establecer si el precio ofrecido está sobre o por abajo de lo que ganaríamos (Girón, 2012, p.102).

2.2.12. El T.I.R.

(Tasa Interna Retorno) es la [...] Tasa de descuento de un plan de inversión que permite que el beneficio neto actualizado sea igual a la inversión (valor actual neto igual a 0) (Girón, 2012, p.103).

El TIR es la máxima tasa de descuento que puede tener un proyecto para que sea rentable, pues una mayor tasa ocasionaría que el beneficio neto actualizado sea menor que la inversión (valor actual neto menor que 0) (Girón, 2012, p.103).

2.2.13. E.I. B./C.

(Beneficio/Costo) La conexión Beneficio/Costo verifica de manera recta los beneficios y los costos. Para evaluar el vínculo (B/C), primero se tiene que encontrar la suma de los beneficios descontados, traídos al presente, y se divide sobre la suma de los costos también descontados (Girón, 2012, p. 105).

2.3. Definición de términos

- a) **Condición del pavimento:** Representa el nivel de degradación como resultado del proceso de deterioro. La determinación de la condición del pavimento depende de los defectos de la superficie, las deformaciones permanentes, la irregularidad longitudinal, deflexión recuperable, capacidad estructural del pavimento, las solicitaciones de tráfico y la adherencia entre la rueda y el pavimento, las evaluaciones requeridas se resumen como: superficial, estructural, funcional, adherencia, solicitaciones de tráfico y global de informaciones.
- b) **Tratamiento superficial:** Es una técnica de pavimentación cuyo objetivo es dotar a las carreteras de ciertas características superficiales (textura, impermeabilidad, etc.) , sin el aumento directo y apreciable de la capacidad resistente. Básicamente brinda una cubierta impermeable a la superficie existente de la vía y resistencia a la acción abrasiva del tránsito.

- c) **Clasificación de vías:** Según el manual de diseño geométrico, las vías se clasifican de acuerdo al tráfico, características, orografía y velocidad de diseño: se conocen de tipo superiores, de primera clase , segunda clase, tercera clase.
- d) **Clasificación de vías urbanas:** La clasificación de vías urbanas está basada en criterios como el funcionamiento de la red vial, el tipo de tráfico que soporta, el uso del suelo colindante y espaciamiento , el nivel de servicio y desempeño operacional y características físicas.
- e) **Vías arteriales:** Son aquellas que permiten el tránsito vehicular, con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso de las áreas colindantes . Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. En su recorrido no es permitida la descarga de mercancías. Son usadas por todos los tipos de tránsito vehicular . Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras, no siendo conveniente que se encuentren conectadas a vías locales residenciales . Eventualmente el transporte colectivo de pasajeros se hará mediante buses en vías exclusivas o carriles segregados con paraderos e intercambios.
- f) **Niveles de servicio:** Son indicadores que califican y cuantifican el estado de la infraestructura vial, y que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales puede evolucionar su condición superficial, funcional, estructural, de los factores de seguridad. Estos indicadores son particulares para cada vía, y varían de acuerdo a factores técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción del usuario como el confort, oportunidad, seguridad, etc. Además de la rentabilidad de los recursos disponibles.
- g) **Infraestructura vial:** Es el conjunto de elementos que componen la vía: superficie de rodadura, bermas y/o franjas laterales, puentes, túneles, obras de arte y drenaje , señalización, elementos de seguridad vial, entorno, medio ambiente y otros.
- h) **Obras de conservación vial:** Son obras que se ejecutan para preservar la infraestructura vial, con el fin de que pueda prestar el

servicio para el cual fue diseñada y construida. forman parte de esta categoría las obras de mantenimiento periódico , rutinario de prevención y atención de emergencias, las obras de rehabilitación, y las obras de puesta a punto incluidas en un programa de conservación de una vía existente .

- i) **Conservación:** Es el conjunto: de actividades destinadas a preservar a largo plazo y al menor costo posible la infraestructura vial y el servicio que ésta presta, procurando que mantenga un funcionamiento adecuado a costos razonables de operación de los vehículos que la utilizan, en beneficio de los usuarios y en conformidad con los niveles de servicio fijados en las estrategias y políticas de conservación para la red vial nacional .
- j) **Reparación:** Son trabajos selectivos y en zonas específicas o puntuales, tanto en la calzada como en los demás elementos de la infraestructura vial, y tienen por objeto restablecer la condición superficial, funcional, estructural y/o de seguridad del área afectada, para asegurar los niveles de servicio requeridos. la necesidad de ejecutar una reparación puede surgir producto de una insuficiencia en la elaboración del proyecto, una mala práctica en la ejecución de las obras, la presencia de un “punto crítico”, o simplemente por las consecuencias de un fenómeno natural. La reparación puede implicar la ejecución de demoliciones parciales o totales previas, y dada su naturaleza, debe incluir mejoras en la zona específica o puntual en tratamiento.
- k) **Mejoramiento:** Son obras que se ejecutan para elevar de manera sustancial el estándar de la vía, a efectos de atender en forma oportuna y adecuada nuevas exigencias por cambios en las condiciones del tránsito, en la seguridad u otros aspectos . El mejoramiento implica el redimensionamiento de la capacidad funcional, estructural y de seguridad de la calzada y/o los demás elementos de la infraestructura vial.
- l) **Reconstrucciones:** Son obras de renovación completa de la infraestructura vial, incluyendo la conformación de una nueva estructura del pavimento, para remediar las consecuencias de la elaboración

deficiente de un proyecto, de las deficiencias en su construcción, de los efectos de un desastre natural , o de un descuido prolongado o abandono de su conservación, y que se manifiestan en la existencia generalizada de problemas de tipo superficial, estructural, funcional y de seguridad .

- m) **Gestiones de conservación vial:** Conjunto de acciones que tienen por objetivo definir y determinar lo que es necesario realizar respecto de una vía para mantenerla en condiciones predeterminadas. Incluye planificar, diseñar, ejecutar y controlar las actividades, trabajos y obras necesarias para alcanzar dicho objetivo. la gestión de conservación vial también es conocida como “gestión de infraestructura vial” o “gestión vial”.
- n) **Gestiones de carreteras a nivel proyecto:** Es una labor de revisión, análisis y procesamiento de información, necesaria para la toma de decisiones técnico – económicas sobre actividades y trabajos de conservación, en tramos específicos de la red vial nacional nivel micro: mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico , prevención y atención de emergencias, reparaciones y obras de ajuste estructural, en plazos determinados y oportunos, que son necesarios para mantener los niveles de servicio fijados en las estrategias y políticas de conservación de la red vial nacional , y que se traducen en planteamientos y soluciones rentables.
- o) **Gestiones de carreteras a nivel red:** Es un conjunto de actividades dirigidas a realizar el diagnóstico del estado de los diversos tramos de la red vial nacional nivel macro , con la finalidad de generar una base de datos que permita efectuar el planeamiento del mantenimiento a corto, mediano y largo plazo para asegurar los niveles de servicio fijados en las estrategias y políticas de conservación de la red vial, y se obtengan los tipos de tratamiento a efectuar, la oportunidad de las intervenciones , su costo y rentabilidad, optimizando técnica y económicamente la asignación de recursos financieros disponibles

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

El uso del programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 mejora la gestión de mantenimiento vial de la av. Amancaes, Rímac, Lima.

2.4.2. Hipótesis Específicos

- a) El Índice de Condición de Pavimento se determina utilizando el método PCI.
- b) Las Políticas de mantenimiento en función Índice de Rugosidad (IRI) son los mantenimiento rutinarios y parchados de pavimento al 100%
- c) El costo de mantenimiento del pavimento se estima en función a los resultados del Software HDM-4

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

1. Variable Independiente: Programa Modelo de Desarrollo de Gestión de Carreteras-4

Es un conjunto de herramientas que facilitan la toma de decisiones a partir del análisis y optimización de inversiones destinadas al mantenimiento , rehabilitación y reconstrucción de carreteras, que puede ser utilizada para evaluar, en términos técnicos y económicos, Proyectos , programas y políticas de conservación.

2. Variable Dependiente: Gestión de Mantenimiento Vial

La forma más eficaz y eficiente de utilización de los recursos disponibles , ahorros en los costos de operación vehicular para hacer sostenible el mantenimiento vial en el mediano y largo plazo .

2.5.2. Definición operacional de la variable

1. Variable Independiente: Programa Modelo de Desarrollo de Gestión de Carreteras-4

Es un conjunto de herramientas que almacena datos de la evaluación de la condición actual del pavimento y evaluación de la transitabilidad vehicular.

2. Variable Dependiente: Gestión para el Mantenimiento Vial

La forma más eficaz y eficiente de utilización de los recursos disponibles , ahorros en los costos de operación vehicular para hacer sostenible el mantenimiento vial en el mediano y largo plazo”.

La variable gestión de mantenimiento vial está en función de los resultados hdm-4, es decir existe una relación causal entre estas variables, lo que permite formular políticas de mantenimiento oportuno y eficaz para el servicio del transporte permanente

2.5.3. Operacionalización de Variables

- **Variable Independiente: Programa Modelo de Desarrollo de Gestión de Carreteras-4.**

TABLA 1: Operacionalización de la Variable Independiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Sub-Indicadores	Escalade Medición
Variable Independiente: Programa Modelo de Desarrollo de Gestión de Carreteras-4	Es un conjunto de herramientas que facilitan la toma de decisiones a partir del análisis y optimización de inversiones destinadas al mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de carreteras, que puede ser utilizada para evaluar, en términos técnicos y económicos, Proyectos, programas y políticas de conservación	Recolección de datos	Evaluación de la condición actual del pavimento	Módulo de redes de carreteras	PCI	Razón
			Evaluación de la transitabilidad vehicular.	Módulo de flotas	IRI	
				Módulo de estándar IRI	IMDA	
				Módulo de estándar de conservación y mejoras		
	Módulo de análisis de proyectos					

Fuente: Elaboración propia.

- **Variable Dependiente : Gestión para el manteniendo vial**

Tabla 2 Operacionalización de la Variable Dependiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Sub-Indicadores	Escalade Medición
Variable 2: Gestión para el Mantenimiento	La forma más eficaz y eficiente de utilización de los recursos disponibles, ahorros en los costos de operación vehicular para hacer sostenible el mantenimiento vial en el mediano y largo plazo	Políticas de mantenimiento	Mantenimiento rutinario.	Trabajos de conservación rutinaria.	Sellado de fisuras y grietas en calzadas.	Nominal
					Parchado profundo en calzada.	
		Actividades de conservación periódica.	Trabajos de conservación periódica.	Sellos asfálticos		
				Cape seal		
		-Evaluación económica de las alternativas planteadas de mantenimiento con uso del software HDM-4.	Indicadores de rentabilidad de las estrategias de mantenimiento.	VAN		
				B/C		
Slurry seal						

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

El método general de investigación fue el científico, y como método específico se utilizó el Inductivo – Deductivo.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue la aplicada dado que se utilizó los conocimientos teóricos para la solución de problemas reales, que específicamente fue la gestión de mantenimiento vial.

3.3. Nivel de la investigación

El nivel de la investigación fue el descriptivo-explicativo, puesto que en primera instancia se describió los niveles de severidad, tipos de fallas presentados en el pavimento flexible, además de detallar el procedimiento de inspección a realizarse.

La base de la investigación está en la toma de datos en campo a través de un formato de evaluación de registro, cuyos resultados se representan a través de tablas de registro, de campo, diagramas de sectores y gráficos de barras

Fue explicativo por que se estableció la relación causal entre las variables.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación fue el no experimental dado que no se manipuló las variables para establecer los resultados del estudio.

3.5. Población y muestra

La población estuvo conformada por todas las avenidas del distrito del Rímac, provincia de Lima.

En esta investigación se utilizó el muestreo no aleatorio o dirigido, la muestra comprendido la avenida Amancaes del Distrito del Rímac, en el Tramo comprendido entre la Av. Samuel Alcázar y cl. Francisco Ferreyros Suarez, con una longitud aproximada de 933.53 metros.

3.6. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

La técnica Observación no experimental que se usó sirvieron para obtener datos sobre las características de las Calles, pasajes, forma de vida de las personas, y conocer las características del entorno del distrito. La técnica utilizada fue la observación, porque mediante esta técnica nos permitió observar en forma sistemática, el tramo de la avenida Amancaes y las fallas existentes del pavimento basándome en el Índice de Condición del Pavimento .

3.6.1. Técnicas

La técnica utilizada fue la observación, porque mediante esta técnica nos permitió observar en forma sistemática , la avenida Amancaes y las fallas existentes del pavimento basándome en el Índice de Condición del Pavimento, IRI.

3.6.2. Instrumentos

Norma ASTM D6433-07 para determinar el Índice de Condición del Pavimento de la avenida Amancaes. Así como tablas indicadoras de formato de inspección de daños, tablas IMD tráfico/tipo de vehículo, tablas con características de los vehículos, tablas de costos financieros y económicos de los vehículos según la Oficina General Planeamiento y Presupuesto del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (OGPP-MTC), tablas de resultados de ensayos PCI, tablas de resultado del IRI, tabla de características técnicas de la carretera, tabla de costos de trabajos de mantenimiento.

3.6.3. Materiales

Para el trabajo de campo se necesitó lo siguiente:

- **Odómetro Manual o wincha:** Instrumento para medir la distancia de la avenida a trabajar. El cual ayudo a determinar las áreas de las unidades de muestra (57 UM).



Figura 12 Odómetro Manual y Wincha
Fuente: Elaboración Propia

- **Regla de medición:** Para medir profundidades y longitudes.

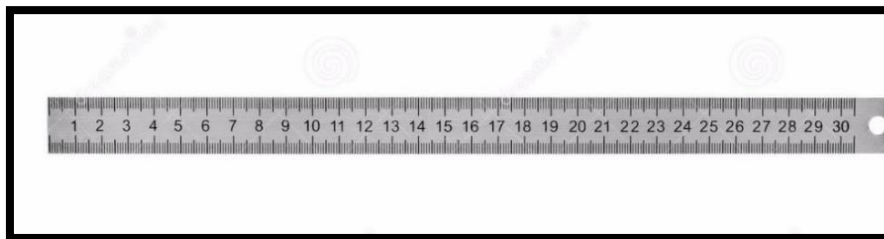


Figura 13 Regla de Medición
Fuente: Elaboración Propia

- **Cono de Seguridad:** Para delimitar el área de trabajo y desviar a los conductores de la zona de obras o accidentes.



Figura 14 Conos de Seguridad
Fuente: Elaboración Propia

- **Chaleco de seguridad:** Mejora la seguridad en el trabajo de campo y ser vistas en las autopistas por el uso de reflectivos en el chaleco.



Figura 15 Chaleco de Seguridad
Fuente: Elaboración Propia

- **Hoja de Registro:** Permite registrar, fecha, ubicación, tipo de falla, grado de severidad, etc.

3.7. Procesamiento de la información

3.7.1. PCI.

Fallas Existentes

El levantamiento de información corresponde al trabajo de campo en el cual se identificarán los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos como se muestran en la figura 1. El método PCI define en total 19 tipos de fallas para el análisis, según lo explicado en el capítulo 2, en la Tabla N.º 3, se muestra las cantidades registradas por unidad de medida según el tipo de falla encontrada y en la figura N.º 16 se representan las frecuencias o número de veces encontrados para los diferentes tipos de fallas. Cabe mencionar que estos valores representan el total registrado a lo largo de los 933.53 metros de la Av. Amancaes.

Tabla 3 Tipo de Fallas

Nº	TIPO DE FALLA	UNIDAD	CANTIDAD
1	Piel de cocodrilo	m2	184.4
2	Exudación	m2	265
3	Agrietamiento en bloque	m2	175.5
4	Abultamiento y hundimientos	m	0
5	Corrugación	m2	0
6	Depresión	m2	0
7	Grieta de borde	m	8
8	Grieta de reflexión de junta	m	0
9	Desnivel carril / berma	m	4.5
10	Grietas long y transversal	m	717.94
11	Parcheo y Acometidas de Servicios	m2	63.4
12	Pulimientos y Agregados	m2	0
13	Huecos	m2	15.6
14	Cruce de Via Ferrea	m2	0
15	Ahuellamiento	m2	25
16	Desplazamiento	m2	0
17	Grietas Parabolicas	m2	0
18	Hinchamiento	m2	0
19	Desprendimiento de agregados	m2	0

Fuente: Elaboración propia

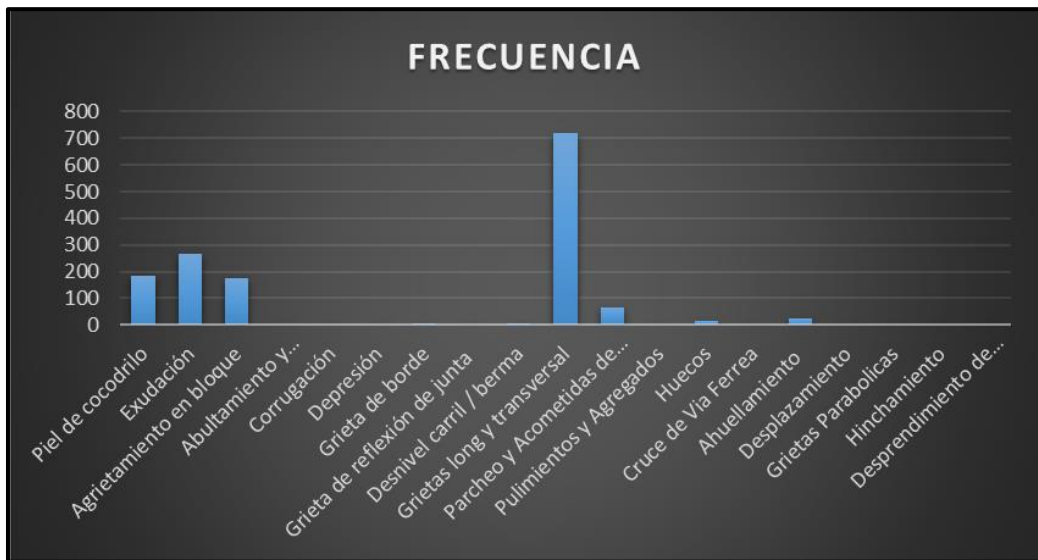


Figura 16 Frecuencia por Tipo de Falla Existente
Fuente: Elaboración Propia

La cantidad que presenta cada tipo de falla se registra en función a la unidad de medida que indica el método PCI, pudiendo contabilizarse por unidades(und), metros cuadrados(m2) y metros lineales(m).

