



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Mantenimiento Periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842”

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Yeltsin Alehit Sandoval Rivera

ASESOR:

Dr. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Administración y Seguridad de la Construcción

LIMA – PERÚ

2018

PAGINA DEL JURADO

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : FO6-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a)
YEJTSIR SANDOVAL JIMEN

cuyo título es:
MANTENIMIENTO BENEFICIO LINDERO EN LA
SECTOR DE USOS ÚTIL DEL PAISAJE EN
EL BARRIO DE BARRAS EN IZTAPALAPA
DEL D.F. BARRAS EN IZTAPALAPA

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 15 (número) buena (letras).

Trujillo (o Firma) 04 de 07 del 2018
Lima


 PRESIDENTE
 Marquina Callacha, Rodolfo Ricardo


 SECRETARIO
 Ríos Díaz, Orlando Hugo


 vocal
 Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

DEDICATORIA

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional, que con sus consejos me alientan a seguir adelante, superando las adversidades en el camino.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por levantarme día a día, a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, me motivan a seguir adelante.

Agradezco a una persona en especial que me ha acompañado en el trayecto de mi vida universitaria.

A mi asesor, el doctor Gerardo Enrique Cancho Zúñiga por el apoyo brindado para la elaboración de mi proyecto de investigación.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Yeltsin Alehit Sandoval Rivera con DNI N°73311030, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideras en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico profesional de Ingeniera Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 04 de Julio de 2018



Yeltsin Alehit Sandoval Rivera

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presenté ante ustedes la tesis titulada “Mantenimiento Periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842” para optar el grado de Ingeniero Civil.

Espero Señores Miembros del Jurado que la presente investigación cumpla con las exigencias establecidas por la Universidad César Vallejo y merezca su aprobación.

Yeltsin Alehit Sandoval Rivera

ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
I.INTRODUCCIÓN.....	15
1.1.- REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	16
1.2.- TRABAJOS PREVIOS:.....	21
1.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES:.....	21
1.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES.....	22
1.3.- TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	24
1.3.1.1 Elementos que constituyen la estructura de pavimento.....	25
1.3.1.2 Tipos de pavimentos.....	27
1.3.1.3 Clasificación de la Carretera Pucará – Pazos.....	29
1.3.1.4 Periodo de vida de los pavimentos.....	30
1.3.3 MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL.....	31
1.3.3.1 Mantenimiento Rutinario.....	31
1.3.3.2 Mantenimiento Periódico.....	33
1.3.4 RUGOSIDAD Y SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO.....	35
1.3.4.1 Índice de Rugosidad Internacional (IRI).....	35
Fuente: MTC, Provias Nacional.....	35
1.3.4.2 Índice de Serviabilidad Presente (PSI).....	36
1.3.5 SOFTWARE HDM-4.....	37
1.3.5.1 Evolución Histórica.....	37
1.3.5.2 Gestión de carreteras.....	37
1.3.5.3 Marco analítico del HDM-4.....	39
1.3.5.4 Aplicaciones del HDM-4.....	39

1.3.6 Precipitaciones.....	41
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	41
1.4.1 Problema Principal.....	41
1.4.1 Problema específicos.....	41
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	42
1.5.1 ASPECTO ECONÓMICO.....	42
1.5.2 ASPECTO AMBIENTAL.....	42
1.5.3 ASPECTO SOCIAL.....	42
1.6 HIPÓTESIS.....	43
1.6.1 Hipótesis general.....	43
1.6.2 Hipótesis específica.....	43
1.7 OBJETIVOS.....	43
1.7.1 Objetivos Generales.....	43
1.7.2 Objetivos Específicos.....	43
II. MÉTODO.....	44
2.1 MÉTODO, DISEÑO, TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	45
2.1.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:.....	45
2.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN:.....	45
2.1.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	45
2.1.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:.....	46
2.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	46
2.2.1 VARIABLES.....	46
2.2.1.1 VARIABLE DEPENDIENTE.....	46
2.2.1.2 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	46
2.2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	46
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	48
2.3.1 POBLACIÓN.....	48
2.3.2 MUESTRA.....	48
2.3.3 MUESTREO.....	48

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.	49
2.4.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	49
2.4.2 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	49
2.4.3 VALIDEZ	50
2.4.3 CONFIABILIDAD	51
2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	52
2.5.1 Análisis descriptivos	52
2.5.2 Análisis ligados a las hipótesis	52
2.6 ASPECTOS ÉTICOS	53
III. RESULTADOS	54
3.1 Datos técnicos de la Carretera Pucara al Dv. Pampas	55
IV.DISCUSIONES	89
V.CONCLUSIONES	92
VI. RECOMENDACIONES	95
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA	97
VIII. ANEXOS	100
Anexo 1. Matriz de consistencia	101
Anexo 2: Validación de Instrumento de Investigación	102
Anexo 3: Formato de Clasificación vehicular	105
Anexo 4: Formato de Encuesta origen y destino de pasajeros	106
Anexo 5: Planilla de relevamiento por niveles de servicio del Tramo I (Pucará – Pazos)	107
Anexo 5: Planilla de relevamiento por niveles de servicio del Tramo II (Pazos - Dv. Pampas)	108
Anexo 6: Análisis de los precios unitarios	109
Anexo 7: Resumen del análisis económico	113
ANEXO 8: Resultados de rugosidad del Tramo I (Pucará - Pazos)	114
ANEXO 9: Resultados de rugosidad del Tramo II (Pazos – Dv. Pampas)	117
ANEXO 10: Resistencia al Desgaste por Abrasión	119

ANEXO 11: C.B.R. Valor Relativo de Soporte	120
ANEXO 12: Proctor Modificado.....	121
ANEXO 13: Análisis Mecánico por Tamizado	122
ANEXO 14: Límites de Atterberg	123
ANEXO 15: Lavado Asfáltico y Granulometría de la muestra 1.....	124
ANEXO 16: Lavado Asfáltico y Granulometría de la muestra 2.....	125
ANEXO 17: Temperatura Media y Precipitación total mensual	126
ANEXO 18: Media Mensual de Humedad Relativa	127
Anexo 19: Panel Fotográfico.....	128

INDICE DE GRAFICO

Gráfico 1: Composición Vehicular del Tramo I	58
Gráfico 2: Composición Vehicular del Tramo II	60
Gráfico 3: Evaluación Funcional IRI - Tramo I	63
Gráfico 4: Evaluación Funcional IRI - Tramo II	64
Gráfico 5: Intensidad Media Diaria para Vehículos Motorizados	72
Gráfico 6: Intensidad Media Diaria para Vehículos Motorizados	73
Gráfico 9: Regularidad Media por alternativa de proyecto.	76
Gráfico 10: Regularidad media por Tramo -I	76
Gráfico 11: Regularidad media por Tramo -II	77
Gráfico 12: Estado anual de la carretera	77
Gráfico 13: Estado anual de la carretera pavimento -Tramo II	78
Gráfico 14: Precipitaciones Total Mensual.	85
Gráfico 15: Comparativo precipitación vs %fallas	86
Gráfico 16: Calificación de serviciabilidad.	87
Gráfico 17: Calificación de serviciabilidad.	87
Gráfico 18: Promedio IRIc-PSI	88
Gráfico 19: Promedio IRIc-PSI	88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:Ubicacion de la carretera de estudio (Pucara -Dv. Pampas) _____	19
Figura 2:Plano de Ubicación de la Carretera Pucara -Pazos -Dv. Pampas ____	19
Figura 3:Mapa del Perú _____	20
Figura 4:Las Capas de la estructura del Pavimento flexible. _____	27
Figura 5:Tipo de terrenos en carreteras _____	29
Figura 6:Perfilado de la superficie con motoniveladora. _____	32
Figura 7: Aplicación de un tratamiento superficial (Slurry Seal) _____	35
Figura 8: Software HDM-4 _____	40
Figura 9: Escala de rugosidad IRI (m/km) _____	61
Figura 10: Aparato de Rugosidad _____	62
Figura 11: Espacio de Trabajo _____	67
Figura 12: Ventana principal del ingreso de datos de la carretera _____	67
Figura 13: Flota Vehicular _____	68
Figura 14: Características básicas de vehículos _____	68
Figura 15: Zona Climática _____	69
Figura 16: Creación de un Estándar de mejora _____	70
Figura 17: Definición de elementos de trabajos de conservación. _____	70
Figura 18: Definición de un estándar de mejora. _____	71
Figura 19: Pantalla principal de ingreso de datos de análisis de proyectos ____	71
Figura 20: Definición de estándares para las alternativas del proyecto. ____	72

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:Estado de las vías. _____	35
Tabla 2:Calificación de pavimento según su serviciabilidad. _____	36
Tabla 3:Normativa para cada ensayo. _____	50
Tabla 4:Rangos y magnitud de validez. _____	51
Tabla 5:Coeficiente de Validez por juicio de expertos. _____	51
Tabla 6:Características Técnicas de la carretera situación actual. _____	55
Tabla 7:Factor de Corrección. _____	56
Tabla 8:IMDA Resumen por Tramos. _____	57
Tabla 9:IMDA - E 01 Pucara _____	57
Tabla 10:IMDA- E02 Pazos _____	59

Tabla 11:Resumen Estadísticos -Tramo I , Carril Único. _____	63
Tabla 12:Resumen Estadístico -Tramo II, Carril Único _____	64
Tabla 13:Calificación de pavimento según su serviciabilidad. _____	65
Tabla 14:Datos de resistencia al desgaste. _____	80
Tabla 15:Resultados de C.B.R _____	80
Tabla 16:Resultados de ensayo del Proctor Modificado. _____	81
Tabla 17:Identificación y Características física del suelo. _____	81
Tabla 18:Resultados de ensayo de límite de Atterberg. _____	82
Tabla 19:Ensayo de lavado asfáltico – Muestra N°01. _____	83
Tabla 20:Características de los Agregados -Muestra N°01 _____	83
Tabla 21:Ensayo de Lavado Asfáltico -Muestra N°02 _____	83
Tabla 22:Características de los agregados – Muestra N°02. _____	84
Tabla 23:Temperatura Media (°c) _____	84
Tabla 24:Precipitaciones. _____	85
Tabla 25:Media Mensual de humedad Relativa. _____	85
Tabla 26:IRIc Promedio Corregido - Calificación de serviciabilidad _____	87

RESUMÉN

La presente investigación lleva como título de tesis: “Mantenimiento Periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842”, ha sido realizado con la finalidad en encontrar la combinación perfecta de alternativas de conservación vial para mejorar la vida útil del pavimento en función al Índice Medio Diario Anual (IMDA) y las condiciones climáticas; calcular la rentabilidad del proyecto, usando el software hdm-4, para ello se ha identificado las características técnicas de la carretera, se ha calculado el volumen vehicular y se procedió a recolectar información sobre las condiciones climáticas.

Según los resultados obtenidos la mejor alternativa de conservación para carreteras a nivel de afirmado son los tratamientos superficiales. Para el Tramo I de Pucará a Pazos es un tratamiento de Bicapa y el Tramo II de Pazos a Dv. Pampas es un Tratamiento Slurry Seal con un IRI aceptable y una serviciabilidad buena, ambos tramos con mantenimiento rutinarios después de la intervención. Estas son las alternativas de conservación periódico que tienen mayor rentabilidad y mejora la vida útil de la carretera.

Llegamos a la conclusión que al utilizar el marco analítico del hdm-4, se tendrá un mejor análisis, operación y planificación a la hora de aplicar un mantenimiento periódico cumpliendo con el tiempo, costo y calidad, además de ser un gran apoyo para la toma de decisiones al momento de elegir la mejor alternativa de conservación vial.

Palabras claves: Mantenimiento Periódico, vida útil, HDM-4

ABSTRACT

The present research has the title of thesis: "Initial Periodic Maintenance in the improvement of the useful life of the pavement on the road: Pucará km 13 + 542 to Dv. Pampas km 39 + 842 ", has been carried out in order to find the perfect combination of road maintenance alternatives to improve the useful life of the pavement based on the Annual Average Daily Index (IMDA) and weather conditions; calculate the profitability of the project, using the hdm-4 software, for this the technical characteristics of the road have been identified, the vehicular volume has been calculated and information was collected on the climatic conditions.

According to the results obtained, the best conservation alternative for roads at the affirmed level are surface treatments. For Section I of Pucará to Pazos it is a treatment of Bicapa and Section II of Pazos a Dv. Pampas is a Slurry Seal Treatment with an acceptable IRI and a good serviceability, both stretches with routine maintenance after the intervention. These are the alternatives of periodic conservation that have greater profitability and improve the useful life of the road.

We conclude that by using the analytical framework of the hdm-4, we will have a better analysis, operation and planning when applying a periodic maintenance complying with time, cost and quality, as well as being a great support for the taking of decisions when choosing the best road maintenance alternative.

Keywords: Periodic Maintenance, useful life, HDM-4

I.INTRODUCCIÓN

1.1.- REALIDAD PROBLEMÁTICA

Existe un menester de implementar un Sistema de Gestión relacionado a la conservación de pavimentos en los proyectos viales, tales como organizar los trabajos de conservación vial, como el mantenimiento rutinario y periódicos; el mejoramiento a través de tratamientos superficiales y obras de artes. Para ello la herramienta HDM-4, es un software ideal de gestión en la conservación y rehabilitación de pavimentos de redes viales; y también permite la planificación y la optimización de tareas, estos serán determinados del punto de vista económico y técnico.

Los proyectos de infraestructura vial presentan inconvenientes al momento de definir una programación óptima de intervenciones de mantenimiento, sujetos a una restricción presupuestaria. No se tiene un método que permita determinar el momento de intervención adecuada para el pavimento, precisando la clase de intervención y el resultado esperado, esto genera el incumpliendo del periodo de vida útil que debe de tener un pavimento ya sea mejorada mediante soluciones básicas, como es el caso de la Bicapa y el Slurry Seal. Debido a la ausencia de un sistema que permita hallar el instante y/o momento, la forma como empieza y avanza el deterioro de la vía asfaltada y la no pavimentada.

Problemas al identificar una configuración más eficaz y técnicamente viable de intervenir los recursos para una conservación del pavimento, debido a un mal manejo, muchas veces no se cuentan con materia primas suficientes, como es el agregado, generando retrasos e incumplimientos en la programación. Otro aspecto importante es la deficiencia en cuenta a las señales de tránsito y las intervenciones en las emergencias viales, esto genera al usuario problemas, puesto que una vía en malas condiciones genera retrasos en la hora de viaje e inclusive accidentes. La parte ambiental, no es ajeno a las obras viales, ya que se generan remoción de residuos sólidos, líquidos contaminantes producto de la emulsión que es un componente del pavimento asfaltado, emisión de gases producto de la pintura en la calzada; para contrarrestar esto, se debe tener un plan de gestión eficiente enfocado en efectos ambientales positivos.

La carretera Pucará – Pazos – Dv. Pampas, de acuerdo con la clasificación de las rutas que establece el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), corresponde a la Ruta Longitudinal de Sierra Sur (PE-3S): Toma una parte del ramal PE-3S C (Pucará – Pazos) y “finaliza con el Empalme con la variante PE-3S D (Dv. Pampas).

El poblado de Pucará forma parte de los 28 distritos de la provincia de Huancayo, se encuentra ubicada en el departamento de Junín con una población de 6,184 habitantes y una altitud de 3362 m.s.n.m. y Pazos, es uno de los 20 distritos que conforman la Provincia de Tayacaja con una población de 7,511 habitantes y se encuentra a una altitud de 3840 m.s.n.m.

Es una carretera sinuosa a nivel de afirmado con anchos que varían de 4.20 a 5.00 metros. No se cuenta con señalización vertical tanto preventiva como reglamentaria, salvo los hitos kilométricos y alguna señalización de información. Los problemas más frecuentes que presenta esta carretera son: baches, encalaminado, erosiones y afloramiento de piedras; esto dificulta el camino de los habitantes del área de influencia en dirección a los principales mercados locales y regionales, para distribuir y comerciar sus productos.

La carretera: Pucará al Dv. Pampas, tiene las precipitaciones más intensas entre noviembre a marzo, con un promedio de 140.4 mm. Y las precipitaciones menos intensas el resto del año con un promedio de 33.44 mm.

En los periodos de lluvias que se da en el país, observamos alteraciones que afecta la seguridad, la capacidad productiva y condiciones de vida de los habitantes que están expuesta a las precipitaciones. De acuerdo con la vulnerabilidad de ciertos territorios de nuestro Perú, en tiempo de lluvias existe huaycos, inundaciones, aluviones y un gran número de aludes, lo cual producen impactos negativos en la pesca, la agricultura, en los servicios públicos y sobre todo perjudica la salud del poblamiento. (MINSA, 2012)

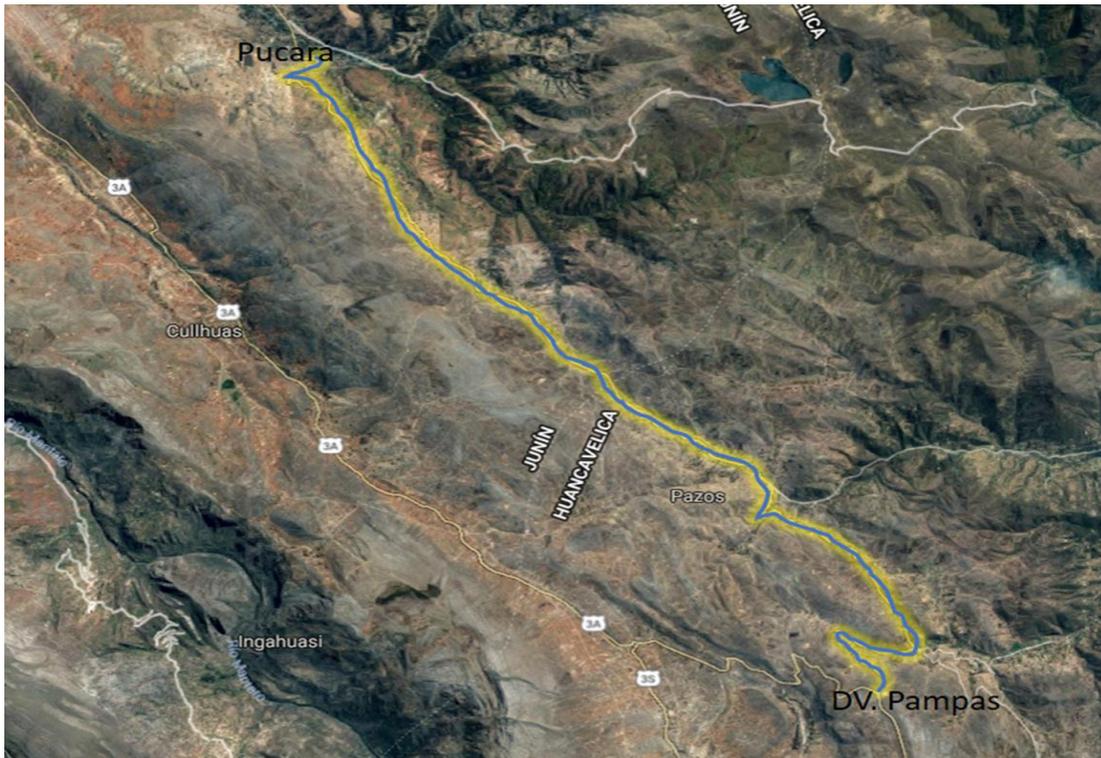
Durante las épocas de lluvia se producen deslizamiento de taludes, lodazales como cruces de agua en la carretera provocando colmataciones en obras de arte y drenaje. Cabe señalar que por esta vía transitan Combis de pasajeros, camionetas y camiones que transportan papa, maíz, alfalfa, habas, entre otros.

También se cría ganado vacuno en los distritos de Pucará y Pazos. Además, esta carretera conecta el departamento de Junín con Huancavelica.

El tramo Pucará – Pazos presenta un relieve accidentado por la presencia de montañas que están a una cota de 3368 m.s.n.m. aproximadamente, y finaliza en una zona con abundantes parcelas de cultivo, en un relieve semi-plano a una cota de 3849 m.s.n.m. aproximadamente. Un clima inestable y templado durante toda la añada, variando entre 10° grados centígrados durante las noches frías y 32° en los días más calurosos. La gran alteración de las temperaturas produce que en el territorio sólo se distingan dos estaciones, el periodo de lluvias desde octubre hasta abril (corresponden a una parte primavera y la totalidad del verano). En temporada seca de mayo a septiembre, donde las temperaturas mínimas se registran en las madrugadas de los meses de junio, julio y agosto.

El tramo Pazos – Dv. Pampas Tiene un relieve plano y ondulado sin problemas de fenómenos de geodinámica externa; consta de un paisaje colinoso de relieve moderado a inclinado donde existen fenómenos externos como deslizamientos y derrumbes. Su altitud del tramo cambia desde los 3845 a 4075 m.s.n.m. aproximadamente. El clima predominante semicálido-muy húmedo y templado-húmedo. Esta zona se caracteriza por tener un declive muy suave hacia el Atlántico y se ven muchas parcelas de cultivo.

FIGURA 1: UBICACION DE LA CARRETERA DE ESTUDIO (PUCARA -DV. PAMPAS)



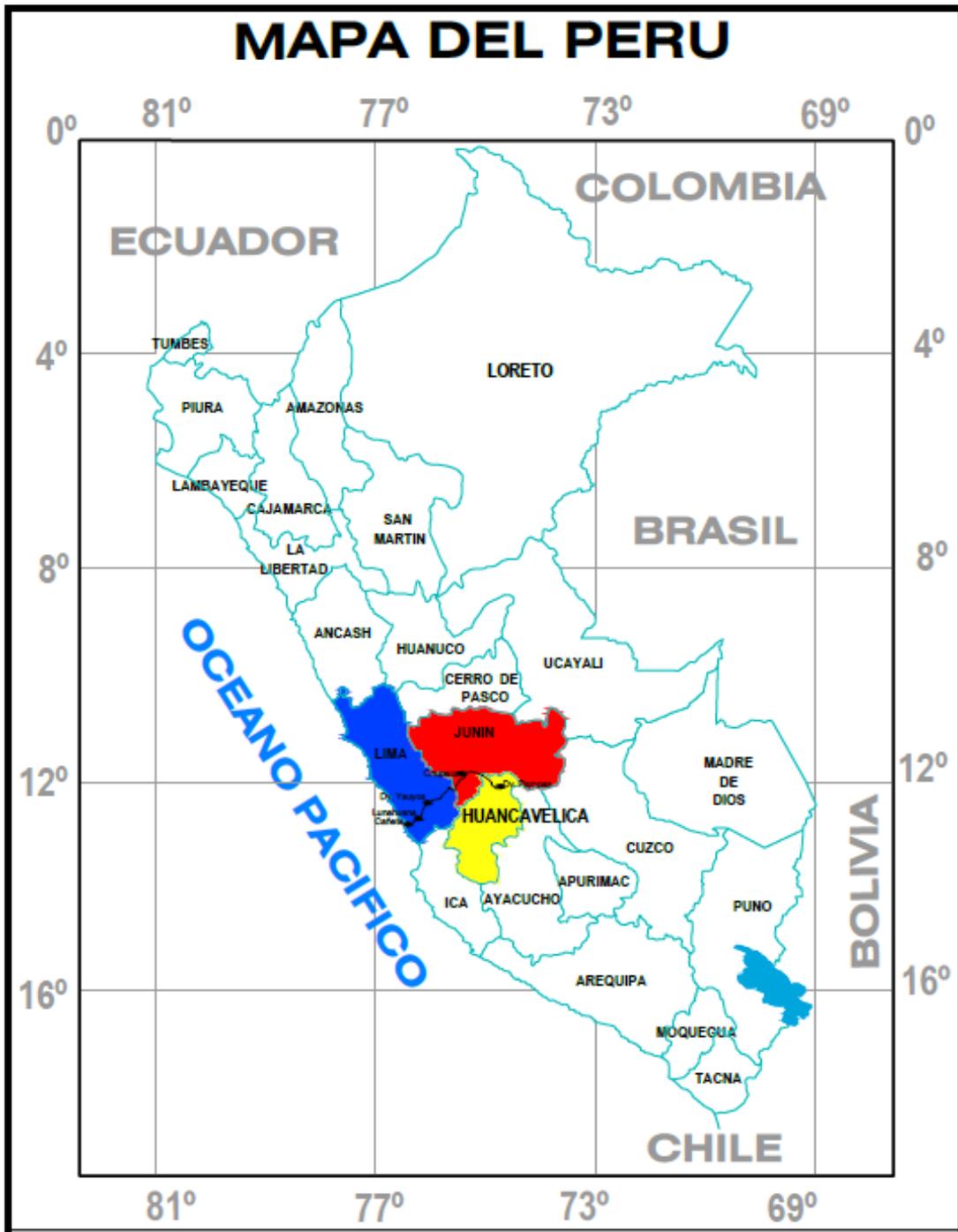
Fuente: Google Maps

FIGURA 2: PLANO DE UBICACIÓN DE LA CARRETERA PUCARA -PAZOS -DV. PAMPAS



Fuente: Proyecto corredor vial: Cañete – Huancayo.

FIGURA 3: MAPA DEL PERÚ



Fuente: Proyecto corredor vial: Cañete – Huancayo.

1.2.- TRABAJOS PREVIOS:

Después de verificar los artículos, libros, publicaciones, tesis y noticias, hemos evidenciado numerosa información tanto nacional como internacional, que nos acerca a nuestro objetivo de estudio de esta investigación y sobre todo que se muestra como una alternativa de solución que va de la mano con el desarrollo sostenible, la utilización de la herramienta HDM-4 en las obras viales en el ámbito de conservación y mejoramiento en las redes viales.

1.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

(Zerpa, 2012). *Plan de mantenimiento correctivo general de la carretera El Progreso ubicada en el Municipio El Hatillo de Caracas*. Trabajo de investigación para optar el título de ingeniero civil. Universidad Nueva Esparta, Venezuela. La investigación es de tipo descriptiva y explicativa. La investigación involucra un plan de mantenimiento correctivo de la Carretera El Progreso, que está ubicada en el Municipio El Hatillo de Caracas. Se ha usado técnicas como observación directa, libro de textos y manuales técnico. Tiene como finalidad contribuir en la recuperación, adecuación y rehabilitación de la carretera, también brindar una solución óptima a las fallas existentes en esa vía. Y las conclusiones más relevantes son: Un buen corredor vial constantemente debe contemplar una correcta articulación de todos los elementos estructurales, como consecuencia un buen mantenimiento garantiza buenos niveles de servicio en las carreteras y vías.

(Escalante Campos, D., Garay García, R. y Herrera Solórzano, E., 2014) *Desarrollo de un modelo de deterioro y Mantenimiento del tramo 7-b: Lislique-Anamorós de la Carretera longitudinal del norte, utilizando el software Hdm-4*. Trabajo de grado para optar título de Ingeniero Civil. El objetivo primordial de esta investigación es realizar un modelo de deterioro y un mantenimiento para el tramo 7-B: Lislique-Anamorós, que es parte de la carretera longitudinal del norte utilizando el software HDM-4. Es un trabajo mezclado de investigación de campo y documental. Nos da a conocer que la correcta utilización de las tecnologías modernas como es el caso del software HDM-4, es una herramienta de análisis para la evaluación económica y técnica de conservación de redes de carreteras e inversiones en construcción. En conclusión, la actualización de la gestión de pavimentos es algo próximo y los programas computacionales son cada vez más

requeridas debido a la tecnología que se usa para acrecentar los niveles de servicios en los corredores viales. Para la aplicación y modelación apropiada de la herramienta HDM-4 es imprescindible tener conocimientos multidisciplinarios relacionados a la ingeniería de pavimentos, ingeniería económica, diseño geométrico, entre otros conocimientos.

(Briones, 2014). *Institucionalidad para la gestión del mantenimiento vial: Caso Chileno*. Tesis para optar al grado de magíster en la gestión y las políticas públicas en la universidad de Chile, Santiago de Chile. Tiene como objetivo optimizar y fortalecer en el largo plazo la gestión del mantenimiento vial. En esta investigación se utilizó un enfoque cualitativo, basado en entrevistas para conseguir las opiniones de los principales tomadores de decisión de la agencia vial chilena. Las entrevistas capturaron la percepción de los expertos en una serie de ámbitos de estudio: 1) Diagnóstico de la situación actual; 2) Relación con actores relevantes; 3) Descentralización y rol de las regiones; 4) Factibilidad de un modelo tipo agencia; y 5) Recomendaciones para la gestión del Mantenimiento vial. En conclusión, lo que se propone es proyectar una evolución gradual del sistema hacia el traspaso a cada región de la administración de una red acotada, jerarquizada y con una evaluación de estado base, a cargo de un director regional elegido por concurso de alta dirección pública con convenio de desempeño vinculado a los indicadores de estado de la red.

1.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES

(Ramos, 2014). *Experiencias y actividades en los servicios de gestión y Conservación por niveles de servicio de una carretera en Perú*. Tesis presentada para optar grado de máster de Ingeniería Civil con mención a la especialidad de ingeniería vial en la Universidad de Piura, Lima. Sus objetivos son: Brindar información sobre la nueva modalidad de contrataciones de los servicios de mantenimiento vial manifestada por el Ministerio de Transporte; comunicar la forma de estimar el servicio de mantenimiento y fomentar una política de conservación vial. La investigación desarrollada se basa metódicamente, en la praxis adquirida en el proyecto de mantenimiento por niveles de servicio en la carretera: puente Reither – Villa Rica – San Juan de Cacazú – Sungaro – Von Humboldt. Para ello se ha efectuado la medición de Índice de Rugosidad Internacional (IRI) del

pavimento en condiciones iniciales, con la finalidad de diagnosticar la capacidad de serviciabilidad preliminar de la carretera. Y también el Índice de Condición de Pavimento (PCI). Finalmente, este servicio de mantenimientos viales contratado debe posibilitar realizar trabajos como mejoramientos de los terrenos de fundaciones sin parametrizarse en el mantenimiento del trazo existente y construcciones de subdrenajes. En el caso del mantenimiento de carreteras ejecutadas como proyectos de inversión, este innovador programa de mantenimiento vial por niveles de servicio es un importante aporte, ya que el contratista conservador asume los costos de la administración, gestión y operaciones requeridas en el mantenimiento.

