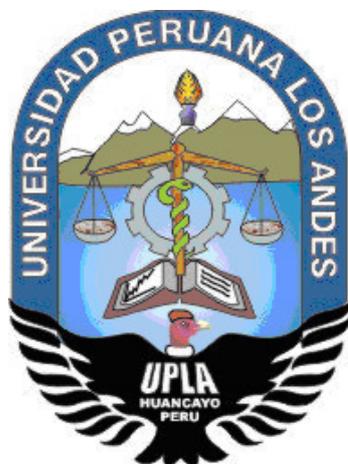


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**GESTIÓN DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA SAN CARLOS
MEDIANTE EL USO DEL MODELO HDM-4, HUANCAYO - 2017**

Línea de investigación institucional:

Transporte y urbanismo.

Línea de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil:

Transporte.

PRESENTADO POR:

BACH. GALINDO GALVAN, DENIS PELAYO.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2019

Ing. Javier Reynoso Oscanoa

Asesor

Dedicatoria

- Este trabajo va dedicado a mis padres, que desde el cielo me guían en el camino de la vida.
- A la Universidad Peruana Los Andes por los sabios conocimientos que me ha otorgado.
- A todas aquellas personas que han contribuido en el desarrollo de esta investigación.

Denis Pelayo Galindo Galván.

Agradecimiento

- A Dios, por darme la bendición de la vida y salud para cumplir cada una de mis metas trazadas.
- A mis hermanos, por estar presente no sólo en esta etapa de mi vida sino en todo momento.

Denis Pelayo Galindo Galván.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López.
Presidente

Ing. Rando Porras Olarte.
Jurado revisor

Ing. Jeannelle Sofía Herrera Montes.
Jurado revisor

Ing. Justo Claudio Rodas Romero.
Jurado revisor

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales.
Secretario docente

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema	18
1.2. Formulación y sistematización del problema	19
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problemas específicos	19
1.3. Justificación	20
1.3.1. Práctica o social	20
1.3.2. Metodológica	20
1.4. Delimitaciones	20
1.4.1. Espacial	20
1.4.2. Temporal	21
1.4.3. Económica	21
1.5. Limitaciones	21
1.6. Objetivos	21
1.6.1. Objetivo general	21
1.6.2. Objetivos específicos	22

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes	23
2.1.1. Antecedentes nacionales	23
2.1.2. Antecedentes internacionales	25
2.2. Marco conceptual	27
2.2.1. Gestión de pavimentos	27
2.2.2. Conservación de carreteras	27
2.2.3. Actividades de conservación periódica	28

2.2.4. Fallas de los pavimentos rígidos	30
2.2.5. Fallas de los pavimentos flexibles	31
2.2.6. Actividades de conservación rutinaria	33
2.2.7. Índice internacional de rugosidad (IRI)	35
2.2.8. Modelo HDM 4	37
2.2.9. Parámetros de vías	39
2.2.10. Características de vehículos	41
2.2.11. Ventajas comparativas del modelo HDM-4	42
2.3. Definición de términos	43
2.4. Hipótesis	44
2.4.1. Hipótesis general	44
2.4.2. Hipótesis específicas	44
2.5. Variables	44
2.5.1. Definición conceptual de la variable	44
2.5.2. Definición operacional de la variable	45
2.5.3. Operacionalización de la variable	45

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1. Método investigación	46
3.2. Tipo de investigación	46
3.3. Nivel de investigación	46
3.4. Diseño de investigación	47
3.5. Población y muestra	47
3.5.1. Población	47
3.5.2. Muestra	47
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	48
3.6.1. Entrevista no estructurada	48
3.6.2. Análisis de documentos	48
3.7. Procesamiento de la información	48
3.7.1. Pre campo	48
3.7.2. Campo	48
3.7.3. Gabinete	49