Los resultados muestran que el tramo en estudio presenta solo nueve tipos de fallas existentes de un total de diecinueve que plantea el método utilizado.

Debido a que el total de fallas existentes se clasifican en 9 tipos y considerando que la propuesta de intervención presentada posteriormente, debe realizarse en función a cada falla, se decidió considerar a los 9 tipos de fallas existentes como fallas incidentes. En la figura N° 17 se representan la distribución de las fallas incidentes considerados en función al porcentaje que representa cada una.

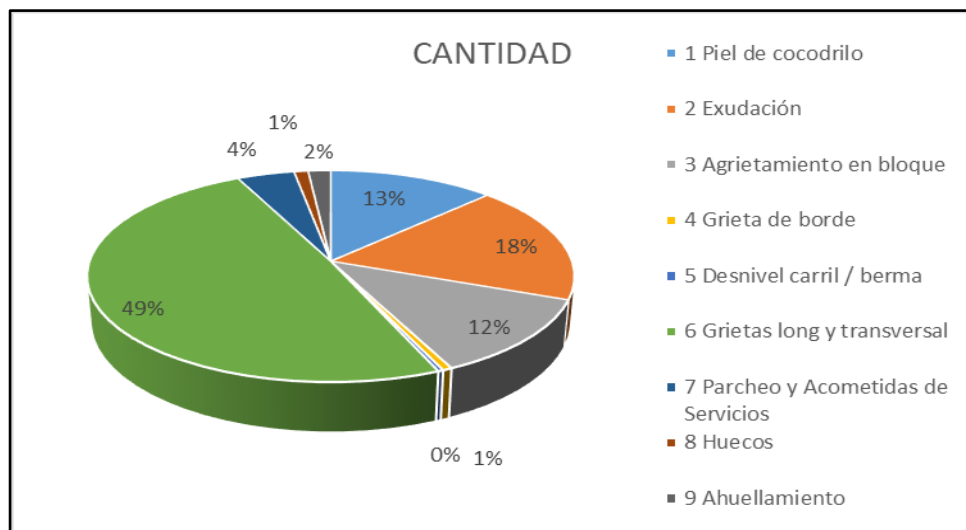


Figura 17 Distribución de las Fallas Incidentes
Fuente: Elaboración Propia

Severidad de las fallas incidentes

Las aplicaciones del método P.C.I. incluye las clasificaciones de las fallas según su tipo y la severidad que estas presenten cuando se realiza la inspección de los pavimentos; como se explica en el capítulo 2, las clases de severidad pueden ser baja(L), media(M) y alta(H) el criterio de evaluación varía según los tipos de fallas en análisis.

En la tabla N.º 04, se muestra los resultados obtenidos para las fallas incidentes que presenta el pavimento en estudio

Tabla 4 Severidad de fallas incidencias

Nº	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		
		L	M	H
1	Piel de cocodrilo	-	10	5
2	Exudación		4	3
3	Agrietamiento en bloque	6	9	1
4	Grieta de borde	-	-	1
5	Desnivel carril / berma	-	1	-
6	Grietas long y transversal	14	23	3
7	Parcheo y Acometidas de Servicios	3	1	3
8	Huecos	1	1	2
9	Ahuellamiento	-	2	-

Fuente: Elaboración propia

Aplicación de la metodología Pavement Condition Index (P.C.I.)

Se detallará la aplicación de la metodología, realizando el cálculo del PCI a una unidad de muestra seleccionada aleatoriamente, con el fin de observar el procedimiento paso a paso de ; como realizar una evaluación superficial, como obtener el índice de condición PCI y conocer la condición actual de la unidad de muestra .

En campo: se rellena el formato de recolección de datos en la zona de estudio según el método PCI, Se ubica las fallas a lo largo del tramo para clasificar según su tipo, severidad y cantidad, para finalmente obtener el total de las fallas presente en cada unidad de muestra.

Tabla 5 Formato de Recolección de Datos

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																																																																																				
PC-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA																																																																																				
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA																																																																												
NOMBRE DE VÍA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			7.30 m																																																																												
Av. Américo Ríos de Lima		0+00			UM-01																																																																															
SECCIÓN DE VÍA		PROGRESIVA FINAL			ÁREA MUESTREO (m ²)																																																																															
Av. Alzate - Calle Francisco Ferrer de Bureo		0+30			300																																																																															
INSPECCIONADO POR		FECHA																																																																																		
Bach. Keyser L. Peñalba Huamán					02/10/2019																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>TIPO DE FALLA</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de cocodrilo</td><td>m²</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>m²</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en bloque</td><td>m²</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamiento y hundimientos</td><td>m²</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corugación</td><td>m²</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>m²</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grietas de borde</td><td>m</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grietas de reflexión de junta</td><td>m</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel carril / bermas</td><td>m</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grietas long y transversal</td><td>m</td></tr> </tbody> </table>			N°	TIPO DE FALLA	UNIDAD	1	Piel de cocodrilo	m ²	2	Exudación	m ²	3	Agrietamiento en bloque	m ²	4	Abultamiento y hundimientos	m ²	5	Corugación	m ²	6	Depresión	m ²	7	Grietas de borde	m	8	Grietas de reflexión de junta	m	9	Desnivel carril / bermas	m	10	Grietas long y transversal	m	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>TIPO DE FALLA</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>11</td><td>Parcheo</td><td>m²</td></tr> <tr><td>12</td><td>Falimento de agregados</td><td>m²</td></tr> <tr><td>13</td><td>Huecos</td><td>und</td></tr> <tr><td>14</td><td>Cruce de vía líneas</td><td>m²</td></tr> <tr><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>m²</td></tr> <tr><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>m²</td></tr> <tr><td>17</td><td>Grietas paralelas</td><td>m²</td></tr> <tr><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>m²</td></tr> <tr><td>19</td><td>Desplazamiento de agregados</td><td>m²</td></tr> </tbody> </table>			N°	TIPO DE FALLA	UNIDAD	11	Parcheo	m ²	12	Falimento de agregados	m ²	13	Huecos	und	14	Cruce de vía líneas	m ²	15	Ahuellamiento	m ²	16	Desplazamiento	m ²	17	Grietas paralelas	m ²	18	Hinchamiento	m ²	19	Desplazamiento de agregados	m ²	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">SEVERIDADES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Low</td> <td>Bajo</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Medium</td> <td>Medio</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>High</td> <td>Alto</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table>				SEVERIDADES			Low	Bajo	L	Medium	Medio	M	High	Alto	H
N°	TIPO DE FALLA	UNIDAD																																																																																		
1	Piel de cocodrilo	m ²																																																																																		
2	Exudación	m ²																																																																																		
3	Agrietamiento en bloque	m ²																																																																																		
4	Abultamiento y hundimientos	m ²																																																																																		
5	Corugación	m ²																																																																																		
6	Depresión	m ²																																																																																		
7	Grietas de borde	m																																																																																		
8	Grietas de reflexión de junta	m																																																																																		
9	Desnivel carril / bermas	m																																																																																		
10	Grietas long y transversal	m																																																																																		
N°	TIPO DE FALLA	UNIDAD																																																																																		
11	Parcheo	m ²																																																																																		
12	Falimento de agregados	m ²																																																																																		
13	Huecos	und																																																																																		
14	Cruce de vía líneas	m ²																																																																																		
15	Ahuellamiento	m ²																																																																																		
16	Desplazamiento	m ²																																																																																		
17	Grietas paralelas	m ²																																																																																		
18	Hinchamiento	m ²																																																																																		
19	Desplazamiento de agregados	m ²																																																																																		
SEVERIDADES																																																																																				
Low	Bajo	L																																																																																		
Medium	Medio	M																																																																																		
High	Alto	H																																																																																		
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DUEÑO																																																																											
11	L	7	0	4			17																																																																													
1	M	4					4																																																																													
9	M	4					4																																																																													
10	M	5	3	2.5	4		14.5																																																																													
3	L	0	3.8	2			11.8																																																																													
TOTAL VDA:									0																																																																											

Fuente: Vásquez L. (2002)

En gabinete: para cada unidad de muestra, se determina la condición del pavimento con los siguientes procesos:

U.N.I.D.A.D. D.E. M.U.E.S.T.R.A.: U.M.-0.1.

La unidad de muestra UM-01 es el inicio del tramo en estudio, tiene una longitud de 30.12 m y un ancho de vía de 7.30 m.

De las fallas encontradas con nivel de las severidades Low (bajo) fueron: parcheo y agrietamiento en bloque, las fallas con nivel de severidad Medium (Medio) fueron: piel de cocodrilo, desniveles carriles bermas y grietas longitudinales y transversales.

Una vez determinada las fallas presentes en la UM-01, se calcula la densidad de cada tipo de falla, la cual resulta de la división del metrado total del tipo de falla entre el área total de cada unidades de muestras.

Ejemplo, para la falla pieles de cocodrilos y nivel de severidad Medium, 1M, con un total de 4 m² en la muestra, la densidad se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Densidad (\%)} = \frac{4}{220} \times 100 = 1.82 \%$$

Posteriormente, con los valores obtenidos de densidad, se pudieron hallar los valores deducidos de cada combinación de falla, según las curvas correspondientes a pavimento flexible presentes en el Manual Pavement Condition Index(P.C.I.). Por ejemplo, para la combinación 1M, se ingresó a la curva de Valores Deducidos de la Figura N° 18 con los valores obtenidos de densidad (1.82%) y nivel de Severidad M se consiguió el Valor Deducido de 24.

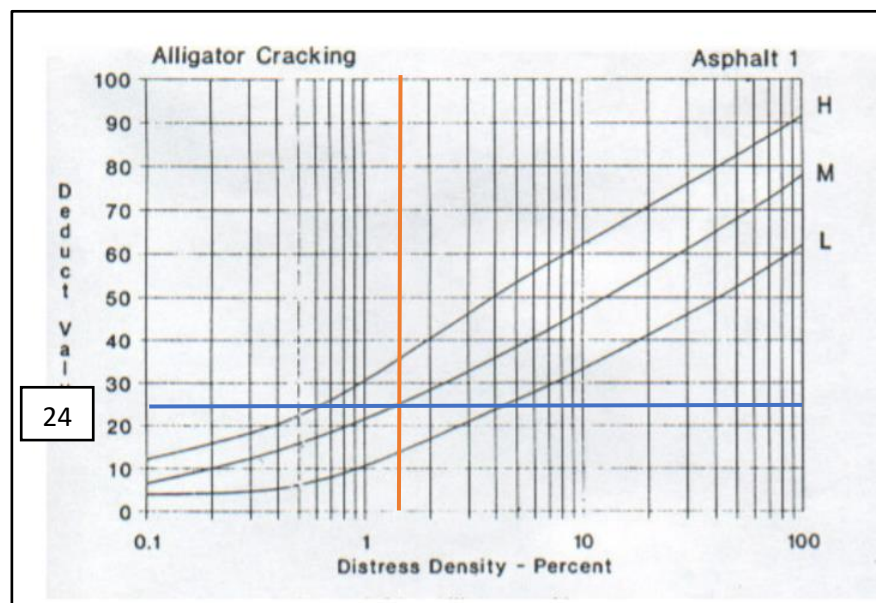


Figura 18 Curva de Valores deducidos para la falla piel de cocodrilo
Fuente: Vásquez (2002)

El mismo procedimiento se realiza para hallar todos los Valores Deducidos de las fallas encontradas en cada Unidad de Muestra

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																																																																																	
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA																																																																																	
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA																																																																									
NOMBRE DE VÍA		PROGRESIVA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO																																																																													
Av. Américas-Rímac-Lima		0+00		U1A01				7.30m																																																																									
SECCIÓN DE VÍA		PROGRESIVA FINAL		ÁREA MUESTREO (m ²)																																																																													
Av. Alcazán-Calle Pericón Paredón Suárez		0+30		200				30.12 m																																																																									
INSPECCIONADO POR:				FECHA																																																																													
Edu. Keyner L. Paredón Huarell				02/12/19																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>TIPO DE FALLA</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Fisura de resaca</td><td>m²</td></tr> <tr><td>2</td><td>Fuente</td><td>m²</td></tr> <tr><td>3</td><td>Rotura de los bloques</td><td>m²</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abundamiento o hundimiento</td><td>m²</td></tr> <tr><td>5</td><td>Contaminación</td><td>m²</td></tr> <tr><td>6</td><td>Desnivel</td><td>m²</td></tr> <tr><td>7</td><td>Rotura de borde</td><td>m</td></tr> <tr><td>8</td><td>Rotura de reflexión de junta</td><td>m</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel en el borde</td><td>m</td></tr> <tr><td>10</td><td>Rotura longitudinal</td><td>m</td></tr> </tbody> </table>			NO	TIPO DE FALLA	UNIDAD	1	Fisura de resaca	m ²	2	Fuente	m ²	3	Rotura de los bloques	m ²	4	Abundamiento o hundimiento	m ²	5	Contaminación	m ²	6	Desnivel	m ²	7	Rotura de borde	m	8	Rotura de reflexión de junta	m	9	Desnivel en el borde	m	10	Rotura longitudinal	m	<table border="1"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>TIPO DE FALLA</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>11</td><td>Pavimento</td><td>m²</td></tr> <tr><td>12</td><td>Eliminación de agregado</td><td>m²</td></tr> <tr><td>13</td><td>Huecos</td><td>m²</td></tr> <tr><td>14</td><td>Causa de las fisuras</td><td>m²</td></tr> <tr><td>15</td><td>Huellamiento</td><td>m²</td></tr> <tr><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>m²</td></tr> <tr><td>17</td><td>Rotura por abolladura</td><td>m²</td></tr> <tr><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>m²</td></tr> <tr><td>19</td><td>Deposición de agregado</td><td>m²</td></tr> </tbody> </table>			NO	TIPO DE FALLA	UNIDAD	11	Pavimento	m ²	12	Eliminación de agregado	m ²	13	Huecos	m ²	14	Causa de las fisuras	m ²	15	Huellamiento	m ²	16	Desplazamiento	m ²	17	Rotura por abolladura	m ²	18	Hinchamiento	m ²	19	Deposición de agregado	m ²	<p>SEVERIDADES</p> <table border="1"> <tr> <td>I. no</td> <td>Faja</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>Medio</td> <td>Medio</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Alto</td> <td>Alto</td> <td>H</td> </tr> </table>				I. no	Faja	I	Medio	Medio	M	Alto	Alto	H
NO	TIPO DE FALLA	UNIDAD																																																																															
1	Fisura de resaca	m ²																																																																															
2	Fuente	m ²																																																																															
3	Rotura de los bloques	m ²																																																																															
4	Abundamiento o hundimiento	m ²																																																																															
5	Contaminación	m ²																																																																															
6	Desnivel	m ²																																																																															
7	Rotura de borde	m																																																																															
8	Rotura de reflexión de junta	m																																																																															
9	Desnivel en el borde	m																																																																															
10	Rotura longitudinal	m																																																																															
NO	TIPO DE FALLA	UNIDAD																																																																															
11	Pavimento	m ²																																																																															
12	Eliminación de agregado	m ²																																																																															
13	Huecos	m ²																																																																															
14	Causa de las fisuras	m ²																																																																															
15	Huellamiento	m ²																																																																															
16	Desplazamiento	m ²																																																																															
17	Rotura por abolladura	m ²																																																																															
18	Hinchamiento	m ²																																																																															
19	Deposición de agregado	m ²																																																																															
I. no	Faja	I																																																																															
Medio	Medio	M																																																																															
Alto	Alto	H																																																																															
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO																																																																									
11	I	7	6	4		17	7.73	15																																																																									
1	M	4				4	1.82	24																																																																									
9	M	4.5				4.5	2.05	4																																																																									
10	M	5	3	2.5	4	14.5	6.59	14																																																																									
3	L	6	3.8	2		11.8	5.36	4																																																																									
TOTAL VD=								61																																																																									

Figura 19 Hoja de registro y Valor Deducido Unidad de Muestra 01
Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se ordena de mayor a menos los Valores Deducidos 24,15,14,4,4.

Continuando con la aplicación del método, es necesario calcular los números máximos admisibles de valores deducidos, m utilizando la Ecuación:

$$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$$

Para esta unidad de muestra, HDV es 24 (número mayor de los valores deducidos) y se reemplaza dentro de la ecuación y como resultado el número máximo admisible de valores deducidos es, $m=7.98$, como se demuestra a continuación:

$$m = 1 + \frac{9}{98}(100 - 24)$$

$$m = 7.98$$

Es así como, los números de valores deducidos individuales se reduce a los máximos admisibles de los valores deducidos m , e incluso su parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utiliza todos los que se tengan. Es decir, se tomarán los 5 valores deducidos individuales.

24,15,14,4,4.

El orden de los valores considerados de izquierda a derecha indica cuales son las fallas que afectan más y menos al pavimento, siendo la falla de piel de cocodrilo con severidad media la más influyente en el deterioro de la unidad de muestra analizada, así mismo, la falla que menos afecta al pavimento es el agrietamiento en bloque que se encontró en poca cantidad.

Por consiguiente, se determinó el máximo valor deducido corregido CVD de forma iterativa, como se muestra a continuación:

- ✓ Se determina el valor deducido total mediante la suma de los valores deducidos individuales:
- ✓ $24+15+14+4+4=61$
- ✓ Se determina q como el número de valores deducidos mayores a 2; para este caso, $q=5$.
- ✓ Se reduce a 2 el menor valor deducido individual mayor que 2 y se repite el procedimiento hasta que q sea igual que 1.
- ✓ Se determina el valor deducido corregido "CDV" a partir del valor deducidos totales y de los valores de q , utilizando la curva de correcciones para los pavimentos de Asfalto en la Figura N° 20.