(Alejos Sabino, Y. y Cribillero Ortega, E., 2017) *Aplicación del software HDM-4 en la gestión de estrategias para el mantenimiento de la carretera Santa-Tamborreal*. Tesis para optar grado de título de ingeniero civil en la Universidad Del Santa, Nuevo Chimbote, Áncash. La mencionada investigación fue de tipo Aplicativo-Experimental. Este trabajo de tesis tiene como objetivo la aplicación del software HDM-4 en la gestión de estrategias para el mantenimiento de carreteras; con la finalidad de lograr una adecuada planificación y programación de la conservación, el mantenimiento adecuado y preservación oportuna de los pavimentos. En este trabajo se eligió 03 Tramos de la Carretera Santa –Tambo Real, donde el Tramo I y II estaban a nivel de Tratamiento Bicapa; Tramo III conformado por una carpeta Asfáltica en Frio la cual requería una reconstrucción. Demostrando que una excelente planificación e intervenciones oportunas en el mantenimiento va a mantener los niveles de serviciabilidad de la vía y optimizar el uso de los recursos. Sus conclusiones más relevantes son: Los resultados obtenidos demuestran que la aplicación del Software en la gestión de estrategias para el mantenimiento de la carretera llega a ser la herramienta valiosa en la toma de las decisiones al momento de seleccionar la Alternativa Optima de mantenimiento a implementar; con un VAN, TIR rentable. De la evaluación realizada al pavimento se obtuvo: Tramo I PCI=48, condición Regular; IRI=3.02 m/km. Tramo II PCI=44, condición Regular; IRI=2.94 m/km. Tramo III PCI=17, condición Muy Mala; IRI=5.73 m/km.

(Montoya, 2013) *Análisis del IRI para un proyecto de carretera sinuosa concesionada en Perú*. Tesis presentada para optar grado de máster en ingeniería civil con mención a ingeniería vial, en la Universidad de Piura, Lima. La presente tesis tiene como objetivo el análisis del IRI en un proyecto, ya que es uno de los controles de serviciabilidad más relevante, esto se puede relacionarse con la seguridad, los costos de operación y el nivel de comodidad. Se ha relacionado el IRI de diseño de una vía con los datos geométricos de dicha vía, para poder exportarlos a todas las redes viales asfaltadas mediante el uso de datos de pendiente y geometría levantados en el inventario vial del año 2004. Esta relación generaría una tolerancia que podría introducirse en el nivel de servicio de la rugosidad media deslizante dada en los contratos de concesión. En conclusión, el reconocer la verdadera relación entre la geometría de la vía y los valores de IRI de diseño, esto mejorara la lógica en la instauración de las exigencias técnicas en los términos de referencia de las concesiones viales futuras y los expedientes técnicos para los nuevos caminos asfaltados.

1.3.- TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1 PAVIMENTOS

Según (Céspedes, 2002, pág. 31) manifiesta:

El pavimento es el acabado de una calle, carretera y pista de aterrizaje, por lo tanto, realizada la explanación, no está aún terminada la vía y para que el tráfico puede utilizarla es preciso construir el pavimento necesario y suficiente a fin de que los vehículos puedan circular en todo tiempo, en condiciones de comodidad, economía y seguridad.

El autor denomina al pavimento, como toda superficie transitable y también nos menciona que es necesario construir un pavimento para el tránsito de los vehículos, lo cual genera tiempos cortos de viaje y seguridad al usuario.

1.3.1.1 Elementos que constituyen la estructura de pavimento

“El pavimento, conformado por el conjunto de capas relativamente horizontales y superpuestas, se construyen y diseñan con materiales adecuadamente compactados y apropiados.” (Fonseca, 2002, pág. 1).

En esta cita textual, el autor da a conocer que el pavimento posee varias capas, y estas capas reciben las cargas producto de los vehículos y los distribuye igualmente a cada capa que se encuentre debajo de la carpeta de rodadura. Asimismo, refiere que cada capa posee un material determinado, es decir cada capa posee materiales distintos.

A continuación, se menciona los elementos estructurales principales del pavimento:

1.3.1.1.1 La Subrasante

Es aquella superficie concluida de la carretera a nivel de movimiento de tierras, en relleno o corte, sobre el cual colocamos el afirmado o los elementos del pavimento.

1.3.1.1.2 La Subbase

Es la capa de material propiamente seleccionado (afirmado) que va sobre la subrasante. Su principal función es: Servir de capa de drenaje, controla los cambios de elasticidad, volumen y plasticidad perjudicial que pueden estar presente en los materiales de la subrasante. Se encuentra ubicado por debajo de la capa llamada base.

Céspedes, manifiesta que la Sub-base tiene por objeto:

Controlar la ascensión capilar del agua proveniente de las napas freáticas adyacentes, escudando así el pavimento contra los hinchamientos que se producen mayormente en épocas de helada. El hinchamiento es causado por el congelamiento del agua capilar, este fenómeno se contempla especialmente en suelos limosos donde la ascensión capilar del agua es grande. (Céspedes, 2002, pág. 38)

1.3.1.1.3 La Base

Es una capa de material pétreo seleccionada, también puede ser una mezcla de suelo cemento, piedra triturada o mezcla bituminosa. Es un material procesado y selecto que se va entre la parte superior de la subbase o de una subrasante y carpeta de rodadura o capa de rodadura.

Esta capa tiene por objetivo absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y, repartirlos uniformemente a la subbase y al terreno de fundación (Céspedes, 2002, pág. 38).

1.3.1.1.4 Capa de rodamiento

La capa de rodamiento o carpeta de rodadura se coloca sobre la base y está conformada por una mezcla bituminosa, cuya función principal es proteger la base impermeabilizando toda la superficie, con la finalidad de evitar posibles infiltraciones de agua producto de las lluvias que podrían saturar parcialmente o en su totalidad las capas inferiores (subbase y base).

También evita el desgaste o la desintegración de la base a causa del tráfico.

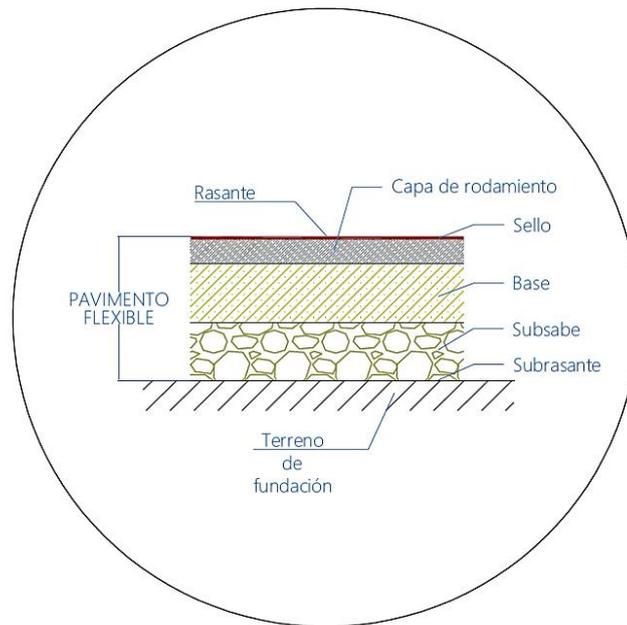
1.3.1.1.5 Sellos

Es el recubrimiento de un pavimento con riego asfáltico. También conocido como carpeta de desgaste que va sobre la capa de rodadura, tiene la finalidad de sellar la superficie, impermeabilizándola, para evitar la infiltración de las aguas de lluvia, y proteger la capa de rodadura contra la abrasiva de los neumáticos de los vehículos.

1.3.1.1.6 Rasante

Es el nivel terminado de la superficie de rodadura, es aquella superficie que soporta la circulación de vehículos.

FIGURA 4: LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.



Fuente: Reproducido de (Céspedes, 2002, pág.38)

1.3.1.2 Tipos de pavimentos

1.3.1.2.1 Pavimentos Flexibles

Los pavimentos flexibles tienen un revestimiento asfáltico por encima de la capa base granular, formada por una o varias capas de materiales, disponiéndose una capa de mezcla de áridos y material bituminoso, colocados sobre materiales granulares de alta calidad.

1.3.1.2.1.1 Mezcla Asfáltica en Caliente

Es la combinación de áridos, también está incluido el polvo mineral con un ligante (las proporciones de áridos y ligantes determinan las propiedades físicas-mecánicas de la mezcla). En primera instancia se calienta el agregado pétreo con el ligante a alta temperatura, luego esta mezcla es colocada en obra.

1.3.1.2.1.2 Mezcla Asfáltica en Frío

Es una mezcla asfáltica destinada principalmente a la reparación de zonas pequeñas de pavimento deteriorado por las cargas de los vehículos. La ventaja de esta mezcla es de fácil colocación y su capacidad de almacenamiento, la mezcla

puede mantenerse almacenada por meses. Actualmente se pueden usar como capas de rodadura para un tráfico liviano a medio.

1.3.1.2.1.3 Tratamiento Superficial

Se define como la operación cuyo objetivo es conceder al pavimento de determinadas características superficiales, sin pretender elevar considerablemente la resistencia. También podemos decir que es un recubrimiento del pavimento existente o una capa de piel

1.3.1.2.1.3.1 Bicapa

También conocidos como dobles tratamientos superficiales (DTS). Compuesto por dos aplicaciones sucesivas de ligante y agregado, de tal manera que existe una relación ente la dosificación del ligante y los tamaños de los agregados de ambas aplicaciones.

1.3.1.2.1.3.2 Slurry Seal

Slurry Seal o Lechadas bituminosas, este tipo de tratamientos superficiales tiene la aplicación sobre una superficie de una capa o también para varias capas, es un mortero bituminoso fabricado en frío. Consiste, elaboración de mezclas de los agregados pétreos, emulsiones asfálticas, agua, polvo mineral (filler) y en algunos casos aditivos, para luego aplicarlo sobre la superficie de una determinada vía.

1.3.1.2.2 Pavimentos Rígidos

Los pavimentos rígidos son aquellos que están constituidos por losas de concreto de cemento Portland. En este caso la losa de concreto tiene componentes estructurales.

1.3.1.2.3 Pavimentos Mixtos

Son estructuras que resultan de la combinación del pavimento flexible y el pavimento rígido.

Este tipo de pavimentos tiene básicamente la misma estructura del pavimento flexible, unas de las capas están rigidizadas artificialmente con aditivos como: químicos, emulsión, cal, cemento y asfalto (Montejo, 2002, pág. 5)

1.3.1.3 Clasificación de la Carretera Pucará – Pazos

1.3.1.3.1 Según su función:

Es una carretera terciaria o de tercer orden, ya que está a nivel de afirmado.

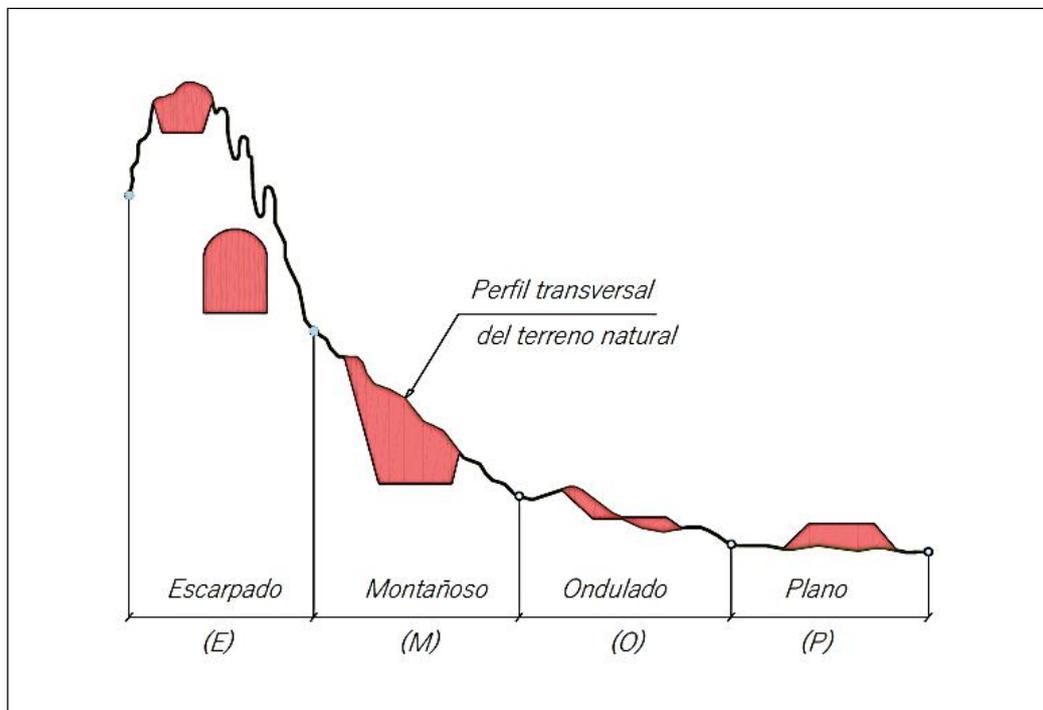
“Son vías de acceso que unen cabeceras municipales con sus veredas, o que unen veredas entre sí. Estas carreteras consideradas como terciarias deben funcionar a nivel de afirmado.” (Cárdenas, 2015, pág. 33)

1.3.1.3.2 Según el tipo de terreno:

Es una carretera en terreno montañoso. Esto se determina por la topografía influyente en el sector en estudio. Se clasifican de acuerdo con las pendientes de las laderas naturales en el entorno y transversalmente a la carretera.

“Es la combinación de alineamientos horizontales y vertical que exige a los vehículos pesados a movilizarse a velocidades sostenidas en pendientes a lo largo de distancias extensas. Sus pendientes longitudinales dominante están entre el 6% y el 8%.” (Cárdenas, 2015, pág. 35)

FIGURA 5: TIPO DE TERRENOS EN CARRETERAS



Fuente: Reproducido de (Cárdenas, 2015, pag.36)

1.3.1.3.3 Según su competencia:

Es una carretera distrital y municipal. Son vías rurales, urbanas o suburbanas, que están a cargo del municipio o distrito.

1.3.1.3.4 Según sus características:

Es aquella carretera de dos carriles. Consta solamente de una calzada de dos carriles, uno por cada sentido de tránsito, con acceso directo desde sus márgenes e intersecciones a nivel.

1.3.1.4 Periodo de vida de los pavimentos

La vida útil del pavimento es un parámetro al momento de su diseño. Se puede estimar 5, 10 o 20 años, lo que influirá en las propiedades del pavimento y por lo tanto su viabilidad económica. Esta vida útil puede verse afectada por el aumento del tráfico o por alteraciones en la normatividad vial, si se intensifica las cargas permitidas por eje.

Con respecto a la vida útil del pavimento (Montejo, 2002, pág. 131) afirma:

El ingeniero encargado del mantenimiento, el planificador y el administrador deberán analizar, con el transcurso del tiempo y a la luz de la evolución del tránsito y del comportamiento del pavimento, así como del desarrollo tecnológico, diferentes estrategias de refuerzo para prolongar la vida útil de las calzadas y preservar el patrimonio vial bajo su custodia.

El pavimento flexible posee un periodo de vida que varía entre 10 y 15 años, es más económico en su construcción inicial, con la desventaja que requiere un mantenimiento rutinario y periódico para cumplir su vida útil.

Un pavimento rígido posee un periodo de vida que varía entre 20 y 45 años, posee un costo de construcción inicial muy elevado, con la ventaja que requiere un mantenimiento mínimo para cumplir su vida útil.

1.3.3 MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL

1.3.3.1 Mantenimiento Rutinario

1.3.3.1.1 Definición

El mantenimiento rutinario se define como el conjunto de actividades que se realizan permanentemente a lo largo de la carretera y que se ejecutan diariamente en los diferentes tramos del corredor vial. (MTC, 2006, pág. 11)

La conservación rutinaria, son actividades de carácter preventivo que se realizan constantemente en toda la longitud del corredor vial, que se realizan diariamente o con la frecuencia requerida, con el objetivo de sostener los niveles de servicio requeridos en el tiempo, mitigando el deterioro prematuro de los elementos viales

1.3.3.1.2 Actividades de Mantenimiento Rutinario

- Conservación de las plataformas y taludes

- a. **Limpiezas de calzadas y bermas.** Consiste en la remoción de todos materiales sueltos o extraños de las bermas y calzadas con herramientas manuales. La unidad de pago es por kilómetro (km)
- b. **Remoción de arena.** Es remover la arena acumulada por movimientos eólicos en la plataforma. La remoción de arena o desarenado su unidad de pago es metro cúbico (m³).
- c. **Limpieza de derrumbes menores.** Esta actividad consiste en remover de la plataforma los derrumbes productos de huaycos. Esta actividad se realiza manualmente y no excederá de 15 m³. Su unidad de pago será metro cúbico (m³)

- Conservación de calzada en afirmado

- a. **Perfilados de las superficies sin el aporte de material.** Consiste en el perfilado y compactado de un material superficial de la plataforma, correspondiente a una carretera. Su unidad de pago es por kilómetro (km).

FIGURA 6:PERFILADO DE LA SUPERFICIE CON MOTONIVELADORA.



Fuente: Propia.

- b. Bacheo en afirmado.** Es reparar con equipos livianos o manualmente áreas pequeñas que están dañadas y zona blanda que tenga el afirmado, esto se realiza con un material sea de préstamo o de cantera.

“Compactar todas las capas hasta alcanzar, un valor mínimo de compactación de un 100% de la densidad seca máxima (DSM) de acuerdo con el Proctor Modificado.” (MTC, 2014, p. 277)

Su medición y unidad de pago será por metro cúbico (m³)

- Conservaciones del pavimento flexible en calzadas y bermas

- a. Sellados de fisura y grieta en calzadas y berma.**

“Un sellado de fisura (son aberturas menores o iguales a 3 mm), de grieta (abertura mayor a 3 mm) este tratamiento, su procedimiento es colocar material especial dentro y encima de las fisuras o también se realiza el llenado con material especial en el interior de las grietas y sobre estas” (MTC, 2014, p.311)

Su unidad de medida y la unidad de pago es por metro lineal (m)

- b. Parchado superficial en calzada y bermas.** Es la reparación en la capa de rodadura, comprende reparar baches y reemplazar áreas deterioradas que están en el pavimento. Su unidad de pago es metro cuadrado (m²)

- c. **Parchado profundo en calzada y bermas.** Son reparaciones, bacheos o cambio de las partes de las estructuras de un pavimento (capas asfálticas, base y/o subbase)

“Parchados profundos, se entiende como aquellas profundidades mayores de 50 mm.” (MTC, 2014, p.331)

Su unidad de pago es metro cuadrado (m²)

1.3.3.2 Mantenimiento Periódico

1.3.3.2.1 Definición

Según el (MTC, 2006, pág. 12) manifiesta:

Mantenimiento Periódico es el conjunto de actividades que se ejecutan en períodos, en general, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores

La Conservación Periódica tiene como finalidad recuperar las condiciones de serviciabilidad de la carretera, de acuerdo con las actividades descritas en los manuales del MTC, además previene la aparición o agravamiento de fallas mayores, este tipo de mantenimiento permite conservar las características superficiales y también protege la integridad superficial de la vía.

1.3.3.2.2 Actividades de Mantenimiento Periódico

- Conservación de plataforma y taludes

- a. **Perfilado de taludes.** Es uniformizar los taludes que poseen irregularidades superficiales herramientas manuales y equipos. El objetivo es obtener un talud con una inclinación estable para mejorar el aspecto ambiental y lograr una buena apariencia visual. Se debe colocar dispositivos de seguridad y señales preventivas, que permitan garantizar el ordenamiento del tránsito y la seguridad de los trabajos. El personal debe contar con todos los equipos de protección personal de acuerdo con la norma vigente. El metro cuadrado (m²), es la unidad de pago para esta actividad.

- b. **Limpieza de derrumbes mayores.** Consiste en remover de la plataforma los materiales fangosos y derrumbes, ocasionados por huaycos. El volumen de los materiales tiene que ser mayor a 15 m³.
- c. **Recuperación de la plataforma y superficie de rodadura.** Es reconstruir tramos cortos de las carreteras, estos no deben sobrepasar los 2 km, que se encuentra dañados por derrumbes, erosión, inundaciones, huaycos, deslizamientos, hundimientos, terremotos u otro fenómeno natural. Tiene su procedimiento de ejecución: 1. Demolición del pavimento existente, 2. Reconformación de la subrasante, 3. Construcción de la subbase y base, 4. Imprimaciones y construcciones de las capas de rodamiento. La unidad de pago es por kilómetro (km).

- Conservación de calzada en afirmado

- a. **Perfilados de las superficies con aporte de material.** Es reponer los materiales de las capas de rodamiento, aquellos que se han perdido producto de la erosión, desgastes, etc. Esta actividad implica escarificación, conformación y compactación de materiales de aporte. Su profundidad de la escarificación no deberá exceder 15 cm, toda piedra de tamaños mayores a 10 cm se eliminará de manera manual. La unidad de pago es por metro cúbico (m³)

- Conservaciones del pavimento flexible en calzadas y berma

- a. **Sellos asfálticos.** Es aplicar riegos asfálticos, que van sobre la superficie de rodamiento, consiste en riego con lechadas asfálticas, con emulsión, sello arenas-asfaltos y tratamientos superficiales monocapa o simple. La unidad de pago es por metros cuadrados (m²).

FIGURA 7: APLICACIÓN DE UN TRATAMIENTO SUPERFICIAL (SLURRY SEAL)



Fuente: Propia.

- b. **Recapeos asfálticos.** Es colocar una o más capas de mezclas asfálticas que van sobre la carpeta de rodamiento. La Aplicación de recapeo asfáltico será ejecutada dentro de las conservaciones periódicas.

1.3.4 RUGOSIDAD Y SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO

1.3.4.1 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI), se define como la acumulación de la oscilación vertical que sufre la suspensión de una rueda (un cuarto del carro) cuando este se desplaza sobre la superficie de rodadura.

En este sentido, es un índice que indica la comodidad de rodadura, y que constituye el parámetro de la vía que percibe los usuarios. El IRI se expresa en m/km, mm/m o pul/milla.

TABLA 1: ESTADO DE LAS VÍAS.

	PAVIMENTADA	NO PAVIMENTADAS
ESTADO	Rugosidad	Rugosidad
Bueno	$0 < \text{IRI} \leq 2,8$	$\text{IRI} \leq 6$
Regular	$2,8 < \text{IRI} \leq 4,0$	$6 < \text{IRI} \leq 8$
Malo	$4,0 < \text{IRI} \leq 5,0$	$8 < \text{IRI} \leq 10$
Muy Malo	$5 \leq \text{IRI}$	$10 \leq \text{IRI}$

Fuente: MTC, Provias Nacional.

1.3.4.2 Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

El PSI califica a la superficie de rodadura del pavimento de acuerdo con una escala de valores. Relacionándose con las características físicas que puede tener el pavimento como peladuras, fallas, grietas, etc. Lo cual podrían dañar la capacidad de soporte de la estructura de la vía.

El índice de serviciabilidad lo podemos calcular con la información de rugosidad tomada. A continuación, mostramos la ecuación donde se relacionan el índice de rugosidad con el índice de serviciabilidad:

$$PSI = 5 * e^{\left(\frac{-IRI}{5.5}\right)}$$

Donde:

IRI en m/km; Modelo HDM-III Paterson.

Los valores del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) se califican mediante una escala que va de 0 a 5, en donde la condición óptima (muy buena) corresponde al máximo valor y la condición mala corresponde al mínimo valor.

TABLA 2: CALIFICACIÓN DE PAVIMENTO SEGÚN SU SERVICIABILIDAD.

PSI	CALIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD
0 - 1	MUY MALA
1 - 2	MALA
2 - 3	REGULAR
3 - 4	BUENA
4 - 5	MUY BUENA

Fuente: MTC, Provias Nacional.

1.3.5 SOFTWARE HDM-4

El HDM-4 (Highway Development and Management model), en español significa Modelo de desarrollo y gestión de carreteras. Este software es un conjunto de herramientas que ayuda la toma de decisiones a partir del análisis y optimización de inversiones destinadas a la rehabilitación, mantenimiento y reconstrucción de las carreteras, que puede ser utilizada para evaluar, en términos económicos y técnicos, programas, proyectos y políticas de mantenimiento. También podemos decir que es una herramienta de gestión para pavimentos diseñada y pensada para la gestión de red vial, pero que sabiendo cómo hacerlo es posible sacarle el máximo provecho a nivel de proyecto.

“Una metodología para evaluar y formular proyectos de inversión pública en el sector Transportes, que involucra conceptos de conservación de vías mediante el software HDM-4 y gestión vial, el HDM-4 es una herramienta para el análisis, gestión, planificación y evaluación del mejoramiento, mantenimiento y la toma de decisiones de inversión en carreteras.” (MEF, 2015, pág. 7)

1.3.5.1 Evolución Histórica

Se describe a continuación el desarrollo histórico de los modelos HDM:

- El Banco Mundial – TRRL - LCP en 1972 crea el HDM (HDM-I)
- El Banco Mundial – TRRL en 1979 crea el HDM (HDM-II)
- El Banco Mundial crea el HDM-III (1984), HDM-PC (1989), HDMQ (1994) y el HDM-ADM (1994)
- El Banco Mundial (ADB, FICEM, DFID, SNRA, FINNRA) crea el HDM-4 1.0 (2001) y el HDM-4 1.3 (2001)
- PIARC-HDM Global crea el HDM-4 2.00 (2005) y el HDM-4 2.08 (2010)

1.3.5.2 Gestión de carreteras

Se tiene las siguientes funciones:

- Planificación

“La planificación representa el análisis del sistema vial como un todo, lo que normalmente necesita la estimación de los gastos de mediano a largo plazo o de

los gastos estratégicos para conservar y desarrollar carreteras bajo distintos escenarios económicos y presupuestales.” (MEF, 2015, pág. 9)

Durante la fase de planificación el sistema físico de carretera se define por: Características de las redes y las características de la flota vehicular. Estas se agrupan en categorías, considerando los siguientes parámetros:

- Condición del pavimento
- Tipos de pavimentos
- Flujo vehicular, cargas y congestiónamiento vehicular
- Jerarquía o tipo de carretera

También es importante considerar la longitud de carretera en cada categoría.

- Programación

La programación prepara programas plurianuales de gastos y trabajos

“En la fase de programación, la red de carretera se evalúa ruta por ruta y se fracciona cada una de estas, en tramos homogéneos de pavimentos, en función de sus características físicas.” (MEF, 2015, pág. 10).

- Preparación

“En esta etapa, los diseños se afinan y preparan con mayor exactitud, se elaboran listados de cantidades de obra y las respectivas cotizaciones, así como los contratos necesarios para efectuar los trabajos y las órdenes de trabajo.” (MEF, 2015, pág. 10)

Podemos juntar los trabajos programados para ciertos tramos adyacentes, mediante paquetes, para que sea rentable la construcción, siendo las actividades más importantes: refuerzo estructural y mejoramientos de plataforma.

- Operaciones

Las operaciones son realizadas por personal no profesional como técnicos, supervisores de obra, encargados, etc.

“Por lo regular, las decisiones enlazadas con la gestión de operaciones se toman diariamente o semanalmente, también incluyen una programación del trabajo que se planea ejecutar, la supervisión de la mano de obra, los materiales y el equipo, el

registro del trabajo terminado y el uso de esta información con fines de control y seguimiento.” (MEF, 2015, pág. 11)

1.3.5.3 Marco analítico del HDM-4

El marco analítico de la herramienta HDM-4 se apoya en el concepto del análisis de la vida útil de los pavimentos. Se utiliza para predecir, a lo largo de la vida útil de un proyecto de carretera que dura entre 15 y 40 años, lo siguiente:

- Deterioro de la carretera
- Efectos de trabajos de conservación o mantenimiento
- Efectos en los usuarios de la carretera
- Efectos medioambientales y socioeconómicos

Las principales causas del deterioro de deben principalmente:

- Cargas de tráfico vehicular
- Efectos de impacto ambiental
- Efectos de sistemas de drenajes deficientes

1.3.5.4 Aplicaciones del HDM-4

- Análisis de estrategias

Abarca subredes o redes completas, dirigidas por una única organización. Para pronosticar las necesidades que se dan a mediano y largo plazo de toda la subred o red.

- Análisis de programa

El análisis de programa trata sobre la asignación de predomios para un programa de obras de uno o más años bajo una restricción presupuestaria determinada.

“Seleccionar aquella mezcla de opciones de tratamientos de tramos que maximiza el valor del VAN para toda la red, sujeta a que la suma de costos de tratamientos sea inferior al presupuesto establecido.” (MEF, 2015, pág. 23).

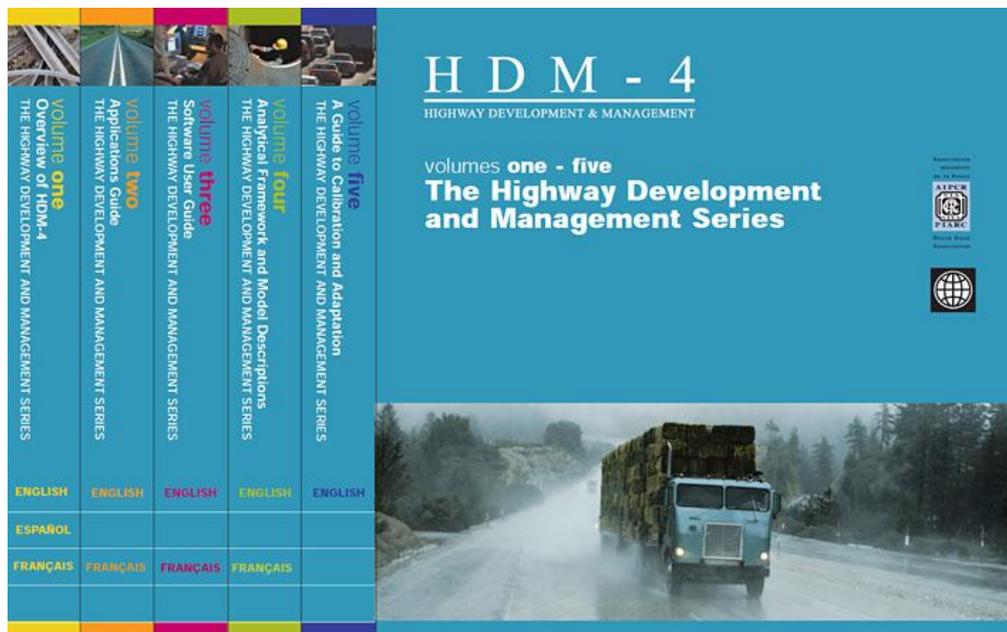
- Análisis de proyecto

Esta aplicación analiza el tramo de carreteras con un tratamiento seleccionado por el usuario, beneficios asociados y los costos, proyectados anualmente a lo largo del periodo de análisis.

Se puede utilizar el análisis de proyecto para evaluar la viabilidad técnica o económica de proyectos de inversión en carreteras tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Comportamiento estructural del pavimento, y previsiones del deterioro de la carretera durante su vida útil, costos y efectos de las obras.
- Beneficios y costos de los usuarios y comparación económica de las alternativas del proyecto.
- Los análisis de proyectos típicos incluyen la rehabilitación y conservación de carreteras existentes, modelos de ampliaciones en anchos y mejoras geométricas, mejora de las superficies y nuevas construcciones. Las relaciones de coste de los usuarios incluyen los impactos sobre la seguridad vial en las carreteras.

FIGURA 8: SOFTWARE HDM-4



Fuente: www.piarc.org

1.3.6 Precipitaciones

Las precipitaciones son elementos muy necesarios e importantes, puesto que, la medición de estas, podremos calcular la intensidad y duración, factores muy relevantes para analizar, evaluar y determinar los flujos en ríos.