3.7.4. Observación directa	49
3.7.5. Elaboración de informe	49
3.8. Técnicas y análisis de datos	49

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Tipo de conservación mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo I de la avenida San Carlos	50
4.1.1. Parámetros de la vía	50
4.1.2. Condición superficial del tramo I de la avenida San Carlos	53
4.1.3. Estándares de conservación del pavimento en el tramo I de la avenida San Carlos	61
4.1.4. Alternativas de evaluación en el tramo I de la avenida San Carlos	61
4.2. Tipo de conservación mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo II de la avenida San Carlos	63
4.2.1. Parámetros de la vía	63
4.2.2. Condición superficial del tramo II de la avenida San Carlos	66
4.2.3. Estándares de conservación del pavimento en el tramo II de la avenida San Carlos	81
4.2.4. Alternativas de evaluación en el tramo II de la avenida San Carlos	82
4.3. Costo de conservación mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo I de la avenida San Carlos	84
4.3.1. Resultados de las alternativas en el tramo I de la avenida San Carlos	84
4.4. Costo de conservación mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo II de la avenida San Carlos	86
4.4.1. Resultados de las alternativas en el tramo II de la avenida San Carlos	86
4.5. Contrastación de hipótesis	88
4.5.1. Contrastación de la hipótesis general	88

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Tipo de conservación mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo I y II de la avenida San Carlos	90
--	----

5.2. Costo de conservación mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo I y II de la avenida San Carlos	93
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS	102
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	103
ANEXO N° 02: PANEL FOTOGRÁFICO	105
ANEXO N° 03: PLANOS	115
ANEXO N° 04: OTROS DOCUMENTOS DE IMPORTANCIA	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fallas o deterioros del pavimento rígido.	30
Tabla 2. Fallas o deterioros del pavimento flexible.	31
Tabla 3. Comparación entre el modelo HDM 4 y el modelo clásico.	42
Tabla 4. Operacionalización de las variables.	45
Tabla 5. Zonificación climática.	50
Tabla 6. Definición del Tramo I de la Av. San Carlos.	51
Tabla 7. Geometría del tramo I de la Av. San Carlos.	51
Tabla 8. Características del pavimento en el tramo I de la Av. San Carlos.	52
Tabla 9. Estado del tramo I de la Av. San Carlos.	52
Tabla 10. Parque automotor en la Av. San Carlos.	52
Tabla 11. Porcentaje de composición vehicular en la Av. San Carlos.	53
Tabla 12. Deterioros/fallas en el tramo I de la avenida San Carlos.	53
Tabla 13. Evaluación de daños en la zona de muestreo 1 del tramo I.	55
Tabla 14. Evaluación de daños en la zona de muestreo 2 del tramo I.	56
Tabla 15. Evaluación de daños en la zona de muestreo 3 del tramo I.	57
Tabla 16. Nivel de condición y tipo de conservación para el muestreo 1 del tramo I.	58
Tabla 17. Nivel de condición y tipo de conservación para el muestreo 2 del tramo I.	58
Tabla 18. Nivel de condición y tipo de conservación para el muestreo 3 del tramo I.	58
Tabla 19. Resumen de la condición del pavimento rígido en el tramo I de la avenida San Carlos.	59

Tabla 20. Estándares de conservación del pavimento de la Av. San Carlos.	61
Tabla 21. Alternativa 1 para la conservación del tramo I de la Av. San Carlos.	61
Tabla 22. Alternativa 2 para la conservación del tramo I de la Av. San Carlos.	62
Tabla 23. Zonificación climática.	63
Tabla 24. Definición del tramo II de la Av. San Carlos.	64
Tabla 25. Geometría del tramo II de la Av. San Carlos.	64
Tabla 26. Características del pavimento en el tramo II de la Av. San Carlos.	65
Tabla 27. Estado del tramo II de la Av. San Carlos.	65
Tabla 28. Parque automotor en la Av. San Carlos.	66
Tabla 29. Porcentaje de composición vehicular en la Av. San Carlos.	66
Tabla 30. Deterioros / fallas identificadas en el tramo II de la avenida San Carlos.	67
Tabla 31. Evaluación de daños en la zona de muestreo 1 del tramo II.	68
Tabla 32. Evaluación de daños en la zona de muestreo 2 del tramo II.	69
Tabla 33. Evaluación de daños en la zona de muestreo 3 del tramo II.	70
Tabla 34. Evaluación de daños en la zona de muestreo 4 del tramo II.	71
Tabla 35. Evaluación de daños en la zona de muestreo 5 del tramo II.	72
Tabla 36. Evaluación de daños en la zona de muestreo 6 del tramo II.	73
Tabla 37. Evaluación de daños en la zona de muestreo 7 del tramo II.	74
Tabla 38. Evaluación de daños en la zona de muestreo 8 del tramo II.	75
Tabla 39. Evaluación de daños en la zona de muestreo 9 del tramo II.	76
Tabla 40. Evaluación de daños en la zona de muestreo 10 del tramo II.	77
Tabla 41. Evaluación de daños en la zona de muestreo 11 del tramo II.	78
Tabla 42. Evaluación de daños en la zona de muestreo 12 del tramo II.	79