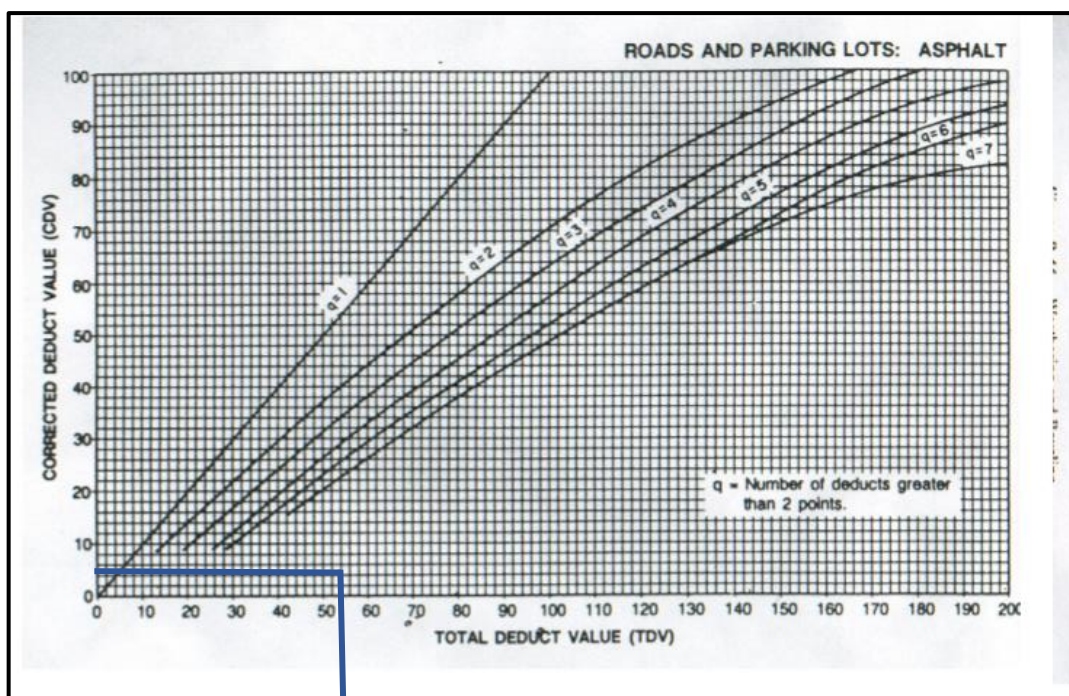


Figura 20 Curva de Corrección de Valores Deducidos
Fuente: Vásquez (2002)

e

En la siguiente Figura N° 21, se muestra como se obtiene el máximo valor deducido corregido para la unidad de muestra 01, donde el máximo CDV es 36.

Finalmente, se realizó el cálculo del índice de condición del pavimento PCI de la unidad de muestra para determinar la condición actual que presenta el pavimento el cual, se obtuvo de la resta 100 con el máximo CDV:

$$PCI = 100 - 36 = 64$$

Según la Tabla N° 01 de rangos de calificación del PCI, el valor obtenido 64 equivale a un pavimento de BUENA condición.

TABLA 6 Índice de Condición(PCI) - Av. Amancayes-Rímac (0+000 - 0+933.53)

AV. AMANCAES					
UM	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	VDT o Max VDC	PCI	CONDICIÓN
UM-01	0+000	0+030	36	64	BUENO
UM-02	0+030	0+061	56	44	REGULAR
UM-03	0+61	0+091	96	4	FALLADO
UM-04	0+091	0+122	55	45	REGULAR
UM-05	0+122	0+152	36	64	BUENO
UM-06	0+152	0+183	21	79	MUY BUENO
UM-07	0+183	0+213	50	50	REGULAR
UM-08	0+213	0+244	25	75	MUY BUENO
UM-09	0+244	0+273	42	58	BUENO
UM-10	0+273	0+304	28	72	MUY BUENO
UM-11	0+304	0+334	47	53	BUENO
UM-12	0+334	0+371	21	79	MUY BUENO
UM-13	0+371	0+394	56	44	REGULAR
UM-14	0+394	0+424	41	59	BUENO
UM-15	0+424	0+455	42	58	BUENO
UM-16	0+455	0+492	19	81	MUY BUENO
UM-17	0+492	0+512	27	73	MUY BUENO
UM-18	0+512	0+541	18	82	MUY BUENO
UM-19	0+541	0+571	50	50	BUENO
UM-20	0+571	0+603	36	64	BUENO
UM-21	0+603	0+635	12	88	EXCELENTE
UM-22	0+635	0+665	18	82	MUY BUENO
UM-23	0+665	0+695	16	84	MUY BUENO
UM-24	0+695	0+725	28	72	MUY BUENO
UM-25	0+725	0+754	24	76	MUY BUENO
UM-26	0+754	0+785	64	36	MALO
UM-27	0+785	0+816	96	4	FALLADO
UM-28	0+816	0+847	58	42	REGULAR
UM-29	0+847	0+891	44	56	BUENO
UM-30	0+891	0+919	34	66	BUENO
UM-31	0+919	0+933.53	70	30	MALO

Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenido el índice de condición (PCI) a la vez la condición de pavimento de cada una de las muestras se puede deducir que condición presenta de manera general el pavimento flexible.

Tabla 7 PCI promedio y Condición de la Av. Amancaes - Rímac

AV. AMANCAES				
Nº	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	PCI	CONDICIÓN
1	0+000	0+933.53	59.16	BUENO

Fuente: elaboración propia

3.7.2. IRI

3.7.2.1. Organización

El primer paso a seguir fue organizar la ruta y definir un horario en el cual no exista mucho tráfico, de tal manera que la recolección de datos se efectúe en un rango de velocidad entre 20 a 80 Km/h (este rango de velocidades es la que se recomienda para obtener buenos resultados de IRI estimado y calculado).

Para lograr los objetivos, se recolectaron los datos en 2 viajes, en los primeros se recorrió las partes derechas de los carriles y la izquierda en el segundo viaje.



Figura 22 Automóvil Kia Hatchback usado en la toma de datos
Fuente: Elaboración Propia

3.7.2.2. Recopilación de datos

Primero instalar el aplicativo I.R.I.-C.a.l.c.-F.r.e.e. y configurar correctamente teléfono de la siguiente manera:

- Se instalarán las bases de los teléfonos en la ventana delantera de los carros.
- La base debe estar totalmente estable.

- colóquelo de modo que sea fácil llegar y tocar la pantalla.
- Pongan el teléfono lo más vertical posible, horizontal es a menudo
- las posiciones más adecuadas para los usos de la función foto G.P.S.



Figura 23 Instalaciones del celular en Vehículo
Fuente: Elaboración Propia

Inicie la aplicación IRI-Calc-Free:

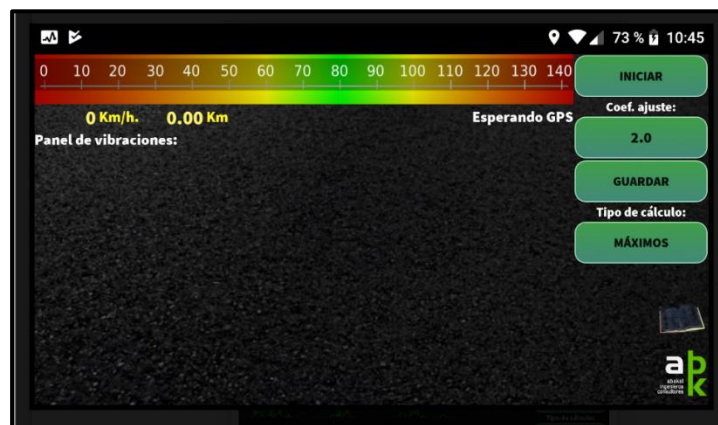


Figura 24 Pantalla de Inicio de IRI-Calc-Free
Fuente: Elaboración Propia

Una vez colocado el dispositivo en el vehículo, pulsamos el botón denominado “INICIAR”. Este pasara a denominarse “CONTEO”.

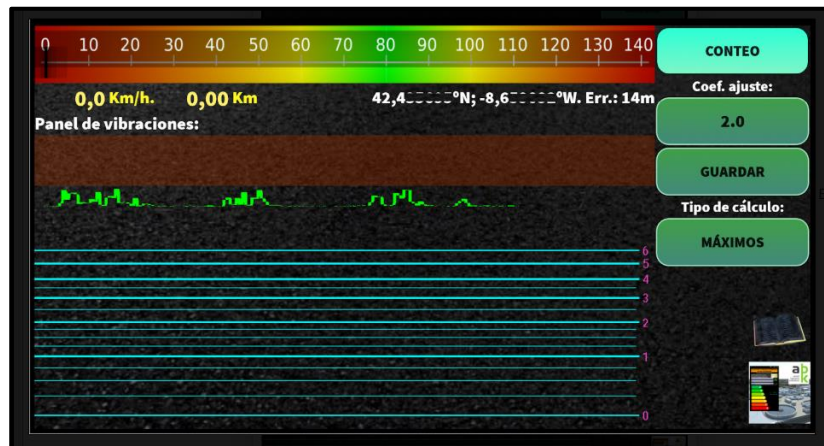


Figura 25 Inicio del Toma de datos
Fuente: Elaboración Propia

Cuando esté listo, se pulsa “CONTEO”. El botón cambiara a “PARAR”. Cuando hayamos acabado la ruta del ensayo “PARAR” para parar la toma de datos.

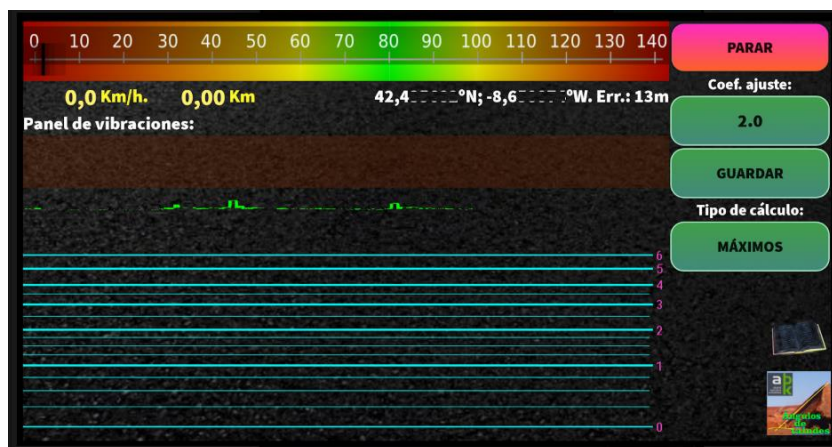


Figura 26 Vista de Pantalla Recolección de Datos
Fuente: Elaboración Propia

Sólo cuando se pulsa “DETENER” el ensayo realmente se detendrá y se volverá a la pantalla de inicio.

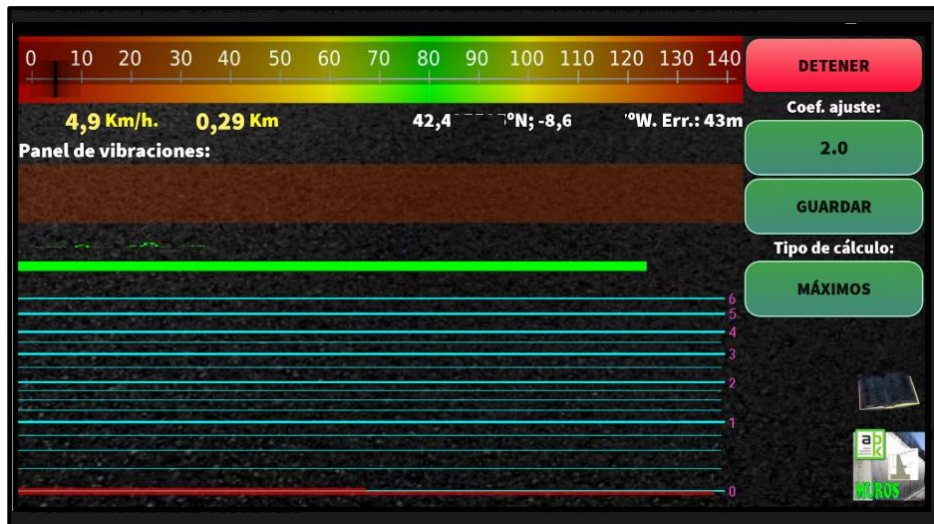


Figura 27 Vista de Vibraciones de la Muestra
Fuente: elaboración Propia

En el formato que fue instalado por la app encontrara de estas columnas:

Año, mes, día, hora, minuto, segundo, procedido del nombre. El archivo informeIRI.csv se puede abrir como una hoja de calculo

El formato de guardado se puede abrir como una hoja de cálculo.

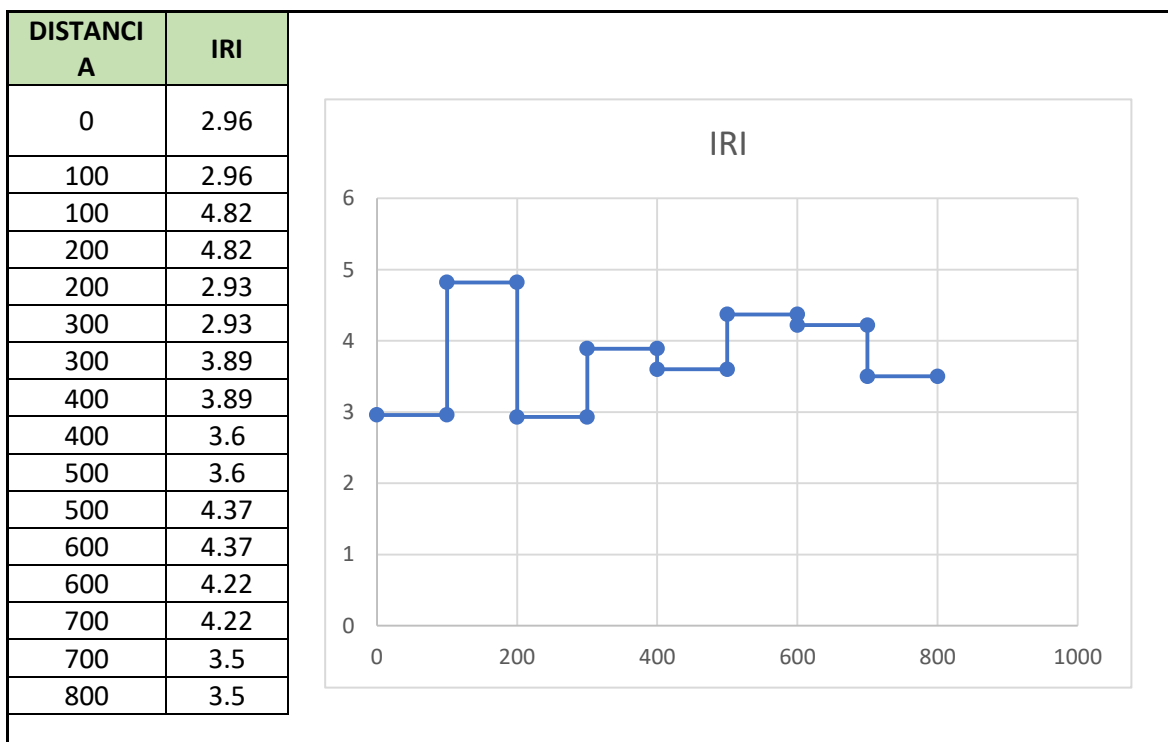




Figura 28 Vista de la Ruta del Estudio
Fuente: Elaboración Propia

3.7.3. Procedimiento HDM-4 v 1.3.

Instalar el software del modelo de desarrollo y gestión de carreteras 4, de las versiones 1.3 en nuestro P.C.

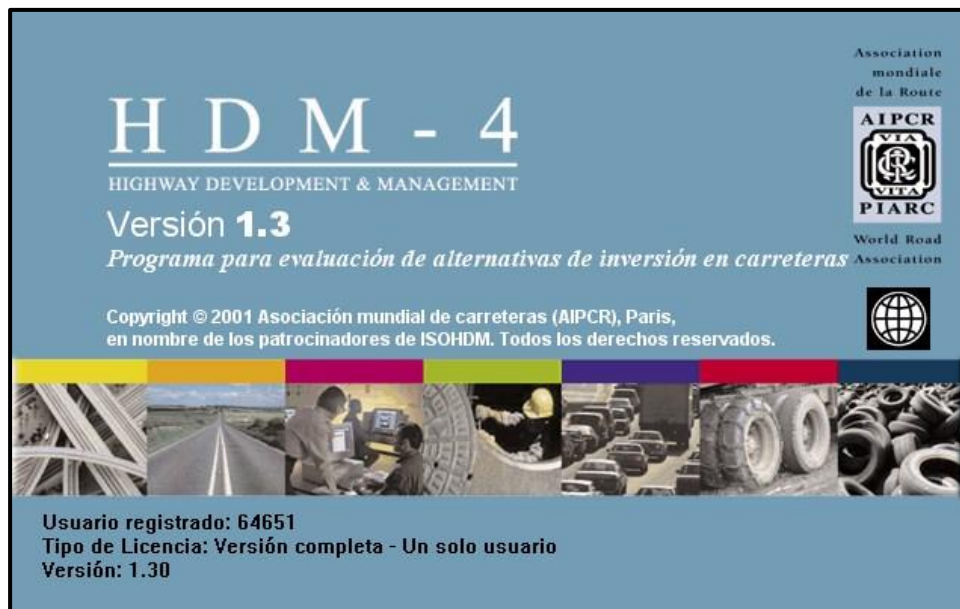


Figura 29 Pantalla de Inicio del HDM-4
Fuente: HDM-4

Asimismo, crear un espacio de trabajo en una carpeta, el cual que denominaremos: **AV. AMANCAES-RÍMAC.**

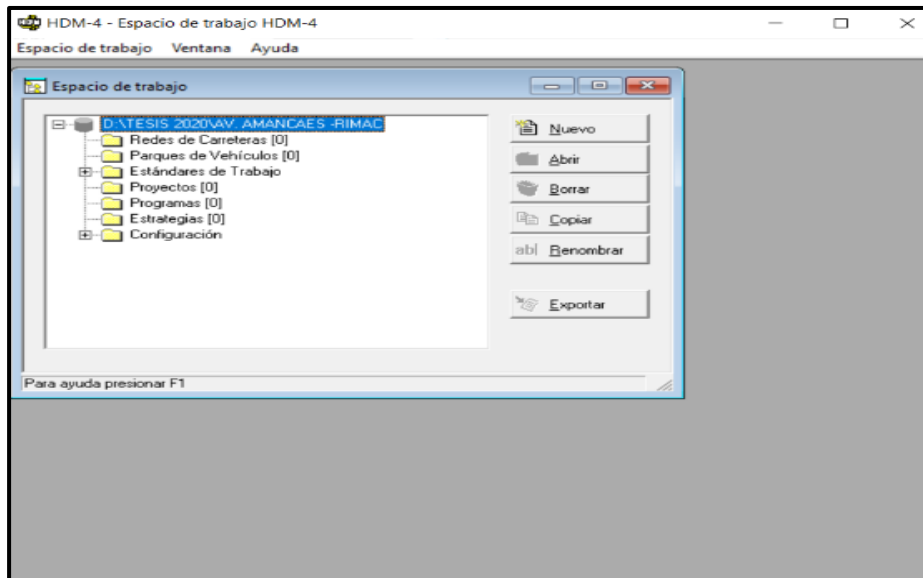


Figura 30 Espacio de Trabajo, denominación del nombre
Fuente: HDM-4

Seguidamente seleccionamos el icono **CONFIGURACIÓN** de las herramientas donde se ubica: modelo de tráfico, tipo de velocidad /capacidad, zonas climáticas entre otros.