Con respecto a las precipitaciones (Chereque, 1989 pág. 15) nos manifiesta: “La precipitación es todo fluido que se acumulan en forma de pequeñas gotas originando nubes, y llegan a la superficie de la tierra “

Las precipitaciones tienen un ciclo en las que se originan en las nubes, luego la humedad se acumula, hasta alcanzar el punto de saturación y se precipitan a la superficie juntándose en los ríos y desembocando en los mares en donde se evapora y comienza otra vez el ciclo.

Sus mediciones y análisis forman parte del punto de partida de estudios relacionados al control y uso del agua.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 Problema Principal.

- ¿De qué manera el Mantenimiento Periódico usando el HDM-4 permitirá mejorar la vida útil del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842?

1.4.1 Problema específicos.

- ¿Cuáles fueron las causas principales del deterioro del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. ¿Pampas km 39+842?

- ¿De qué manera el mantenimiento periódico mejorara la serviciabilidad de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842?

- ¿Existirán herramientas computacionales para apoyar la toma de decisiones relacionadas con la gestión de la conservación de pavimentos para la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842?

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Existe la necesidad de preservar nuestro patrimonio vial de las distintas redes del Perú. Otra preocupante es brindar un buen servicio a los usuarios y mantener las carreteras transitables.

Uno de los beneficios es tener una vía apta para el tránsito, mediante conservaciones periódicas, mantenimientos rutinarios y mejoramientos. Esto permite el crecimiento paulatino de las carreteras, todo esto puede ser posible si se utiliza herramientas informáticas, que ayuden a controlar, analizar y predecir las actividades de conservaciones viales, con el fin de evitar los deterioros prematuros, deslizamientos de taludes, colmatación de alcantarillas y de cunetas.

1.5.1 ASPECTO ECONÓMICO

El mantenimiento periódico, ya sea el sellado de fisuras y grietas, parchados superficiales y profundos, aplicación de un tratamiento superficial como es el Slurry Seal y el Bicapa, y el recapeo en la carpeta de rodadura, evitara gastos innecesarios en el futuro. El costo de rehabilitación es mucho mayor a los de mantenimientos, por lo cual el mantenimiento representa una alternativa económica rentable.

1.5.2 ASPECTO AMBIENTAL

El ahorro en cuanto a maquinarias es una ventaja enorme, ya que se reduce la emisión de dióxido de carbono. Para el caso de los tratamientos superficiales se reduce los residuos sólidos productos de la emulsión, arena, cemento y agua.

1.5.3 ASPECTO SOCIAL

El buen mantenimiento trae como resultado una vía transitable y de óptima serviciabilidad para los usuarios, reduce la hora de viaje, una mejor viabilidad para el comercio y la ganadería ya que conecta distintos sectores del país. Mayor atención de las emergencias viales en tiempo oportuno.

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 Hipótesis general.

- Sí se aplica el mantenimiento periódico usando el HDM-4 se mejorará la vida útil del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842

1.6.2 Hipótesis específica.

- La precipitación pluvial es una causa principal del deterioro del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842

- El mantenimiento periódico mejorara la serviciabilidad del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842

- La herramienta HDM-4 permitirá una mejor gestión de la conservación vial para la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivos Generales.

- Analizar el mantenimiento periódico usando el HDM-4 para mejorar la vida útil del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842

1.7.2 Objetivos Específicos.

- Explicar la influencia de las precipitaciones pluviales en la vida útil del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842

- Analizar la Serviciabilidad del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842

- Implementar la herramienta HDM-4 en la gestión de conservación vial para la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842

II. MÉTODO

2.1 MÉTODO, DISEÑO, TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

2.1.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:

El método científico es un modo de interactuar y actuar para poder crear conocimientos nuevos y además crear inventos nuevos que permitan buscar alternativas de soluciones ante un problema.

(Rodríguez Moguel, 2005 págs. 26-27) nos manifiesta, el método científico es un proceso sistemático, estos procesos o pasos sirven para plantear problemas que ponen a prueba las hipótesis que el investigador se plantea con criterio y juicio, luego estos deberán medirse con instrumentos que garanticen la validez y confiabilidad, su fin es descubrir conocimientos nuevos.

Por lo mencionado, esta investigación emplea el **método científico**, ya que usa pasos o procedimientos sistemáticos en los cuales plantea y da solución a los problemas que ponen a prueba la veracidad o validez de las hipótesis con el fin de crear nuevos conocimientos.

2.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Este proyecto de investigación es de tipo **aplicada**, ya que la presente investigación busca aplicar los conocimientos teóricos, prácticos y se encarga de encontrar alternativas de solución para mi problemática planteada, aportando resultados verdaderos, confiables y legales de los materiales para el desarrollo del proyecto.

“La investigación aplicada, se encuentra relacionada a la investigación básica, porque depende de sus descubrimientos y de la teoría, así poder generar beneficios y bienestar para la sociedad” (Valderrama, 2002 pág. 39).

2.1.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

Explicativa: “Esta dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos sociales o físicos. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en que condición se manifiesta y porque se relaciona dos o más variables” (Hernández et.al.2010, pág. 84).

La presente investigación es de nivel explicativa, ya que vamos a responder las causas por el cual el pavimento se deteriora y explicamos la evolución de las fallas en la plataforma de la vía.

2.1.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Para elegir un óptimo diseño de investigación debemos tener fijado nuestra hipótesis y a la vez cumplir con los objetivos estipulados en nuestro proyecto de investigación.

No experimental “son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de las variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para luego analizarlos” (Hernández et.al. 2010, p. 149).

2.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

2.2.1 VARIABLES

En la presente investigación damos a conocer las variables que se obtienen de las hipótesis planteadas y la asignamos las variables dependiente e independiente.

2.2.1.1 VARIABLE DEPENDIENTE

X1: Vida Útil del Pavimento

2.2.1.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Y1: Mantenimiento Periódico

2.2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE INVESTIGACION
VARIABLE 1 (Independiente) Mantenimiento Periódico	<p>“El Mantenimiento Periódico se define como un conjunto de actividades que se realizan en períodos, generalmente, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de fallas mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunas fallas puntuales mayores.” (MTC, 2006, P.12)</p>	<p>Se realizará los siguientes ensayos para determinar la capacidad portante de los materiales y para la determinación cuantitativa del asfalto en mezclas asfálticas en muestras de pavimentos</p>	Mejoramiento de plataforma	Análisis Mecánico por Tamizado	TIPO: APLICADA
				CBR de suelos	
				Abrasión Los Ángeles	
			Tratamientos superficiales (Slurry Seal)	Lavado asfáltico	NIVEL: EXPLICATIVA
				Granulometría	
VARIABLE 2 (Dependiente) Vida Útil del Pavimento	<p>“El ingeniero encargado del mantenimiento, el administrador y el planificador deberán analizar, con el transcurso del tiempo y a la luz de la evolución del tráfico y del comportamiento del pavimento, así como del desarrollo tecnológico, distintas estrategias de refuerzo para maximizar la vida útil de los pavimentos y preservar el patrimonio vial.” (Montejo, 2002, p.131)</p>	<p>Se realizará el análisis de la rugosidad y la serviciabilidad con el fin de pronosticar el tiempo de vida útil de la carretera Pucará - Dv. Pampas.</p>	Deterioro de la Carretera	Precipitación	DISEÑO: NO EXPERIMENTAL
				Índice Medio Diario Anual (IMDA)	
				Composición Vehicular	
			Condición del Pavimento	Planilla de relevamiento de Niveles de Servicio	
				Características Técnicas de la Carretera	
			Serviciabilidad del Pavimento	Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	
Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)					

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.

2.3.1 POBLACIÓN

“La población es un conjunto finito o infinito con patrones comunes las cuales para fin de la investigación se podrá generalizar la conclusión y el resultado, esta población quedará determinada por el objetivo como por los problemas.” (G. Arias, 2012 pág. 81)

Este proyecto consiste en evaluar una carretera que forma parte de la ruta del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), nos referimos a la longitudinal de la sierra sur (PE-3S), tiene 5 variantes y 4 ramales. Une el departamento de Junín con el departamento de Huancavelica. La ruta nacional PE-3S, tiene una longitud de 1,516 km. Tenemos una **población finita** ya que se conoce los límites del sector a estudiar.

2.3.2 MUESTRA

Analizaremos el siguiente ramal: **PE-3S C (ramal)**

El ramal PE-3SC comprende una trayectoria que comienza en: Emp. PE-3S (Chilca), recorre los poblados de Sapallanga, Pucará, Abra Marcavalle, Pazos, Mullampa; para terminar en Emp. PE-3S D (Dv. Mullampa).

Este ramal tiene una longitud estimada de 39.842 km, del cual la muestra de estudio es 26.300 km

“Una muestra es cualquier subconjunto de miembros de una población que se investiga con el fin de extender a toda su población las conclusiones resultados del análisis” (Marradi, y otros, 2007 pág. 89)

2.3.3 MUESTREO

“El muestreo no probabilístico es aquella en donde la muestra es escogida de forma intencional por el investigador, de acuerdo a su criterio y juicio” (Bisquerra, 2004 pág. 145)

Para esta investigación corresponde el **muestro no probabilístico**, ya que a criterio y juicio del investigador se ha escogido una parte de la ruta longitudinal de la sierra sur para ser estudiado.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.

2.4.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

“La observación es el registro directo, sistemático y confiable debido a que se obtiene una información directa del fenómeno que se produce en la naturaleza” (Bernal, 2006 pág. 177).

Para realizar el sustento de la viabilidad del mantenimiento periódico y la aplicación de la herramienta HDM-4 es necesario utilizar las siguientes técnicas:

- **Observación directa:** Inspección visual de las características geométricas de la carretera a estudiar.
- **Encuestas:** Calcularemos el Índice Medio Diario Anual (I.M.D.A.) presente en la carretera de estudio.
- **Revisión de base de datos:** Conseguiremos datos históricos de precipitaciones, temperatura y humedad de las estaciones meteorológicas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)
- **Análisis mediante un programa computacional:** Se usará el Software HDM-4, Excel 2016, etc.

2.4.2 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

“Se refiere a la manera recoger una información que se quiere conseguir, esto requiere de una adecuada elaboración de instrumentos.” (Bautista, 2009 págs. 22).

A continuación, se detalla los instrumentos a usar:

- **Fichas de recolección de datos:** Para recoger datos a criterios del investigador.
- **Instrumentos de laboratorio:** Los ensayos a realizar, lo cual se detalla en la tabla 2.1.
- Para determinar el Índice de la Rugosidad Internacional (I.R.I) de la carretera, mediante el rugosímetro III. Con el dato obtenido del IRI, se

podrá a calcular en gabinete el Índice de Serviciabilidad Presente (P.S.I.)

- Se tomará muestras de canteras cercanas a la carretera de estudio los que crea conveniente el investigador, con la finalidad de comparar con los parámetros de calidad del material.
- **Informes técnicos y fotografías.**

TABLA 3: *NORMATIVA PARA CADA ENSAYO.*

ENSAYOS	REFERENCIAS NORMATIVAS
Proctor Modificado	ASTM D 1557
Límites de Atterberg	MTC 110-111, AASHTO T.89/90 Y ASTM D 4318
CBR	MTC E 132 - ASTM D 1883 – AASHTO T 193
Análisis Mecánico por Tamizado	NTP 339.128
Resistencia al Desgaste por Abrasión	MTC E 207 - C131 - T96
Lavado asfáltico	ASTM D 2172 y AASHTO T 164.

Fuente: ASTM, NTP, AASHTO Y MTC

2.4.3 VALIDEZ

“La validez, se define como el grado en el cual los diferentes instrumentos deben medir las características en cuestión y no otra similar” (Hurtado, 2010 pág. 790).

Se ha escogido los instrumentos adecuados a criterio del investigador y avalado por el juicio de expertos. Se elaboró una lista de ítems para los cuales se medirá las dos variables a estudiar.

TABLA 4:RANGOS Y MAGNITUD DE VALIDEZ.

RANGOS	MAGNITUD
0.81 - 1.00	MUY MALA
0.61 - 0.80	ALTA
0.41 - 0.60	MODERADA
0.21 - 0.40	BAJA
0.01 - 0.20	MUY BAJA

Fuente: Reproducido de (Ruíz, 2005, pág. 12)

Según (Hernández et.al.2010, pág. 200) “Validez de contenido, Se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide.”

Para la validación del instrumento se buscó a tres especialistas (expertos) en la materia, así poder validar, las fichas de recolección de datos, de tal manera que los indicadores puedan medir las variables.

TABLA 5:COEFICIENTE DE VALIDEZ POR JUICIO DE EXPERTOS.

VALIDEZ DE CONTENIDO	ESPECIALIDAD	VALIDACIÓN (%)	PROMEDIO (%)
EXPERTO N° 1	INGENIERO CIVIL	74.00%	82.50%
EXPERTO N° 2	INGENIERO CIVIL	81.50%	
EXPERTO N° 3	INGENIERO CIVIL	92.00%	
INDICE DE VALIDEZ			0.825

Fuente: Resultado del juicio de expertos.

Con respecto al juicio de expertos se pidió que pudieran valorar los ítems a tres ingenieros civiles de amplia experiencia, donde 0 % = no valido y 100% = valido, logrando un valor de 82.50% (0.825) en promedio; lo cual, valida los instrumentos a usar, obteniendo una magnitud de validez muy alta.

2.4.3 CONFIABILIDAD

Según (Hernández et.al.2010, pág. 200) “La confiabilidad es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes”

El autor menciona que la confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo objeto o individuo trae resultados iguales, y si los resultados no son iguales o coherentes no se puede confiar en ellos.

En la presente investigación el grado de confiabilidad abarca la correcta digitalización de los parámetros correspondientes para evaluar, analizar y maximizar la vida útil del pavimento proponiendo un mantenimiento periódico, asistido mediante herramientas computacionales.

2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Concerniente al método de análisis de datos, para el ingreso y procesamiento de datos, en donde se usará herramientas o software que apoyan al desarrollo de la información, tales como el software HDM-4 para el análisis, la planificación, gestión y evaluación del mantenimiento periódico, también nos apoyaremos en el uso de las hojas de cálculo del programa Excel 2016.

2.5.1 Análisis descriptivos

De acuerdo con las variables de estudio, se procederá a recolectar los datos de la inspección visual y de los resultados de ensayos de los materiales.

Se realizará conteos volumétricos y clasificación vehicular para obtener el I.M.D.A., también se tomará nota el origen y destino de los vehículos. Las encuestas se realizarán en el distrito de Pucará y el distrito de Pazos.

2.5.2 Análisis ligados a las hipótesis

Para probar la hipótesis se hará uso de ensayos de laboratorios, lo llevaremos a cabo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones de Junín, y en la facultad de Ingeniería Civil de la UNFV. Se empleará el Software HDM-4, donde se ingresará datos como: geometría de la carretera, características vehiculares y condiciones climáticas. Los resultados a obtener son: conseguir un estándar de mantenimiento periódico que garantice la vida útil del pavimento.

2.6 ASPECTOS ÉTICOS

En este trabajo el investigador se compromete a respetar la autenticidad de los resultados y la confiabilidad de los datos los cuales se realizarán en un laboratorio certificado con años de experiencia en la industria de la construcción, mantenimiento e instalaciones.

Esta investigación recoge y acepta valores morales como la honestidad y el respeto, ya que son pilares esenciales para el desarrollo de este proyecto de investigación.

III. RESULTADOS

3.1 Datos técnicos de la Carretera Pucara al Dv. Pampas

La carretera de estudio se caracteriza por tener una superficie a nivel de afirmado, pertenece a la ruta PE-3S C, que conecta los departamentos de Junín con Huancavelica.

En campo se ha recolectado la información necesaria para llenado de los datos generales de la carretera Pucará – Dv. Pampas:

TABLA 6: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CARRETERA SITUACIÓN ACTUAL.

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA CARRETERA SITUACION ACTUAL (AÑO 2018)		
Definición	Tramo 01	Tramo 02
Progresiva inicial	km. 13+542	km. 28+542
Progresiva final	km. 28+542	km. 39+842
Zona Climática	Sierra	Sierra
Clase carretera	terciaria	terciaria
Tipo Firme	Afirmado	Afirmado
Longitud (Km)	15	11.3
Ancho de calzada (m)	4.2	5
Ancho de arcén (m)	-	-
Numero carriles	1	1
Trafico		
Motorizado (IMD)	637	419
Año	2018	2018
Sentidos	Ambos	Ambos
Geometría		
Rampas Pendientes (m/km)	12	16
Curvatura horizontal media (°/km)	75	85
Velocidad Limite (km/h)	60	60
Altitud (msnm)	3368	4075
Firme		
Tipo material	Afirmado	Afirmado
Espesor reciente (mm)	-	-
Espesor anterior/antiguo (mm)	160	180
Estado		
Estado al final del año	2017	2017
Regularidad IRI (m/km)	2.12	3.04
Drenaje	Regular	Regular

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Índice Medio Diario Anual (IMDA)

El Objetivo es evaluar las variaciones del flujo vehicular promedio por día que circula en la carretera, mediante el conteo y clasificación Vehicular del tráfico.

El conteo y clasificación de vehículos se realizó en los distritos de Pucará y Pazos utilizando los formatos de campo establecidos por la Oficina de Planificación y Presupuesto de Ministerio Transporte y Comunicaciones.

Los datos obtenidos se procesaron en formato Excel, una vez obtenido el resultado de volumen promedio de tránsito se calculó el Índice Medio Diario Semanal (IMDS) y el Índice Medio Diario Anual (IMDA) determinados por las siguientes fórmulas:

$$IMD_A = FC \times IMD_S$$

Donde:

- IMD_S = Volumen Clasificado Promedio de la Semana.
 FC = Factor de Corrección Estacional.
 IMD_A = Índice Medio Diario Anual.

TABLA 7: FACTOR DE CORRECCIÓN ESTACIONAL

FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL (FC)			
Estación de Conteo	Vehículos Ligeros	Vehículos Pesados	Referencia
E01 - Pucara	1.012871	0.972342	Para las estaciones ubicadas en Junín Este se utiliza el Peaje de Huacrapuquio (Km 152+820 Tramo La Oroya Huancayo-Imperial-Huancavelica. Huancayo)
E02 - Pazos			

FUENTE: UNIDAD DE PEAJES DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES – MTC. PERIODO 2000 – 2013.

A continuación, se indica el volumen vehicular del Tramo I y el Tramo II:

TABLA 8: IMDA RESUMEN POR TRAMOS

Tramo	Descripción	Long. Km	Estación	Sentido	IMDA SENTIDO	IMDA TOTAL
Tramo I	Pucara - Pazos	15	E01 - Pucara	Pazos - Pucara	305	637
				Pucara - Pazos	332	
Tramo II	Pazos - Dv. Pampas	11.3	E02 - Pazos	Dv. Pampas - Pazos	202	419
				Pazos - Dv. Pampas	217	

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1 Composición Vehicular

La Tabla 9 muestra el Índice Medio Diario Anual (IMDA) para una semana bajo condiciones normales de operación de la distribución del flujo vehicular de la Estación E-01.

TABLA 9: IMDA - E 01 PUCARA

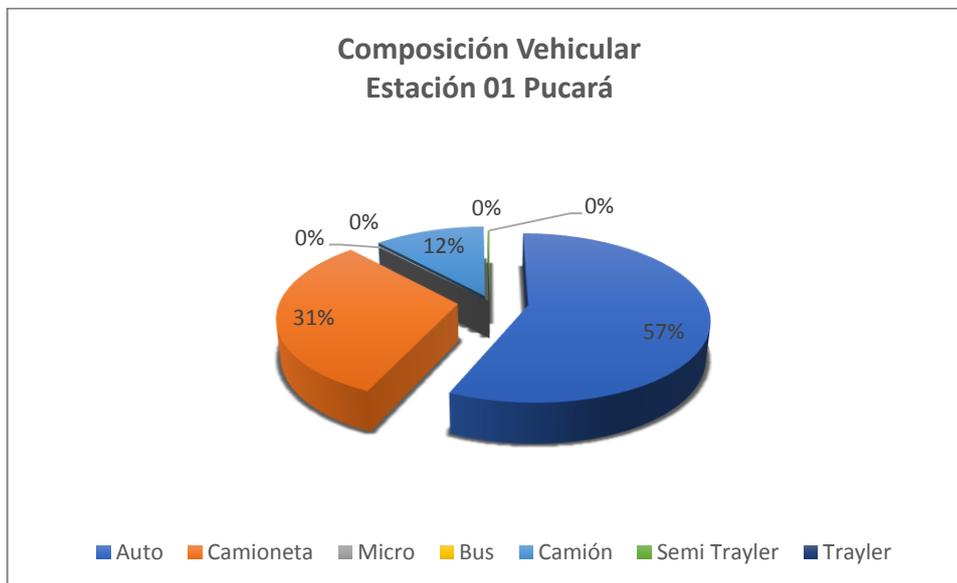
E01- Pucara					
Vehículo	Pazos - Pucara	Pucara - Pazos	IMDA	Distribución por Tipo de Vehículo	Distribución por Capacidad de Vehículo
Automóvil	75	74	149	23.4%	88.2%
Station Wagon	105	107	212	33.3%	
Pick Up	33	36	69	10.8%	
Panel	19	8	27	4.2%	
C. Rural	39	65	104	16.3%	
Microbús	1	0	1	0.2%	
Bus 2E	0	0	0	0.0%	11.8%
Bus 3E	0	0	0	0.0%	
Camión 2E	30	39	69	10.8%	
Camión 3E	3	2	5	0.8%	
Camión 4E	0	0	0	0.0%	
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0.0%	

E01- Pucara					
Vehículo	Pazos - Pucara	Pucara - Pazos	IMDA	Distribución por Tipo de Vehículo	Distribución por Capacidad de Vehículo
Semitrayler 2S3	0	0	0	0.0%	
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0.0%	
Semitrayler >=3S3	0	1	1	0.2%	
Trayler 2T2	0	0	0	0.0%	
Trayler 2T3	0	0	0	0.0%	
Trayler 3T2	0	0	0	0.0%	
Trayler 3T3	0	0	0	0.0%	
TOTAL	305	332	637	100%	100%

Fuente: Elaboración Propia

Podemos interpretar que la composición vehicular para la estación E-01, se observa que el 88% es transporte privado, donde los automóviles son las que tienen mayor incidencia, no hubo transporte público y el 12% es transporte de carga, donde los camiones tipo 2E son los de mayor incidencia.

GRÁFICO 1: COMPOSICIÓN VEHICULAR DEL TRAMO I



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 10 muestra el Índice Medio Diario Anual (IMDA) para una semana bajo condiciones normales de operación de la distribución del flujo vehicular de la Estación E-02.

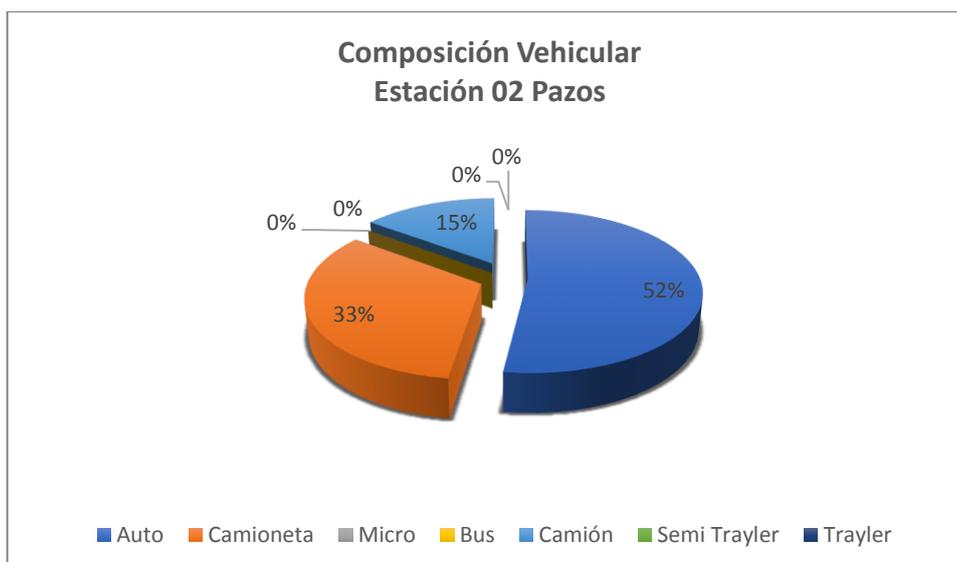
TABLA 10: IMDA - E02 PAZOS

E17 - Pazos					
Vehículo	Dv. Pampas - Pazos	Pazos - Dv. Pampas	IMDA	Distribución por Tipo de Vehículo	Distribución por Capacidad de Vehículo
Automóvil	45	46	91	21.7%	85.2%
Station Wagon	62	66	128	30.5%	
Pick Up	34	33	67	16.0%	
Panel	2	3	5	1.2%	
C. Rural	33	33	66	15.8%	
Microbús	0	0	0	0.0%	
Bus 2E	0	0	0	0.0%	14.8%
Bus 3E	0	0	0	0.0%	
Camión 2E	24	35	59	14.1%	
Camión 3E	2	1	3	0.7%	
Camión 4E	0	0	0	0.0%	
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0.0%	
Semitrayler 2S3	0	0	0	0.0%	
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0.0%	
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0.0%	
Trayler 2T2	0	0	0	0.0%	
Trayler 2T3	0	0	0	0.0%	
Trayler 3T2	0	0	0	0.0%	
Trayler 3T3	0	0	0	0.0%	
TOTAL	202	217	419	100%	

Fuente: Elaboración propia.

De la composición vehicular para la estación E-02, se observa que el 85% es transporte privado, donde los autos son las que tienen mayor incidencia, no hubo transporte público, el 15% es transporte de carga, donde los camiones tipo 2E son los de mayor incidencia en la estación.

GRÁFICO 2: COMPOSICIÓN VEHICULAR DEL TRAMO II



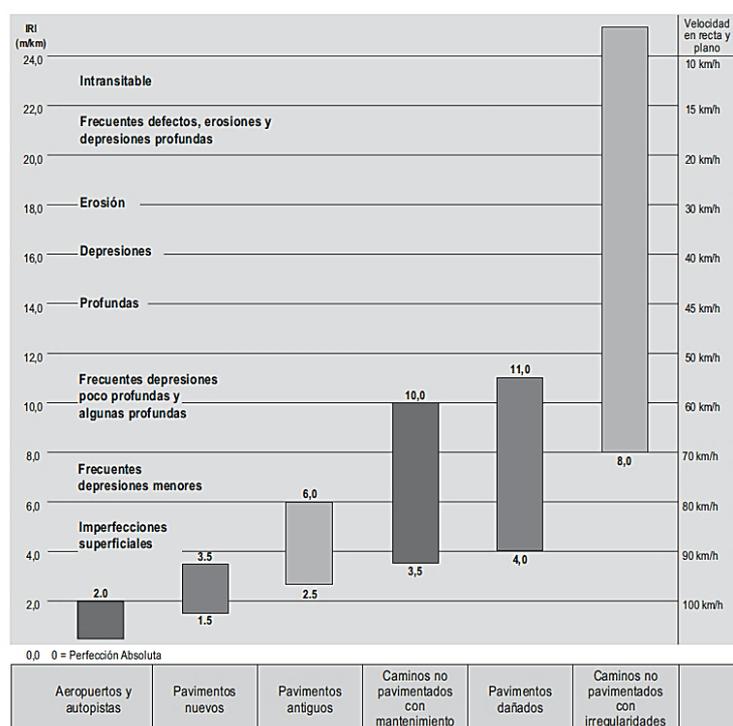
Fuente: Elaboración propia.

3.3 Evaluación del índice de Rugosidad Internacional (IRI)

Según la especificación ASTM E-867, se define como la desviación de una determinada superficie de pavimento respecto a una superficie plana teórica. Por ende, el índice de Rugosidad Internacional IRI puede decirse que es un indicador estadístico de la irregularidad del pavimento.

Para el caso de los caminos no asfaltados en el “Manual para la Conservación No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito” se detalla escalas de estimación de rugosidad que sirve para describir el estado de la vía de acuerdo al IRI calculado.

FIGURA 9: ESCALA DE RUGOSIDAD IRI (M/KM)



Fuente: Manual para la Conservación No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI), define el instante en el cual se debe implementar la intervención de conservación periódica.

Para el cálculo del IRI Característico se empleó la fórmula del Manual de Carreteras Conservación Vial:

- Para calzada a nivel de Afirmado

<p>IRI característico (IRI_c), a la confiabilidad de 70%</p> $IRI_c = IRI_p + 0.524 \times d_s$ <p>IRI_p = IRI promedio</p> <p>d_s = desviación estándar</p>

Fuente: Elaboración Propia, en base a Contratos por Niveles de Servicio, Tabla de parámetros globales del HDM4, Manual de Suelos y Pavimentos del MTC.

3.3.1 Resultados de la Medición del IRI

Los resultados se obtuvieron mediante el equipo de medición – rugosímetro iii, es una combinación de un sensor de movimiento que se acopla en una rueda y una entrada de distancia, para medir el perfil longitudinal real de la carretera. Todos

los datos del sensor son almacenados en un controlador portátil del rugosímetro iii y puede ser copiado a una computadora para procesar y mostrar los resultados.

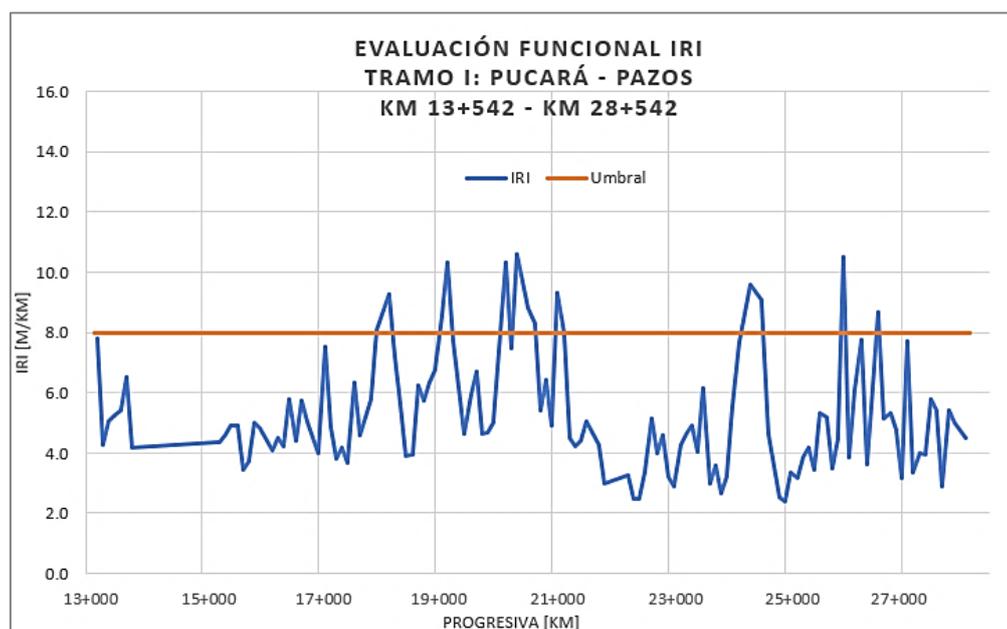
FIGURA 10: *APARATO DE RUGOSIDAD*



El rugosímetro III está diseñado para prever datos de rugosidad, pueden ser utilizados para comparar y analizar objetivamente cual carretera requiere reparación, y monitorear las tendencias de deterioro.