Tabla 43. Resumen de la condición del pavimento rígido en el tramo II de la avenida San Carlos.	80
Tabla 44. Estándares de conservación del pavimento de la Av. San Carlos.	81
Tabla 45. Alternativa 1 para la conservación del tramo II de la Av. San Carlos.	82
Tabla 46. Alternativa 2 para la conservación del tramo II de la Av. San Carlos.	83
Tabla 47. Flujo de costo en el tramo I de acuerdo a la alternativa 1.	85
Tabla 48. Flujo de costo en el tramo I de acuerdo a la alternativa 2.	85
Tabla 49. Flujo de costo en el tramo II de acuerdo a la alternativa 1.	87
Tabla 50. Flujo de costo en el tramo II de acuerdo a la alternativa 2.	88
Tabla 51. Correlación entre variables.	88
Tabla 52. Interpretación del factor de correlación.	89
Tabla 53. Muestra I del tramo I.	117
Tabla 54. Muestra II del tramo I.	118
Tabla 55. Muestra III del tramo I.	120
Tabla 56. Muestra I del tramo II.	122
Tabla 57. Muestra II del tramo II.	122
Tabla 58. Muestra III del tramo II.	123
Tabla 59. Muestra IV del tramo II.	124
Tabla 60. Muestra V del tramo II.	125
Tabla 61. Muestra VI del tramo II.	125
Tabla 62. Muestra VII del tramo II.	126
Tabla 63. Muestra VIII del tramo II.	127

Tabla 64. Muestra IX del tramo II.	127
Tabla 65. Muestra X del tramo II.	128
Tabla 66. Muestra XI del tramo II.	129
Tabla 67. Muestra XII del tramo II.	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación gráfica del modelo “Cuarto de carro”.	36
Figura 2. Escala de valore del índice de rugosidad internacional.	37
Figura 3. Parámetros de vías para la aplicación del modelo HDM – 4.	40
Figura 4. Parámetros de vías para la aplicación del modelo HDM-4.	42
Figura 5. Evaluación de la alternativa 1 en el tramo I de la Av. San Carlos.	62
Figura 6. Evaluación de la alternativa 2 en el tramo I de la Av. San Carlos.	63
Figura 7. Evaluación de la alternativa 1 en el tramo II de la Av. San Carlos.	82
Figura 8. Evaluación de la alternativa 2 en el tramo II de la Av. San Carlos.	83
Figura 9. Variación de la regularidad de la vía de acuerdo a la alternativa 1 en el tramo I.	84
Figura 10. Variación de la regularidad de la vía de acuerdo a la alternativa 2 en el tramo I.	85
Figura 11. Variación de la regularidad de la vía de acuerdo a la alternativa 1 en el tramo II.	86
Figura 12. Variación de la regularidad de la vía de acuerdo a la alternativa 2 en el tramo II.	87

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cómo gestionar el pavimento de la avenida San Carlos mediante el modelo HDM-4, Huancayo - 2017?, el objetivo general fue desarrollar la gestión del pavimento de la avenida San Carlos mediante el modelo HDM-4 y la hipótesis general que se contrastó fue: El uso del modelo HMD-4 optimiza la gestión del pavimento de la avenida San Carlos.

El método de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue la aplicada con un nivel descriptivo - explicativo y un diseño no experimental; la población correspondió a la Av. San Carlos (3 009 m) del distrito y provincia de Huancayo, región Junín y el tipo de muestreo fue el no probabilístico o intencional, correspondiendo a 10 unidades de 200 m de longitud y ancho de 10.40 m.