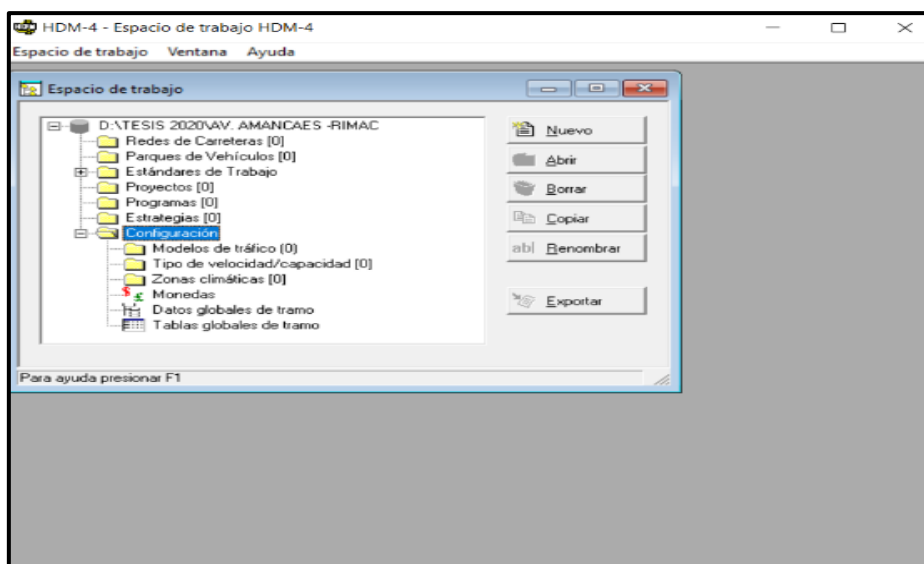


Figura 31 Configuración de Herramientas
Fuente: HDM-4

Se ingresará datos de estas características de los tramos, lo que corresponda a las geometrías, y los detalles constructivos del firme y datos del estado de la carretera.

Tramo: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53)

Definición | Geometría | Firme | Estado

Nombre del tramo: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53) Longitud: 0.93353 km

ID del tramo: T-01 Ancho de calzada: 7.3 m

Nombre ruta: AV.AMANCAES Ancho de arcén: 1 m

ID de ruta: Número de carriles: 2

Tipo de vel/cap: carretera 2 carriles estandar

Modelo de tráfico: Inter-urbano

Zona climática: Costa

Clase carretera: Secundaria

Tipo c.rodadura: Bituminosa

Tipo firme: Mezcla bituminosa sobre base granular

Trafico

Motorizado: 1889.84 IMD

No motorizado: 0 IMD

Año: 2020

Sentido: Ambos sentidos

Detalles... Aceptar Cancelar

Nombre del tramo

Figura 32 Ingreso de Datos del Tramo de Carretera
Fuente: HDM-4

Ingresar a las geometrías. Rellenar el valor de promedios para el tramo. Rampas + pendientes(m/km) y curvatura horizontal media(°/km). Las velocidades y limites es de 60 km/h por ser una vía urbana.

Tramo: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53)

Definición | Geometría | Firme | Estado

Rampas + pendientes: 2 m/km

Curvatura horizontal media: 2 °/km

Velocidad límite: 60 km/h

Altitud: 159 m

Tipo dren: No hay efectos del drenaje

Detalles... Aceptar Cancelar

Rampa más pendiente media de la carretera (en m/km)

Figura 33 Ingreso de Datos de la Geometría
Fuente: HDM-4

Tramo: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53)

Definición | Geometría | **Firme** | Estado

Estado a final de año	2020
Regularidad (IRI - m/km)	3.48
Área total fisurada (%)	6.97
Área con desp. de áridos (%)	0.00
Número de baches (N ² /km)	4.00
Área con rotura de borde (m ² /km)	2.00
Profundidad media de roderas	20.00
Textura (mm)	0.70
Rozamiento (SCRIM 50 km/h)	0.45
Drenaje	Bueno

Nuevo año
Borrar año
Ordenar años

Detalles... Aceptar Cancelar

Datos de estado anuales

Figura 35 Ingreso de Datos del Firme
Fuente: HDM-4

Tramo: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53)

Definición | Geometría | **Firme** | Estado

Capa de Rodadura

Tipo material: Mezcla bituminosa

Espesor más reciente: 30 mm

Espesor anterior/antiguo: 50 mm

Capacidad de Soporte

Parámetros calc. para estación seca

SNP: 2.07 DEF: 2.00 mm

[1] Número estructural: 2.82

CBR_f explorada: 19.61 %

Estación seca Estación húmeda

[2] SNP calculado: **Calcular SNP**

Base (sólo para bases estabilizadas)

Espesor base: mm

Módulo Resiliente: GPa

Trabajos previos (tipos de trabajos de HDM-4)

Últ. reconst. o nueva const.: 2015 año

Última rehabilitación (capa rodadura): 2015 año

Último repavimentado (resellado): 2015 año

Último tratamiento preventivo: 2015 año

Detalles... Aceptar Cancelar

Material de la capa de rodadura

Figura 36 Ingreso de Datos del Estado de la Carretera
Fuente: HDM-4

Dentro del parque de Vehículos crear un nuevo estudio de vehículos, el cual denominaremos: **FLOTA PERÚ**.

Parque de Vehículos: Flota Peru - Datos generales

Nombre	Clase	Fecha últ. modif.	Tipo base	Categoría
01-Auto	Coche de pasajero	20/09/2020	Coche medio	Motorizado
02-Station Wagon	Coche de pasajero	03/11/2017	Coche medio	Motorizado
03-Pick-up	Vehículos de reparto	20/09/2020	Vehículo de reparto lig	Motorizado
04-Combi	Vehículos de reparto	20/09/2020	Vehículo de reparto lig	Motorizado
05-Microbus	Autobuses	03/11/2017	Minibus	Motorizado
06-Bus ligero	Autobuses	03/11/2017	Autobús pesado	Motorizado
07-Bus Pesado	Autobuses	03/11/2017	Autobús pesado	Motorizado
08-Camion Ligero	Camiones	03/11/2017	Camión ligero	Motorizado
09-Camion Mediano	Camiones	03/11/2017	Camión mediano	Motorizado
10-Camion Pesado	Camiones	30/10/2017	Camión pesado	Motorizado
11-Articulado	Camiones	20/09/2020	Camión articulado	Motorizado
12-Mototaxi	Motocicletas	21/09/2020	Motocicleta	Motorizado
13-Panel	Vehículos de reparto	20/09/2020	Vehículo de reparto lig	Motorizado

 Añadir nuevo
  Borrar
  Editar
  Info
  Grabar
  Cerrar

Para ayuda presionar F1

Figura 37 Parque de Vehículos
Fuente: HDM-4

Características del vehículo: 01-Auto

Definición | **Características básicas** | Costes económicos unitarios

Físicas

Espacio equiv. en vehículo de pasajeros : 1

Nº de ruedas: 4

Nº de ejes: 2

Neumáticos

Tipo neumático: Radial

Nº de recauchutados: 1.3

Coste recauchutado: 15 %

Utilización

Km anuales: 25000 km

Horas trabajo: 480 h

Vida media: 10 años

Uso privado: 100 %

Pasajeros: 3 persona

Viajes de trabajo: 75 %

Carga

ESALF: 0.0005

Peso en marcha: 1.37 toneladas

Calibración...
Valores por Defecto

Aceptar
Cancelar

Factor de equivalencia del espacio de coche pasajeros (PCSE)

Figura 38 Características del Vehículo
Fuente: HDM-4

Características del vehículo: 01-Auto

Definición | Características básicas | **Costes económicos unitarios**

Recursos del vehículo

Vehículo nuevo: 12009

Neumático repuesto: 38

Combustible: 0.55 por litro

Aceite lubricante: 7.05 por litro

Mantenimiento: 2.63 por hora

Tripulación: 0.01 por hora

Gastos Generales: 100

Interés anual: 14 %

Valor del tiempo

Pasajero: tiempo de trabajo: 2.4 por hora

Pasajero: tiempo de ocio: 0.6 por hora

Retraso carga: 0.01 por hora

Todos los costes deben expresarse en la moneda del parque - US Dollar

Calibración...
Valores por Defecto

Aceptar
Cancelar

Coste medio de compra de un vehículo nuevo de este tipo

Figura 39 Características Básicas de los Costos Económicos Vehiculares
Fuente: HDM-4

Ingreso de datos para crear Estándares de Conservación.
El cuadro de la cajas de diálogos del estándar de conservaciones.

Estándar de conservación: MR&B+sell4años+Recapado25mm_10años ✖

General

Nombre: MR&B+sell4años+Recapado25mm_10años

Código: 06

Tipo capa rodadura: Bituminosa

Aceptar
Cancelar

Tareas

Recapado de 25mm_10 años	RE20	Nueva tarea...
Sellado_4años	S_4a	Copiar tarea
Bacheo	BACA	Borrar tarea
Mantenimiento Rutinario	MR	Editar...

Lista de elementos de trabajos de conservación asociados a este estándar

Figura 40 Estándares de Conservación
Fuente: HDM-4

Una norma para la conservación consta de uno o varios trabajos. usando dos veces sobre uno de los trabajos de la lista se despliega la ventana

Elemento de trabajo de conservación: Recpado de 25mm_10 años

General | Diseño | Intervención | Costes | Efectos

Nombre: Recpado de 25mm_10 años

Código: RE20

Capa de rodadura: Bituminosa

Tipo de entidad: Calzada

Actuación: Refuerzo con mezcla bituminosa densa

Tipo de intervención: Programada Correctiva

Aceptar Cancelar Aplicar

Nombre de este elemento de trabajo

Figura 41 Datos Generales del Estándar de Conservación

Fuente: H.D.M.-.4.

para que el diálogo del interacción.

Los datos que definen los trabajos que se separan en las categorías, cada una de ellas asignada a una página diferente como se muestra en la figura a continuación:

- Generales: definiendo los trabajos: descripción, tipo de operación y tipo de intervención (programada o de respuesta).
- Diseños: defines el diseño y las estructuras del firme después de las realizaciones de los trabajos: material de la capa de rodadura, espesor, coeficiente de resistencia, etc.
- Intervenciones: de los contenidos de estas páginas serán diferentes según a los tipos de intervenciones seleccionadas. En las intervenciones programadas se exigirá especificar en los intervalos de tiempos en el que los trabajos seleccionados se llevarán a cabo. En la intervención de respuesta se exigirá

especificar uno o más de los niveles de las condición en el que los trabajos se deberían realizar.

Elemento de trabajo de conservación: Recpado de 25mm_10 años

General | Diseño | Intervención | Costes | Efectos

Material de capa de rodadura: Mezcla bituminosa

Espesor de nuevo pavimento: 25 mm

Coef. resistencia estación seca: 0.4

Profundidad de fresado: 0 mm

Area of carriageway to inlay: 50 %

Indicadores de defectos de construcción

Capa bituminosa:	1	0.5 <= CDS <= 1.5
------------------	---	-------------------

Aceptar Cancelar Aplicar

Material para la nueva capa de rodadura

Figura 43 Datos Generales del Diseño de Conservación
Fuente: HDM-4

Detalles del tráfico normal

Motorizado

Detalles del tramo

Nombre: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53)

IMD: 1890 Año: 2020

Periodos de crecimiento

Vehículos	Composición Inicial (%)	% Crec. anual a partir de 2021
01-Auto	35.76	5.40
06-Bus ligero	8.31	4.30
08-Camion Ligero	1.87	4.80
09-Camion Mediano	1.16	4.80
03-Pick-up	8.76	5.10
02-Station Wagon	14.32	5.40
05-Microbus	12.92	5.10

Añadir periodo
Borrar periodo
Editar periodo...

Aceptar Cancelar

Figura 44 Detalles del Tráfico
HDM-4

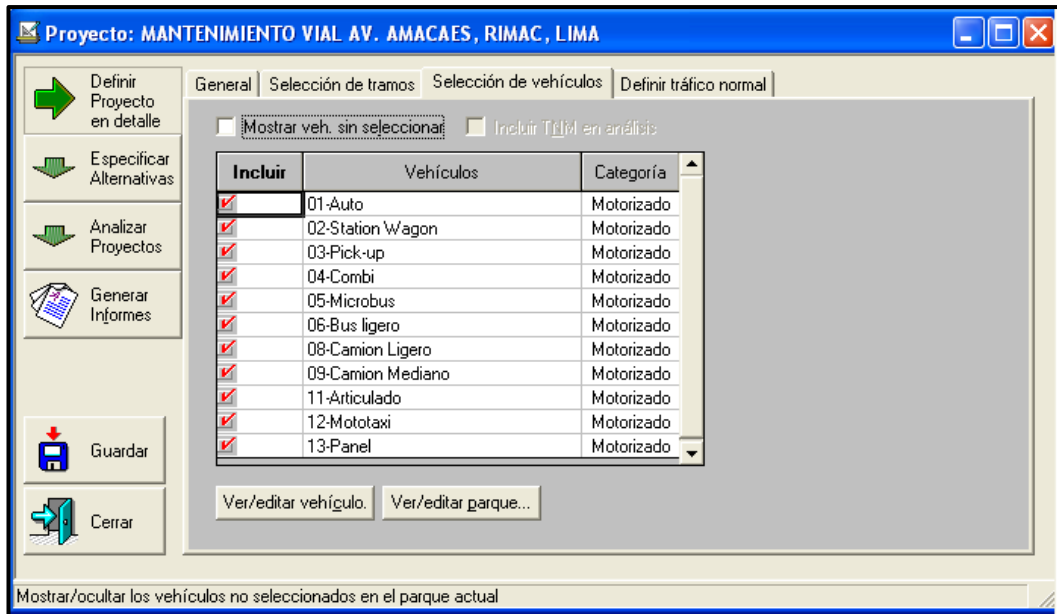


Figura 46 Selección de Vehículos
Fuente: HDM-4

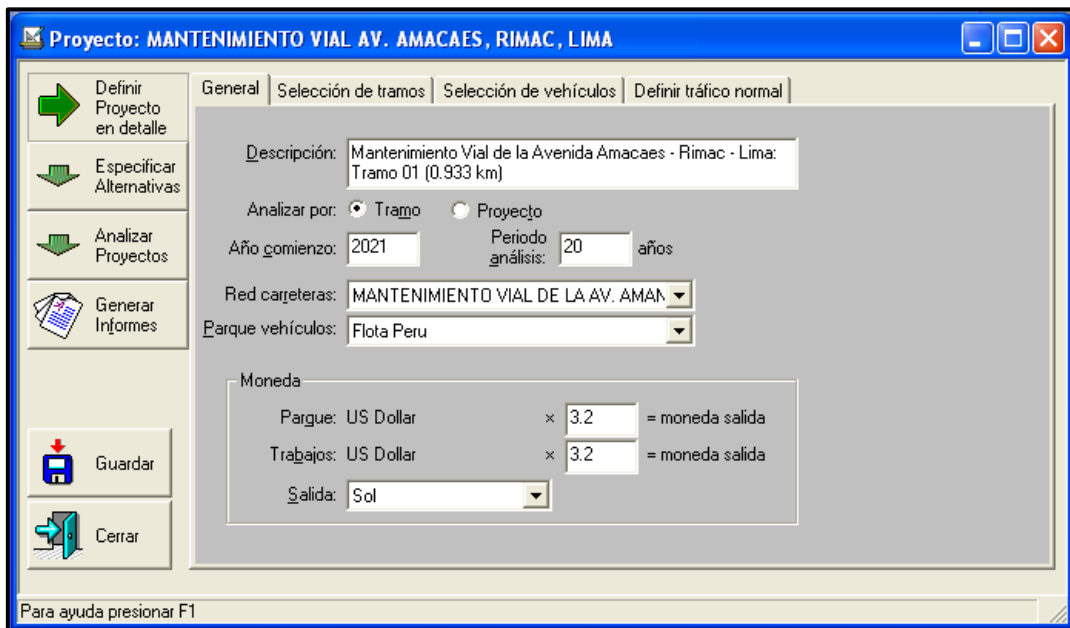


Figura 45 Definición del Proyecto
Fuente: HDM-4

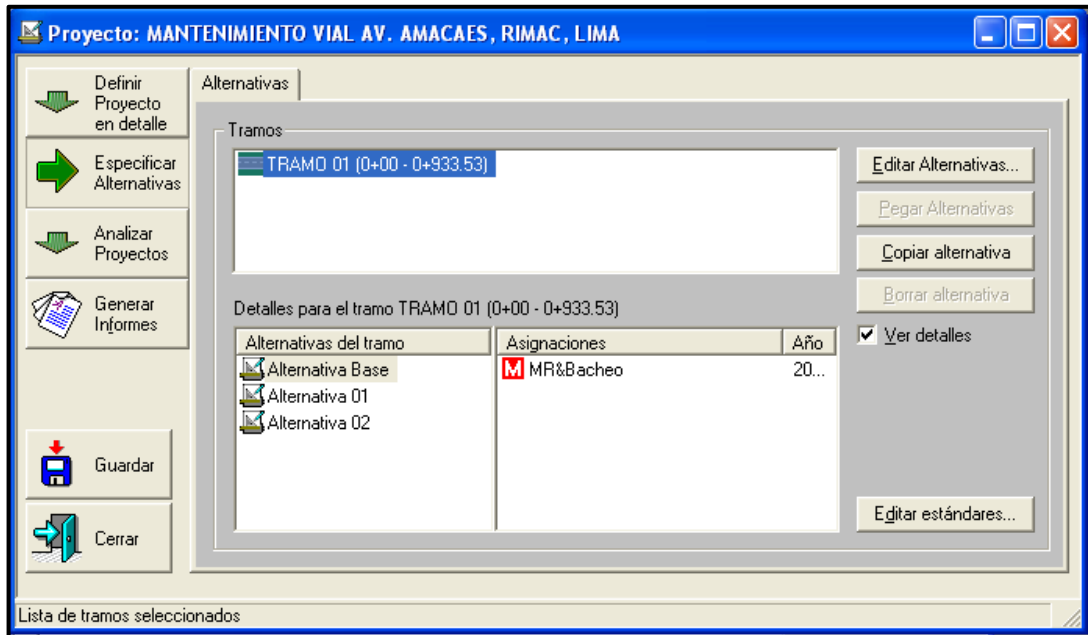


Figura 47 Especificar Alternativas
Fuente: HDM-4

Se podrá en ejecución la evaluación análisis y se puede pasar a la fase de reportes.