En los gráficos siguientes se muestra los resultados de la medición de cada tramo, realizados en el mes de abril 2018:

GRÁFICO 3: EVALUACIÓN FUNCIONAL IRI - TRAMO I



Fuente: Elaboración propia

En la figura se muestra los valores obtenidos para el tramo evaluado, respecto al IRI, se observa un promedio de 4.91 m/km para todo el tramo.

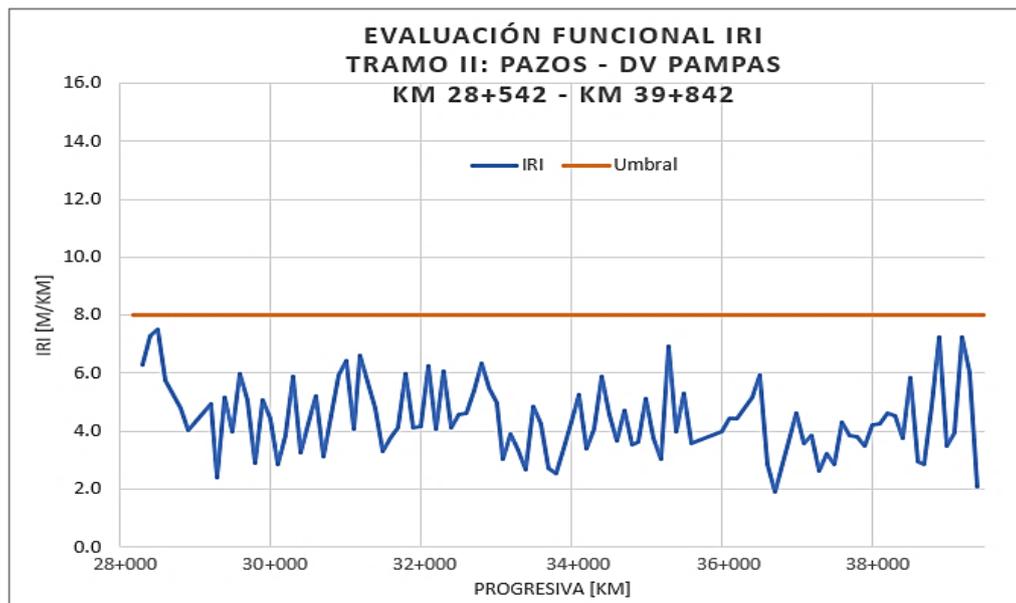
En la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados estadísticos del Tramo I, Carril Único.

TABLA 11: RESUMEN ESTADÍSTICOS -TRAMO I, CARRIL ÚNICO.

IRI Promedio (m/km)	5.26
IRI Máximo (m/km)	10.6
IRI Mínimo (m/km)	2.38
Desviación Estándar	1.92
IRI Característico (m/km)	6.3

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 4: EVALUACIÓN FUNCIONAL IRI - TRAMO II



En la figura se muestra los valores obtenidos para el tramo evaluado, respecto al IRI, se observa un promedio de 4.25 m/km para todo el tramo.

En la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados estadísticos del Tramo II, Carril Único.

TABLA 12: RESUMEN ESTADÍSTICO -TRAMO II, CARRIL ÚNICO

IRI Promedio (m/km)	4.43
IRI Máximo (m/km)	7.50
IRI Mínimo (m/km)	1.92
Desviación Estándar	1.24
IRI Característico (m/km)	5.1

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Análisis de la Serviciabilidad

A continuación, mediante la fórmula con el IRI promedio procedemos a calcular la serviciabilidad de los 02 Tramos:

$$PSI = 5 * e^{\left(\frac{-IRI}{5.5}\right)}$$

TABLA 13: CALIFICACIÓN DE PAVIMENTO SEGÚN SU SERVICIABILIDAD

PSI	CALIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD
0 – 1	MUY MALA
1 – 2	MALA
2 – 3	REGULAR
3 – 4	BUENA
4 – 5	MUY BUENA

Fuente: MTC, Provias Nacional.

El Tramo I (Pucará – Pazos), posee un IRIp = 5.26, reemplazando en la formula obtenemos una Serviabilidad = 1.92, calificando a este tramo como MALA, por ende, una requiere intervención correctiva.

El Tramo II (Pazos – Dv. Pampas), posee un IRIp = 4.43, reemplazando en la formula obtenemos una Serviabilidad = 2.23, calificando a este tramo como Regular, por lo tanto, requiere una intervención programada.

3.4 Estándares de Trabajo

La autoridad nacional de carreteras ha definido un conjunto de estándares para la conservación de las carreteras:

Los estándares de conservación y mejora para carreteras no pavimentadas incluyen:

- Pavimentación de todos los caminos en afirmado por los que circulen más de 250 Vehículos diarios.
- Recargas cuando el espesor de grava remanente sea menor a 50 mm.
- Perfilado semestral de caminos en afirmado con tránsito medio y perfilado anual

de aquellos con menos de 100 vehículos diarios.

- Trabajos de mantenimiento correctivo de rutina, que incluyen reparación inmediata de baches, reparaciones de bermas sin afirmar, etc., según sea necesario.

3.4.1 Estándares de Conservación

Se ha establecido cuatro estándares de conservación:

Mantenimiento Rutinario, **Limpieza General y Perfilado de Cunetas No Revestidas**, se realizará cada año. Este trabajo debe realizarse conjuntamente con el mantenimiento del drenaje lateral, una vez al año antes de la estación de lluvia según en qué región se esté trabajando.

- Conservación Periódica, **Perfilado de Superficie con aporte de material (E=0.10m)** cuando el espesor disminuya a 50mm

Consiste en la reposición de material de la capa de rodadura que se ha perdido por desgaste, erosión, etc. Este trabajo incluye escarificación, conformación y compactación del material apropiado de aporte, cuyo objetivo es de mejorar la capa de rodadura, recuperar la rasante y el bombeo de la carretera.

- Conservación Periódica, **Estabilizado con Emulsión Asfáltica**, con la finalidad de mejorar la capacidad de soporte de las capas estructurales del pavimento.

- Conservación Periódica, **Colocación de Mortero Asfáltico Slurry Seal**.
- El costo de los estándares de conservación están detallado en los Anexos.

3.4.2 Estándares de Mejora

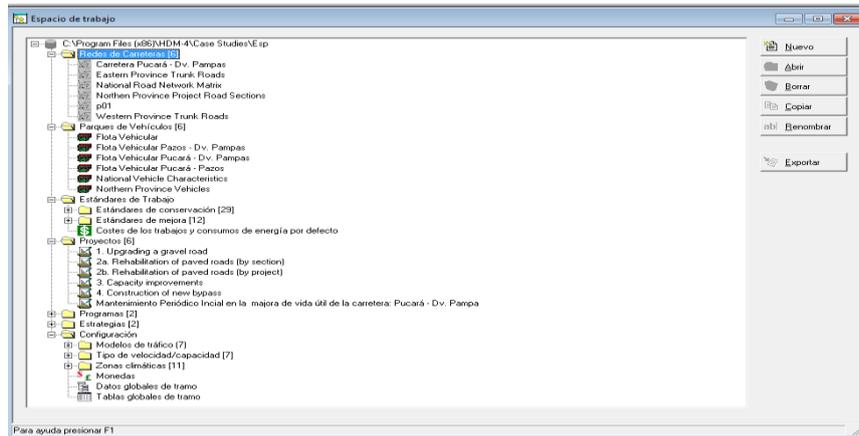
Se caracteriza por la reconstrucción del pavimento y mejorar la superficie, planteando las siguientes mejoras:

- Tratamiento Superficial Bicapa.
- Tratamiento Superficial Slurry Seal.
- Construcción en Mezcla Asfáltica en Caliente MAC e=5cm.
- El costo de los estándares de mejora están detallado en los Anexos.

3.4 Procesamiento del HDM-4

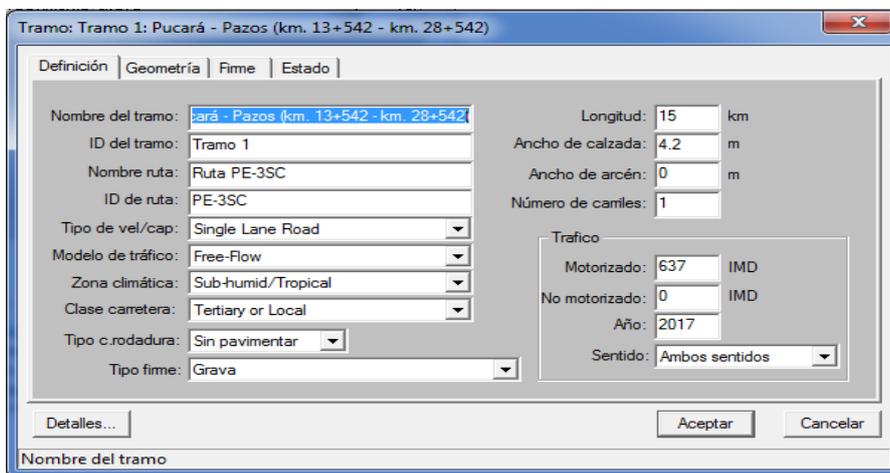
Para el procesamiento del software HDM-4 es necesario contar con la data tales como: características geométricas de la carretera, de la flota vehicular y de las condiciones climáticas. Una vez recolectada toda la información se detalla el ingreso de datos mediante las siguientes figuras:

FIGURA 11: ESPACIO DE TRABAJO



Fuente: HDM-4

FIGURA 12: VENTANA PRINCIPAL DEL INGRESO DE DATOS DE LA CARRETERA

The image shows a screenshot of the HDM-4 data entry window. The window title is "Tramo: Tramo 1: Pucará - Pazos (km. 13+542 - km. 28+542)". The window has four tabs: "Definición", "Geometría", "Firme", and "Estado". The "Definición" tab is selected. The window contains several input fields and dropdown menus. The "Nombre del tramo" field is filled with "Pucará - Pazos (km. 13+542 - km. 28+542)". The "ID del tramo" field is filled with "Tramo 1". The "Nombre ruta" field is filled with "Ruta PE-3SC". The "ID de ruta" field is filled with "PE-3SC". The "Tipo de vel./cap." dropdown menu is set to "Single Lane Road". The "Modelo de tráfico" dropdown menu is set to "Free-Flow". The "Zona climática" dropdown menu is set to "Sub-húmed/Tropical". The "Clase carretera" dropdown menu is set to "Tertiary or Local". The "Tipo c.rodadura" dropdown menu is set to "Sin pavimentar". The "Tipo firme" dropdown menu is set to "Grava". The "Longitud" field is filled with "15" km. The "Ancho de calzada" field is filled with "4.2" m. The "Ancho de arcén" field is filled with "0" m. The "Número de camiles" field is filled with "1". The "Trafico" section contains: "Motorizado" field filled with "637" IMD, "No motorizado" field filled with "0" IMD, "Año" field filled with "2017", and "Sentido" dropdown menu set to "Ambos sentidos". At the bottom of the window, there are buttons for "Detalles...", "Aceptar", and "Cancelar". The "Nombre del tramo" label is visible at the bottom left.

Fuente: HDM-4

En la figura 12 ingresamos los datos generales del tramo, la geometría de la vía, el firme de la carretera y estado en que se encuentra.

FIGURA 13: FLOTA VEHICULAR

Nombre	Clase	Fecha últ. modif.	Tipo base	Categoría
01. Automóvil	Coche de pasajero	20/06/2018	Coche medio	Motorizado
02. Station Wagon	Coche de pasajero	20/06/2018	Coche medio	Motorizado
03. Pick Up	Vehículos de rep.	20/06/2018	Vehículo de reparto lig	Motorizado
04. Panel	Vehículos de rep.	20/06/2018	Vehículo de reparto lig	Motorizado
05. C. Rural	Vehículos de rep.	20/06/2018	Vehículo de reparto lig	Motorizado
06. Microbús	Autobuses	20/06/2018	Minibus	Motorizado
07. Camión 2E	Camiones	20/06/2018	Camión mediano	Motorizado
08. Camión 3E	Camiones	20/06/2018	Camión pesado	Motorizado
09. Semitrailer >=353	Camiones	20/06/2018	Camión pesado	Motorizado

Fuente: HDM-4

FIGURA 14: CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE VEHÍCULOS

Fuente: HDM-4

En la figura 13 ingresamos los tipos de vehículos que conforma la flota vehicular del tramo y en la figura 14 ingresamos datos generales de los vehículos, sus características y los costos económicos unitarios.

FIGURA 15: ZONA CLIMÁTICA

Clima	
Nombre:	PER - Zona Fria
Clasificación por humedad:	húmeda
Índice de humedad:	81
Duración estación seca:	0.4 (como parte de un año)
Precipitación media mensual:	191.8 mm
Clasificación temperatura:	Subtropical - frío
Temperatura media:	10 °C
Rango temperaturas medias:	3 °C
Días T > 32°C:	90 días
Índice de helada:	0 °C-día

Porcentaje de tiempo que se conduce	
Carreteras cubiertas nieve:	0 0<=PCTDS<=100
Carreteras cubiertas agua:	15 0<=PCTDW<=100

Fijar los datos de clima en valores por defecto para la clasificación de humedad/temper

Fuente: HDM-4

En la figura 15, ingresamos datos del clima tales como la precipitación media mensual, la temperatura media, el índice de humedad, etc. de la estación meteorológica más cercana a nuestra carretera de estudio.

En la versión 1.3 de HDM-4 utilizada en el presente proyecto de investigación, es importante mencionar el factor de drenaje (DF) que significa la condición del drenaje, dentro del software, este factor se introduce mediante valores cualitativos (excelente, bueno, regular, pobre y muy pobre), en función de los cuales se selecciona un valor adecuado para DF. En cambio, en la versión 2 del HDM-4, La condición del drenaje para pavimentos de asfalto se define en términos de cinco medidas cualitativas: excelente, buena, regular, pobre y muy pobre. Ésta además se mide en forma cuantitativa mediante un factor de drenaje (DF), asociada al tipo de drenaje existente de la carretera. Como valor del factor de drenaje (DF) para este proyecto es un drenaje representativo de condición regular, lo que correspondería a un DF igual a 2, según recomendaciones de HDM4.

Figura 16: Creación de un Estándar de mejora

Tareas	
Perfilado Superf c/ Aporte Mat_10	PSA10
Mantenimiento Rutinario_Limp Gen	MR
Bacheo 100%	B
Estabilizado c/ Emulsión Asfáltica_20	EEA20

Fuente: HDM-4

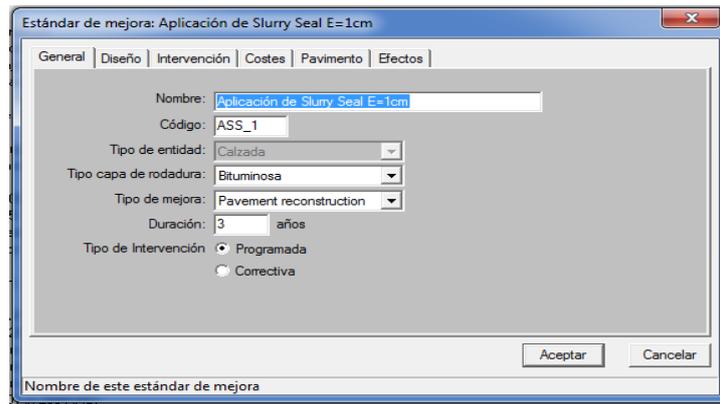
FIGURA 17: DEFINICIÓN DE ELEMENTOS DE TRABAJOS DE CONSERVACIÓN.

Tipo de intervención:	
<input checked="" type="radio"/> Programada	<input type="radio"/> Correctiva

Fuente: HDM-4

En la figura 16 creamos estándares de conservación, para nuestro caso son cuatro estándares de conservación y en la figura 17 definimos parámetros como descripción, tiempo de intervención, costo y efecto esperado para cada uno de las conservaciones.

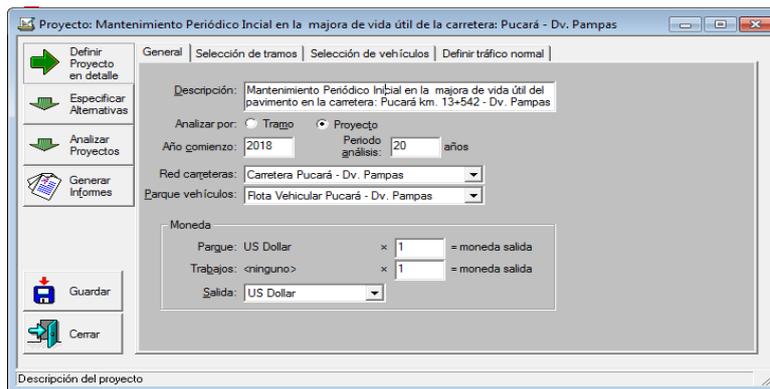
FIGURA 18: DEFINICIÓN DE UN ESTÁNDAR DE MEJORA.



Fuente: HDM-4

En la ventana de Estándar de Mejora, se ingresa información tales como el diseño del material que va ser utilizado para el mejoramiento de la vía, el costo de la actividad y los parámetros del efecto esperado al ser aplicado la mejora.

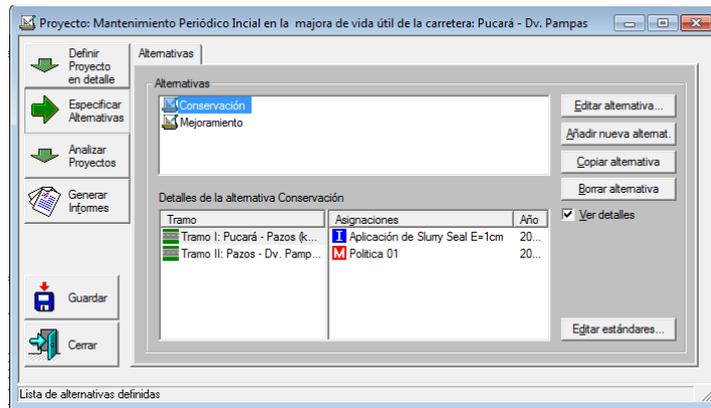
FIGURA 19: PANTALLA PRINCIPAL DE INGRESO DE DATOS DE ANÁLISIS DE PROYECTOS



Fuente: HDM-4

En la figura 30, escogemos el tipo de análisis, los años de periodo de análisis, la red vial, la flota vehicular y el tipo de moneda.

FIGURA 20: DEFINICIÓN DE ESTÁNDARES PARA LAS ALTERNATIVAS DEL PROYECTO.



Fuente: HDM-4

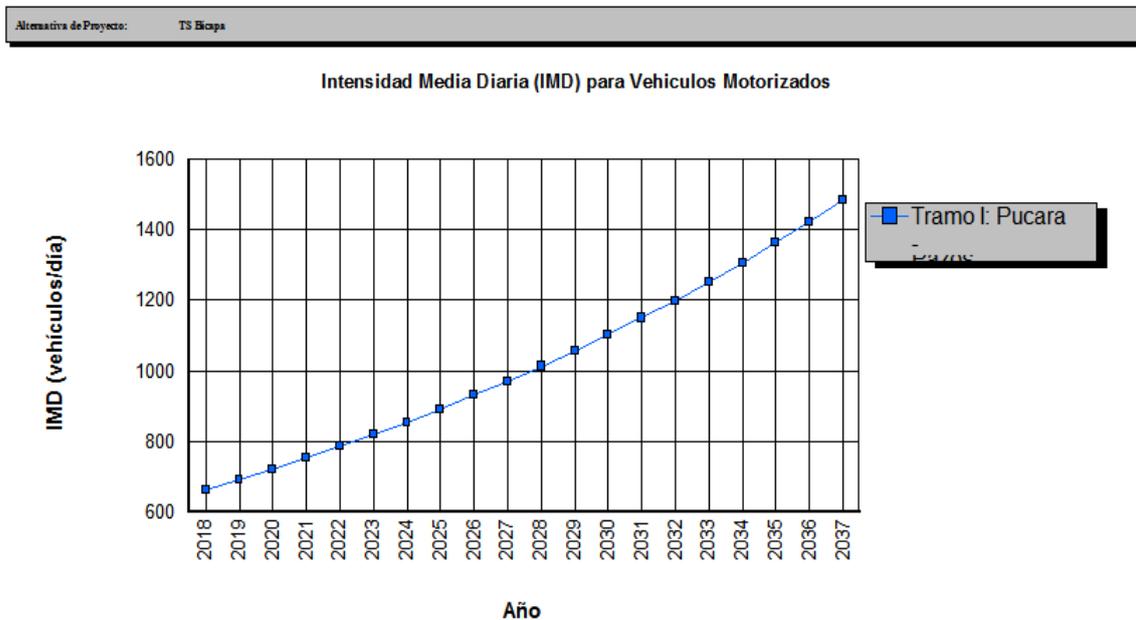
En esta ventana elegimos las posibles alternativas para conseguir la mejor rentabilidad del proyecto, posteriormente analizamos el proyecto y en generar informes obtenemos nuestros resultados.

3.4.1 Resultados del HDM-4

3.4.1.1 Tráfico

A continuación, mostramos la variación del IMD con la intervención más optima en un periodo de 20 años para los Tramos I y el Tramo II:

GRÁFICO 5: INTENSIDAD MEDIA DIARIA PARA VEHÍCULOS MOTORIZADOS



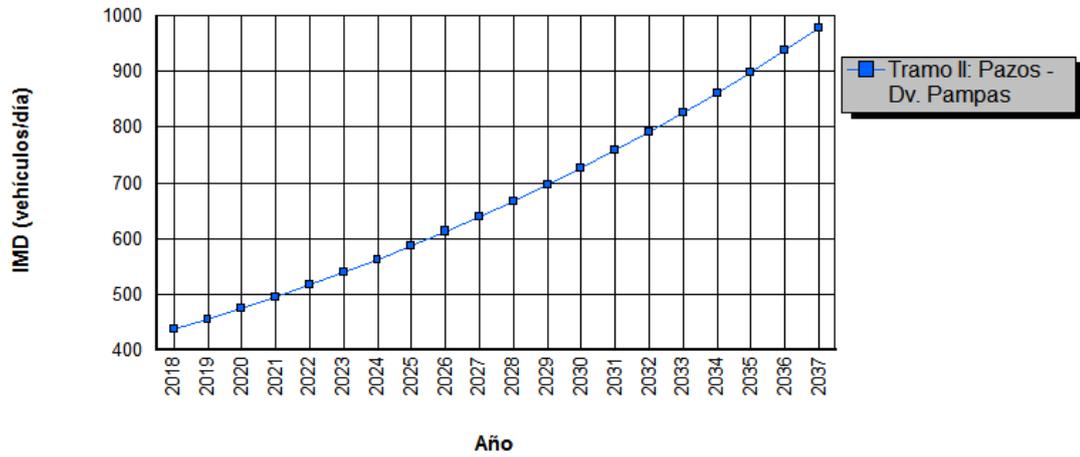
Fuente: HDM-4

GRÁFICO 6: INTENSIDAD MEDIA DIARIA PARA VEHÍCULOS MOTORIZADOS

HDM-4 Gráfico Intensidad Media Diaria por Alternativas de Proyecto

Alternativa de Proyecto: TS Slurry Seal

Intensidad Media Diaria (IMD) para Vehículos Motorizados



Fuente: HDM-4

3..4.1.2 Deterioros y efecto de trabajo

TABLA 14: CALENDARIO DE ACTUACIONES-TRAMO I.

HDM-4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Calendario de actuaciones (por tramo)

Nombre del estudio: **Periodico Pucara - Dv. Pampas**
 Fecha ejecución: **02-07-2018**

Todos los costes se expresan en : US Dollar.

Nota: sólo se muestran tramos que tienen actuaciones activadas.

Alternativa: TS Bicapa Tramo: Tramo I: Pucara - Pazos Tipo rodadura: Sin Pavimentar Longitud: 15,00 km Clase de carretera: Terciaria o local Ancho: 4,00 m					
Año	Descripción	Código	Coste económico	Coste financiero	Cantidad de trabajo
2019	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2020	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2021	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2022	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2023	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2024	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2025	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2026	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2027	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2028	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2029	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2030	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2031	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2032	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2033	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2034	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2035	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2036	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
2037	Limpieza General	LG	29,464.0	34,767.0	180,00 km
Coste total para el tramo:			559,816.0	660,573.0	

Fuente: HDM-4

TABLA 15: CALENDARIO DE ACTUACIONES-TRAMO II.

Alternativa: TS Slurry Seal					
Tramo: Tramo II: Pazos - Dv. Pampas			Clase de carretera: Terciaria o local		
Tipo rodadura: Sin Pavimentar					
Longitud: 11,00 km			Ancho: 5,00 m		
Año	Descripción	Código	Coste económico	Coste financiero	Cantidad de trabajo
2019	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
	Mej2_Slurry Seal	MMASS	670,957.0	791,730.0	11,00 km
2020	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
2021	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
2022	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
2023	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
2024	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
2025	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
2026	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
2027	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
2028	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
2029	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
2030	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
2031	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
2032	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
2033	Limpieza General	LG	22,196.0	26,191.0	135,00 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid.	PCNR	186,234.0	219,755.0	11,00 km
2034	Limpieza General	LG	22,196.4	26 191.1	135,60 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid	PCNR	186,234.2	219 755.6	11,30 km
2035	Limpieza General	LG	22,196.4	26 191.1	135,60 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid	PCNR	186,234.2	219 755.6	11,30 km
2036	Limpieza General	LG	22,196.4	26 191.1	135,60 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid	PCNR	186,234.2	219 755.6	11,30 km
2037	Limpieza General	LG	22,196.4	26 191.1	135,60 km
	Perfilado de Cunetas No Revestid	PCNR	186,234.2	219 755.6	11,30 km
Coste total para el tramo:			4,631,138.0	5,464 718.6	

Fuente: HDM-4

En la tabla 14 y 15, nos muestra las la intervenciones para cada tramo y el mantenimiento rutinario posterior a la intervención.

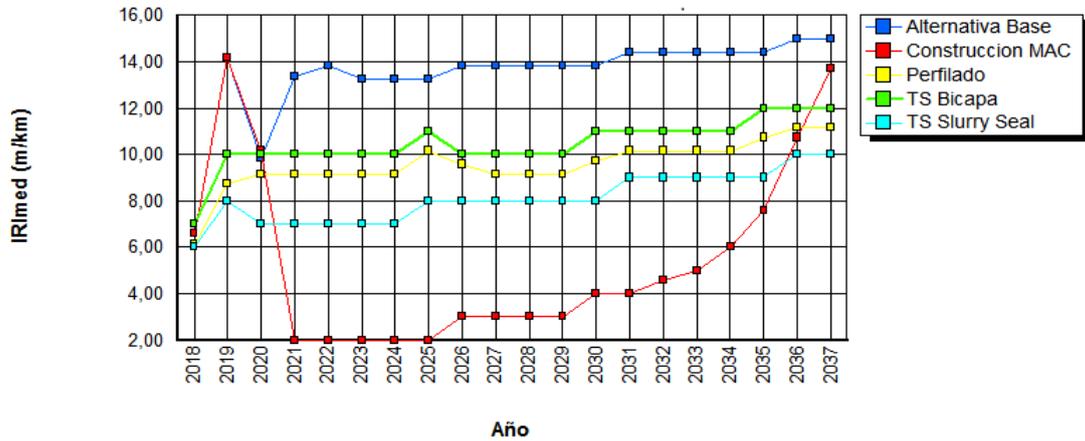
GRÁFICO 7:REGULARIDAD MEDIA POR ALTERNATIVA DE PROYECTO.