La conclusión principal fue que, el uso del modelo HDM-4 optimiza la gestión del pavimento de la avenida San Carlos, estableciéndose 2 alternativas de soluciones para cada uno de los tramos (de 0.68 km y 2.39 km) que conforma tal vía, evaluando la conservación o mantenimiento.

Palabras clave: Gestión de pavimento, pavimento rígido, pavimento flexible y modelo HDM-4.

ABSTRACT

The present investigation had as a general problem: How to manage the San Carlos Avenue pavement using the HDM-4 model, Huancayo - 2017? the general objective was to develop the management of the San Carlos Avenue pavement using the HDM-4 model and the general hypothesis that was contrasted was: The use of the HMD-4 model optimizes the management of the San Carlos Avenue pavement.

The research method was scientific, the type of research was applied with a descriptive - explanatory level and a non-experimental design; the population corresponded to San Carlos Avenue (3 009 m) of the district and province of Huancayo, Junín region and the type of sampling was non-probabilistic or intentional, corresponding to 15 units of 200 m long and 10.40 m wide.

The main conclusion was that the use of the HDM-4 model optimizes the management of the San Carlos Avenue pavement, establishing 2 alternative solutions for each of the sections (0.68 km and 2.39 km) that make up the road, evaluating the conservation or maintenance.

Keywords: Pavement management, rigid pavement, flexible pavement and model HDM-4.

INTRODUCCIÓN

La tesis titulada: Gestión del pavimento de la avenida San Carlos mediante el uso del modelo HDM-4, Huancayo - 2017, tiene como objetivo el de desarrollar la gestión del pavimento de la avenida San Carlos mediante el modelo HDM-4, para lo cual se determinó la condición del pavimento en la avenida San Carlos; asimismo se calculó el IMD, se fijó las características del parque automotor, para después de acuerdo al modelo HDM-4 plantear 2 alternativas de conservación tanto para el tramo I y II, finalmente según la evaluación técnica y económica se escogió la más viable. Para esto se ha considerado los siguientes capítulos:

El Capítulo I, trata sobre el problema de investigación, el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la delimitación de la investigación, la justificación, las limitaciones y los objetivos.

El Capítulo II, muestra el marco teórico, los antecedentes de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables.

El Capítulo III: Muestra la metodología de la investigación, para la cual se explica el método, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: Trata sobre los resultados obtenidos en base a los objetivos.

El Capítulo V: Explica la discusión de resultados obtenidos.

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

Galindo Galvan, Denis Pelayo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial, en el último siglo la creación de nuevas carreteras va en aumento, tal es el caso de México que durante el periodo de 1995 y 2000 se construyeron o modernizaron 10 371.7 km (Sub secretaría de transportes, 2006); la creación de nueva infraestructura vial implica el costo por mantenimiento de las vías, por lo que es necesario realizar una adecuada gestión para minimizarlo.

En Perú, de acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el 2004 la red vial se incrementó en 12.31 % respecto al año 1990, llegando a una extensión de 78 555 km; sin embargo, en comparación con otros sistemas viales de Latinoamérica, el tamaño de nuestra red vial se encuentra rezagada en la región. Las diferencias de la infraestructura vial peruana respecto a la de otros países se ven manifestadas en los costos de operación del transporte carretero, ya que este costo en España asciende a US\$ 0.34 por km recorrido, en el Perú este es casi el doble (US\$ 0.62), en el caso de Bolivia y de Colombia, tiene un

valor de US\$ 0.97 y de US\$ 0.55 mostrando una idea de la falta de gestión en nuestra red vial (IPE, 2003).

En la región Junín, al igual que en la mayoría de las regiones del Perú, se ha impulsado la mejora de la infraestructura vial y según MTC (2016) la inversión en el periodo 2011 - 2016 superaron los S/. 2 000 millones en un conjunto de obras estratégicas; sin embargo, aún no se cuenta con un plan de gestión que asegure que las obras creadas mantengan la calidad que ofrecen.

Lo descrito anteriormente muestra que, la problemática se da por la no gestión del pavimento en tramos de nuestras vías haciendo que el mantenimiento de estas sea caro y no cumplan con la efectividad en su tiempo de vida.