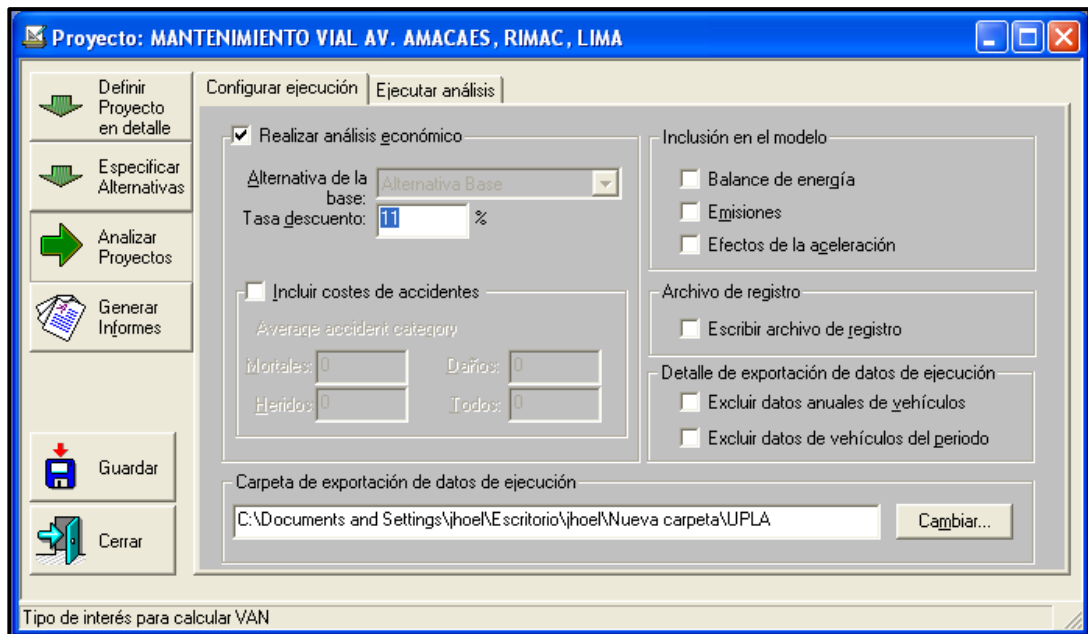


Figura 48 Analizar el Proyecto
Fuente: HDM-4

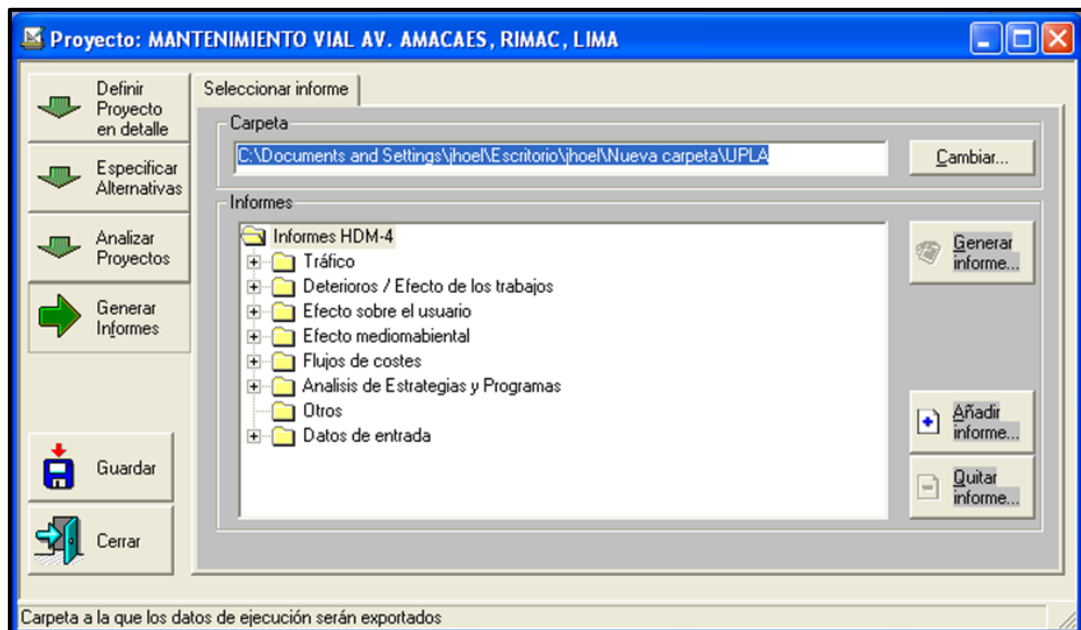


Figura 49 Generación de Informes
Fuente: HDM-4

3.8. Técnica y análisis de los datos

Para el desarrollo de la investigación se utilizó como técnica la evaluación inicial que consistió en un recorrido personal y vehicular, posteriormente la evaluación detallada la cual se realizó mediante una recopilación de datos para identificarlos, clasificarlos para efectuar el correspondiente análisis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

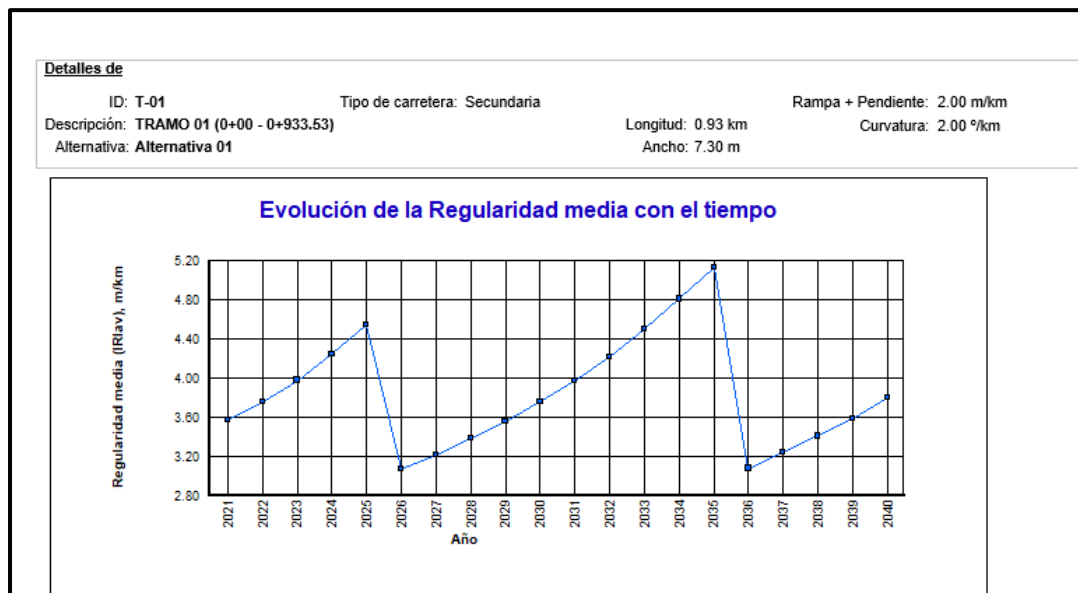
En este capítulo se realizará la presentación de los resultados obtenidos a partir de la aplicación del método PCI, IRI (Índice de Rugosidad Internacional) y posteriormente el uso de programa HDM-4(Programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4) para mejorar la gestión de mantenimiento en el tramo de la Av. Amancaes- Rímac.

4.1 Contrastación de la hipótesis General

4.1.1 El uso del programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 mejora la gestión de mantenimiento vial de la av. Amancaes, Rímac, Lima.

El Programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras en las siguientes gráficas nos presentan las evoluciones de las Rugosidades de la Av. Amancaes, para cada una de las Alternativas planteadas se podrá identificar el momento adecuado y oportuno para determinar la intervención de acuerdo a las políticas de mantenimiento planteadas

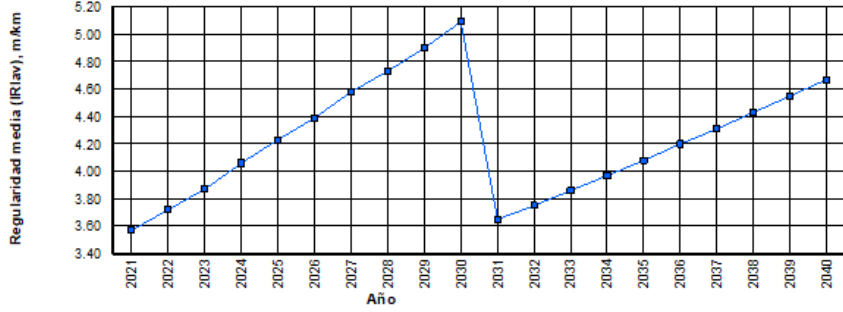
Tabla 8 Evolución de la Rugosidad media con el Tiempo



Detalles de

ID: T-01 Tipo de carretera: Secundaria Rampa + Pendiente: 2.00 m/km
Descripción: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53) Longitud: 0.93 km Curvatura: 2.00 %/km
Alternativa: Alternativa 02 Ancho: 7.30 m

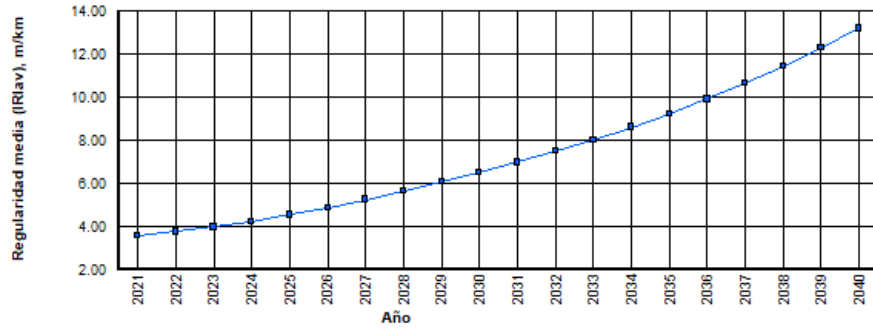
Evolución de la Regularidad media con el tiempo



Detalles de

ID: T-01 Tipo de carretera: Secundaria Rampa + Pendiente: 2.00 m/km
Descripción: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53) Longitud: 0.93 km Curvatura: 2.00 %/km
Alternativa: Alternativa Base Ancho: 7.30 m

Evolución de la Regularidad media con el tiempo



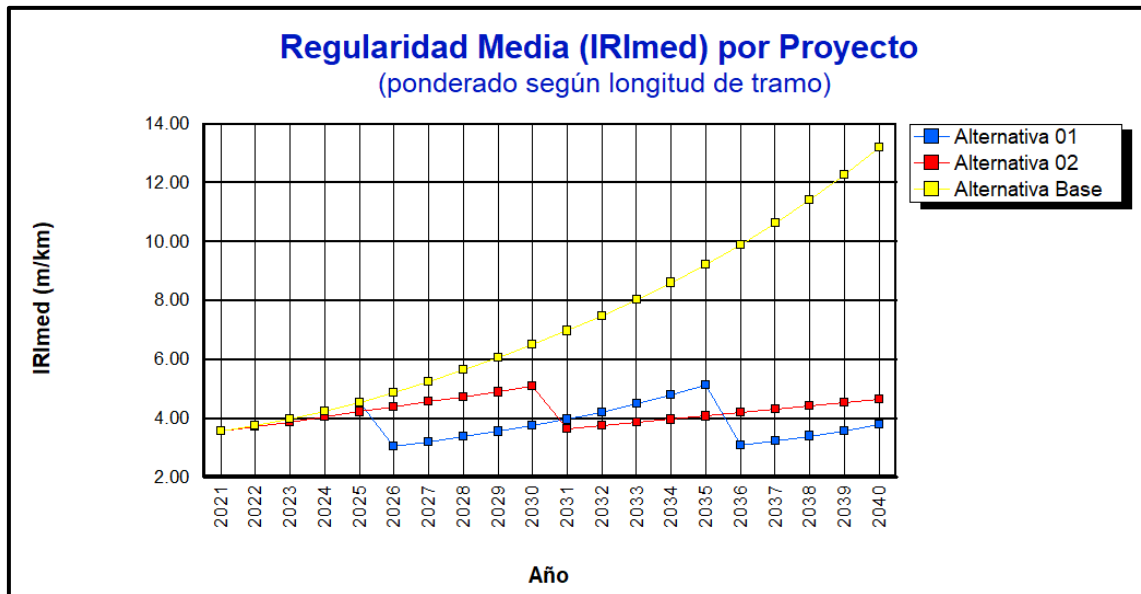


Tabla 9 Datos de Rugosidad IRI por Alternativa- Av. Amancaes

INDICES DE RUGOSIDADES I.R.I. (m/km)		
Años	Alternativas 01	Alternativas 02
2021	3.66	3.66
2022	3.86	3.79
2023	4.10	3.96
2024	4.38	4.16
2025	4.71	4.30
2026	3.15	4.47
2027	3.30	4.68
2028	3.47	4.81
2029	3.66	4.99
2030	3.86	5.20
2031	4.09	3.70
2032	4.35	3.81
2033	4.65	3.92
2034	4.97	4.03
2035	5.28	4.14
2036	3.15	4.26
2037	3.32	4.37
2038	3.50	4.48
2039	3.69	4.61
2040	3.90	4.73
Promedio	4.16	4.30

Fuente: Procesamiento del HDM-4

4.2 Contrastación de las Hipótesis Específicas

4.2.1 El Índice de Condición de Pavimento se determina utilizando el método PCI

Los resultados obtenidos se detallarán siguiendo los objetivos planteados. En primer lugar, se identificará todos los tipos de fallas existentes, luego mediante los usos de gráficos y tablas las fallas con mayor incidencia en función a su severidad y ubicación respectivamente. En segundo lugar, se presentará los valores calculados del PCI para cada unidad de muestra de la av. Amancaes. En tercer lugar, se detallará la condición del pavimento con los valores asociados del PCI y por último se presentará alternativas de intervención propuestas en función a las fallas identificadas.

Una vez logrado los índices de condición de pavimento de las 31 unidades de las muestras de la Av. Amancaes - Rímac, se puede identificar el estado de las condiciones que se presentan cada una de estas. Para todas las unidades de muestra, el cálculo del P.C.I. se realizó de la misma forma. Una vez obtenidos los resultados de cada unidad de muestra. Se elaboró la siguiente tabla de resumen donde se presentan los resultados de las condiciones.

Tabla 10 Índices de Condiciones de Pavimento (PCI)

AV. AMANCAES					
UM	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	VDT o Max VDC	PCI	CONDICIÓN
UM-01	0+000	0+030	36	64	BUENO
UM-02	0+030	0+061	56	44	REGULAR
UM-03	0+61	0+091	96	4	FALLADO
UM-04	0+091	0+122	55	45	REGULAR
UM-05	0+122	0+152	36	64	BUENO
UM-06	0+152	0+183	21	79	MUY BUENO
UM-07	0+183	0+213	50	50	REGULAR
UM-08	0+213	0+244	25	75	MUY BUENO
UM-09	0+244	0+273	42	58	BUENO
UM-10	0+273	0+304	28	72	MUY BUENO
UM-11	0+304	0+334	47	53	BUENO
UM-12	0+334	0+371	21	79	MUY BUENO
UM-13	0+371	0+394	56	44	REGULAR
UM-14	0+394	0+424	41	59	BUENO
UM-15	0+424	0+455	42	58	BUENO
UM-16	0+455	0+492	19	81	MUY BUENO
UM-17	0+492	0+512	27	73	MUY BUENO
UM-18	0+512	0+541	18	82	MUY BUENO
UM-19	0+541	0+571	50	50	BUENO
UM-20	0+571	0+603	36	64	BUENO
UM-21	0+603	0+635	12	88	EXCELENTE
UM-22	0+635	0+665	18	82	MUY BUENO
UM-23	0+665	0+695	16	84	MUY BUENO
UM-24	0+695	0+725	28	72	MUY BUENO
UM-25	0+725	0+754	24	76	MUY BUENO
UM-26	0+754	0+785	64	36	MALO
UM-27	0+785	0+816	96	4	FALLADO
UM-28	0+816	0+847	58	42	REGULAR
UM-29	0+847	0+891	44	56	BUENO
UM-30	0+891	0+919	34	66	BUENO
UM-31	0+919	0+933.53	70	30	MALO

Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenido los índices de condiciones (P.C.I.) a la vez la condición de pavimentos de caídas una de las muestras se puede deducir que la condición presenta de manera general de los pavimentos flexibles.