HDM - 4
HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Gráfico de Regularidad Media por Alternativa de Proyecto

Nombre del Estudio: Periodico Pucara - Dv. Pampas
Fecha de Ejecución: 02-07-2018

Regularidad Media (IRImed) por Proyecto
(ponderado según longitud de tramo)



Fuente: HDM-4

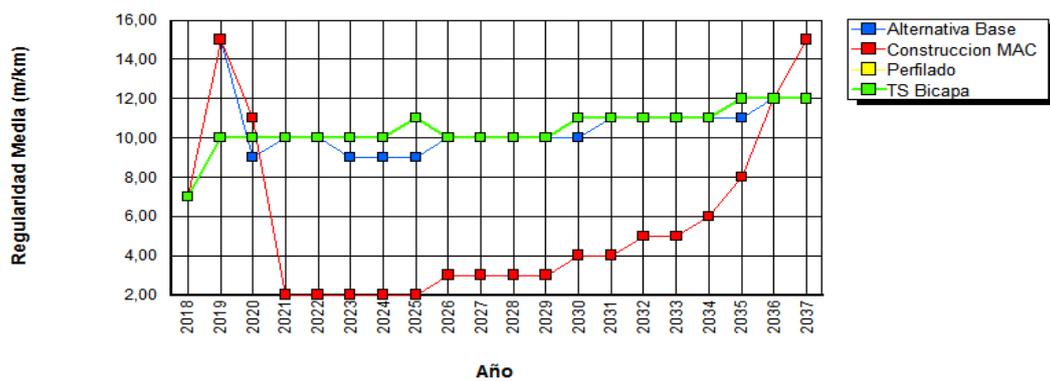
GRÁFICO 8:REGULARIDAD MEDIA POR TRAMO -I

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Fecha de Ejecución: 02-07-2018

Detalles del Tramo:

ID: TI
Descripción: Tramo I: Pucara - Pazos
Clase de Carretera: Terciaria o local
Longitud: 15,00 km
Ancho: 4,00 m
Rampa + Pendiente: 12,00 m/km
Curvatura: 75,00 %/km



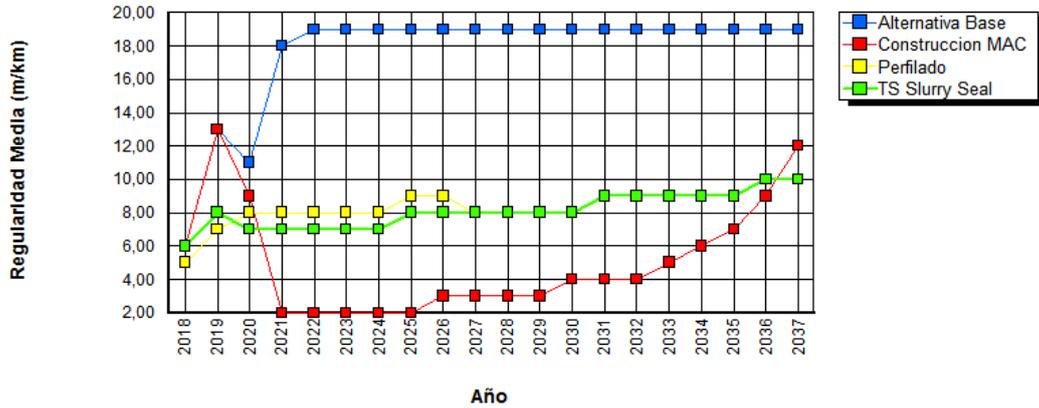
Fuente: HDM-

GRÁFICO 9:REGULARIDAD MEDIA POR TRAMO -II

HDM-4 Gráfico Regularidad Media por Tramos

Detalles del Tramo:

ID: TI	Clase de Carretera: Terciaria o local	Rampa + Pendiente: 16,00 m/km
Descripción: Tramo II: Pazos - Dv. Pampas	Longitud: 11,00 km	Curvatura: 65,00 °/km
	Ancho: 5,00 m	



Fuente: HDM-4

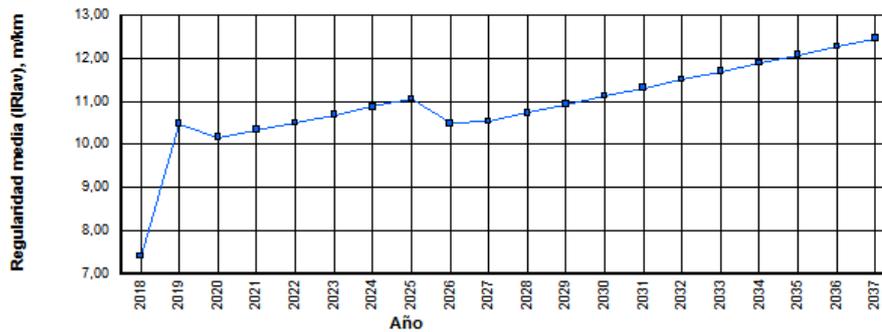
GRÁFICO 10:ESTADO ANUAL DE LA CARRETERA

HDM-4 Gráficos de Estado Anual de la Carretera (pavimentos b

Detalles del tramo:

ID: TI	Tipo de carretera: Terciaria o local	Rampa + Pendiente: 12,00 m/km
Descripción: Tramo I: Pucara - Pazos	Longitud: 15,00 km	Curvatura: 75,00 °/km
Alternativa: TS Bicapa	Ancho: 4,20 m	

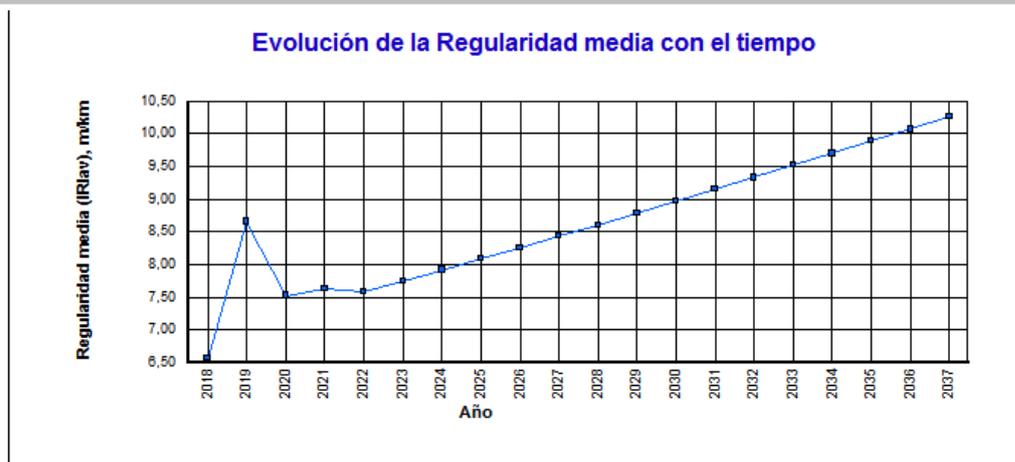
Evolución de la Regularidad media con el tiempo



Fuente: HDM-4

GRÁFICO 11: ESTADO ANUAL DE LA CARRETERA PAVIMENTO -TRAMO II

Detalles del tramo:		
ID: TII	Tipo de carretera: Terciaria o local	Rampa + Pendiente: 18,00 m/km
Descripción: Tramo II: Pazos - Dv. Pampas	Longitud: 11,30 km	Curvatura: 85,00 %/km
Alternativa: TS Slurry Seal	Ancho: 5,00 m	



Fuente: HDM-4

Del gráfico 7 al gráfico 11 podemos observar el comportamiento del Índice de Rugosidad Internacional IRI, para todas las intervenciones posibles y para los tramos I y II.

3.4.1.3 Flujo de Coste

TABLA 16: RELACIONES BENEFICIOS COSTE -TRAMO I.

HDM - 4
HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Relaciones Beneficio Coste

Nombre del estudio: Periódico Pucara - Dv. Pampas

Fecha de ejecución: 03-07-2018

Moneda: US Dollar (millones)

Tasa de descuento: 8,00%.

Tramo: Tramo I: Pucara - Pazos

Alternativa	Valor actual de los costos totales de la administración (RAC)	Valor actual de los costos 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/CAP (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
Alternativa Base	3.541	1.140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
TS Bicapa	0.283	0.000	-3.258	-0.157	0.000	3.101	10.958	zero cost	No Solution
Perfilado	2.657	0.000	-0.884	-0.157	0.000	0.727	0.273	zero cost	No Solution
Construcción MAC	4.757	2.586	1.216	2.925	0.000	1.709	0.359	0.661	24.7 (3)

El número entre paréntesis es el número de soluciones de la TIR en el rango -90 a +900

Fuente: HDM-4

TABLA 17:RELACIONES BENEFICIOS COSTE -TRAMO II.

H D M - 4 Relaciones Beneficio Coste

Tramo: Tramo II: Pazos -Dv. Pampas

Alternativa	Valor actual de los costes totales de la administración (RA C)	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/RA C)	Ratio VAN/Coste (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
Alternativa Base	0.621	0.621	0.000	0.000	0.000	0.000	0,000	0,000	0,000
TS Slurry Seal	2.623	0.621	2.002	3.788	0.000	1.786	0,681	2,875	71,3 (1)
Perfilado	0.235	0.000	-0.386	3.540	0.000	3.926	16,681	zero cost	No Solution
Construccion MAC	3.583	1.948	2.962	4.701	0.000	1.739	0,485	0,883	22,0 (2)

El numero entre parentesis es el numero de soluciones de la TIR en el rango -90 a +900

Fuente: HDM-4

La alternativa más factible para el tramo I, es realizar un mantenimiento periódico aplicando el tratamiento superficial bicapa, ya que nos ofrece una mayor rentabilidad y para el tramo II la mejor opción es una conservación periódica consistente en la colocación del Slurry Seal, puesto que nos ofrece un VAN y un TIR rentable.

3. 5 Ensayos de Materiales

Los Ensayos de Mecánica de Suelos fueron realizados en el “Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto” de la Dirección Regional de Transportes y Telecomunicaciones – Junín.

El Ensayo de Lavado Asfáltico más granulometría se llevó a cabo en el “Laboratorio de ensayos de materiales” de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Federico Villareal – Lima.

La finalidad de estos ensayos es determinar los parámetros de calidad de acuerdo a la normativa vigente.

3.5.1. Resistencia al Desgaste por Abrasión

Este ensayo se ha realizado empleando la Máquina de los Ángeles, con una carga abrasiva de 12 esferas, aplicando el método “A”

TABLA 18:DATOS DE RESISTENCIA AL DESGASTE.

IDENTIFICACIÓN	MATERIAL GRANULAR
Gradación	A
Peso Inicial (gr)	5000
Peso Mat./Ret. en la N° 12 (gr)	2586
Peso Mat. pasa malla N° 12 (gr)	2414
Porcentaje Desgaste (%)	48.28

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los requisitos de calidad del Manual de Carreteras EG-2013 exige el Desgaste los Ángeles un 50 % Max, lo cual si se está cumpliendo.

El certificado del ensayo se encuentra en el Anexo 10.

3.5.2. C.B.R. Valor Relativo de Soporte

El objeto es determinar un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos:

TABLA 19: RESULTADOS DE C.B.R

RESULTADO DE C.B.R.	
M.D.S. (gr/cm ³)	2.26
O.C.H. (%)	5.10
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)*	47.38
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	35.00
Carga Patrón	1355

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los requisitos de calidad del Manual de Carreteras EG-2013, exige valor del CBR* 40% como mínimo, lo cual nuestro material afirmado SI está cumpliendo.

El certificado del ensayo se encuentra en el Anexo 11.

3.5.3 PROCTOR MODIFICADO ASTM (D-1557)

El objetivo es establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada, determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los Suelos.

TABLA 20: RESULTADOS DE ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO.

RESULTADOS DE ENSAYO			
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	2.260	Optimo contenido de humedad (%)	5.1

Fuente: Elaboración Propia.

El certificado del ensayo se encuentra en el Anexo 12

3.5.4 ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

Mediante el presente ensayo se puede distribuir por tamaños de partículas de una muestra, empleando una serie de tamices. Determinado porcentaje de grava, arena y finos.

A continuación, se detalla la identificación y caracterización física del suelo:

TABLA 21: IDENTIFICACION Y CARACTERÍSTICAS FÍSICA DEL SUELO.

DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SUELO					
Grava (%)	62.2	Arena (%)	19.5	Finos (%)	18.3
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO					
Clasificación Sucs	GM	Clasificación Aashto	A-1-b (0)		
DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO					
Peso Total (gr)	3500.0		100.0%		

Fuente: Elaboración Propia.

Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el material granular corresponde al símbolo GM, recibe el nombre típico de "Gravas limosas, mezclas grava-arena-arcilla.

El certificado del ensayo se encuentra en el Anexo 13

3.5.5 LÍMITES DE ATTERBERG

Mediante este ensayo se determinará el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad en concordancia con el MTC E-110, del Manual Ensayo de Materiales.

TABLA 22: RESULTADOS DE ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (%)	18.30	LÍMITE PLÁSTICO (%)	15.91	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	2.40
--------------------	-------	---------------------	-------	---------------------------	------

Fuente: Certificado –Laboratorio MTC - Provias.

De acuerdo a los requisitos de calidad del Manual de Carreteras EG-2013, exige un Límite Líquido 35 % máximo y un Índice de Plasticidad entre 2% a 9%.

El Límite Líquido de nuestro material granular si está cumpliendo. En cambio, nuestro Índice de Plasticidad se encuentra fuera de los parámetros de calidad, ante ellos, es factible combinar nuestro material granular con otra cantera que contenga un mayor porcentaje de Índice de Plasticidad.

El certificado del ensayo se encuentra en el Anexo 14.

Con respecto a los requisitos de calidad en concordancia a las especificaciones técnica del EG-2013 del MTC, se establece lo siguiente:

TABLA 23: RESULTADOS DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYOS	REQUISITOS DE CALIDAD	VALORES DE LOS ENSAYOS	OBSERVACIÓN
Desgaste Los Ángeles	50 % max. (MTC E 207)	48.28 %	Si Cumple
Límite Líquido	35 % max. (MTC E 110)	18.30 %	Si Cumple
Índice de Plasticidad	4 - 9 % (MTC E 111)	2.4 %	No Cumple
Límites De Atterberg	40 % min. (MTC E 132)	47.38 %	Si Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

En el caso del ensayo de Índice de Plasticidad se recomienda combinar el material afirmado con una cantera que tenga mayor índice de plasticidad.

3.5.6 Lavado Asfáltico y granulometría

El objeto del ensayo es determinar el porcentaje del cemento asfáltico y determinar la granulometría de los agregados (gruesos y finos) recuperados de las mezclas asfálticas, utilizando los tamices. Para el cumplimiento, de acuerdo con los requerimientos de las especificaciones técnicas.

MUESTRA 1:

TABLA 24: ENSAYO DE LAVADO ASFALTICO – MUESTRA N°01.

PERDIDA POR LAVADO	
DESCRIPCIÓN	VALOR
PESO INICIAL SECO SIN LAVAR (gr)	833.2
PESO FINAL SECO Y LAVADO (gr)	762.1
PESO DEL ASFALTO (gr)	71.1
CEMENTO ASFALTICO (%)	8.5

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 25: CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS -MUESTRA N°01

CARÁCTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS	
TAMAÑO MÁXIMO	3/8"
TAMAÑO NOMINAL	#4
GRAVA (%)	14.9
ARENA (%)	73.6
FINOS (%)	11.6

Fuente: Elaboración Propia.

El certificado del ensayo se encuentra en el Anexo 15.

MUESTRA N° 2:

TABLA 26: ENSAYO DE LAVADO ASFALTICO -MUESTRA N°02

PERDIDA POR LAVADO	
DESCRIPCIÓN	VALOR
PESO INICIAL SECO SIN LAVAR (gr)	822.6

PESO FINAL SECO Y LAVADO (gr)	751.2
PESO DEL ASFALTO (gr)	71.4
CEMENTO ASFALTICO (%)	8.7

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 27: CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS – MUESTRA N°02.

CARÁCTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS	
TAMAÑO MÁXIMO	3/8"
TAMAÑO NOMINAL	#4
GRAVA (%)	16.0
ARENA (%)	74.0
FINOS (%)	10.0

Fuente: Elaboración Propia.

El certificado del ensayo se encuentra en el Anexo 16.

3.6 Datos Climáticos

Se ha recolectado información de datos climáticos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de la Dirección Regional de Junín.

Los datos siguientes son de la Estación CO – ACOSTAMBO:

Temperatura Media (°C)

TABLA 28: TEMPERATURA MEDIA (°C)

Temperatura Media							
TRAMO	Ubicación	Enero 2017	Febrero 2017	Marzo 2017	Abril 2017	Mayo 2017	Junio 2017
1 y 2	Pucará – Dv. Pampas	8.9	10.00	9.1	8.8	8.2	7.2
Temperatura Media							
TRAMO	Ubicación	Julio 2017	Agosto 2017	Septiembre 2017	Octubre 2017	Noviembre 2017	Diciembre 2017
1 y 2	Pucará – Dv. Pampas	6.4	7.6	8.8	9.0	9.7	9.2

Fuente: Elaboración propia

Precipitación total mensual (mm)

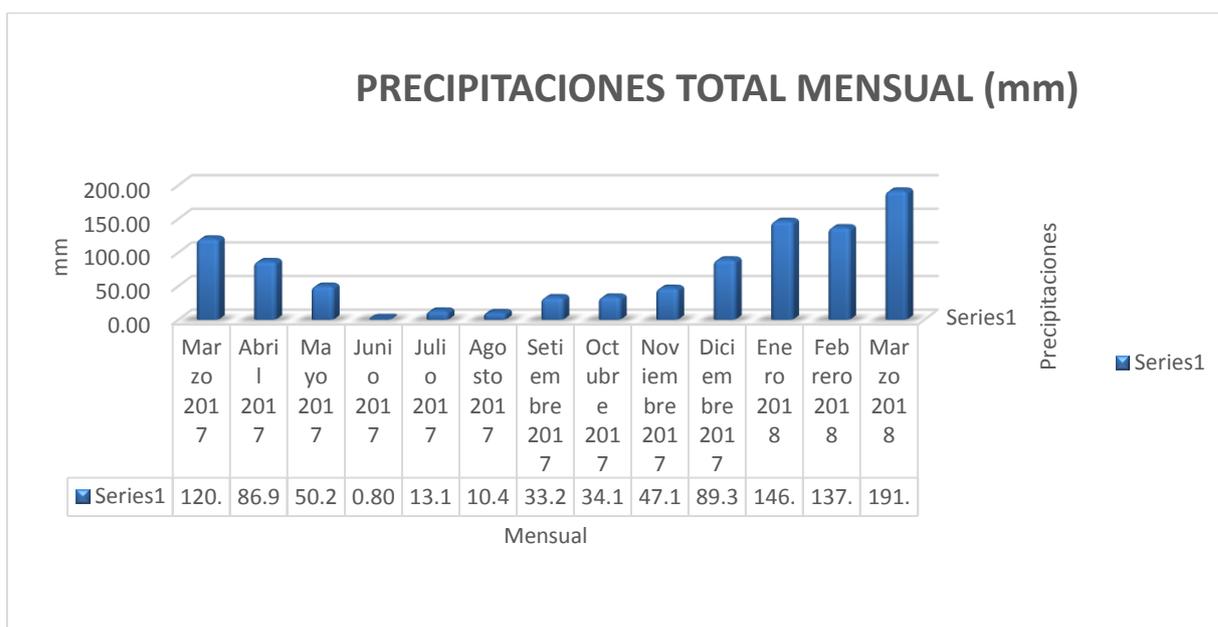
TABLA 29:PRECIPITACIONES.

Precipitaciones							
TRAMO	Ubicación	Marzo 2017	Abril 2017	Mayo 2017	Junio 2017	Julio 2017	Agosto 2017
1 y 2	Pucará – Dv.Pazos	120.40	86.90	50.20	0.80	13.10	10.40

Precipitaciones								
TRAMO	Ubicación	Set 2017	Octubre 2017	Noviembre 2017	Diciembre 2017	Enero 2018	Febrero 2018	Marzo 2018
1 y 2	Pucará – Dv.Pazos	33.20	34.10	47.10	89.30	146.70	137.20	191.80

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 12:PRECIPITACIONES TOTAL MENSUAL.



Media Mensual de Humedad Relativa

TABLA 30:MEDIA MENSUAL DE HUMEDAD RELATIVA.

Media Mensual de Humedad Relativa								
TRAMO	Ubicación	Enero 2017	Febrero 2017	Marzo 2017	Mayo 2017	Junio 2017	Julio 2017	Agosto 2017
1 y 2	Pucará –	83	78	81	85	83	77	70

Media Mensual de Humedad Relativa								
TRAMO	Ubicación	Set 2017	Octubre 2017	Noviembre 2017	Diciembre 2017	Enero 2018	Febrero 2018	Marzo 2018
1 y 2	Pucarás - Dv.Pazos	73	72	73	76	81	81	85

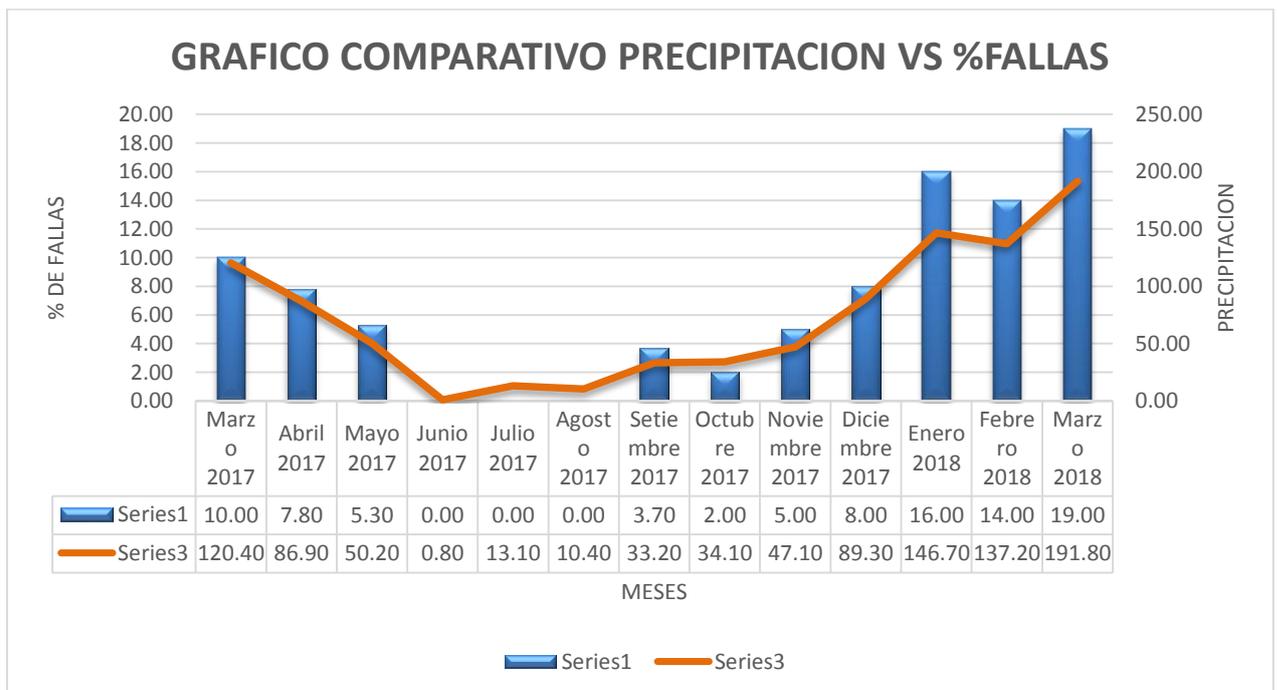
Fuente: Elaboración propia.

4. APLICACIÓN DE METODOS DE ANALISIS

4.1 Explicar la influencia de las precipitaciones pluviales en la vida útil del pavimento de la carretera: Pucarás km 13+542 al D.v Pampas km 39+842.

Se verifico los datos meteorológicos proporcionados por senamhi desde Marzo del 2017 hasta Marzo del 2018, en el cual verificamos que en el mes de Enero a marzo se presentó mayor influencia de precipitaciones pluviales en el cual realizamos un gráfico comparativo con el porcentaje de fallas.

GRÁFICO 13:COMPARATIVO PRECIPITACIÓN VS %FALLAS



4.2 Analizar la serviciabilidad del pavimento de la carretera: Pucará km 13+542 al D.v Pampas km 39 +842

Para evaluar la serviciabilidad del pavimento en afirmado se realizó el ensayo de índice de rugosidad internacional desde mayo del 2017 a mayo 2018, aplicando la fórmula establecida según Aashto.

TABLA 31: IRI PROMEDIO - CALIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD

MENSUAL	IRI Promedio	MENSUAL	PSI	CALIFICACION DE SERVICIABILIDAD
JUNIO 2017	5.35	JUNIO 2017	1.89	MALA
JULIO	0.49	JULIO	4.57	MUY BUENA
AGOSTO	3.41	AGOSTO	2.69	REGULAR
SEPTIEMBRE	4.32	SEPTIEMBRE	2.28	REGULAR
OCTUBRE	4.06	OCTUBRE	2.39	REGULAR
NOVIEMBRE	3.69	NOVIEMBRE	2.56	REGULAR
DICIEMBRE	2.12	DICIEMBRE	3.04	BUENA
ENERO	5.71	ENERO	1.77	MALA
FEBRERO	4.84	FEBRERO	2.07	REGULAR
MARZO	5.2	MARZO	1.94	MALA
ABRIL	4.91	ABRIL	2.05	REGULAR
MAYO	5.9	MAYO	1.71	MALA

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 14: CALIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD.

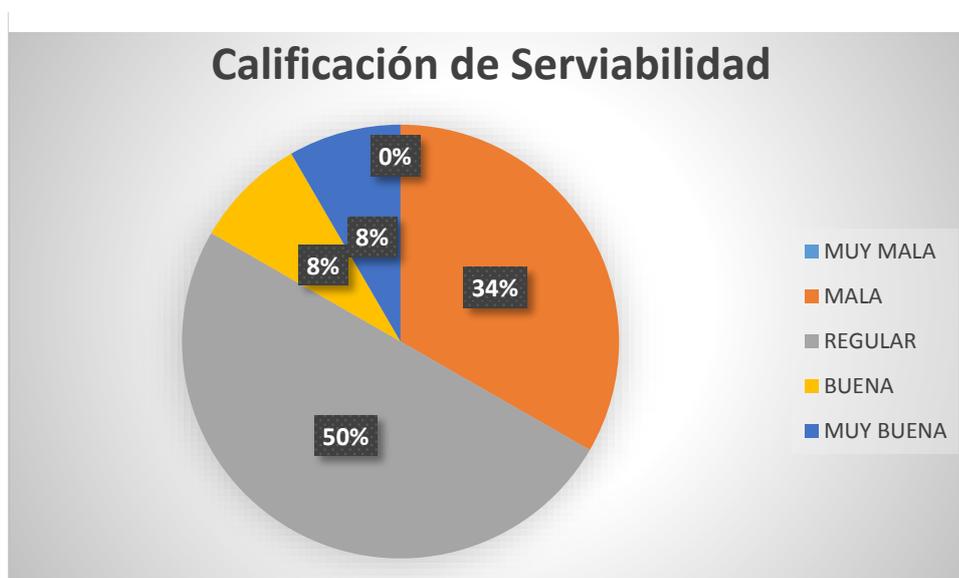
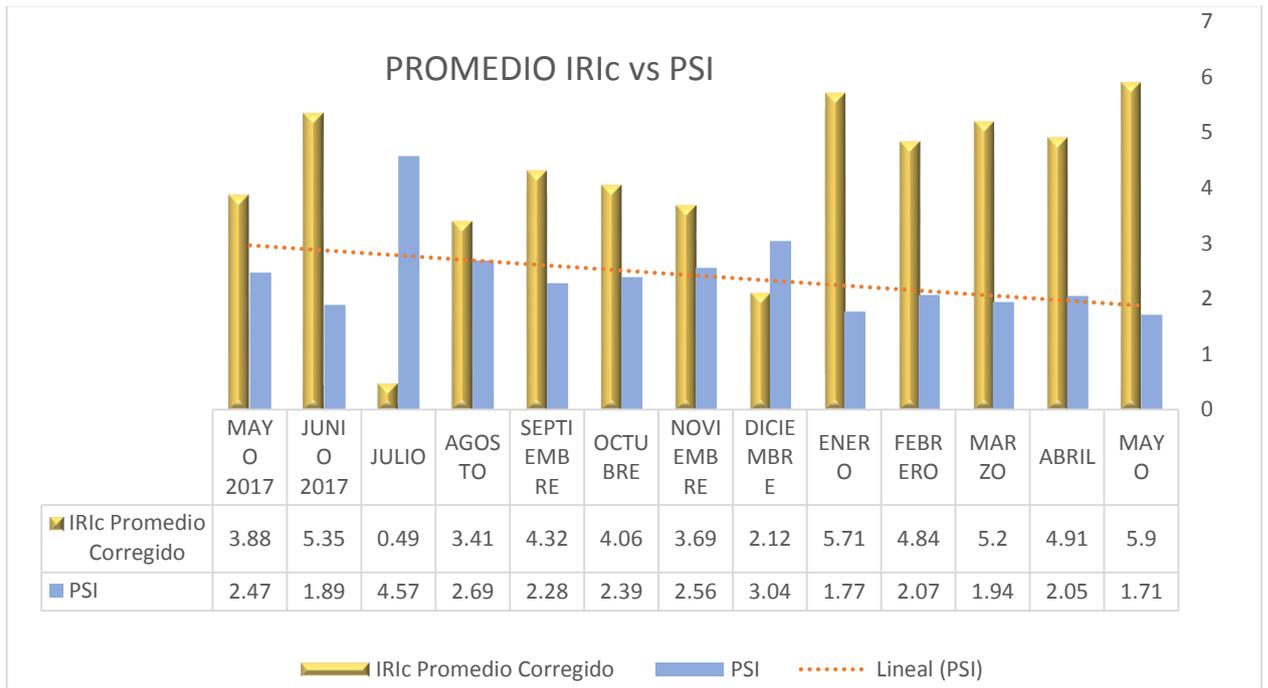


GRÁFICO 16: PROMEDIO IRIC-PSI



Con el PSI se verifica la medición de la condición del pavimento en lo cual nos da una percepción del confort al manejar sobre ciertas condiciones, de acuerdo a las evaluaciones realizadas nos presenta una condición de serviciabilidad del 50 % regular, con un 33% de condición malo entre los meses enero a mayo.

IV.DISCUSIONES

Primera discusión:

En el estudio que realizó Alejos y Cribillero, 2017 muestra la importancia de la aplicación del software HDM-4 en la gestión de estrategias para el mantenimiento de carreteras; con la finalidad de lograr una adecuada planificación y programación de la conservación, el mantenimiento adecuado y preservación oportuna de los pavimentos, considerando valores relevantes como el VAN, el TIR rentable y un IRI adecuado durante el periodo de análisis; comparando con nuestros parámetros consideramos el IMDA y análisis de las características mecánicas del material afirmado para poder aplicar un mantenimiento periódico son valores importantes cuyo objetivo permite mejorar la vida útil de la carretera.

Segunda discusión:

De acuerdo a la investigación realizada por Ramos (2014) menciona los posibles deterioros que tendrá una carretera, sea por envejecimiento natural, crecimiento del tránsito vehicular, de carga o de algún agente externo que ponga en riesgo la vida útil de la carretera y donde la vía presenta un gran deterioro, amerita realizar trabajos de mejoramientos, a comparación de la información recolectada en la presente tesis se obtuvo resultados tales como las precipitaciones pluviales es uno de los principales deterioros de la vía, debido a que en los niveles de servicio refleja que los meses de mayor lluvia presenta una carretera con mayor cantidad de defectos no admitidos, la flota vehicular, la deficiencia de las obras de arte, la falta de mantenimiento también deterioran un corredor vial.

Tercera discusión:

Según Montoya, (2013) relata el análisis del IRI en un proyecto de una vía asfaltada del tramo Puente Ricardo Palma – La Oroya con un total de 136 kilómetros evaluados con un IRI promedio de 2.50 m/km, 29.41 % se encuentran por encima del umbral admisible = 2m/km en vías asfaltadas, presenta valores a partir del cual se propone un mecanismo para la determinación de tolerancias en el control de la rugosidad media deslizante establecido en el contrato de las concesiones viales, establece el parámetro que influye más en el valor del IRI es la

curvatura horizontal. Comparando nuestro resultado, hemos analizado dos tramos de una vía a nivel de afirmado, la primera de Pucará – Pazos con una longitud de 15 km, IRI promedio 5.26, IRI Característico = 6.3 con un calificativo de serviciabilidad Mala, el segundo Tramo es de Pazos – Dv. Pampas, con una longitud de 11.3 km, IRI promedio 4.43 IRI Característico = 5.1 con un calificativo de serviciabilidad Regular. Para el confort de los usuarios de la vía es conveniente analizar el IRI característico con la finalidad de elegir la intervención de conservación periódica correcta.

Cuarta discusión:

De acuerdo a la investigación realizada por Escalante, Garay y Herrera (2014) cuyo objetivo es realizar un modelo de deterioro y un mantenimiento del tramo 7-B: Lislique-Anamorós de la carretera longitudinal del norte, empleando el software HDM-4, nos menciona que la modernización de la gestión de pavimentos es algo inminente y las herramientas computacionales son cada vez más empleadas debido a la tecnología que se utiliza para dichos procesos, siendo beneficiadas las inversiones públicas y es un gran aporte para mejorar los niveles de servicios en nuestra red vial minimizando el tiempo para la toma de decisiones, este concepto toma correlación con la presente tesis en que las herramientas computacionales agiliza la toma de decisiones en elegir la mejor alternativa, elegir el estándar de conservación y de mejora, de cumplir con los parámetros de tiempo, costo y calidad, lo cual conlleva a una mejor gestión de la conservación vial enfocado el el mantenimiento de las Carreteras

V.CONCLUSIONES

Primera conclusión:

En cuanto a los resultados obtenidos mediante el software HDM-4, nos ha brindado la mejor alternativa de Conservación Periódica, aquellas que nos permitirá optimizar la vida útil del pavimento. Para el Tramo I la mejor opción es el Tratamiento Superficial Bicapa con que nos ofrece un Valor Actual Neto de 3.101 y para el Tramo II es el Tratamiento Superficial Slurry Seal con una rentabilidad de Valor Actual Neto igual a 1.786 y una Tasa Interna de Retorno igual a 71.3%. A través de la herramienta HDM-4 se determina en un futuro la intervención óptima para obtener la rentabilidad y evitar el deterioro.

Segunda conclusión:

Se determino que las precipitaciones pluviales es uno de los factores relevantes que influye en el deterioro de vía, principalmente de las carreteras que se encuentran a nivel de afirmado, los meses de mayor perjuicio fueron los de enero, febrero, marzo 2018 con precipitaciones mayores de 100 mm y los meses de menor incidencia fueron junio, julio y agosto 2017 donde las precipitaciones estaban por debajo de los 20 mm. En la planilla de relevamiento por niveles de servicio se reflejó mayor incidencia de porcentaje de deterioro en la calzada en los meses de enero a marzo 2018 debido a las máximas precipitaciones. Y el factor de drenaje por tener valores cualitativos incide de manera insuficiente en la vida útil del pavimento de la carretera.

Tercera Conclusión:

Se concluye que tras realizar la medición del Índice de Rugosidad Internacional IRI, se ha analizado la variación de la superficie del pavimento en la cual se registraron un IRI adecuado en los meses de julio y Agosto 2017 presentando IRI menores a 5m/km, sin embargo en los meses de Enero a Mayo 2018 se han registrado IRI mayores a 5m/km, la relación del rugosidad y serviciabilidad guardan una relación inversamente proporcional, podemos concluir al tener mayor IRI, nuestra calificación de Serviciabilidad está próximo a ser Muy Mala.

Cuarta Conclusión:

El software HDM-4 es una herramienta factible, en la gestión de la conservación vial, ya que nos permite planificar, elegir la mejor intervención dentro de los estándares de conservación y mejora, pronosticar el IMDA y modelar el deterioro, con la finalidad de buscar la mejor combinación donde nos permita conseguir resultados como mayor rentabilidad y preservar la vida útil de la carretera.

VI. RECOMENDACIONES

Primera recomendación:

Se recomienda fomentar el uso del software HDM-4 en las obras viales, ya que es una herramienta muy útil que ayuda en la toma de decisiones al momento de elegir la mejor alternativa de intervención aquella que sea rentable y que cumpla con los parámetros de tiempo, calidad y costo.

Segunda recomendación:

Con respecto al ingreso de datos al programa HDM-4, se recomienda tener cuidado con la información ingresada, ya que datos errados pueden ocasionar alternativas de conservación y modelo de deterioro alejados de la realidad. En cuanto a las unidades de medida realizar la conversión correspondiente. El HDM-4, es un software que requiere actualizaciones, necesita ser corrido cada vez que aumente el IMDA, cambio de clima y cuando varían las características técnicas de la carretera, para que los resultados guarden congruencia con la realidad.

Tercera recomendación:

Se recomienda considerar para el diseño del pavimento las condiciones climáticas tales como precipitaciones que es uno de los factores relevantes que influyen en el deterioro de vía.

Cuarta recomendación

Se recomienda analizar emplear el IRI característico para el cálculo de la serviciabilidad de la carretera, teniendo mayor énfasis en las carreteras que se encuentran a nivel de afirmado.

Quinta recomendación

Se recomienda utilizar las nuevas versiones del software HDM-4, ya que la nueva versión trae opciones donde los valores pasan expresarse de manera cualitativa a valores cuantitativos lo cual influye en el análisis y los resultados.

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

- **ALEJOS, Yoel y CRIBILLERO, Edson.** Aplicación del software HDM-4 en la gestión de estrategias para el mantenimiento de la carretera Santa-Tamborreal. Nuevo Chimbote : s.n., 2017.
- **APARICIO Mijares, Francisco.** Fundamentos de hidrología de superficie. México D.F. : Limusa S.A., 1992. 968-18-3014-8.
- **BERNAL Torres, César.** Metodología de la investigación. 2 Ed. Naucalpan : Person Educación, 2006. 970-26-0645-4.
- **BORJA, Manuel.** Metodología de la investigación para ingenieros. Chiclayo : s.n., 2012.
- **BRIONES Paublich, Héctor.** Institucionalidad para la gestión del mantenimiento vial: Caso Chileno. Santiago de Chile : s.n., 2014.
- **CÁRDENAS Grisales, James.** Diseño Geométrico de Carreteras. Lima : Editora Macro EIRL, 2015.
- **CESPEDES Abanto, Jose.** Los Pavimentos en las vías terrestres: Calles, Carreteras y Aeropistas. Cajamarca : UNC, 2002.
- **CHEREQUE Morán, Wendor.** Hidrología: para estudiantes de ingeniería civil. Lima : Pontificia universidad Católica del Perú, 1989.
- **CORBETTA, Piergiorgio.** Metodología y técnicas de investigación social. Madrid : McGraw-Hill, 2007. 978-84-481-5610-7.
- **ESCALANTE, David, GARAY, René y HERRERA, Ernesto.** Desarrollo de un modelo de deterioro y Mantenimiento del tramo 7-b: Lislique-Anamorós de la Carretera longitudinal del norte, utilizando el software Hdm-4. Ciudad Universitaria : s.n., 2014.
- **ARIAS Odon, Fidias.** El proyecto de investigación. Caracas : 6 Ed, 2012. 980-07-8529-9.
- **HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar.** Metodología de la investigación. México : McGrawHill, 2010.
- **HURTADO de Barrera, Jacqueline.** Metodología de la investigación. 5 Ed. Caracas : Ciea-Sypal, 2010. 978-980-6306-66-0.
- **MINISTERIO de Economía y Finanzas.** Pautas metodológicas para el uso y aplicación del HDM-4. Lince : Servicios Gráficos JMD S.R.L., 2015.
- **MINISTERIO de Salud.** Pan de Comunicaciones: Temporada de Lluvias "Todos prevenidos en la temporada de lluvias". 2012.
- **MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones.** Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013. s.l. : Megabyte, 2013.

- **MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones.** Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial. 2014.
- **MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones.** Manual de Ensayos de Materiales. 2016.
- **MONTEJO, Alfonso.** Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. Bogotá : Agora Editores, 2002.
- **MONTOYA Goicochea, Jorge.** Análisis del IRI para un proyecto de carretera sinuosa concesionada en el Perú. Lima : s.n., 2013.
- **RAMOS Casiano, Miguel.** Experiencias y actividades en los servicios de gestión y Conservación por niveles de servicio de una carretera en el Perú. Lima : s.n., 2014.
- **RODRIGUEZ Moguel, Ernesto.** Metodologuía de la investigación. Tabasco : Universidad Juárez. Autónoma de Tabasco, 2005. págs. 26-27. 968-5748-66-7.
- **VILLÓN Béjar, Máximo.** Hidrología. [ed.] 2 Ed. Cartago : Villón, 2002.
- **ZERPA, Gustavo.** Plan de mantenimiento correctivo general de la carretera El Progreso ubicada en el Municipio El Hatillo de Caracas. Caracas : s.n., 2012.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA								
TÍTULO: “Mantenimiento Periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842”								
AUTOR: Yeltsin Alehit Sandoval Rivera								
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES					
<p>Problema principal: ¿De qué manera el mantenimiento periódico usando el HDM-4 permitirá mejorar la vida útil del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuáles fueron las causas principales del deterioro del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842? - ¿De qué manera el mantenimiento periódico mejorara la serviciabilidad de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842? - ¿Existirán herramientas computacionales para apoyar la toma de decisiones relacionadas con la gestión de la conservación de pavimentos para la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842? 	<p>Objetivo general: Analizar el mantenimiento periódico usando el HDM-4 para mejorar la vida útil del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicar la influencia de las precipitaciones pluviales en la vida útil del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842 - Analizar la Serviciabilidad usando el Rugosímetro III en la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842 - Implementar la herramienta HDM-4 en la gestión de conservación vial para la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842 	<p>Hipótesis general: Sí se aplica el mantenimiento periódico usando el HDM-4 se mejorará la vida útil del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842</p> <p>Hipótesis específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La precipitación pluvial es una causa principal del deterioro del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842 - El mantenimiento periódico mejorara la serviciabilidad del pavimento de la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842 - La herramienta HDM-4 permitirá una mejor gestión de la conservación vial para la Carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842 	Variable Independiente: Mantenimiento Periódico					
			Dimensiones	Indicadores	Ítems	Niveles		
			Mejoramiento de plataforma	- Análisis Mecánico por Tamizado - CBR de suelos - Abrasión Los Ángeles	No aplica	ORDINAL		
			Tratamientos superficiales (Slurry Seal)	- Lavado asfáltico - Granulometría	No aplica			
			Variable Dependiente: Vida Útil del Pavimento		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Niveles
			Deterioro de la Carretera	- Precipitación - índice Medio Diario Anual (IMDA) - Composición Vehicular	No aplica	ORDINAL		
			Condición del Pavimento	- Planilla de relevamiento por niveles de servicio - Características Técnicas de la Carretera	No aplica			
			Serviciabilidad del Pavimento	- Índice de Rugosidad Internacional (IRI) - Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)	No aplica			

Anexo 2: Validación de Instrumento de Investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y Nombre del validador: Dr. Mg. PABLO BARRANTES RAUL ANTONIO

1.2. Especialidad del validador: INGENIERO CIVIL

1.3. Registro CIP N° 51304

1.4. Nombre del instrumento: FICHA DE OBSERVACION

1.5. Título de la investigación: "Mantenimiento Periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará Km. 13+542 al Dv. Pampas Km. 39+842"

1.6. Autor del instrumento: Sandoval Rivera, Yelsón Alehi

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CATEGORÍA	INDICADORES	Puntaje 80-100%	Registra 71-80%	Suma 61-70%	Mejor 50-60%	Puntaje 40-50%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				80%	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				80%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					85%
4. Organización	Existe una organización lógica.					85%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80%	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				80%	
7. Consistencia	Basados en aspectos teórico-científicos.				80%	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				80%	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				80%	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85%
Puntaje Promedio = 80,33%						

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMES O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

Primera Variable: Mantenimiento Periódico

DIMENSIONES	INDICADORES	SUFICIENTE	MEJORA AVANCE OBSERVABLE	INSUFICIENTE
Mejoramiento de Plataforma	CBR de suelos	✓		
	Abrasión Los Angeles	✓		
Tratamientos superficiales (Slurry Seal y Bicapas)	Lavado anfófico	✓		
	Resistencias de Mezclas Bituminosas	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

Segunda variable: Vida útil del Pavimento

DIMENSIONES	INDICADORES	SUFICIENTE	MEJORA AVANCE OBSERVABLE	INSUFICIENTE
Deterioro de la Carretera	Encalmado	✓		
	Deslizamientos de taludes	✓		
	Clima, Precipitación y Abitud	✓		
Condición del Pavimento	Índice de condición del pavimento (PCI)	✓		
	Niveles de Servicio	✓		
Serviciabilidad del Pavimento	Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	✓		
	Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

IV. FORMATOS PARA UTILIZAR

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 81,50 % V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha:


 Firma del informante:
 DNI N° 97324 Teléfono N° 995143312

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombre del validador: Dr. Ing. Paola Patricia Santos R
 1.2. Especialidad del validador: ING. CIVIL
 1.3. Registro CP N°: 51630
 1.4. Nombre del instrumento: ENSAYOS
 1.5. Título de la investigación: "Mantenimiento Periódico en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera Pucallpa Km. 13+542 al Dr. Pampa Km. 39+842"
 1.6. Autor del instrumento: Sánchez Rivera, Yulian Albi

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

VALIDACIÓN	INDICADORES	COMPROMISO	INDICADOR	INDICADOR	INDICADOR	INDICADOR	INDICADOR	INDICADOR
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.							90
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.							94
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.							94
4. Organización	Existe una organización lógica.							90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.							94
6. Intencionalidad	Adecuada para evaluar aspectos de los constructos.							94
7. Consistencia	Basado en aspectos teórico-científicos.							90
8. Coherencia	Entre los ítems, indicadores y dimensiones.							90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.							90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.							94

PAOLA PATRICIA SANTOS RIVERA
 INGENIERA CIVIL
 CP 51630

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMES O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

Primera Variable: Mantenimiento Periódico

Ítem	Indicador	Indicador	Indicador	Indicador
Mejoramiento de Plataforma	CBR de suelos	✓		
	Abrasion Los Angeles	✓		
Tratamientos superficiales (Sherry Seal y Slurra)	Lavado aniónico	✓		
	Revestimientos de Mezclas bituminosas	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

Segunda variable: Vida útil del Pavimento

Ítem	Indicador	Indicador	Indicador	Indicador
Deterioro de la Carretera	Encalaminado	✓		
	Deficiencias de taludes	✓		
Condición del Pavimento	Índice de condición del pavimento (PCI)	✓		
	Niveles de Servicio	✓		
Serviciabilidad del Pavimento	Índice de Disponibilidad Internacional (IDI)	✓		
	Índice de Serviciabilidad Presente (SPI)	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

IV. FORMATOS PARA UTILIZAR

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 92 % Y OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- (X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha:

SANTOS RIVERA PAOLA PATRICIA
 INGENIERA CIVIL
 CP 51630

Firma del experto informante.

DNI. N° 7894602 Teléfono N° _____

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. MARIA ALEJANDRO LUIS ELLERRE
- 1.2. Especialidad del validador: INGENIERO CIVIL
- 1.3. Registro CIP N°: 42185
- 1.4. Nombre del instrumento: Índice de Vida Útil del Pavimento
- 1.5. Título de la investigación: "Mantenimiento Periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera. Pacará Km. 13+542 al Dv. Pampas Km. 39+842"
- 1.6. Autor del instrumento: Sandoval Rivera, Yelbín Alechí

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiencia (0-50%)	Objetivo (51-80%)	Suficiente (81-90%)	Buena (91-95%)	Muy Buena (96-100%)
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				75	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				75	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				70	
4. Organización	Existe una organización lógica.				75	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				70	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				75	
7. Consistencia	Basados en aspectos teorico-científicos.				70	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				75	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				75	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				70	

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMES O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

Primera Variable: Mantenimiento Periódico

ÍTEMES	INDICADORES	SUFICIENTE	BUENA	MUY BUENA
Mejoramiento de Plataformas	CBR de suelos	✓		
	Abrasión Los Ángeles	✓		
Tratamientos superficiales (Starry Seal y Bicapa)	Lavado asfáltico	✓		
	Resistencias de Mezclas bituminosas	✓		

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

Segunda variable: Vida Útil del Pavimento

ÍTEMES	INDICADORES	SUFICIENTE	BUENA	MUY BUENA
Deterioro de la Carretera	Empalmado	✓		
	Deslizamientos de taludes	✓		
Condición del Pavimento	Clima, Precipitación y Altitud	✓		
	Índice de condición del pavimento (PCI)	✓		
Serviciabilidad del Pavimento	Nivel de Servicio	✓		
	Índice de Seguridad Internacional (ISI)	✓		
	Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)	✓		

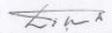
La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

IV. FORMATOS PARA UTILIZAR

 IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 74,00 %; V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- (x) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha:


 Firma del experto informante.
 DNI N° 07812155, Teléfono N° 95665507

Anexo 3: Formato de Clasificación vehicular



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA														ESTACION			
SENTIDO		E ←						S →						CODIGO DE LA ESTACION			
UBICACIÓN														DIA Y FECHA			
DIA		1															

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	E																					
01-02	E																					
02-03	E																					
03-04	E																					
04-05	E																					
05-06	E																					
06-07	E																					
07-08	E																					
08-09	E																					
09-10	E																					
10-11	E																					
11-12	E																					
12-13	E																					
13-14	E																					
14-15	E																					
15-16	E																					
16-17	E																					
17-18	E																					
18-19	E																					
19-20	E																					
20-21	E																					
21-22	E																					
22-23	E																					
23-24	E																					
PARCIAL:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ENCUESTADOR:		JEFE DE BRIGADA:												ING. RESPONS.:				SUPERV. MTC:				

Anexo 4: Formato de Encuesta origen y destino de pasajeros



FORMATO N° 03

FORMATO ENCUESTA ORIGEN Y DESTINO DE PASAJEROS ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION	
UBICACION		CODIGO DE LA ESTACION	
SENTIDO		DIA Y FECHA	

Hora	Placa de Rodaje	Tipo de Vehiculo	Marca	Modelo	Año	Combustible	Nº Asientos	Nº Pasajeros	Origen			Destino			Motivo de Viaje			
									Lugar	Prov.	Dpto	Lugar	Prov.	Dpto	T	P	E	S
									Lugar			Lugar			T	P	E	S
									Prov.			Prov.						
									Dpto			Dpto						
									Lugar			Lugar			T	P	E	S
									Prov.			Prov.						
									Dpto			Dpto						
									Lugar			Lugar			T	P	E	S
									Prov.			Prov.						
									Dpto			Dpto						
									Lugar			Lugar			T	P	E	S
									Prov.			Prov.						
									Dpto			Dpto						
									Lugar			Lugar			T	P	E	S
									Prov.			Prov.						
									Dpto			Dpto						
									Lugar			Lugar			T	P	E	S
									Prov.			Prov.						
									Dpto			Dpto						
									Lugar			Lugar			T	P	E	S
									Prov.			Prov.						
									Dpto			Dpto						
									Lugar			Lugar			T	P	E	S
									Prov.			Prov.						
									Dpto			Dpto						

AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO		BUS	
AUTO	AUTO	PICK UP	PANEL	RURAL	MICRO	BUS	BUS
		CR	CR	CR			

Marca	
Toyota	M01
Mitsubishi	M05
Nissan	M06
Mercedez	M08
Volvo	M11
Otro	Especificar

Motivo de Viaje	
T	Trabajo, comercio
P	Turismo, paseos, excursiones
E	Estudio, seminario, congreso
S	Salud, enfermedad

ENCUESTADOR : _____
 JEFE DE BRIGADA : _____
 ING. RESPONSABLE : _____

Anexo 5: Planilla de relevamiento por niveles de servicio del Tramo I (Pucará – Pazos)

PLANILLA DE RELEVAMIENTO DE NIVELES DE SERVICIO

PROYECTO : "Mantenimiento Periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842"
 TRAMO : Pucará - Pazos (km. 13+54 - km. 28+542)
 RUTA : PE - 3SC

EVALUACION DE NIVELES DE SERVICIO	ASPECTO INSPECCIONADO	INDICADOR	TOLERANCIA	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10										NUMERO DE FALLAS	% DE FALLAS			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
MARZO 2017	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm	X													6	10
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm					X										
		Baches	0%		X						X							
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado					X										
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal											X				
ABRIL 2017	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm	X	X												5	8
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm			X				X						X		
		Baches	0%				X											
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado															
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal															
MAYO 2017	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm														3	5
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm		X													
		Baches	0%			X						X						
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado															
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal															
JUNIO 2017	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm														0	0
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm															
		Baches	0%															
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado															
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal															
JULIO 2017	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm														0	0
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm															
		Baches	0%															
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado															
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal															
AGOSTO 2017	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm														0	0
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm															
		Baches	0%															
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado															
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal															
SETIEMBRE 2017	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm														2	3
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm								X							
		Baches	0%		X													
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado															
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal															
OCTUBRE 2017	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm														1	2
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm				X											
		Baches	0%															
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado															
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal															
NOVIEMBRE 2017	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm														3	5
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm				X								X			
		Baches	0%									X						
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado															
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal															
DICIEMBRE 2017	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm														5	8
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm		X					X					X			
		Baches	0%			X					X							
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado															
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal															
ENERO 2018	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm	X	X												10	17
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm					X		X		X			X			
		Baches	0%								X							
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado															
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal	X														
FEBRERO 2018	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm														8	13
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm	X		X		X		X		X		X				
		Baches	0%															
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado															
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal			X						X						
MARZO 2018	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm														11	18
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm							X		X		X	X			
		Baches	0%	X		X					X	X		X	X			
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado															
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal					X				X						

Anexo 5: Planilla de relevamiento por niveles de servicio del Tramo II (Pazos - Dv. Pampas)

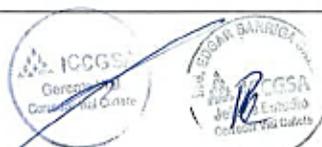
PLANILLA DE REVELAMIENTO POR NIVELES DE SERVICIO

PROYECTO : "Mantenimiento Periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842"
 TRAMO : Pazos - Dv. Pampas (km. 28+542 - km. 39+842)
 RUTA : PE - 35C

EVALUACION DE NIVELES DE SERVICIO	ASPECTO INSPECCIONADO	INDICADOR	TOLERANCIA	NIVELES DE SERVICIO										NUMERO DE FALLAS	% DE FALLAS					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
MARZO 2017	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm	X													7	12		
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm					X												
		Baches	0%		X					X	X									
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado					X												
ABRIL 2017	Calzada	Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal													X	8	13		
		Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm	X	X															
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm			X			X	X										
		Baches	0%																	
MAYO 2017	Calzada	Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado														3	5		
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal																	
		Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm		X															
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm			X														
JUNIO 2017	Calzada	Baches	0%														0			
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado																	
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal																	
		Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm																	
JULIO 2017	Calzada	Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm														1	2		
		Baches	0%							X										
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado																	
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal																	
AGOSTO 2017	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm														0			
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm																	
		Baches	0%																	
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado																	
SEPTIEMBRE 2017	Calzada	Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal														2	3		
		Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm									X								
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm																	
		Baches	0%	X																
OCTUBRE 2017	Calzada	Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado														2	3		
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal																	
		Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm			X														
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm				X			X										
NOVIEMBRE 2017	Calzada	Baches	0%														3	5		
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado																	
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal																	
		Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm				X					X								
DICIEMBRE 2017	Calzada	Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm		X												4	7		
		Baches	0%			X														
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado																	
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal																	
ENERO 2018	Calzada	Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm														9	15		
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm		X					X		X	X							
		Baches	0%				X													
		Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado								X									
FEBRERO 2018	Calzada	Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal	X													7	12		
		Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm																	
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm		X	X			X	X					X					
		Baches	0%																	
MARZO 2018	Calzada	Encalaminado	5% de area maxima con encalaminado														10	17		
		Cruce de agua y Lodazal	0% area maxima con cruces de agua y con lodazal																	
		Deformacion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm																	
		Erosion	5% de area maxima con deformacion mayor a 50 mm	X	X				X	X	X			X	X					

Anexo 6: Análisis de los precios unitarios

Análisis de precios unitarios							000096
Presupuesto	0403028	SERVICIO DE GESTIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - Dv. YAUYES - RONCHAS - CHUPACA - HUANCAYO - Dv. PAMPAS				Fecha presupuesto	31/03/2015
Subpresupuesto	003	TRAMO VIII: PUCARÁ -PAZOS (KM 312+780 - 327+920)					
Partida	02.03	PERFILADO DE SUPERFICIE CON APOORTE DE MATERIAL (E= 0.10 M)					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2		8.86	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0053	22.10	0.12	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0213	13.48	0.29	
						0.41	
Equipos							
0337010011	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.41	0.02	
950101020107	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROP. 101-135 HP 10-12 TON	hm	1.0000	0.0053	149.14	0.79	
950101020108	MOTONIVELADORA DE 145-150HP	hm	1.0000	0.0053	202.39	1.07	
						1.88	
Subpartidas							
930101905042	SUMINISTRO DE AGUA EN OBRA	m3		0.0120	37.53	0.45	
930101905092	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR	m3		0.1280	21.45	2.75	
930101906837	MATERIAL GRANULAR	m3		0.1070	31.54	3.37	
						6.57	
Partida	02.04	TERRAPLENES					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 545.0000	EQ. 545.0000	Costo unitario directo por : m3		70.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	0.0500	0.0007	13.48	0.01	
						0.01	
Equipos							
950101020102	TRACTOR SOBRE CRUGAS DE 190 - 240 HP	hm	0.7500	0.0110	344.89	3.79	
950101020107	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROP. 101-135 HP 10-12 TON	hm	1.0000	0.0147	149.14	2.19	
950101020108	MOTONIVELADORA DE 145-150HP	hm	1.0000	0.0147	202.39	2.98	
						8.96	
Subpartidas							
930101905042	SUMINISTRO DE AGUA EN OBRA	m3		0.1000	37.53	3.75	
930101905092	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR	m3		1.2000	21.45	25.74	
930101906837	MATERIAL GRANULAR	m3		1.0000	31.54	31.54	
						61.03	
Partida	02.05	MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADA CON EMULSION ASFALTICA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m3		184.67	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0320	22.10	0.71	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.1280	13.48	1.73	
						2.44	
Equipos							
0337010011	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.44	0.12	
950101020107	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROP. 101-135 HP 10-12 TON	hm	1.0000	0.0320	149.14	4.77	
950101020108	MOTONIVELADORA DE 145-150HP	hm	1.0000	0.0320	202.39	6.49	
						11.37	
Subpartidas							
930101901314	ESTABILIZACION CON EMULSION ASFALTICA	m3		1.0000	107.50	107.50	
930101905042	SUMINISTRO DE AGUA EN OBRA	m3		0.1200	37.53	4.50	
930101905092	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR	m3		1.0000	21.45	21.45	
930101906837	MATERIAL GRANULAR	m3		1.1850	31.54	37.41	
						170.86	



ING. KARLA FERRANDO DEL MAR LEON
Esp. en Medidas, Costos y Presupuesto
CIP: 180767

ING. FREDY FERRANDO DEL MAR LEON
Esp. en Medidas, Costos y Presupuesto
CIP: 155501

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0403028 SERVICIO DE GESTIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - Dv. YAUYES - RONCHAS - CHUPACA - HUANCAYO - Dv. PAMPAS
 Subpresupuesto 003 TRAMO VII: PUCARÁ - PAZOS (KM 312+760) - 327+926) Fecha presupuesto 31/03/2015

Partida 02.06 IMPRIMACION ASFALTICA
 Rendimiento m2/DIA MO. 4,000.0000 EQ. 4,000.0000 Costo unitario directo por : m2 2.49

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0010	22.10	0.02
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0060	13.48	0.08
Materiales						
0213050003	EMULSION ASFALTICA	gln		0.1825	9.43	1.72
Equipos						
0337010011	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.10	0.01
950101020104	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP, 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0020	214.90	0.43
950101020115	CAMION IMPRIMIDOR 6X2, 175-210 HP, 2000 GLNS	hm	1.0000	0.0020	112.64	0.23
0.67						

Partida 02.07 CARPETA ASFALTICA EN FRIO e= 0.05 M. (EN CURVAS CERRADAS)
 Rendimiento m2/DIA MO. 1,200.0000 EQ. 1,200.0000 Costo unitario directo por : m2 35.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0067	22.10	0.15
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.0133	17.00	0.23
0147010004	PEON	hh	5.0000	0.0333	13.48	0.45
0.83						
Equipos						
0337010011	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.83	0.04
950101020116	RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOP. 111-130 HP, 9-11 TON	hm	1.0000	0.0067	130.08	0.87
950101020117	RODILLO NEUMATICO AUTOP. 135 HP, 9-20 TON	hm	1.0000	0.0067	193.10	1.29
2.20						
Subpartidas						
930101901244	PREPARACION DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIO	m3		0.0540	528.00	28.51
930101905090	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIO	m3		0.0700	49.41	3.46
31.97						

Partida 02.08 TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA
 Rendimiento m2/DIA MO. 3,000.0000 EQ. 3,000.0000 Costo unitario directo por : m2 14.52

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.
Subpartidas						
930101901229	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA. PRIMERA CAPA	m2		1.0000	8.86	8.86
930101901230	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA. SEGUNDA CAPA	m2		1.0000	5.66	5.66
14.52						

Partida 03.01 COLOCACION DE ALCANTARILLAS TMC DE Ø 36"
 Rendimiento und/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : und 17,500.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.
Subpartidas						
900405050103	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2		40.8000	58.08	2,369.66
930101900258	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3		48.2594	23.63	1,140.37
930101900261	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3		23.6676	128.19	2,969.14
930101902118	CONCRETO CLASE E (fc=175 Kg/cm2)	m3		16.2160	458.14	7,429.20
930101905583	TUBERIA METALICA CORRUGADA Ø = 0.90 m	m		5.5000	366.11	2,123.81
930101907658	ELIMINACION DE PASIVOS AMBIENTALES	m3		48.2600	15.28	737.41
940101030257	REVESTIMIENTO DE PIEDRA EMBOQUILLADA	m3		2.0500	269.07	590.54
940101907002	CAMA DE ARENA	m3		0.8202	146.39	120.07
17,500.00						



ING. KAROL HERNANDEZ
 Esp. en Metro

ING. FREDY EMERSON CASTRO DIAZ
 Esp. en Medidos, Cuentos y Presupuesto
 CIP: 11801

Análisis de precios unitarios

000094

Presupuesto 0403028 SERVICIO DE GESTIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - Dv. YAUYOS - RONCHAS - CHUPACA - HUANCAYO - Dv. PAMPAS
 Subpresupuesto 003 TRAMO VIII: PUCARÁ -PAZOS (KM 312+780 - 327+920) Fecha presupuesto 31/03/2015
 Partida 03.02 PERFILADO DE CUNETAS NO REVESTIDAS

Rendimiento	m ² /DIA	MO. 315.0000	EQ. 315.0000	Costo unitario directo por : m			1.06
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
0147010004	PEON Mano de Obra	hh	3.0000	0.0762	13.48	1.03	
0337010011	HERRAMIENTAS MANUALES Equipos	%MO		3.0000	1.03	0.03	

Partida 03.03 MJROS DE MAMPOSTERIA

Rendimiento	m ³ /DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : m3			202.82
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
900405050103	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO Subpartidas	m ²		0.5000	58.08	29.04	
930101900258	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m ³		0.4500	23.63	10.63	
930101902125	CONCRETO f _c =140 Kg/cm ² + 70% P.M.	m ³		0.3004	230.42	69.22	
930101907658	ELIMINACION DE PASIVOS AMBIENTALES	m ³		0.4500	15.28	6.88	
940101030119	TRANSPORTE DE PIEDRA MEDIANA	m ³		0.7000	84.52	59.16	
940101030127	PIEDRA SELECCIONADA	m ³		0.6031	46.24	27.89	
						202.82	

Partida 04.01 COLOCACION DE SEÑALES PREVENTIVAS (Inc. tubo de 3")

Rendimiento	und/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : und			481.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
0202940054	TUBO DE ACERO 3" Materiales	m		3.2677	37.39	122.18	
0239100049	PANEL DE SEÑAL PREVENTIVA 0.75 X 0.75 M. (INC. PERNOS, TUERCAS Y ARANDELAS)	und		1.0000	174.08	174.08	
930101903106	COLOCACION DE SEÑAL PREVENT/REGLAMENT. Subpartidas	und		1.0000	119.01	119.01	
940101907107	INSTALACION DE SOPORTE DE SEÑALES	und		0.5000	132.25	66.13	
						185.14	

Partida 04.02 COLOCACION DE SEÑALES REGLAMENTARIAS (Inc. tubo de 3")

Rendimiento	und/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : und			501.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
0202940054	TUBO DE ACERO 3" Materiales	m		3.2676	37.39	122.18	
0239100050	PANEL DE SEÑAL REGLAMENTARIA 0.50 X 0.80 M. (INC.PERNOS, TUERCAS Y ARANDELAS)	und		1.0000	194.08	194.08	
930101903106	COLOCACION DE SEÑAL PREVENT/REGLAMENT. Subpartidas	und		1.0000	119.01	119.01	
940101907107	INSTALACION DE SOPORTE DE SEÑALES	und		0.5000	132.25	66.13	
						185.14	



ING. KAROL HERNANDEZ DEL MAR LEON
 Esp. en Metros, Costos y Presupuesto
 CIP. 183747

ING. FREDY ERIC CASTRO DIAZ
 Esp. en Metros, Costos y Presupuesto
 CIP. 155501

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0403028 SERVICIO DE GESTIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DE LA CARRETERA CANETE - LUNAHUANA - Dv. YAUYOS - RONCHAS - CHUPACA - HUANCAYO - Dv. PAMPAS
 Subpresupuesto 004 TRAMO IX: PAZOS - Dv. PAMPAS (KM 327+920 - 339+054) Fecha Presupuesto 31/03/2015
 Parida 02.07 IMPRINACION ASFALTICA

Rendimiento	m2/DIA	MO. 4,000.0000	EQ. 4,000.0000	Costo unitario directo por : m2			2.49
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0010	22.10	0.02	
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0060	13.48	0.08	
Materiales							
0213050003	EMULSION ASFALTICA	gln		0.1825	9.43	1.72	
Equipos							
0337010011	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.10	0.01	
950101020104	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP, 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0020	214.90	0.43	
950101020115	CAMION IMPRIMDOR 6X2, 178-210 HP, 2000 GLNS	hm	1.0000	0.0020	112.64	0.23	
Subpartidas							
						0.67	

Parida 02.08 CARPETA ASFALTICA EN FRIO e= 0.05 M. (EN CURVAS CERRADAS)

Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2			35.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0067	22.10	0.15	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.0133	17.00	0.23	
0147010004	PEON	hh	5.0000	0.0333	13.48	0.45	
Equipos							
0337010011	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.83	0.04	
950101020116	RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOP. 111-130 HP, 9-11 TON	hm	1.0000	0.0067	130.05	0.87	
950101020117	RODILLO NEUMATICO AUTOP. 135 HP, 9-20 TON	hm	1.0000	0.0067	193.10	1.29	
Subpartidas							
930101901244	PREPARACION DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIO	m3		0.0540	528.00	28.51	
930101905090	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIO	m3		0.0700	49.41	3.46	
31.97							

Parida 02.09 MORTERO ASFALTICO SLURRY SEAL E= 1 CM. CON POLIMEROS

Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,950.0000	EQ. 2,950.0000	Costo unitario directo por : m2			11.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0027	22.10	0.06	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.0064	17.00	0.09	
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	0.0081	14.97	0.12	
0147010004	PEON	hh	10.0000	0.0271	13.48	0.37	
Materiales							
0213050002	EMULSION ASFALTICA CON POLIMERO	gln		0.6100	10.13	6.18	
0221010003	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bs		0.0020	24.72	0.06	
Equipos							
0337010011	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.64	0.03	
950101020109	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3.0 Y3	hm	1.0000	0.0027	230.08	0.62	
950101020157	BARREDORA MECANICA	hm	1.0000	0.0027	73.78	0.20	
950101020158	ESPARCIDORA DE MICROPAVIMENTOS	hm	1.0000	0.0027	395.11	1.07	
Subpartidas							
930101905042	SUMINISTRO DE AGUA EN OBRA	m3		0.0023	37.53	0.09	
930101905085	TRANSPORTE DE ARENA PARA SLURRY	m3		0.0125	80.04	1.00	
930101907000	ARENA PARA SLURRY	m3		0.0100	147.65	1.48	
2.57							



ING. KARLOS HERRERA DEL PIAR LEÓN
 Exp. en Metrados, Costos y Presupuesto
 CIP. 150747

ING. ANDRÉS EMILSON CASTRO TRAZ
 Exp. en Metrados, Costos y Presupuesto
 CIP. 150501

Anexo 7: Resumen del análisis económico.