Tabla 11 PCI Promedio y Condición de la Av. Amancaes-Rímac

AV. AMANCAES				
Nº	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	PCI	CONDICIÓN
1	0+000	0+933.53	59.16	BUENO

Fuente: elaboración propia

4.2.2 Las Políticas de mantenimiento en función al Índice de Rugosidad (IRI) son el mantenimiento rutinario y parchado de pavimento al 100%

El Índice de Rugosidad (IRI) representa la calidad de desplazamiento de los vehículos y/o confort de los pasajeros al momento de la conducción.

Los datos que se obtienen con la aplicación IRI-Calc-Free se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 12 Resultados del IRI de la Av. Amancaes

Longitudes (km)	I.R.I (m./km.) Carril Derecho	I.R.I. (m./km.) Carril Izquierdo	I.R.I. (m./km.) Promedio
0	0.2	2.96	1.58
0.1	0.2	2.96	1.58
0.2	2.94	4.82	3.88
0.3	2.98	2.93	2.96
0.4	4.61	3.89	4.25
0.5	3.83	3.6	3.72
0.6	3.38	4.37	3.88
0.7	4.61	4.22	4.42
0.8	4.88	3.5	4.19
0.9	4.76	3.86	4.31

Fuente: elaboración propia

Tabla 13 Promedio de Rugosidad (IRI) de la Av. Amancaes

TRAMO	RUGOSIDAD PROMEDIO IRI (m/km)	ESTADO DE LA VIA
Av. Amancaes	3.48	Regular

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2.1 Características Técnicas de la Carretera Situación Actual

Tabla 14: Características Técnicas de la Av. Amancaes

CARACTERÍSTICA TÉCNICA DE LA CARRETERA SITUACION ACTUAL (AÑO 2020)	
Definición	Tramo 01
Progresivas iniciales	0+000
Progresivas finales	0+933.53
Zonas Climáticas	Costa
Clases carreteras	Secundaria
Tipo Firme	Carpeta Asfáltica
Longitud (Km)	0.93
Ancho de calzada (m)	7.30
Ancho de arcén(m)	1.00
Numero carriles	2.00
Trafico	
No Motorizado	
Motorizado (IMD)	1890
Año	2020
Sentidos	1
Geometría	
Rampa + Pendiente (m./k.m.)	2.00
Curvatura horizontal media(°/k.m.)	2.00
Velocidades Limites (km./h.)	60.00
Altitudes (m.s.n.m.)	159.00
Tipos dren	
Firme	
Tipos materiales	Bituminosos
Espesores recientes (m.m.)	30.00
Espesores anteriores/antiguo (mm)	50.00
Trabajo previo	
Ult. Reconstrucciones o Nueva construcción	2015
Ult. Rehabilitaciones (capa rodaduras)	2015
Ult. Repavimentaciones (resellados)	2015
Ult. Tratamientos preventivos	2015
Calcular SNP	
Numero Estructural	2.28
CBR Explanado (%)	18.0
Estado	
Estado a final de año	2020

Regularidad (I.R.I- m./k.m.)	3.48
Áreas totales fisurada (%)	6.97%
Áreas con desprendimiento de árido (%)	0.00%
Números baches (Nro./K.m.)	4.00
Áreas roturas de borde (m.2./km.)	2.00
Profundidad media de roderas(mm)	20.00
Textura(mm)	0.70
Rozamiento (SCRIM 50 km/h)	0.45
Drenaje	Bueno

Fuente: Elaboración Propio

4.2.2.2 Costo de mantenimientos

Todos los costos de mantenimiento para la información al modelo de evaluación H.D.M.4., se calculan aplicando el costó unitario de la actividad involucradas en cada una de las políticas a las cantidades de proyectos.

Los costos unitarios considerados para la carretera de los proyectos, se resúmenes en lo siguiente:

Tabla 15 Costos de Trabajo de Mantenimiento

POLITICAS DE MANTENIMIENTO	(US\$) Financiero	(US\$) Económico
Mant. Rutinarios (K.M./AÑO)	\$ 448.91	\$ 336.68
Bacheo (M.2.)	\$ 21.75	\$ 16.31
Sellado Asfáltico (M.2.)	\$ 1.42	\$ 1.07
Tratamiento Fisura (M.2.)	\$ 27.65	\$ 20.74
Slurry Seal Con Emulsión Asfáltica E=10mm (M.2)	\$ 2.03	\$ 1.52
Refuerzo CAC E= 25 MM (M.2.)	\$ 5.01	\$ 3.76
Sellado Capa :TSS +Lechada Asfáltica (M.2.)	\$ 2.92	\$ 2.19

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.3 Planteamiento de Políticas para Mantenimiento Rutinario y Periódico

AV. AMANCAES (0+0.0.0. km – 0+933.53 km)

- **Alternativas de Bases**

Se aplicarán anualmente un mantenimiento rutinario (consistente en limpieza de calzada, bermas y mantenimiento de señales, pintura de tránsito) y un parchado del 100% de baches.

- **Alternativas 01**

Refuerzo de carpeta asfáltica de e:25 mm cada 10 años.

En los posteriores años unos de los mantenimientos rutinarios anuales (que están concernientes a las limpiezas de las calzadas, bermas y mantenimientos de todas las señales, de pinturas de tránsito), parchados del 100% de baches.

- **Alternativas 02**

Refuerzo de carpeta asfáltica de e:25 mm cuando el IRI >5.

En los siguientes años unos respectivos mantenimientos rutinarios anuales (consistentes en las limpiezas de calzadas, bermas y mantenimientos de las señales, pinturas de tránsito), parchado del 100% de baches, un sellado asfáltico de capa cada 3 años.

4.2.3 El costo de mantenimiento del pavimento se estima en función a los resultados del Software HDM-4

4.2.3.1 Índice Medio Diario Anual

El presente estudio de tráfico hace parte de los estudios de elaboración de la tesis Aplicación del Programa Modelo Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 en Gestión para el Mantenimiento de la av. Amancaes, Rímac, Lima , específicamente de la av. Amancaes, intersección con la av. Alcázar, su principal objetivo es el de determinar la demanda vehicular esperada para las vías a estudio. debe destacarse el hecho de que la determinación del tráfico es de vital importancia para la evaluación del proyecto , pues gran parte de los beneficios derivados del mismo son

debidos a los ahorros en costos de operación vehicular. el presente informe del tráfico tiene por objetivos directos determinar los índices medios diarios (I.M.D.) que circulara por las vías de materias para el presente de proyectos y de los números de ejes de carga equivalentes (E.A.L.) que soportarán las vías dentro de sus periodos de vida, en el caso del I.M.D. de la vía, por sus partes la obtención del E.A.L. permite los diseños del pavimento.

Tabla 16 Índice Medio Diario Anual

RESUMEN SEMANAL																							
ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR																							
TRAMO DE LA CARRETERA		Av. Amancaes																					
SENTIDO		Sur-Norte																					
UBICACION		Rimac-Lima																					
DÍA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLER				TOTAL	VEH/DÍA
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E		3 E	2 E	3 E	4 E	281/282	283	381/382	>= 383	2T 2	2T 3	3T 2	3T 3			
LUNES	50	552	239	134	60	137	198	139	0	28	18	0	11	0	3	9	0	0	0	0	1578	Veh/día	
MARTES	50	577	246	144	58	136	199	141	0	26	17	0	7	0	11	4	0	0	0	0	1616	Veh/día	
MIÉRCOLES	48	544	200	145	65	142	215	134	0	40	21	0	9	0	5	10	0	0	0	0	1578	Veh/día	
JUEVES	50	593	252	170	67	153	208	145	0	28	26	0	11	0	8	9	0	0	0	0	1720	Veh/día	
VIERNES	50	775	231	142	62	141	242	147	0	35	21	0	8	0	4	4	0	0	0	0	1862	Veh/día	
SÁBADO	50	581	216	151	64	169	251	135	0	30	18	0	5	0	6	6	0	0	0	0	1682	Veh/día	
DOMINGO	50	564	292	140	50	172	200	132	0	32	17	0	10	0	7	7	0	0	0	0	1673	Veh/día	
PROMEDIO TOTAL	49.7143	598.00	239.43	146.57	60.86	150.00	216.14	139.00	0.00	31.29	19.43	0.00	8.71	0.00	6.29	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1672.43	Veh/día	

RESUMEN SEMANAL																							
ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR																							
TRAMO DE LA CARRETERA		Av. Amancaes																					
SENTIDO		Sur-Norte																					
UBICACION		Rimac-Lima																					
DÍA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLER				TOTAL	VEH/DÍA
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E		3 E	2 E	3 E	4 E	281/282	283	381/382	>= 383	2T 2	2T 3	3T 2	3T 3			
IMDS	49.71	598.00	239.43	146.57	60.86	150.00	216.14	139.00	0.00	31.29	19.43	0.00	8.71	0.00	6.29	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1672.43	Veh/día	
Re %=13	13%																						
IMDA 2020	56.18	675.74	270.55	165.63	68.77	169.50	244.24	157.07	0.00	35.35	21.95	0.00	9.85	0.00	7.10	7.91	0.00	0.00	0.00	0.00	1889.84	Veh/día	

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4 Características de los vehículos por tipo

- **Vehículos Tipo**

Los vehículos identificados en la Av. Amancaes-Rímac

Tabla 17 Vehículos Identificados en la Av. Amancaes

TIPOS DE VEHÍCULOS	MARCAS Y MODELO S	VEHICULOS H.D.M. EQUIVALENTE
Autos	Toyotas Corollas	Autos
Stations Wagons	Toyotas Corollas	Autos
Pick up	Toyotas HILUXs GX-Gasolina (4x4 Cabs. Doble)	Utilitarios
	Toyotas HILUXs GXs-Diésel (4x4 Cabs. Doble)	Utilitarios
Camioneta Rurales(Panel-Combi)	Toyotas Hiaces	Utilitarios
Micros	Toyotas Coasters 27 Asientos/Nissan Civilians	Utilitarios
Bus Ligero	King lonsg 6000	Bus es
Camión ligero	Mercedes Benz 912	Camiones liviano
Camiónes Grandes	Volvos F12-6x4 (3ejes)	Camiónes pesado
Semis Tráileres	Volvos FH 12-6x4	Camiónes Articulado

Fuente: Elaboración Propia

- **Característica de Vehículo**

Las informaciones y datos que son referidos a las características de los vehículos son los todos los requisitos para determinar los costos de operaciones vehiculares. Estos parámetros técnicos de los vehículos típicos identificados que se incorporan al H.D.M.4., ajustados a las condiciones de los usos las vías en estudios.

Tabla 18 Características de Vehículo

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	TIPOS DE VEHÍCULOS												
		Motocicleta	Auto	Station wagon	Camioneta Pick Up	Camioneta rural	Micro	Bus			CAMIONES		SEMI TRAYLER	
									Ligero	Medio	Ligero	Medio	Grande	Articulado
Características Básicas														
Peso Bruto Vehicular(t)	Ton	0.20	1.37	1.80	2.70	3.50	5.00	17.72	23.12	14.38	23.54	31.46	38.67	
Ejes Equivalentes[EE]		0.0000	0.0005	0.0007	0.0038	0.0111	0.0511	4.1114	3.0554	1.9481	2.5807	3.0893	4.8337	
Nº de Ejes	U	1	2	2	2	2	2	2	3	2	3	4	5	
Nº de Neumáticos	U	3	4	4	4	4	4	6	8	6	10	12	18	
Nº de Pasajeros	Pers./Veh.	2	3	3	3	15	30	40	48	1	1	1	1	
Utilización Del Vehículo														
Vida útil (años)	Años	10	10	10	8	8	8	8	10	8	10	10	10	
Hrs. Conducidas/año	Horas/año	400	480	480	960	960	1440	1440	2496	1440	2400	2400	2400	
KM Conducidos	Km/año	10000	25000	25000	40000	40000	60000	60000	120000	60000	90000	100000	100000	
Código de depreciación		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Código de utilización		1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Tasa de interés Anual	%	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19 Características Técnicas de las Llantas, Según Tipo de Vehículo

VEHÍCULO		TIPOS DE LLANTAS	Nro DE LLANTAS	TOTALES
AUTOS UTILITARIOS		600-14" 650-14" 14" y 15"	4	4
BUSES		900 x 20-14"	4	4
CAMIÓNES 2 EJES LIV.	Delanteras Posterior s	900 x 20 -14" 900 x 20 - 14"	4	4
CAMIÓNES 2 EJES MED.	Delanteras Posterior s	901 x 20 -14" 1100 x 20 - 14"	2 4	6
CAMIÓNES 2 EJES PES.	Delanteras Posterior s	902 x 20 -14" 1100 x 20 - 14"	2 8	10
CAMIÓNES ARTICULADO	Delanteras Posterior s	1100 x 20 1100 x 20	2 16	18

Fuente: Elaboración Propia.

▪ Costo de Operaciones Vehiculares

Los costos de operación vehicular constituyen el componente fundamental para determinar los beneficios que los usuarios obtendrán con un adecuado mantenimiento periódico de la superficie de rodadura de la vía en estudio.

Los cálculos de los costos de las operaciones vehiculares que consisten en cuantificar todos los diversos componentes que participan en la formación de dichos costos. Este cálculo se realiza mediante el uso del H.D.M. 4., cuyo procedimiento consiste en determinar los requerimientos de los diversos insumos que utiliza un vehículo, simulando las condiciones de operación de este, en función de las características de la carretera. Estos requerimientos son calculados sobre las bases de los precios económicos de los insumos que se incorporan a los modelos.

Tabla 20 Costo Financiero y Económicos de Vehículos (EN U\$\$)

Especificaciones	Auto	Station Wagon	Cmta. Pick Up	Cmta. Rural	Micro	Bus Mediano	Bus Grande	Camión Ligero	Camión Mediano	Camión Grande
VALOR CIF	8882	7140	13731	14445	26492	66358	765670	51041	63801	76561
DAI 12 %	1066	857	1648	1733	3179	7963	91880	6125	7656	9187
Verificación en Origen 2%	178	143	275	289	530	1327	15313	1021	1276	1531
Comisión en Agencia 1%	89	71	137	144	265	664	7657	510	638	766
Derechos Consulares 2%	178	143	275	289	530	1327	15313	1021	1276	1531
ISC 30%	2665	2142	4119	4334	7948	19907	229701	15312	19140	22968
TOTAL	13058	10496	20185	21234	38944	97546	1125534	75030	93787	112544
MARGEN DE UTILIDAD 12%	1567	1260	2422	2548	4673	11706	135064	9004	11254	13505
PRECIO PÚBLICO	14625	11756	22607	23782	43617	109252	1260598	84034	105041	126049
IGV 19%	2779	2234	4295	4519	8287	20758	239514	15966	19958	23949
PRECIO MERCADO (US \$)	17404	13990	26902	28301	51904	130010	1500112	100000	124999	149998
PRECIO ECONÓMICO (US \$)	12009	9653	18562	19528	35814	89707	1035077	69000	86249	103499
FACTOR	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69

Fuente: O.G.P.P.-M.T.C.

Tabla 21 Costo Financiero y Económico de Llantas (EN US\$)

Especificaciones	Auto	Cmtas.	Micro	Bus	Camión Liviano	Camión Mediano	Camión Grande
COSTO EX FÁBRICA	27	46	87	216	87	216	272
ISC 30%	8	14	26	65	26	65	82
MARGEN UTILIDAD 12%	3	6	10	26	10	26	33
PRECIO PÚBLICO	38	66	123	307	123	307	387
IGV 19%	7	13	23	58	23	58	74
PRECIO MERCADO (US\$)	45	79	146	365	146	365	461
PRECIO ECONÓMICO (US\$)	38	67	124	310	124	310	392
FACTOR	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85

Fuente: OGPP-MTC.

Tabla 22 Costos Financiero y Económicos de Combustible (EN U\$\$)

COSTOS FINANCIEROS	GASOLINA US\$/Gal	DIESEL US\$/Gal
PRECIO MERCADO	3.15	2.96
COSTO ECONÓMICO	2.08	1.95
FACTOR	0.66	0.66
CONCEPTO		Participación
GASOLINA		
Costo Financiero (US\$/lt)		0.92
Costo Económico (US\$/lt)		0.61
DIESEL		
Costo Financiero (US\$/lt)		0.83
Costo Económico (US\$/lt)		0.55

Fuente: Elaboraciones propias.

Tabla 23 Costos Financiero y Económico de Lubricantes (EN U\$\$)

CONCEPTOS	Shell Aceite Rimula R2 25W-50	Shell Aceite Hélix HX5 20W-50	Shell Aceite Rimula R2 25W-50	Shell Aceite Hélix HX5 20W- 50
	US\$/Galón	US\$/Galón	US\$/Litro	US\$/Litro
Costo Financiero	30.17	31.20	7.97	8.24
Costo Económico	26.25	27.14	6.93	7.17
Promedio Costo Econ.				7.35

Fuente: Elaboraciones propia.

Tabla 24 Costo de Mantenimiento de Vehículos (EN U\$\$)

TIPO DE VEHICULO	MANO DE OBRA		
	(\$/HORA)	(US\$/HORA) Financiero	(US\$/HORA) Económico
LIGEROS	9.248	2.89	2.63
PESADOS	10.592	3.31	3.01

Fuente: Elaboraciones propia.

Tabla 25 Costo de Mano de Obra de Tripulación (EN U\$\$)

TIPO DE VEHÍCULO	Concepto	Personal	Costo Total \$	Horas de Trabajo	Costo hora U\$	Costo hora US\$ Financiero	Costo hora US\$ Económico
AUTO							
CAMIONETA	Piloto	1	235.000	176	1.34	1.34	1.22
MICRO	Piloto	1	235.000	176	1.34	1.34	1.22
BUS	Piloto	1	542.330	176	3.08	3.08	2.80
	Ayudante	1	220.670	176	1.25	1.25	1.14
CAMION LIVIANO	Piloto	1	233.000	176	1.32	1.32	1.20
	Ayudante	1	220.670	176	1.25	1.25	1.14
CAMION MEDIANO	Piloto	1	378.000	176	2.15	2.15	1.95
	Ayudante	1	220.670	176	1.25	1.25	1.14
CAMION GRANDE	Piloto	1	470.330	176	2.67	2.67	2.43
	Ayudante	1	220.670	176	1.25	1.25	1.14

Fuente: Elaboraciones propia.