HDM - 4 Resumen del análisis económico

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: Periodico Pucara - Dv. Pampas

Fecha ejecución: 03-07-2018

Este informe muestra los beneficios económicos totales usando:

Moneda: US Dollar (millones).

Tasa de descuento: 8.00%.

Modo de Analisis: Por Tramo

Tramo: Tramo I: Pucara - Pazos
Alternativa: Construccion MAC vs Alternativa Base

	Incremento en costes de la Administración			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes de tiempo de viaje de TM	Ahorros en costes de viaje y de operacion de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exogenos neto	Beneficio Economico Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	1,79	-0,50	0,00	5,78	0,47	0,00	0,00	0,00	4,96
Descontados	1,45	-0,23	0,00	2,71	0,21	0,00	0,00	0,00	1,71

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRE) = 24,7% (No. de soluciones = 3)

Tramo: Tramo II: Pazos - Dv. Pampas
Alternativa: Construccion MAC vs Alternativa Base

	Incremento en costes de la Administración			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes de tiempo de viaje de TM	Ahorros en costes de viaje y de operacion de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exogenos neto	Beneficio Economico Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	1,60	3,37	0,00	9,58	1,04	0,00	0,00	0,00	5,64
Descontados	1,33	1,64	0,00	4,25	0,45	0,00	0,00	0,00	1,74

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRE) = 22,0% (No. de soluciones = 2)

Tramo: Tramo I: Pucara - Pazos
Alternativa: Perfilado vs Alternativa Base

	Incremento en costes de la Administración			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes de tiempo de viaje de TM	Ahorros en costes de viaje y de operacion de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exogenos neto	Beneficio Economico Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	-1,23	0,28	0,00	-0,43	-0,12	0,00	0,00	0,00	0,40
Descontados	-1,14	0,26	0,00	-0,11	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,73

Sin solucion TIR

Tramo: Tramo II: Pazos - Dv. Pampas
Alternativa: Perfilado vs Alternativa Base

	Incremento en costes de la Administración			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes de tiempo de viaje de TM	Ahorros en costes de viaje y de operacion de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exogenos neto	Beneficio Economico Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	-0,67	0,44	0,00	7,16	0,83	0,00	0,00	0,00	8,22
Descontados	-0,62	0,24	0,00	3,18	0,37	0,00	0,00	0,00	3,93

Sin solucion TIR

HDM - 4 Resumen del análisis económico

Tramo: Tramo I: Pucara - Pazos
Alternativa: TS Bicapa vs Alternativa Base

	Incremento en costes de la Administración			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes de tiempo de viaje de TM	Ahorros en costes de viaje y de operacion de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exogenos neto	Beneficio Economico Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	-1,23	-4,42	0,00	-0,43	-0,12	0,00	0,00	0,00	5,10
Descontados	-1,14	-2,12	0,00	-0,11	-0,05	0,00	0,00	0,00	3,10

Sin solucion TIR

Tramo: Tramo II: Pazos - Dv. Pampas
Alternativa: TS Slurry Seal vs Alternativa Base

	Incremento en costes de la Administración			Ahorros en VOC de TM	Ahorros en costes de tiempo de viaje de TM	Ahorros en costes de viaje y de operacion de TNM	Reducción en costes de accidentes	Beneficios exogenos neto	Beneficio Economico Neto (VAN)
	Capital	Recurrente	Especial						
Sin descontar	0,00	3,96	0,00	7,53	0,94	0,00	0,00	0,00	4,51
Descontados	0,00	2,00	0,00	3,37	0,42	0,00	0,00	0,00	1,79

Tasa Interna de Retorno Economica (TIRE) = 71,3% (No. de soluciones = 1)

ANEXO 8: Resultados de rugosidad del Tramo I (Pucará - Pazos)

RESULTADOS DE ENSAYOS DE RUGOSIDAD (DATOS TOMADOS CON RUGOSÍMETRO III)						
PROYECTO : "Mantenimiento Periódico Inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842"						
TRAMO : Pucará - Pazos			FECHA : 26/04/2018			
Progresiva Inicial	Progresiva Final	Coordenadas Geográficas			IRI Promedio @ 100m (m/km)	Eventos
		Latitud	Longitud	Altitud		
13+542	13+600	-12.17483	-75.14764	3405		TRÁNSITO LENTO
13+600	13+700	-12.17554	-75.14816	3412	7.8	
13+700	13+800	-12.17624	-75.14874	3418	4.3	
13+800	13+900	-12.17654	-75.14851	3424	5.0	
13+900	14+000	-12.17598	-75.14789	3428	5.3	
14+000	14+100	-12.17613	-75.14697	3432	5.4	
14+100	14+200	-12.17671	-75.14631	3438	6.5	
14+200	14+300	-12.17735	-75.14569	3445	4.2	
14+300	14+400	-12.17725	-75.14481	3451		TRABAJO EN LA VIA
14+400	14+500	-12.17782	-75.14416	3451		TRABAJO EN LA VIA
14+500	14+600	-12.17849	-75.14359	3474		TRABAJO EN LA VIA
14+600	14+700	-12.17878	-75.14274	3486		TRABAJO EN LA VIA
14+700	14+800	-12.17930	-75.14202	3494		TRABAJO EN LA VIA
14+800	14+900	-12.18001	-75.14146	3504		TRABAJO EN LA VIA
14+900	15+000	-12.18074	-75.14096	3515		TRABAJO EN LA VIA
15+000	15+100	-12.18161	-75.14105	3522		TRABAJO EN LA VIA
15+100	15+200	-12.18249	-75.14123	3531		TRABAJO EN LA VIA
15+200	15+300	-12.18326	-75.14081	3541		TRABAJO EN LA VIA
15+300	15+400	-12.18371	-75.14006	3550		TRABAJO EN LA VIA
15+400	15+500	-12.18410	-75.13928	3559		TRABAJO EN LA VIA
15+500	15+600	-12.18482	-75.13874	3568		TRABAJO EN LA VIA
15+600	15+700	-12.18555	-75.13822	3577		TRABAJO EN LA VIA
15+700	15+800	-12.18633	-75.13778	3586	4.4	
15+800	15+900	-12.18713	-75.13736	3594	4.6	
15+900	16+000	-12.18790	-75.13691	3602	4.9	
16+000	16+100	-12.18856	-75.13632	3610	4.9	
16+100	16+200	-12.18928	-75.13577	3618	3.5	
16+200	16+300	-12.19002	-75.13527	3627	3.7	
16+300	16+400	-12.19081	-75.13485	3635	5.0	
16+400	16+500	-12.19169	-75.13465	3642	4.8	
16+500	16+600	-12.19125	-75.13510	3644		TRÁNSITO LENTO
16+600	16+700	-12.19051	-75.13564	3648	4.1	
16+700	16+800	-12.18985	-75.13627	3653	4.5	
16+800	16+900	-12.19031	-75.13606	3657	4.2	
16+900	17+000	-12.19119	-75.13586	3659	5.8	
17+000	17+100	-12.19207	-75.13565	3665	4.4	
17+100	17+200	-12.19293	-75.13537	3674	5.7	
17+200	17+300	-12.19368	-75.13485	3681	5.0	
17+300	17+400	-12.19447	-75.13441	3686		CONSTRUCCIÓN ALCANTARILLA
17+400	17+500	-12.19530	-75.13407	3692	4.0	
17+500	17+600	-12.19608	-75.13365	3698	7.5	
17+600	17+700	-12.19693	-75.13344	3703	4.9	
17+700	17+800	-12.19767	-75.13293	3709	3.8	
17+800	17+900	-12.19838	-75.13236	3713	4.2	
17+900	18+000	-12.19892	-75.13163	3717	3.7	
18+000	18+100	-12.19954	-75.13099	3722	6.3	
18+100	18+200	-12.20030	-75.13051	3728	4.6	
18+200	18+300	-12.20095	-75.12990	3735		TRÁNSITO LENTO
18+300	18+400	-12.20145	-75.12918	3740	5.8	
18+400	18+500	-12.20212	-75.12856	3748	8.1	
18+500	18+600	-12.20286	-75.12806	3756		
18+600	18+700	-12.20363	-75.12757	3762	9.3	
18+700	18+800	-12.20449	-75.12697	3766	7.3	
18+800	18+900	-12.20520	-75.12643	3771	5.6	
18+900	19+000	-12.20607	-75.12622	3775	3.9	
19+000	19+100	-12.20692	-75.12590	3779	4.0	
19+100	19+200	-12.20763	-75.12538	3785	6.2	
19+200	19+300	-12.20821	-75.12469	3790	5.8	

RESULTADOS DE ENSAYOS DE RUGOSIDAD (DATOS TOMADOS CON RUGOSIMETRO III)						
PROYECTO : "Mantenimiento Periódico Inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13-542 al Dv. Pampas km 39-842"						
TRAMO : Pucará - Pazos		FECHA : 26/04/2018				
Progresiva	Progresiva	Coordenadas Geográficas			IRI Promedio	Eventos
19+300	19+400	-12.20897	-75.12420	3795	6.3	
19+400	19+500	-12.20969	-75.12365	3800	6.8	
19+500	19+600	-12.21034	-75.12305	3806	6.5	
19+600	19+700	-12.21122	-75.12310	3813	10.3	
19+700	19+800	-12.21170	-75.12235	3819	7.7	
19+800	19+900	-12.21250	-75.12207	3826		
19+900	20+000	-12.21332	-75.12181	3832	4.6	
20+000	20+100	-12.21402	-75.12124	3837	5.9	
20+100	20+200	-12.21461	-75.12059	3843	6.7	
20+200	20+300	-12.21502	-75.11978	3845	4.6	
20+300	20+400	-12.21551	-75.11902	3850	4.7	
20+400	20+500	-12.21632	-75.11863	3856	5.0	
20+500	20+600	-12.21678	-75.11794	3862		TRÁNSITO LENTO
20+600	20+700	-12.21739	-75.11705	3869	10.3	
20+700	20+800	-12.21779	-75.11624	3874	7.5	
20+800	20+900	-12.21822	-75.11543	3880	10.6	
20+900	21+000	-12.21888	-75.11483	3889		
21+000	21+100	-12.21947	-75.11415	3895	6.8	
21+100	21+200	-12.22033	-75.11398	3899	8.3	
21+200	21+300	-12.22122	-75.11387	3905	5.4	
21+300	21+400	-12.22199	-75.11340	3909	6.4	
21+400	21+500	-12.22283	-75.11315	3913	4.9	
21+500	21+600	-12.22290	-75.11236	3914	9.3	
21+600	21+700	-12.22338	-75.11161	3920	8.0	
21+700	21+800	-12.22384	-75.11085	3922	4.5	
21+800	21+900	-12.22430	-75.11018	3928	4.2	
21+900	22+000	-12.22408	-75.10934	3933	4.4	
22+000	22+100	-12.22450	-75.10853	3934	5.1	
22+100	22+200	-12.22460	-75.10765	3935		TRÁNSITO LENTO
22+200	22+300	-12.22513	-75.10692	3936	4.3	
22+300	22+400	-12.22555	-75.10609	3939	3.0	
22+400	22+500	-12.22610	-75.10540	3936		GIBA
22+500	22+600	-12.22674	-75.10476	3932		GIBA
22+600	22+700	-12.22736	-75.10409	3929		CONSTRUCCIÓN ALCANTARILLA
22+700	22+800	-12.22798	-75.10343	3929	3.3	
22+800	22+900	-12.22859	-75.10275	3932	2.5	
22+900	23+000	-12.22928	-75.10216	3932	2.5	
23+000	23+100	-12.23012	-75.10181	3929	3.3	
23+100	23+200	-12.23089	-75.10133	3927	5.1	
23+200	23+300	-12.23166	-75.10086	3924	4.0	
23+300	23+400	-12.23246	-75.10041	3923	4.6	
23+400	23+500	-12.23328	-75.10004	3926	3.2	
23+500	23+600	-12.23417	-75.10004	3927	2.9	
23+600	23+700	-12.23505	-75.10021	3929	4.3	
23+700	23+800	-12.23532	-75.09934	3930	4.7	
23+800	23+900	-12.23585	-75.09860	3930	4.9	
23+900	24+000	-12.23647	-75.09794	3929	4.1	
24+000	24+100	-12.23718	-75.09737	3928	6.1	
24+100	24+200	-12.23794	-75.09685	3931	3.0	
24+200	24+300	-12.23872	-75.09640	3932	3.6	
24+300	24+400	-12.23959	-75.09626	3932	2.7	
24+400	24+500	-12.23999	-75.09584	3933	3.2	
24+500	24+600	-12.24000	-75.09494	3937	5.5	
24+600	24+700	-12.24049	-75.09417	3938	7.7	
24+700	24+800	-12.24053	-75.09344	3941		CONSTRUCCIÓN ALCANTARILLA
24+800	24+900	-12.24054	-75.09255	3945	9.6	
24+900	25+000	-12.24069	-75.09164	3949		CRUCE DE AGUA
25+000	25+100	-12.24083	-75.09074	3956	9.1	
25+100	25+200	-12.24099	-75.08984	3961	4.6	

RESULTADOS DE ENSAYOS DE RUGOSIDAD (DATOS TOMADOS CON RUGOSÍMETRO III)						
PROYECTO : "Mantenimiento Periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842"						
TRAMO : Pucará - Pazos			FECHA : 26/04/2018			
Progresiva	Progresiva	Coordenadas Geográficas			IRI Promedio	Eventos
25+200	25+300	-12.24160	-75.08921	3955	3.6	
25+300	25+400	-12.24241	-75.08878	3946	2.5	
25+400	25+500	-12.24322	-75.08837	3941	2.4	
25+500	25+600	-12.24405	-75.08800	3936	3.4	
25+600	25+700	-12.24487	-75.08759	3932	3.1	
25+700	25+800	-12.24574	-75.08733	3928	3.9	
25+800	25+900	-12.24651	-75.08697	3924	4.2	
25+900	26+000	-12.24720	-75.08648	3920	3.4	
26+000	26+100	-12.24745	-75.08562	3914	5.3	
26+100	26+200	-12.24789	-75.08494	3908	5.2	
26+200	26+300	-12.24840	-75.08408	3903	3.5	
26+300	26+400	-12.24911	-75.08353	3898	4.4	
26+400	26+500	-12.24947	-75.08277	3895	10.5	
26+500	26+600	-12.25020	-75.08283	3892	3.8	
26+600	26+700	-12.25061	-75.08220	3889	6.1	
26+700	26+800	-12.25060	-75.08131	3885	7.8	
26+800	26+900	-12.25117	-75.08060	3881	3.6	
26+900	27+000	-12.25203	-75.08039	3878	6.1	
27+000	27+100	-12.25242	-75.07960	3874	8.7	
27+100	27+200	-12.25266	-75.07872	3872	5.1	
27+200	27+300	-12.25326	-75.07808	3870	5.3	
27+300	27+400	-12.25359	-75.07722	3867	4.8	
27+400	27+500	-12.25403	-75.07643	3863	3.2	
27+500	27+600	-12.25442	-75.07561	3861	7.7	
27+600	27+700	-12.25509	-75.07501	3857	3.4	
27+700	27+800	-12.25526	-75.07410	3854	4.0	
27+800	27+900	-12.25550	-75.07321	3850	3.9	
27+900	28+000	-12.25586	-75.07240	3844	5.8	
28+000	28+100	-12.25631	-75.07162	3842	5.4	
28+100	28+200	-12.25692	-75.07093	3838	2.9	
28+200	28+300	-12.25766	-75.07124	3832	5.4	
28+300	28+400	-12.25792	-75.07060	3823	5.0	
28+400	28+500	-12.25844	-75.07009	3820		GIBA
28+500	28+542	-12.25879	-75.07027	3817	4.5	

IRI @ 100m: IRI promedio, tramos de 100 metros.

IRI Promedio (m/km)	5.26
IRI Máximo (m/km)	10.60
IRI Mínimo (m/km)	2.38
Desviación Estándar	1.92

$I_c = I_p + t \cdot r$
 I_c : IRI Característico
 I_p : IRI Promedio
 $t=0.524$ Factor de correlación
 (Significa que el 90% del pavimento experimentará una rugosidad igual o menor)
 r : Desviación Estándar

$I_c =$	6.3
---------	-----

ANEXO 9: Resultados de rugosidad del Tramo II (Pazos – Dv. Pampas)

RESULTADOS DE ENSAYOS DE RUGOSIDAD (DATOS TOMADOS CON RUGOSIMETRO III)						
PROYECTO : "Mantenimiento Periódico Inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13-542 al Dv. Pampas km 33-842"						
TRAMO : Pazos - Dv. Pampas			FECHA : 26/04/2018			
Progresiva Inicial	Progresiva Final	Coordenadas Geográficas			IRI Promedio @ 100m (m/km)	Eventos
		Latitud	Longitud	Altitud		
28+542	28+600	-12.25908	-75.07007	3815		
28+600	28+700	-12.25940	-75.06941	3814		PAVIMENTO RIGIDO - PAZOS
28+700	28+800	-12.25972	-75.06854	3813	6.3	PAVIMENTO RIGIDO - PAZOS
28+800	28+900	-12.25996	-75.06757	3809	7.3	
28+900	29+000	-12.26032	-75.06681	3805	7.5	
29+000	29+100	-12.26051	-75.06591	3802	5.8	
29+100	29+200	-12.26071	-75.06502	3798		TRANSITO LENTO
29+200	29+300	-12.26100	-75.06418	3793	4.8	
29+300	29+400	-12.26102	-75.06325	3791	4.0	
29+400	29+500	-12.26093	-75.06239	3790		CRUCE DE AGUA
29+500	29+600	-12.26166	-75.06185	3788		GIBA
29+600	29+700	-12.26240	-75.06130	3787	4.9	
29+700	29+800	-12.26319	-75.06087	3786	2.4	
29+800	29+900	-12.26394	-75.06037	3786	5.2	
29+900	30+000	-12.26454	-75.05970	3789	4.0	
30+000	30+100	-12.26526	-75.05915	3794	6.0	
30+100	30+200	-12.26615	-75.05900	3798	5.1	
30+200	30+300	-12.26681	-75.05849	3801	2.9	
30+300	30+400	-12.26769	-75.05866	3803	5.1	
30+400	30+500	-12.26857	-75.05885	3806	4.4	
30+500	30+600	-12.26946	-75.05893	3810	2.9	
30+600	30+700	-12.27021	-75.05938	3812	3.9	
30+700	30+800	-12.27092	-75.05994	3814	5.9	
30+800	30+900	-12.27180	-75.06010	3818	3.3	
30+900	31+000	-12.27262	-75.06024	3820	4.2	
31+000	31+100	-12.27215	-75.05946	3828	5.2	
31+100	31+200	-12.27136	-75.05902	3834	3.1	
31+200	31+300	-12.27094	-75.05824	3840	4.5	
31+300	31+400	-12.27135	-75.05746	3847	5.9	
31+400	31+500	-12.27200	-75.05688	3855	6.4	
31+500	31+600	-12.27289	-75.05674	3855	4.1	
31+600	31+700	-12.27326	-75.05613	3870	6.6	
31+700	31+800	-12.27319	-75.05521	3877		TRANSITO LENTO
31+800	31+900	-12.27372	-75.05462	3883	4.8	
31+900	32+000	-12.27392	-75.05378	3889	3.3	
32+000	32+100	-12.27436	-75.05304	3898	3.8	
32+100	32+200	-12.27488	-75.05231	3904	4.1	
32+200	32+300	-12.27527	-75.05152	3909	6.0	
32+300	32+400	-12.27507	-75.05053	3914	4.1	
32+400	32+500	-12.27559	-75.04991	3920	4.2	
32+500	32+600	-12.27646	-75.04969	3926	6.2	
32+600	32+700	-12.27703	-75.04900	3930	4.1	
32+700	32+800	-12.27769	-75.04836	3933	6.1	
32+800	32+900	-12.27752	-75.04749	3939	4.1	
32+900	33+000	-12.27776	-75.04661	3945	4.6	
33+000	33+100	-12.27847	-75.04605	3950	4.6	
33+100	33+200	-12.27912	-75.04541	3956	5.4	
33+200	33+300	-12.27937	-75.04463	3961	6.3	
33+300	33+400	-12.27948	-75.04392	3967	5.5	
33+400	33+500	-12.28010	-75.04329	3971	5.0	
33+500	33+600	-12.28082	-75.04357	3972	3.1	
33+600	33+700	-12.28140	-75.04311	3973	3.9	
33+700	33+800	-12.28193	-75.04244	3971	3.3	
33+800	33+900	-12.28268	-75.04190	3972	2.7	
33+900	34+000	-12.28349	-75.04149	3974	4.8	
34+000	34+100	-12.28429	-75.04106	3971	4.3	
34+100	34+200	-12.28478	-75.04081	3968	2.7	
34+200	34+300	-12.28558	-75.04037	3968	2.6	
34+300	34+400	-12.28631	-75.03985	3967	3.4	
34+400	34+500	-12.28711	-75.03942	3963	4.3	
34+500	34+600	-12.28794	-75.03908	3955	5.2	
34+600	34+700	-12.28881	-75.03880	3952	3.4	

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE RUGOSIDAD
(DATOS TOMADOS CON RUGOSÍMETRO III)**

PROYECTO : "Mantenimiento Periódico Inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842"

TRAMO : Pazos - Dv. Pampas

FECHA : 26/04/2018

Progresiva Inicial	Progresiva Final	Coordenadas Geográficas			IRI Promedio @ 100m (m/km)	Eventos
34+700	34+800	-12.28960	-75.03836	3949	4.1	
34+800	34+900	-12.29028	-75.03775	3945	5.9	
34+900	35+000	-12.29096	-75.03715	3942	4.6	
35+000	35+100	-12.29167	-75.03659	3939	3.7	
35+100	35+200	-12.29239	-75.03604	3935	4.7	
35+200	35+300	-12.29318	-75.03557	3930	3.5	
35+300	35+400	-12.29399	-75.03518	3927	3.6	
35+400	35+500	-12.29476	-75.03467	3926	5.1	
35+500	35+600	-12.29554	-75.03421	3924	3.8	
35+600	35+700	-12.29642	-75.03399	3918	3.0	
35+700	35+800	-12.29733	-75.03391	3913	6.9	
35+800	35+900	-12.29819	-75.03365	3907	4.0	
35+900	36+000	-12.29906	-75.03339	3903	5.3	
36+000	36+100	-12.29988	-75.03294	3898	3.6	
36+100	36+200	-12.30064	-75.03251	3896		PAVIMENTO RIGIDO - MULLACA
36+200	36+300	-12.30132	-75.03286	3898		PAVIMENTO RIGIDO - MULLACA
36+300	36+400	-12.30173	-75.03367	3903		PAVIMENTO RIGIDO - MULLACA
36+400	36+500	-12.30173	-75.03458	3905	4.0	
36+500	36+600	-12.30185	-75.03550	3909	4.4	
36+600	36+700	-12.30201	-75.03641	3913	4.5	
36+700	36+800	-12.30202	-75.03733	3915		GIBA
36+800	36+900	-12.30198	-75.03823	3917	5.2	
36+900	37+000	-12.30180	-75.03913	3920	5.9	
37+000	37+100	-12.30135	-75.03992	3923	2.9	
37+100	37+200	-12.30090	-75.04072	3926	1.9	
37+200	37+300	-12.30043	-75.04150	3933		GIBA
37+300	37+400	-12.30022	-75.04220	3937		GIBA
37+400	37+500	-12.29978	-75.04299	3940	4.6	
37+500	37+600	-12.29924	-75.04372	3944	3.6	
37+600	37+700	-12.29862	-75.04438	3948	3.8	
37+700	37+800	-12.29803	-75.04505	3951	2.6	
37+800	37+900	-12.29748	-75.04578	3955	3.2	
37+900	38+000	-12.29703	-75.04648	3959	2.8	
38+000	38+100	-12.29789	-75.04644	3963	4.3	
38+100	38+200	-12.29859	-75.04593	3969	3.9	
38+200	38+300	-12.29943	-75.04567	3976	3.8	
38+300	38+400	-12.30019	-75.04517	3982	3.5	
38+400	38+500	-12.30092	-75.04463	3988	4.2	
38+500	38+600	-12.30162	-75.04406	3994	4.2	
38+600	38+700	-12.30236	-75.04354	4001	4.6	
38+700	38+800	-12.30315	-75.04311	4007	4.5	
38+800	38+900	-12.30375	-75.04267	4015	3.8	
38+900	39+000	-12.30414	-75.04187	4021	5.9	
39+000	39+100	-12.30472	-75.04117	4027	3.0	
39+100	39+200	-12.30529	-75.04047	4034	2.9	
39+200	39+300	-12.30584	-75.03975	4042	4.8	
39+300	39+400	-12.30638	-75.03903	4052	7.3	
39+400	39+500	-12.30699	-75.03837	4063	3.5	
39+500	39+600	-12.30779	-75.03809	4072	3.9	
39+600	39+700	-12.30867	-75.03832	4081	7.2	
39+700	39+800	-12.30945	-75.03874	4088	6.0	
39+800	39+842	-12.31002	-75.03914	4091	2.1	

IRI @ 100m: IRI promedio, tramos de 100 metros.

IRI Promedio (m/km)	4.43
IRI Máximo (m/km)	7.50
IRI Mínimo (m/km)	1.92
Desviación Estándar	1.24

$I_c = I_p + t \cdot r$
 I_c: IRI Característico
 I_p: IRI Promedio
 t=0.524 Factor de correlación
 (Significa que el 90% del pavimento experimentará una rugosidad igual o menor)
 r: Desviación Estándar

$I_c =$	5.1
---------	-----

ANEXO 10: Resistencia al Desgaste por Abrasión



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES - JUNÍN

Nº 003686



REGIÓN JUNÍN
SIERRA Y SELVA
¡DESARROLLO SOSTENIBLE CON IDENTIDAD!

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION
Empleando Máquina de los Angeles
MTC E 207 - C131 - T96

SOLICITA : YELTSIN ALEHIT SANDOVAL RIVERA
 OBRA : " MANTENIMIENTO PERIODICO INICIAL EN LA MEJORA DE VIDA UTIL DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA : PUCARA KM 13+542 AL DV. PAMPASA KM 39+842"
 UBICACIÓN : DIST. PUCARA - PAMPAS - PROV. HUANCAYO - TAYACAJA - REG. JUNIN - HUANCAMELICA
 MATERIAL : GRANULAR
 CANTERA : KM. 39+842 PE. 3 SC ACCESO A 3 KM.