Tabla 26 Costos Tiempos Pasajeros y Tiempos Cargas (EN U\$\$)

TIPO DE VEHÍCULO	TIEMPO PASAJERO(HORA)					TIEMPO CARGA(HORA)				
	Costo Total U\$\$	Horas de Trabajo	Costo hora U\$\$	Costo hora U\$\$ Financiero	Costo hora U\$\$ Económico	Costo Total U\$\$	Horas de Carga	Costo hora U\$\$	Costo hora U\$\$ Financiero	Costo hora U\$\$ Económico
AUTO	464.0	176	2.64	2.64	2.40					
CAMIONETA	464.0	176	2.64	2.64	2.40	24	176	0.14	0.14	0.12
MICRO	464.0	176	2.64	2.64	2.40	24	176	0.14	0.14	0.12
BU C S	375.0	176	2.13	2.13	1.94	24	176	0.14	0.14	0.12
CAMION LIVIANO	375.0	176	2.13	2.13	1.94	18	176	0.10	0.10	0.09
CAMION MEDIANO	375.0	176	2.13	2.13	1.94	18	176	0.10	0.10	0.09
CAMION GRANDE	375.0	176	2.13	2.13	1.94	18	176	0.10	0.10	0.09
ARTICULADO	375.0	176	2.13	2.13	1.94	18	176	0.10	0.10	0.09

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5 Evaluación Económica

Los costos que participan en la evaluación económica, se desarrollaron tomando en cuenta los objetivos y alcances de este estudio para la Av. Amancaes 0+000 km – 0+933.53 km, los cuales están orientados a analizar las alternativas de mantenimiento y determinar la Alternativa Optima, haciendo uso del modelo HDM 4 del Banco Mundial.

4.2.6 Parámetro que se considerado para las evaluaciones

El programa HDM4 del Banco Mundial, ha sido concebido para analizar el costo total de mantenimiento periódico con distintas estrategias de mantenimiento y conservación de la carretera durante el periodo de proyección.

Este modelo facilito medir los beneficios del proyecto, a través de los indicadores de rentabilidad de la inversión: Valor Actual Neto (VAN),

Tasa Interna de Retorno (TIR), los criterios utilizados en la evaluación son:

- Periódicos de Análisis de 20 años.
- Tasas de Descuento 8%.
- Indicadores de Rentabilidades: V.A.N., T.I.R.
- Indicadores de deterioro de la superficie I.R.I.

4.2.7 Resultado de las Evaluaciones económica y Técnica: AV. Amancaes

Indicador económico de los proyectos

Los resúmenes de estos resultados que sean obtenidos de las evaluaciones económicas para cada una de las alternativas que se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 28 Resultado de Evaluación Económica Alternativa 01 vs Alternativa Base

Modo de Analisis: Por Tramo

Tramo: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53)
Alternativa: Alternativa 01 vs Alternativa Base

	Incremento en costes de la Administración			Ahorros en VOC	Ahorros en costes de tiempo de viaje de TM	Ahorros en costes de viaje y de operacion	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exogenos neto	Beneficio Economico Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	0.18	0.03	0.00	3.48	1.96	0.00	0.00	0.00	5.23
Descontados	0.08	0.01	0.00	0.77	0.35	0.00	0.00	0.00	1.02

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 65.9% (No. de soluciones = 1)

Fuente: HDM-4

Tabla 27 Resultado de Evaluación Económica Alternativa 02 vs Alternativa Base

Tramo: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53)
Alternativa: Alternativa 02 vs Alternativa Base

	Incremento en costes de la Administración			Ahorros en VOC	Ahorros en costes de tiempo de viaje de TM	Ahorros en costes de viaje y de operacion	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exogenos neto	Beneficio Economico Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	0.25	-0.01	0.00	3.19	1.95	0.00	0.00	0.00	4.91
Descontados	0.11	0.00	0.00	0.68	0.34	0.00	0.00	0.00	0.91

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRe) = 41.9% (No. de soluciones = 1)

Fuente: HDM-4

Tabla 29 Relación Costo Beneficio de la Av. Amancaes

Tramo: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53)									
Alternativa	Valor actual de los costes totales de la administración (RAC)	Valor actual de los costes de capital de la administración (CAP)	Incremento en Costes de la Administración (C)	Disminución en Costes de los Usuarios (B)	Beneficios Exógenos Netos (E)	Valor Actual Neto (VAN = B + E - C)	Ratio VAN/Coste (VAN/RAC)	Ratio VAN/Coste (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
Alternativa Base	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alternativa 01	0.109	0.082	0.095	1.115	0.000	1.020	9.329	12.409	65.9 (1)
Alternativa 02	0.125	0.115	0.111	1.024	0.000	0.913	7.305	7.947	41.9 (1)

Fuente: Procesamiento HDM-4

En los Anexos que se presenta la salida del modelo H.D.M.4. correspondiente al Resumen del Análisis Económico del proyecto.

Los Beneficios económicos de los usuarios

Los Beneficios Económicos de los Usuarios por concepto de Ahorros en Costos de Operaciones Vehiculares y Tiempos de Viajes, en el caso de las Alternativas de Mantenimiento, se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 30 Beneficios Económicos del Usuario Alternativa 01- Av. Amancaes

Beneficio económico del usuario					
Año	Costos de administración		Costos de Operación vehicular	Costos de tiempo de viaje	Beneficios económicos actuales
	Trabajos Capital	Trabajos Recurrentes			
2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2022	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2024	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2025	0.06	0.01	0.00	0.00	-0.07
2026	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03
2027	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03
2028	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04
2029	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04
2030	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04
2031	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04
2032	0.00	0.00	0.04	0.01	0.05
2033	0.00	0.00	0.04	0.01	0.05
2034	0.00	0.00	0.04	0.02	0.06
2035	0.02	0.01	0.05	0.02	0.04
2036	0.00	0.00	0.07	0.03	0.10
2037	0.00	0.00	0.07	0.04	0.12
2038	0.00	0.00	0.08	0.05	0.13
2039	0.00	0.00	0.08	0.07	0.15
2040	0.00	0.00	0.09	0.08	0.17
Total:	0.08	0.01	0.77	0.35	1.02

Fuente: Procesamiento HDM-4

Tabla 31 Benéfico Económico Usuarios Alternativa 02 Av. Amancaes

Beneficio económico del usuario					
Año	Costos de administración		Costos de Operación vehicular	Costos de tiempo de viaje	Beneficios económicos actuales
	Trabajos Capital	Trabajos Recurrentes			
2021	0.03	0.00	0.00	0.00	-0.03
2022	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2024	0.02	0.00	0.00	0.00	-0.02
2025	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
2026	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
2027	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
2028	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
2029	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
2030	0.04	0.00	0.02	0.00	-0.01
2031	0.00	0.00	0.04	0.01	0.05
2032	0.00	0.00	0.05	0.01	0.05
2033	0.01	0.00	0.05	0.01	0.05
2034	0.00	0.00	0.05	0.02	0.07
2035	0.00	0.00	0.06	0.02	0.08
2036	0.01	0.00	0.06	0.03	0.09
2037	0.00	0.00	0.06	0.04	0.11
2038	0.00	0.00	0.07	0.05	0.12
2039	0.00	0.00	0.08	0.07	0.14
2040	0.00	0.00	0.08	0.08	0.16
Total:	0.11	0.00	0.68	0.34	0.91

Fuente: Procesamiento HDM-4

Costos Económicos del Mantenimiento Periódicos y Rutinarios

Los costos económicos por alternativa de los Mantenimientos Periódicos, en los horizontes de los 20 años de evaluaciones, se presentan a continuaciones:

	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa	Total
2,021	360.48	9,307.05	360.48	10,028.01
2,022	353.69	353.69	353.69	1,061.07
2,023	353.69	353.69	353.69	1,061.07
2,024	353.69	9,281.04	353.69	9,988.42
2,025	44,387.75	353.69	353.69	45,095.13
2,026	353.69	353.69	353.69	1,061.07
2,027	353.69	9,281.04	531.77	10,166.50
2,028	353.69	353.69	562.73	1,270.11
2,029	353.69	353.69	589.11	1,296.49
2,030	353.69	39,334.17	611.69	40,299.55
2,031	353.69	353.69	631.29	1,338.67
2,032	353.69	353.69	648.78	1,356.16
2,033	353.69	9,281.04	665.05	10,299.78
2,034	353.69	353.69	680.89	1,388.27
2,035	46,097.19	353.69	696.97	47,147.85
2,036	353.69	9,281.04	713.67	10,348.40
2,037	353.69	353.69	731.16	1,438.54
2,038	353.69	353.69	749.55	1,456.93
2,039	353.69	9,281.04	768.87	10,403.60
2,040	353.69	353.69	789.19	1,496.57
Total	96,858.15	99,644.39	11,499.65	208,002.19

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La Evaluación económica

Las alternativas propuestas de mantenimiento del proyecto son económicamente rentables, con tasa interna de retorno mayores a la tasa de descuento del 12% que se asignó al proyecto, siendo la Alternativa 01 la de mayor rentabilidad, al mostrar el mayor VAN en comparación con las otras dos alternativas .

Obteniendo los indicadores económicos que presenta como alternativa serán: una V.A.N. de 1,020 millones de U\$ y T.I.R. de 65.9%. Sería el monto de inversión para la implementación de esta alternativa durante los 20 años asciende a un monto de US\$ 96,858.15(tabla 32)

Evaluación Técnica

Al desarrollarse las actividades para el mantenimiento periódico en el año 2020, se presenta las siguientes rugosidades máximas antes de la aplicación de refuerzos :

Alternativa 01: Para el año 2021 presenta un I.R.I.= 3.66m/km; se mantiene la carretera con un M.R.+ Bacheo y cada 10 años, cuando la rugosidad llega a I.R.I.= 5.28m/km en el año 2035 se coloca un refuerzo C.A.C. 25mm, luego de este refuerzo su rugosidad baja a I.R.I.= 3.15 m/km; terminando el periodo de análisis de 20 años con una rugosidad I.R.I.= 3.90m/km en el año 2040.

Presenta una rugosidad IRI promedio durante los 20 años de análisis de 4.16 m/km.

Alternativa 02: Se coloca un refuerzo de 25 mm en el año 2020 su valor de rugosidad baja a 3.79m/km IRI, se mantiene la carretera con un M.R.+ Bacheo + sellados asfálticos cada 3 años, esto hace que las evoluciones de las rugosidades sean más lentas durante los siguientes años, presentando una rugosidad máxima de 5.20 m/km I.R.I. en el año 2030.

Presenta una rugosidad I.R.I. promedio durante los 20 años de análisis de 4.3m/km

CONCLUSIONES

1. Mediante el uso del programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 se determinó la evolución de la rugosidad en un tiempo promedio de 20 años donde se puede demostrar que la alternativa 01 en el año 2035 llegaría a un IRI de 5.28 y en la alternativa 2 en el año 2030 llegaría a un IRI de 5.20 si no se llegara a realizar el mantenimiento vial planteado en la políticas.
2. La presente investigación se hizo uso del método Índice de Condición de Pavimento (PCI) donde se determinó la evaluación del estado actual del pavimento de la av. Amancaes-Rímac-Lima: K.m. 0+000 – k.m. 0+933.53, tiene un P.C.I. = 59.16; condición BUENO.
3. Se obtuvo el valor del índice de Rugosidad I.R.I. para la Av. en estudio
Índice de rugosidad promedio es de IRI = 3.48 m/Km donde las Políticas propuestas son los mantenimiento rutinarios y parchados de pavimento al 100%.
4. Los resultados de análisis económico con el programa H.D.M. 4, en los indicadores (V.A.N., T.I.R.), define la viabilidad del proyecto considerando la evaluación integral de la carretera el cual se determinó:
Del Tramo I, Km 0+000 – km 0+933.53, la Alternativa 01 es la recomendada presentando indicadores de mayor rentabilidad (V.A.N.= 1,020 millones de U\$, una Tasa Interna de Retorno (T.I.R.) de 65.9 %.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que a la hora de seleccionar la alternativa optima a implementar no solo guiarse por la alternativa de mayor V.A.N.; sino también tener en cuenta el índice de rugosidad* (I.R.I) que se va a presentar durante todo el tiempo de análisis.
2. Para los datos del inventario vial, es necesario que el país adopte la política de desarrollar inventarios viales de mayor confianza, debido a que, con los que se cuenta hoy en día carecen de la adecuada rigurosidad.
3. Se deben implementar estrategias de mantenimiento acordes a las características actuales de los pavimentos debido a que soluciones de bajos costos iniciales pueden implicar altos costos de conservación y menores beneficios a los usuarios además al momento de ingresar los datos al programa H.D.M.-4 tener cuidado, cualquier información errónea y antigua conduce resultados incorrectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Association of State Highway Transportation Officials- AASHTO (1993). Guide for Design of Pavement Structures. Washington. D.C.
2. Ministerio de Economía y Finanzas (2015): “Pautas metodológicas para el uso y aplicación del HDM-4 en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de transportes” . JMD S.R.L. Lima.
3. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014): “Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial” . Lima, Perú.
4. Posada, H. John (2005): “Evaluación de proyectos de inversión en carreteras con el HDM-4” . UNC-Medellín, Colombia.
5. American Association of State Highway and Transportation Officials OFFICIALS (1993a). AASTHO guide for design of pavement structures (4th Edition) American Association of State Highway and Transportation Officials.
6. Cárdenas Grisales J. (2012) Diseño Geométrico de Carreteras. Bogotá, Ecoe Ediciones Ltda. 409 p.
7. Consorcio Troncal Carrera 7. Estudios y Diseños Troncal Carrera 7. (Informe Final de Pavimentos). Instituto de Desarrollo Urbano IDU. Bogotá. 80 p.
8. Contreras Cabral D. (2015). Ejemplo de Diseño de Pavimento Flexible bajo Metodología AASTHO 93. Bogota. Universidad Militar Nueva Granada Especialización En Ingeniería De Pavimentos ARTICULO. Cod.6100204. 20 p.
9. Cámara Peruana de la Construcción. Costos y Presupuesto en Edificación. Edición N°29. Lima –Perú. 375 p.
10. Gomez Vallejos, S. (2014). Tesis Diseño Estructural del Pavimento Flexible para el Anillo vial del Óvalo Grau Trujillo. Lima-Perú. 69 p.
11. Huauya O, Chang C (2007). Tesis de Grado: Evaluación del Riesgo Potencial de Ahuellamiento en Mezclas Asfálticas Utilizando el Equipo MARC”. FIC.UNI, Perú.

12. Instituto Nacional de Vías (2014). Especificaciones generales de Construcción de Carreteras y norma de ensayos de materiales. Bogotá D.C.
13. International Petroleum Company. (1978). Shell Pavement Design Manual –Asphalt Pavement and Overlays for Road Traffic, London.
14. Instituto Nacional de Vías. (1998) Manual de Diseño de Pavimentos asfálticos para medios y Altos Volúmenes de Tránsito. Bogotá. D.C.
15. Montejo Fonseca A. (2002). Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. Bogotá. Agora Editores. 733 p.
16. Chávez, I. Catherine (2008): “Propuesta de planificación de un sistema de gestión de pavimentos” . UP-Piura, Perú.
17. Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013). Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima. 345 p.
18. Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2008). Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo volumen de Tránsito. Lima-Perú. 171 p.
19. Olmedo J. (2016). Planeación, Programación y Control de Obras de Construcción. Editorial Alfaomega. ISBN:9789587780659.287 p.
20. Padilla Alejandro Rodríguez (2007). Tesis de Grado: Deformaciones plásticas en capas de rodaduras en pavimentos asfálticos. Universidad UPC. México.
21. Sencico. Norma CE. 010 Pavimentos Urbanos. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima-Perú. 2010. ISBN 978-9972-9433-5-5. 78 p.
22. Reyes Fredy (2005). Libro Diseño Racional de Pavimentos. Editorial Javeriana. Colombia.
23. Almenara, C. Ignacio (2015):” Aplicación de teléfonos inteligentes para determinar la rugosidad de pavimentos urbanos en lima” PUCP-Lima, Perú.

ANEXOS

- INFORMES DE PROCESAMIENTO HDM4
- DISEÑO AASHTO PAVIEMENTO FLEXIBLE Y TSB
- ESALS POR VEHICULO
- MATRIZ DE CONSISTENCIA

TRAMO 01- AV. AMANCAES- RÍMAC-LIMA

- **Beneficios Netos Anuales**
- **Costos Anuales de Administración y Usuario**
- **Calendario de Actuaciones por Año**
- **Estado Actual de la Carretera**
- **Deterioro Anual del Firme**

Tramo: D01 (0+00 - 0+933.53)

Alternativa: Alternativa 02

ID: T-01 Clase de carretera: Secundaria
 Longitud: 0.93 km Ancho: 7.30 m Rampa + Pendiente: 2.00 m/km Curvatura: 2.00 %/km

Año	Incremento de Costes de la Administración			Ahorro de Costes de los Usuarios						Reducción Costes Accidentes	Beneficios Exógenos Nestos	Total Beneficios Netos
	Trabajos Capital	Trabajos Recurrentes	Trabajos Especiales	Tráfico Normal (+ Inducido)			Tráfico Generado					
				TM VOC	TM Tiempo	TNM Tiempo &	TM VOC	TM Tiempo	TNM Tiempo & Operación			
2021	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.03
2022	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2024	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02
2025	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
2026	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
2027	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2028	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
2029	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
2030	0.04	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
2031	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
2032	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
2033	0.01	0.00	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
2034	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
2035	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
2036	0.01	0.00	0.00	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
2037	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
2038	0.00	0.00	0.00	0.07	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
2039	0.00	0.00	0.00	0.08	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
2040	0.00	0.00	0.00	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
Total:	0.11	0.00	0.00	0.68	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91

Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)

Nombre del estudio: MANTENIMIENTO VIAL AV. AMACAES, RIMAC, LIMA

Fecha ejecución: 21-09-2020

Moneda: Sol (millones)

Tasa de descuento: 11.00 %

Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)

Tramo: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53)

Alternativa: Alternativa 01

ID: T-01

Clase de carretera: Secundaria

Longitud: 0.93 km

Ancho: 7.30 m

Rampa + Pendiente: 2.00 m/km

Curvatura: 2.00 °/km

Año	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje &	Accidentes	Total RUC		
2021	0.000	0.001	0.000	0.001	0.764	0.523	0.000	0.000	1.287	0.000	1.288
2022	0.000	0.001	0.000	0.001	0.726	0.494	0.000	0.000	1.220	0.000	1.221
2023	0.000	0.001	0.000	0.001	0.691	0.467	0.000	0.000	1.158	0.000	1.158
2024	0.000	0.001	0.000	0.001	0.658	0.441	0.000	0.000	1.099	0.000	1.100
2025	0.082	0.011	0.000	0.094	0.627	0.417	0.000	0.000	1.044	0.000	1.138
2026	0.000	0.001	0.000	0.001	0.570	0.394	0.000	0.000	0.964	0.000	0.965
2027	0.000	0.001	0.000	0.001	0.541	0.372	0.000	0.000	0.913	0.000	0.914
2028	0.000	0.001	0.000	0.001	0.514	0.352	0.000	0.000	0.866	0.000	0.866
2029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.488	0.332	0.000	0.000	0.821	0.000	0.821
2030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.464	0.314	0.000	0.000	0.778	0.000	0.779
2031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.442	0.297	0.000	0.000	0.738	0.000	0.739
2032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.420	0.281	0.000	0.000	0.701	0.000	0.701
2033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.401	0.265	0.000	0.000	0.666	0.000	0.666

Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)

2034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.382	0.251	0.000	0.000	0.633	0.000	0.633
2035	0.029	0.005	0.000	0.034	0.365	0.237	0.000	0.000	0.602	0.000	0.636
2036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.327	0.224	0.000	0.000	0.550	0.000	0.551
2037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.310	0.212	0.000	0.000	0.521	0.000	0.522
2038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.294	0.200	0.000	0.000	0.495	0.000	0.495
2039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.280	0.189	0.000	0.000	0.469	0.000	0.469
2040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.266	0.179	0.000	0.000	0.445	0.000	0.445
Total:	0.111	0.026	0.000	0.137	9.529	6.442	0.000	0.000	15.970	0.000	16.107

Todos los costes estan descontados al: 11.00 %

Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)

Tramo: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53)
 Alternativa: Alternativa 02

ID: T-01 Clase de carretera: Secundaria
 Longitud: 0.93 km Ancho: 7.30 m Rampa + Pendiente: 2.00 m/km Curvatura: 2.00 %/km

Año	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje &	Accidentes	Total RUC		
2021	0.029	0.001	0.000	0.030	0.764	0.523	0.000	0.000	1.287	0.000	1.317
2022	0.000	0.001	0.000	0.001	0.725	0.494	0.000	0.000	1.219	0.000	1.221
2023	0.000	0.001	0.000	0.001	0.689	0.467	0.000	0.000	1.156	0.000	1.156
2024	0.021	0.001	0.000	0.022	0.654	0.441	0.000	0.000	1.096	0.000	1.117
2025	0.000	0.001	0.000	0.001	0.622	0.417	0.000	0.000	1.039	0.000	1.040
2026	0.000	0.001	0.000	0.001	0.590	0.394	0.000	0.000	0.985	0.000	0.985
2027	0.015	0.001	0.000	0.016	0.561	0.373	0.000	0.000	0.934	0.000	0.950
2028	0.000	0.001	0.000	0.001	0.533	0.352	0.000	0.000	0.885	0.000	0.886
2029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.506	0.333	0.000	0.000	0.839	0.000	0.840
2030	0.049	0.000	0.000	0.049	0.481	0.315	0.000	0.000	0.796	0.000	0.845
2031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.438	0.297	0.000	0.000	0.735	0.000	0.735
2032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.415	0.280	0.000	0.000	0.696	0.000	0.696
2033	0.008	0.000	0.000	0.008	0.394	0.265	0.000	0.000	0.659	0.000	0.667
2034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.374	0.251	0.000	0.000	0.624	0.000	0.624
2035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.354	0.237	0.000	0.000	0.591	0.000	0.592
2036	0.006	0.000	0.000	0.006	0.336	0.224	0.000	0.000	0.560	0.000	0.566
2037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.319	0.212	0.000	0.000	0.531	0.000	0.531
2038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.303	0.200	0.000	0.000	0.503	0.000	0.503
2039	0.004	0.000	0.000	0.005	0.287	0.189	0.000	0.000	0.477	0.000	0.481
2040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.273	0.179	0.000	0.000	0.452	0.000	0.452
Total:	0.132	0.010	0.000	0.142	9.618	6.443	0.000	0.000	16.062	0.000	16.204

11.00 %

Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)

Tramo: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53)
 Alternativa: Alternativa Base

ID: T-01 Clase de carretera: Secundaria
 Longitud: 0.93 km Ancho: 7.30 m Rampa + Pendiente: 2.00 m/km Curvatura: 2.00 %/km

Año	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje &	Accidentes	Total RUC		
2021	0.000	0.001	0.000	0.001	0.764	0.523	0.000	0.000	1.287	0.000	1.288
2022	0.000	0.001	0.000	0.001	0.726	0.494	0.000	0.000	1.220	0.000	1.221
2023	0.000	0.001	0.000	0.001	0.691	0.467	0.000	0.000	1.158	0.000	1.158
2024	0.000	0.001	0.000	0.001	0.658	0.441	0.000	0.000	1.099	0.000	1.100
2025	0.000	0.001	0.000	0.001	0.627	0.417	0.000	0.000	1.044	0.000	1.045
2026	0.000	0.001	0.000	0.001	0.598	0.394	0.000	0.000	0.993	0.000	0.993
2027	0.000	0.001	0.000	0.001	0.572	0.373	0.000	0.000	0.945	0.000	0.946
2028	0.000	0.001	0.000	0.001	0.547	0.353	0.000	0.000	0.900	0.000	0.901
2029	0.000	0.001	0.000	0.001	0.524	0.334	0.000	0.000	0.858	0.000	0.859
2030	0.000	0.001	0.000	0.001	0.502	0.317	0.000	0.000	0.819	0.000	0.820
2031	0.000	0.001	0.000	0.001	0.481	0.302	0.000	0.000	0.783	0.000	0.783
2032	0.000	0.001	0.000	0.001	0.461	0.288	0.000	0.000	0.749	0.000	0.750
2033	0.000	0.001	0.000	0.001	0.443	0.277	0.000	0.000	0.719	0.000	0.720
2034	0.000	0.001	0.000	0.001	0.426	0.267	0.000	0.000	0.693	0.000	0.694
2035	0.000	0.001	0.000	0.001	0.410	0.261	0.000	0.000	0.671	0.000	0.671
2036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.396	0.256	0.000	0.000	0.652	0.000	0.653
2037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.383	0.254	0.000	0.000	0.638	0.000	0.638
2038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.373	0.254	0.000	0.000	0.626	0.000	0.627
2039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.363	0.255	0.000	0.000	0.618	0.000	0.619
2040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.356	0.257	0.000	0.000	0.613	0.000	0.613
Total:	0.000	0.014	0.000	0.014	10.299	6.787	0.000	0.000	17.086	0.000	17.099

11.00 %

**DISEÑO PAVIMENTO FLEXIBLE
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE
METODO AASHTO 1993**

PROYECTO : AV. AMACAES RIMAC - LIMA TRAMO : TRAMO
SECCION 1 : km 0+000 - km 0+933.53 FECHA : 01
Setiembre 2020

INFORMACION PARA EL CALCULO :

1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES

	DATOS
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)	450.00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)	30.00
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)	20.00

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	3.31E+05
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	90%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.282
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	16.25
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.0
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20

3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA		
Concreto Asfáltico Convencional (a_1)		0.44
Base granular (a_2)		0.14
Subbase (a_3)		0.11
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA		
Base granular (m_2)		1.00
Subbase (m_3)		1.00







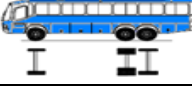
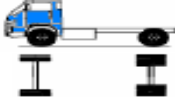
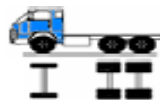

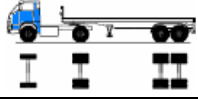
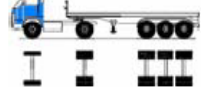
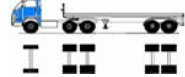
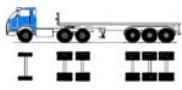
DATOS DE SALIDA :

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN_{REQ})	2.13
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN_{CA})	1.68
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN_{BG})	0.29
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN_{SB})	0.17

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

	TEORICO	PROPUESTO	
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	5.0	5.0	
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	10.0	10.0	
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	16.5	20.0	
ESPESOR TOTAL (cm)		35.0	
NUMERO ESTRUCTURAL CALCULADO TOTAL (SN_{CAL})		2.28	> SN_{req}

ESALs PARA CADA CLASE DE VEHICULO EN PAVIMENTO FLEXIBLE

CLASE DE VEHÍCULO	CONFIGURACIÓN DE EJES						CLASE DE VEHICULO	ESALs/VEHIC PAV. FLEX FC	
	EJE DELANTERO	EJE TRASERO 1	EJE TRASERO 2	EJE TRASERO 3	EJE TRASERO 4	EJE TRASERO 5			
1.- Autos	1. 000	0. 368						0.0005366819	
2.- Station Wagon	1. 000	0. 800						0.0007428825	
3.- Camioneta Pick Up	1. 200	1. 500						0.0037608428	
4.- Camioneta Rural	1. 500	2. 000						0.0111002862	
5.- Micros	2. 000	3. 000						0.0511206058	
6.- Bus 2E	7. 274	10. 448						4.1113531645	
7.- Bus 3E	7. 822	8. 528	6. 772					3.0554160435	
8.- Camión 2E	5. 228	9. 156						1.9481118846	
9.- Camión 3E	6. 348	8. 881	8. 309					2.5807074581	
10.- Camión 4E	7. 822	10. 502	9. 891	3. 249				3.0892560235	
12.- Semi Trayler 2S1 / 2S2	5. 484	9. 151	7. 975	8. 757				3.5760480444	
13.- Semi Trayler 2S3	6. 561	10. 912	5. 891	7. 466	7. 837			4.8337298398	
15.- Semi Trayler 3S1 / 3S2	5. 211	8. 055	7. 249	7. 661	8. 503			2.8203414022	
15.- Semi Trayler 3S3	5. 474	8. 514	7. 975	6. 772	8. 021	8. 528		2.9906598745	

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	Variable Independiente: PROGRAMA MODELO DE DESARROLLO DE GESTIÓN DE CARRETERAS-4		
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cómo influye el programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 en la gestión de mantenimiento vial de la Av. Amancaes, distrito Rímac, Lima?	Analizar la influencia del uso del programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 en la gestión del mantenimiento vial de la Av. Amancaes, distrito Rímac.	El uso del programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras-4 mejora la gestión de mantenimiento vial de la av. Amancaes, Rímac, Lima.	· Evaluación de la condición actual del pavimento	· Módulo de redes de carreteras	Método de la Investigación
				· Módulo de flotas	Científico con metodo Inductivo - Deductivo
			· Evaluación de la transitabilidad vehicular.	· Módulo de estándar IRI	Tipo de Investigación
				· Módulo de Estándar de conservación y mejoras	Descriptivo - Explicativo
· Módulo de análisis de proyectos					
Problemas específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Variable Dependiente: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO VIAL		
1. ¿Cómo se determina el índice de condición del pavimento?	1. Determinar el índice de condición del pavimento.	1.El Índice de Condición de Pavimento se determina utilizando el método PCI.	Dimensiones	Indicadores	Nivel de la Investigación
			Mantenimiento rutinario (Y1)	· Trabajos de conservación rutinaria	Aplicada
2. ¿Cuáles son las políticas de mantenimiento en función	2. Establecer las políticas mantenimiento de pavimento en	2. Las Políticas de mantenimiento en función Índice de	Actividades de conservación periódica. (Y2)	· Trabajos de conservación periódica	Diseño de la Investigación
					No experimental

a la determinación del Índice de Rugosidad (IRI)?	función del índice de rugosidad IRI	Rugosidad (IRI) son los mantenimientos rutinarios y parchados de pavimento al 100%			
3. ¿Cómo se estima el costo de mantenimiento del pavimento con el Programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carretera -4?	3. Estimar el costo de mantenimiento del pavimento en función a los resultados del Programa Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras 4.	3.El costo de mantenimiento del pavimento se estima en función a los resultados del Software HDM-4	Indicadores de rentabilidad de las estrategias de mantenimiento (Y3)	· VAN	Población y Muestra
				· TIR	
				· B/C	Muestreo no aleatorio o dirigido

Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)

2034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.382	0.251	0.000	0.000	0.633	0.000	0.633
2035	0.029	0.005	0.000	0.034	0.365	0.237	0.000	0.000	0.602	0.000	0.636
2036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.327	0.224	0.000	0.000	0.550	0.000	0.551
2037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.310	0.212	0.000	0.000	0.521	0.000	0.522
2038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.294	0.200	0.000	0.000	0.495	0.000	0.495
2039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.280	0.189	0.000	0.000	0.469	0.000	0.469
2040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.266	0.179	0.000	0.000	0.445	0.000	0.445
Total:	0.111	0.026	0.000	0.137	9.529	6.442	0.000	0.000	15.970	0.000	16.107

Todos los costes estan descontados al: 11.00 %

Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)

Tramo: TRAMO 01 (0+00 - 0+933.53)
Alternativa: Alternativa 02

ID: T-01 Clase de carretera: Secundaria
 Longitud:0.93 km Ancho: 7.30 m Rampa + Pendiente:2.00 m/km Curvatura: 2.00 %/km

Año	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje &	Accidentes	Total RUC		
2021	0.029	0.001	0.000	0.030	0.764	0.523	0.000	0.000	1.287	0.000	1.317
2022	0.000	0.001	0.000	0.001	0.725	0.494	0.000	0.000	1.219	0.000	1.221
2023	0.000	0.001	0.000	0.001	0.689	0.467	0.000	0.000	1.156	0.000	1.156
2024	0.021	0.001	0.000	0.022	0.654	0.441	0.000	0.000	1.096	0.000	1.117
2025	0.000	0.001	0.000	0.001	0.622	0.417	0.000	0.000	1.039	0.000	1.040
2026	0.000	0.001	0.000	0.001	0.590	0.394	0.000	0.000	0.985	0.000	0.985
2027	0.015	0.001	0.000	0.016	0.561	0.373	0.000	0.000	0.934	0.000	0.950
2028	0.000	0.001	0.000	0.001	0.533	0.352	0.000	0.000	0.885	0.000	0.886
2029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.506	0.333	0.000	0.000	0.839	0.000	0.840
2030	0.049	0.000	0.000	0.049	0.481	0.315	0.000	0.000	0.796	0.000	0.845
2031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.438	0.297	0.000	0.000	0.735	0.000	0.735
2032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.415	0.280	0.000	0.000	0.696	0.000	0.696
2033	0.008	0.000	0.000	0.008	0.394	0.265	0.000	0.000	0.659	0.000	0.667
2034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.374	0.251	0.000	0.000	0.624	0.000	0.624
2035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.354	0.237	0.000	0.000	0.591	0.000	0.592
2036	0.006	0.000	0.000	0.006	0.336	0.224	0.000	0.000	0.560	0.000	0.566
2037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.319	0.212	0.000	0.000	0.531	0.000	0.531
2038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.303	0.200	0.000	0.000	0.503	0.000	0.503
2039	0.004	0.000	0.000	0.005	0.287	0.189	0.000	0.000	0.477	0.000	0.481
2040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.273	0.179	0.000	0.000	0.452	0.000	0.452
Total:	0.132	0.010	0.000	0.142	9.618	6.443	0.000	0.000	16.062	0.000	16.204

11.00 %

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 1 Ingreso Principal de la Av. Amancaes-Rímac-Lima

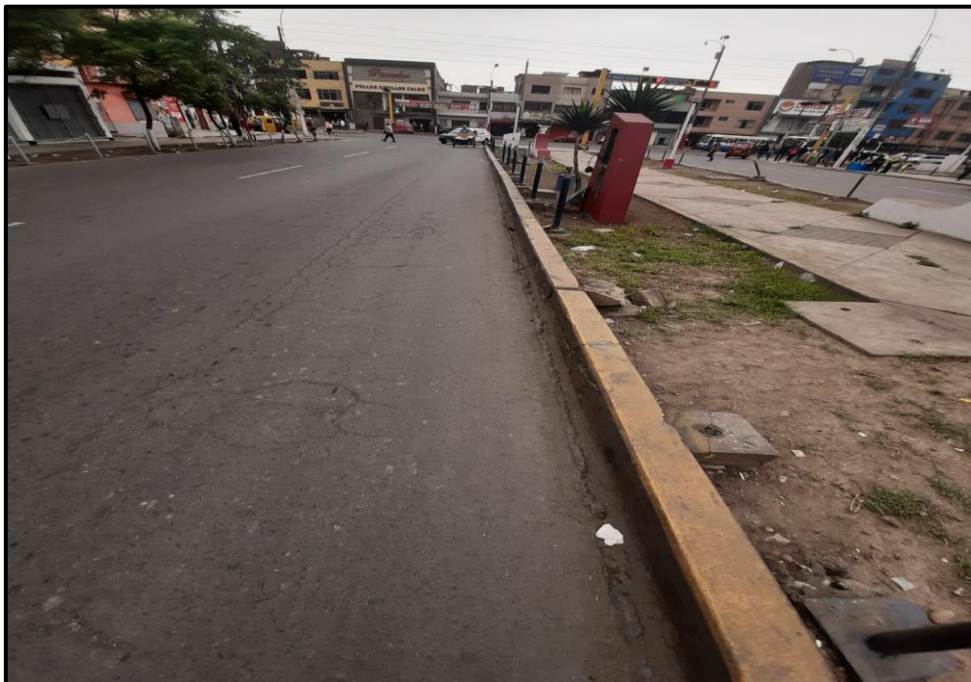


Foto 2 En la imagen se puede apreciar la falla de ahuellamiento y grietas longitudinales



Foto 3 En la imagen se puede apreciar grietas longitudinales



Foto 4 En la imagen se puede apreciar Huevo en la Av. Amancaes



Foto 5 En la imagen se puede apreciar grietas longitudinales



Foto 6 En la imagen se puede apreciar grietas transversales y longitudinales



Foto 7 En la imagen se puede apreciar la falla grieta de borde