TECNICO : WALM.
 FECHA : 18/05/2018

REGISTRO Nº 003686

IDENTIFICACION	MATERIAL GRANULAR.		
Profundidad	--		
Graduación	A		
Peso Inicial	5000		
Peso Mat./Ret. en la N° 12 gr.	2586		
Peso Mat. pasa Malla N° 12 gr.	2414		
Porcentaje Desgaste (%)	48.28		

NOTA CARGA ABRASIVA DE 12 ESFERAS PARA EL METODO "A"
 RESOLUCIÓN Nº002-98-INDECOPI-CRT: Art. 6.- LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTO O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE.
 NOTA. LA MUESTRA HA SIDO SELECCIONADA Y TRANSPORTADA AL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE A SU RESPONSABILIDAD.



B. ING WILLIAM A. LARA MUNGUÍA
JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE PAVIMENTOS, CONCRETO Y ASFALTO



GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACION
Ing. Hugo Vilcabatán Tadeo
SUB DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA

AV. Antezano Nº 276N Chilca - Huancayo

Teléfono: 064 - 216809

ANEXO 11: C.B.R. Valor Relativo de Soporte



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES - JUNÍN

C.B.R.

VALOR RELATIVO DE SOPORTE

NORMA TÉCNICA : MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T 193

Nº 003687



SIERRA Y SELVA
DESARROLLO SOSTENIBLE CON IDENTIDAD

SOLICITA : YELTSIN ALEHIT SANDOVAL RIVERA.

PROYECTO : * MANTENIMIENTO PERIODICO INICIAL EN LA MEJORA DE VIDA UTIL DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA PUCARA KM 13+542 AL DV. PAMPAS KM 39+842*

UBICACIÓN : DIST. PUCARA - PAMPAS - PROV. HUANGAYO - TAYACAJA - REG. JUNIN - HUANCAMELICA.

MATERIAL : GRANULAR

CANTERA : KM 39+842 PE 3 SC. ACCESO A 3 KM. TAYACAJA.

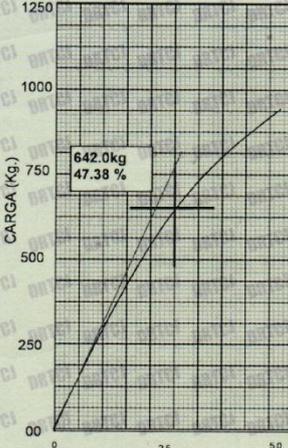
EXPANSION : N.E %

TECNICO: WALM.

FECHA : 18/05/2018

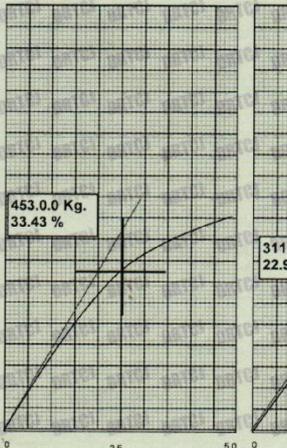
REGISTRO : 003687

(c=58 Golpes 2.26 Kg/cm³)



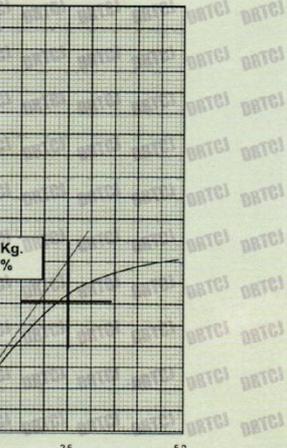
642.0kg
47.38 %

(c=25 Golpes 2.13 Kg/cm³)



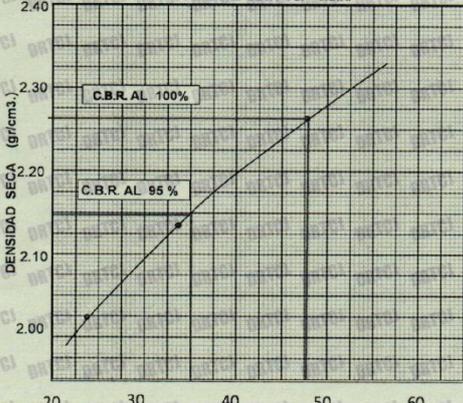
453.0.0 Kg.
33.43 %

(c=10 Golpes 2.025 KG/CM³)



311.0 Kg.
22.95 %

CURVA DENSIDAD SECA VS. C.B.R.



C.B.R. a 2.5 mm de Penetración

RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (gr/cm ³)	2.28
O. C. H. (%)	5.10
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	47.38
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	35.00
CARGA PATRON	1355

MOTA: LA MUESTRA HA SIDO SELECCIONADA POR EL SOLICITANTE A SU RESPONSABILIDAD

RESOLUCION Nº 002-99-INDECOPI-CRT : Art. 6- LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTO O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES JUNÍN

B. ING. WILLIAMS AZARA MUNGUÍA

JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Ing. Hugo Vilcahuaman Tadeo

SUB DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA

AV. Artigas 100 - 276 N. Chilca - Huancayo

Teléfono: 064 - 216809

ANEXO 12: Proctor Modificado



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES JUNÍN

Nº 003688



REGIÓN JUNÍN
SIERRA Y SELVA
DESARROLLO SOSTENIBLE CON IDENTIDAD

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D 1557)

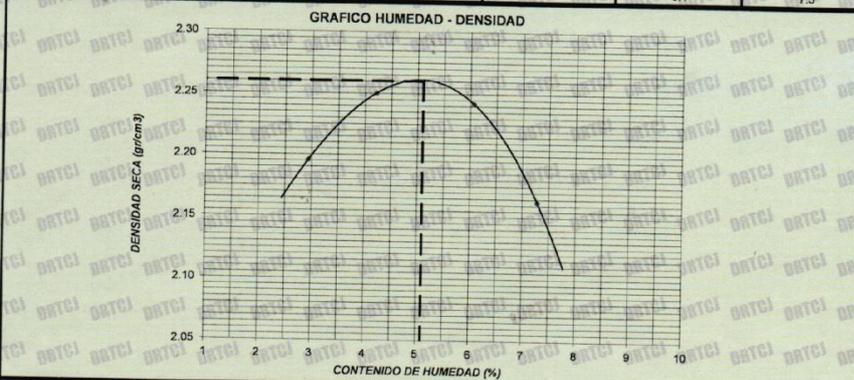
SOLICITA : YELTSIN ALEHIT SANDOVAL RIVERA.
 OBRA : "MANTENIMIENTO PERIODICO INICIAL EN LA MEJORA DE VIDA UTIL DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA: PUCARA KM 13+542 AL DV. PAMPAS KM 39+842"
 UBICACIÓN : DIST. PUCARA - PAMPAS - PROV. HUANCAYO - TAYACAJA - REG. JUNIN - HUANCAVELICA
 MATERIAL : GRANULAR
 CANTERA : KM. 39+842 PE. 3 SC ACCESO A 3 KM - TAYACAJA.

TECNICO : WALM
 FECHA : 16/05/2018
 REGISTRO N° : 003688

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	7583.0	7795.0	7835.0	7712.0
Peso del Molde (gr)	2758.0	2758.0	2758.0	2758.0
Peso del suelo húmedo (gr)	4825.0	5037.0	5077.0	4954.0
Volumen del molde (cm3)	2135.0	2135.0	2135.0	2135.0
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.260	2.345	2.378	2.320
Contenido de Humedad promedio (%)	2.9	4.2	6.1	7.3
Densidad Seca (gr/cm3)	2.195	2.250	2.242	2.163

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	9	13	15	17
Recipiente N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	207.03	302.40	339.70	229.00
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	202.42	291.90	322.81	216.23
Peso del agua (gr)	4.61	10.50	16.89	12.77
Peso del recipiente (gr)	45.67	42.85	44.30	40.88
Peso del suelo seco (gr)	156.75	249.05	278.51	175.35
Contenido de humedad (%)	2.94	4.22	6.06	7.28
Contenido de humedad promedio (%)	2.9	4.2	6.1	7.3

GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD



RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	2.260	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.1

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES JUNÍN



B. ING. WILLIAMS A. LARA MUNGUÍA
JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GOBIERNO REGIONAL JUNÍN
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES



Ing. Hugo Valdeprado
SUB DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA

AV. Arica 1700 - 276N Chilca - Huancayo

Teléfono: 064 - 216809

ANEXO 13: Análisis Mecánico por Tamizado



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES - JUNÍN

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

Nº 003689



REGIÓN JUNÍN
SIERRA Y SELVA
DESARROLLO SOSTENIBLE CON IDENTIDAD

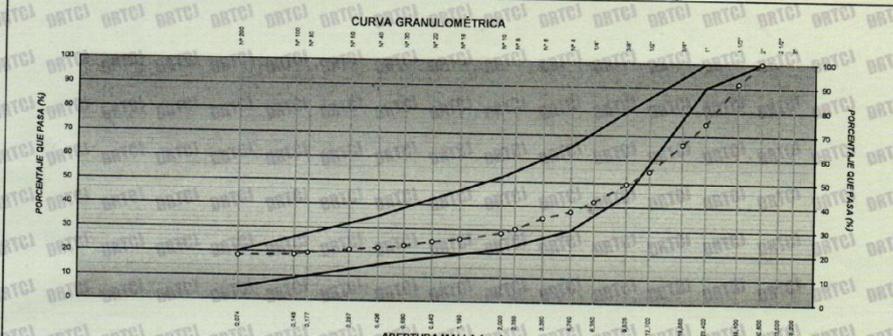
NORMA TÉCNICA : NTP 339.128 (S9)

SOLICITA : YELTSIN ALEHIT SANDOVAL RIVERA.
 PROYECTO : MANTENIMIENTO PERIODICO INICIAL EN LA MEJORA DE VIDA UTIL DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA : PUCARA KM 13+542 AL DV. PAMPASA KM 39+842.
 UBICACIÓN : DIST. PUCARA - PAMPAS - PROV. HUANCAYO - TAYACAJA - REG. JUNIN - HUANCAVELICA
 MATERIAL : GRANULAR
 CANTERA : KM. 39+842 PE. 3 SC ACCESO A 3 KM - TAYACAJA.

TECNICO : WALM
 FECHA : 18/05/2018
 REGISTRO : 0036 89

MALLAS Nº DE DESIGNACIÓN	GRANULOMETRÍA					ESPECIFICACIONES A - 1	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL SUELO	
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)		DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SUELO	
3"	76.200						DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SUELO GRAVAS LIMOSAS, MEZCLA DE GRAVAS, ARENA, LIMOS ARCILLA, MAL GRADUADAS. CONTENIDO DE GRAVA 62.2 %, ARENA 19.5 %, FINOS 18.3 %	
2 1/2"	63.500					100		
2"	50.800					100 # 100	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO - HUMEDAD NATURAL (%) : 5.10 - LIMITE LÍQUIDO (%) : 18.30 - LIMITE PLÁSTICO (%) : 15.91 - ÍNDICE PLÁSTICIDAD (%) : 2.40 - CLASIFICACIÓN SUCS : GM - CLASIFICACIÓN AASHTO : A-1-b (0)	
1 1/2"	38.100	291.94	8.30	8.30	91.70	100 # 100		
1"	25.400	589.18	16.80	25.10	74.90	90 100		
3/4"	19.050	299.68	8.60	33.70	66.30	65 100		
1/2"	12.700	396.69	11.30	45.00	55.00			
3/8"	9.525	199.50	5.40	50.40	49.60	45 80		
1/4"	6.350	284.74	7.80	58.00	42.00			
Nº 4	4.750	147.45	4.20	62.20	37.80	30 - 65		
Nº 6	3.350	99.52	2.80	65.00	35.00			
Nº 8	2.360	161.79	4.80	69.60	30.40	22 52		
Nº 10	2.000	66.62	1.90	71.50	28.50			
Nº 16	1.190	59.64	2.60	74.10	25.90			
Nº 20	0.840	41.21	1.20	75.30	24.70			
Nº 30	0.590	62.49	1.80	77.10	22.90	15 35		
Nº 40	0.426	36.63	1.00	78.10	21.90			
Nº 50	0.297	32.12	0.90	79.00	21.00			
Nº 80	0.177	51.66	1.50	80.50	19.50			
Nº 100	0.149	23.75	0.70	81.20	18.80			
Nº 200	0.074	16.00	0.50	81.70	18.30	5 20		
Nº 200	-	639.40	18.30	100.00	-		DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO - PESO TOTAL (g) : 3500.0 100.0 % - PESO GRAVA (g) : - PESO ARENA (g) : - PESO DE ARENA EMPLEADA (g) :	

CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA : LA MUESTRA HA SIDO SELECCIONADA Y TRANSPORTADA AL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE A SU RESPONSABILIDAD

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES JUNÍN

[Signature]

B. INC. WILLIAM A. LARA MUNGUÍA
JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

[Signature]

Ing. Hugo Vichuaman Tadeo
SUB DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA

AV. Antioqueña 276 - Chilca - Huancayo

Teléfono: 064 - 216809

ANEXO 14: Límites de Atterberg



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES - JUNÍN

Nº 003690



REGIÓN JUNÍN
SIERRA Y SELVA
DESARROLLO SOSTENIBLE CON IDENTIDAD

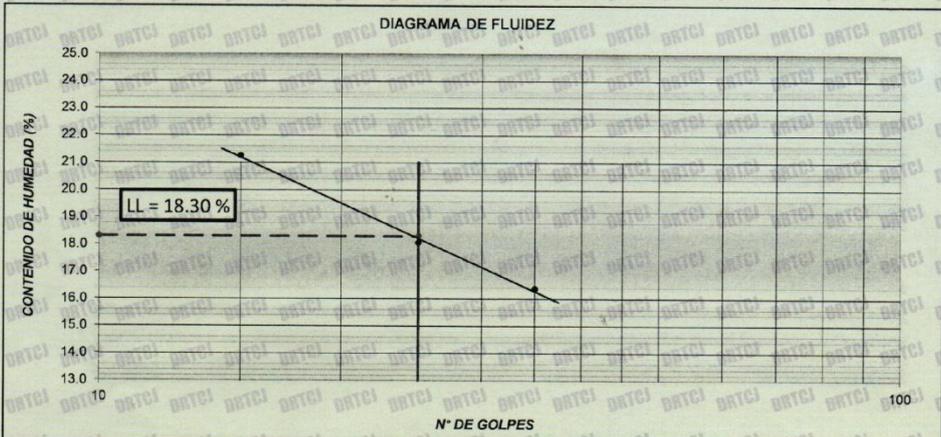
LÍMITES DE ATTERBERG
NORMA TECNICA . MTC 110 - 111, AASHTO T-89/90 Y ASTM D 4318

SOLICITA : YELTSIN ALEHIT SANDOVAL RIVERA
 OBRA : " MANTENIMIENTO PERIODICO INICIAL EN LA MEJORA DE VIDA UTIL DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA : PUCARA KM 13+542 AL DV. PAMPASA KM 39+842"
 UBICACIÓN : : DIST. PUCARA - PAMPAS - PROV. HUANCAYO - TAYACAJA - REG. JUNIN - HUANCAMELICA
 MATERIAL : : GRANULAR
 CANTERA : : KM. 39+842 PE. 3 SG ACCESO A 3 KM - TAYACAJA.

TECNICO : WALM.
 FECHA : 18/05/2018
 REGISTRO Nº 003690

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	1
ENSAYO No.	1	3	7	6	16
CÁPSULA No.	1	3	7	6	16
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	44.65	41.42	40.35	28.19	31.21
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	41.16	38.82	38.10	27.68	30.28
PESO AGUA, g	3.49	2.60	2.25	0.51	0.93
PESO DE LA CÁPSULA, g	24.72	24.42	24.35	24.48	24.42
PESO SUELO SECO, g	16.44	14.40	13.75	3.20	5.86
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	21.23	18.06	16.36	15.94	15.87
NÚMERO DE GOLPES	15	25	35		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS					
LÍMITE LÍQUIDO (%)	18.30	LÍMITE PLÁSTICO (%)	15.91	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	2.40

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES JUNÍN

[Firma]

Ing. WILLIAMS A. LARA MUNGUÍA
JEFE (a) LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACION

[Firma]

Ing. Hugo Vicuña Tadeo
SUB DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA

AV. Argentina 10276N Chilca - Huancayo

Teléfono: 064 - 216809

ANEXO 15: Lavado Asfáltico y Granulometría de la muestra 1



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



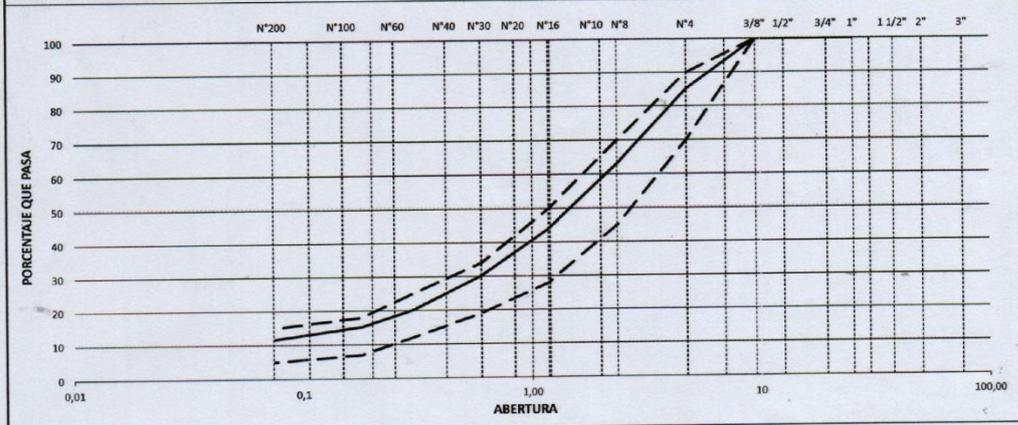
"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME : 01 - LEM - 2018
SOLICITA : YELTSIN ALEHIT SANDOVAL RIVERA
PROYECTO : MANTENIMIENTO PERIÓDICO INICIAL EN LA MEJORA DE VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA:
 PUCARÁ KM 13+542 AL DV. PAMPAS KM 39+842
UBICACIÓN : DISTRITO PUCARÁ - PAMPAS - PROV. HUANCAYO - TAYACAJA - REGIÓN JUNIN - HUANCAMELICA
TRAMO 1 : PUCARÁ - PAZOS (KM 13+542 - KM 28+542)
MATERIAL : MORTERO ASFALTICO
FECHA : 16 DE JUNIO DEL 2018

TAMIZADO										RESUMEN	
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN		PERDIDA POR LAVADO	
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA	TIPO	III	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	1"	25,000		0,0	0,0	0,0	100,0			Peso inicial seco sin lavar	833,2 gr.
2	3/4"	19,000		0,0	0,0	0,0	100,0			Peso final seco y lavado	762,1 gr.
3	1/2"	12,500		0,0	0,0	0,0	100,0			Peso de asfalto	71,1 gr.
4	3/8"	9,500	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100	- 100	% Del Cemento Asfáltico	8,5 %
5	#4	4,750	113,4	14,9	14,9	14,9	85,1	70	- 90	CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS	
6	#8	2,360	167,3	22,0	22,0	36,9	63,1	45	- 70	Tamaño Máximo	3/8"
7	#16	1,180	145,2	19,1	19,1	56,0	44,0	28	- 50	Tamaño Nominal	#4
8	#30	0,600	105,3	13,8	13,8	69,8	30,2	19	- 34	Fraccción < #4	762,1 g
9	#50	0,300	77,3	10,1	10,1	79,9	20,1	12	- 25	Grava	14,9% 113,40 g
10	#100	0,180	37,1	4,9	4,9	84,8	15,2	7	- 18	Arena	73,5% 560,14 g
11	#200	0,075	27,2	3,6	3,6	88,4	11,6	5	- 15	Finos < # 200	11,6% 88,56 g
12	Fondo	0,000	89,3	11,6	11,6	100,0	0,0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fredy Agüero Villanueva Osorio
TECNICO
 SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

[Signature]
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

ANEXO 16: Lavado Asfáltico y Granulometría de la muestra 2



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



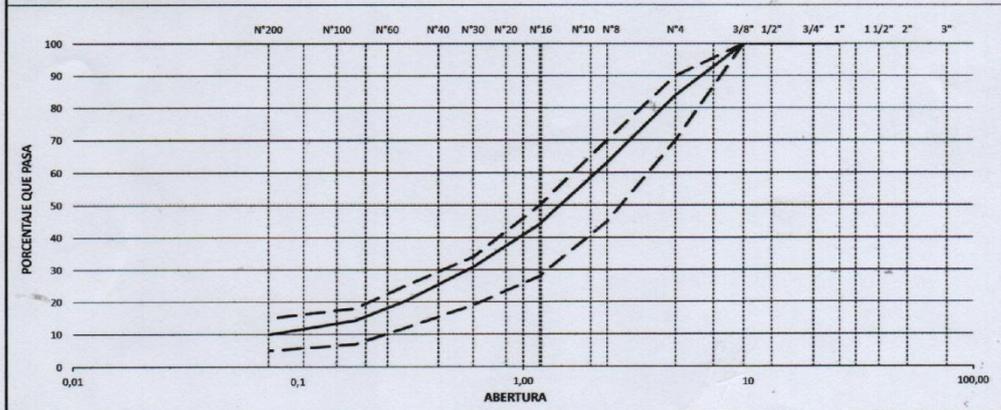
"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME : 02 - LEM - 2018
SOLICITA : YELTSIN ALEHIT SANDOVAL RIVERA
PROYECTO : MANTENIMIENTO PERIÓDICO INICIAL EN LA MEJORA DE VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA:
 PUCARÁ KM 13+542 AL DV. PAMPAS KM 39+842
UBICACIÓN : DISTRITO PUCARÁ - PAMPAS - PROV. HUANCAYO - TAYACAJA - REGIÓN JUNIN - HUANCAMELICA
TRAMO 2 : PAZOS - DV. PAMPAS (KM 28+542 - KM 39+842)
MATERIAL : MORTERO ASFALTICO
FECHA : 16 DE JUNIO DEL 2018

TAMIZADO										RESUMEN		
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN		PERDIDA POR LAVADO		
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA	TIPO	III	DESCRIPCIÓN	VALOR	
1	1"	25,000		0,0	0,0	0,0	100,0			Peso inicial seco sin lavar	822,6 gr.	
2	3/4"	19,000		0,0	0,0	0,0	100,0			Peso final seco y lavado	751,2 gr.	
3	1/2"	12,500		0,0	0,0	0,0	100,0			Peso de asfalto	71,4 gr.	
4	3/8"	9,500	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100	- 100	% Del Cemento Asfáltico	8,7 %	
5	#4	4,750	120,5	16,0	16,0	16,0	84,0	70	- 90			
6	#8	2,360	156,3	20,8	20,8	36,8	63,2	45	- 70	CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS		
7	#16	1,180	142,5	19,0	19,0	55,8	44,2	28	- 50	Tamaño Máximo	3/8"	
8	#30	0,600	100,2	13,3	13,3	69,1	30,9	19	- 34	Tamaño Nominal	#4	
9	#50	0,300	79,5	10,6	10,6	79,7	20,3	12	- 25	Fraccción < #4	751,2 g	
10	#100	0,180	45,2	6,0	6,0	85,7	14,3	7	- 18	Grava	16,0% 120,50 g	
11	#200	0,075	32,5	4,3	4,3	90,0	10,0	5	- 15	Arena	74,0% 555,89 g	
12	Fondo	0,000	74,5	10,0	10,0	100,0	0,0			Finos < # 200	10,0% 74,81 g	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fredy Agustín Villanueva Osorio
TECNICO
 SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

[Signature]
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Mecánica de Suelos
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

ANEXO 17: Temperatura Media y Precipitación total mensual



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e
Hidrología del Perú - SENAMHI

Dirección Zonal 11

"AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACION NACIONAL"

ESTACIÓN: **CO - ACOSTAMBO**

LATITUD: 12°21'45.54" Sur

DPTO. Huancavelica

LONGITUD: 75°03'30.48" Oeste

PROV. Tayacaja

ALTITUD: 3613 msnm

DIST.: Acostambo

Parametro Temperatura Media (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2017	8.9	10.0	9.1	8.8	8.2	7.2	6.4	7.6	8.8	9.0	9.7	9.2

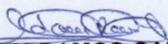
Parametro Precipitacion total mensual (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2017	252.7	191.8	120.4	86.9	50.2	0.8	13.1	10.4	33.2	34.1	47.1	89.3

1 mm = 1 litro/m²

INFORMACION PREPARADA PARA
YELTSIN ALEHIT SANDOVAL RIVERA
HUANCAYO, 18 DE MAYO 2018
PRESUPUESTO N° 201805110007 - SENAMHI - 2018
BOLETA DE VENTA N° EB01-181




ING. ADAM RAMOS CADILLO
CIP N° 46100
DIRECTORA ZONAL 11
SENAMHI - JUNIN



Dirección Zonal SENAMHI-JUNIN
Calle Nemesio Raez N° 223, El Tambo, Huancayo
Tel: 064-248072 RPM #990866893
Email: esanchez@senamhi.gob.pe

VALIDO SOLO EN ORIGINAL

Anexo 19: Panel Fotográfico

SELECCIÓN DE MATERIAL GRANULAR –CANTERA KM 39+842 PE.3SC ACCESO A3 KM TAYACAJA



Fotografía N° 01: Reconocimiento de cantera km 39+842 PE .3SC Acceso A3 km Tayacaja.



Fotografía N° 02: Selección de la muestra N°01 -25 kilos -Cantera km 39+842 PE .3SC Acceso A3 km Tayacaja



Fotografía N° 03: Selección de la muestra N°02 -25 kilos -Cantera km 39+842 PE .3SC Acceso A3 km Tayacaja



Fotografía N° 04: Selección de la muestra N°03 -25 kilos -Cantera km 39+842 PE .3SC Acceso A3 km Tayacaja

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



Fotografía N° 01: Uniformidad de Material granular



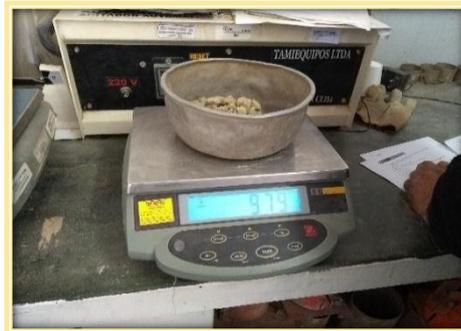
Fotografía N° 02: Cuarteo de material granular.



Fotografía N° 03: Cuarteo de Material granular



Fotografía N° 04: Zarandeo de Material granular.



Fotografía N° 05: Peso de muestra granular.

CONTENIDO DE HUMEDAD



Fotografía N° 01: Horno de laboratorio de suelos.



Fotografía N° 02: Determinación del contenido de humedad.



Fotografía N° 05: Verificación después de 12 a 16 horas.



Fotografía N° 06: Muestras verificadas

ENSAYO LIMITE DE ATTERBERG



Fotografía N° 01: Copa de Casagrande –MTC –E 110.

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION



Fotografía N° 01: Maquina de los Ángeles



Fotografía N° 02: Esferas de acero (Gradación A, Numero de esferas 12)



Fotografía N° 03: Material Fracturado



Fotografía N° 04: Peso de material Fracturado

C.B.R



Fotografía N° 01: Secado de muestra en el horno 60°.



Fotografía N° 02: Colocación de material en el cilindro metálico



Fotografía N° 03: Enrase de material



Fotografía N° 04: Peso de material.



Fotografía N° 01: Medición inicial



Fotografía N° 02: Material sumergido en el Estanque.

PROTOR MODIFICADO



Fotografía N° 01: Se visualiza la muestra en bandeja.



Fotografía N° 02: Realización de los 25 golpes para la compactación.



Fotografía N° 03: Enrase de material en el cilindro.



Fotografía N° 04: Muestras sumergidas en el estanque.



Fotografía N° 05: Máquina para la penetración.

LAVADO ASFALTICO



Fotografía N° 01: Muestra empleada para el lavado asfáltico.



Fotografía N° 02: Lavadora centrífuga



Fotografía N° 03: La muestra N° 01



Fotografía N° 04: La muestra N° 02



Fotografía N° 05: Se pesó la muestra obtenida en cada malla.



Fotografía N° 06: Análisis granulométrico para el lavado asfáltico.



Fotografía N° 07: Colocación de la muestra asfáltica en la lavadora centrífuga



Fotografía N°08: Lavado del material asfáltico

CONTEO DE VEHÍCULOS



Fotografía N° 01: Realización de encuestas



Fotografía N° 02: Conteo de vehículos en el km 13+542 (Pucará)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

SANDORA RIVERA YELTSIN ALEHIT

INFORME TITULADO:

*MANTENIMIENTO PERIÓDICO INICIAL EN LA MEJORA DE VIDA
DTEL DEL EDIFICIO EN LA CALLE PUCOÁN KM 13+542
AL D.V. PAMPAS KM 39+842*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

04/07/2018

NOTA O MENCIÓN :

15 (Quince)



Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Código : FO6-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Gerardo Enrique Cancho Zuñiga docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada

"Mantenimiento Periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842", del (de la) estudiante Yeltsin Alehit Sandoval Rivera, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/La suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, 04 de Julio del 2018


Firma
Gerardo Enrique Cancho Zuñiga
DNI: 01239780

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Sandoval Rivera, Yoltzin Alehit
D.N.I. : 73311030
Domicilio : Pl. J. J. P. Urb. Santa Rosa, Los Olivos, Lima 9.
Teléfono : Fijo : Móvil : 958 253 191
E-mail : yoltzin.sandoval.r@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Civil
Carrera : Ingeniería Civil
Título : Ingeniería Civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Sandoval Rivera, Yoltzin Alehit

Título de la tesis:

Mantenimiento Periódico Integral en la mejora de vida útil del pavimento
en la carretera: Procc. 15m. 131. 572 al. P. P. Campes. 15m. 39. 1. 24. 2

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha : 11/10/2019



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mantenimiento Periódico Inicial en la malla de vías de pavimento en la carretera: Pucará km 13+54.2 al D+ Pampora km 39+842

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
 INGENIERO CIVIL**

AUTOR:
 Yelken Aleki Sanjival Rivera

ASESOR:
 Dr. Gerardo Enrique Caceres Zúñiga

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
 Administración y Seguridad de la Construcción

LIMA - PERÚ
 2018



Yelken Aleki Sanjival Rivera

Resumen de coincidencias

23 %

Se están viendo 11 items estables

Ver Tesis en inglés (Beta)

Coincidencias	
1	1001163275 Cursos de maestría
2	articulos-abstractos Cursos de maestría
3	articulos-abstractos Cursos de maestría
4	articulos-abstractos Cursos de maestría
5	articulos-abstractos Cursos de maestría
6	articulos-abstractos Cursos de maestría
7	articulos-abstractos Cursos de maestría
8	articulos-abstractos Cursos de maestría
9	articulos-abstractos Cursos de maestría
10	articulos-abstractos Cursos de maestría
11	www.scribd.com