Por lo que, en este contexto y considerando que el desarrollo económico de una población se debe en gran medida al desarrollo de la infraestructura vial que la intercomunica con otras ciudades (Sánchez, 1996) y que para mantener tal crecimiento, es necesario que estas vías se encuentren en excelentes condiciones, el objetivo de la presente investigación es proponer la gestión del pavimento de una de las vías cuya transitabilidad se incrementará, a fin de asegurar su serviciabilidad para un tiempo igual o mayor al de su diseño.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo gestionar el pavimento de la avenida San Carlos mediante el modelo HDM-4, Huancayo?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el tipo de conservación que se aplicaría mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo I de la avenida San Carlos?

- b) ¿Qué tipo de conservación se aplicaría mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo II de la avenida San Carlos?
- c) ¿Cuál es el costo de conservación por actividad mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo I de la avenida San Carlos?
- d) ¿Cuál es el costo de conservación por actividad mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo II de la avenida San Carlos?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o social

La justificación práctica corresponde si se resolverá un problema o por lo menos se propone estrategias que ayudarán a resolverlo; entonces, según esto, la investigación contribuye a la toma de decisiones para solucionar el problema de la falta de gestión mediante la aplicación del modelo HDM-4 en la Av. San Carlos del distrito y provincia de Huancayo.

1.3.2. Metodológica

Esta investigación propone metodologías para nuevos conocimientos, tal es, la gestión de pavimentos basados en las condiciones actuales aplicando el modelo HDM-4; lo cual servirá para la toma de decisiones y así asegurar la vida útil del pavimento.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La presente investigación se desarrolló en la Av. San Carlos del distrito y provincia de Huancayo, región Junín; porque es considerada como una de las principales vías de la ciudad, conectando a las importantes universidades de la

región y más aún comunica diversos anexos tales como Palián, Cochas Chico, Cullpa, Acopalca y Chamisería.



Figura 1. Croquis de la ubicación de la delimitación espacial.

1.4.2. Temporal

La investigación se realizó en los meses de enero a julio del 2018.

1.4.3. Económica

Los gastos de la investigación fueron asumidos en su totalidad por el tesista.

1.5. Limitaciones

- Información histórica de la condición de la avenida San Carlos.
- Información estadística de los costos de vehículos.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Gestionar el pavimento de la avenida San Carlos mediante el modelo HDM-4.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar el tipo de conservación mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo I de la avenida San Carlos.
- b) Determinar el tipo de conservación que se aplicaría mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo II de la avenida San Carlos.
- c) Calcular el costo de conservación que se aplicaría por actividad mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo I de la avenida San Carlos.
- d) Calcular el costo de conservación por actividad mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo II de la avenida San Carlos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

Alejos y Cribillero (2017) en su investigación “Aplicación del software HDM-4 en la gestión de estrategias para el mantenimiento de la carretera Santa-Tambo Real” aplicaron el Software HDM-4 en la gestión de estrategias para el mantenimiento de carreteras; con la finalidad de obtener una adecuada planificación y programación de las actividades relacionadas con la conservación de los pavimentos, el mantenimiento de carreteras y así lograr una adecuada gestión de pavimentos, para lo cual consideraron 03 tramos de la carretera Santa – Tambo Real, de los cuales el Tramo I y II tenían un Tratamiento Bicapa en un estado regular, por lo cual, requieren un mantenimiento correctivo; mientras que el Tramo III conformada por una carpeta Asfáltica en Frio la cual requiere una reconstrucción total de su estructura; como conclusión, demostraron que la herramienta HDM-4 es valiosa para la gestión al momento de seleccionar la alternativa óptima.

Ruiz (2015) en su investigación control de gestión y preservación vial, caso: corredor vial “Santa-Yuracmarca-Sihuas-Huacrachuco-San Pedro de Chonta-Uchiza-emp. PE 5N y puente Huarochiri-Huallanca-Molinopampa”, tramo: puente Huarochiri – Sihuas, determinó el adecuado procedimiento de la gestión vial y tratamiento superficial, además realizó una proyección de los costos de ejecución y mantenimiento rutinario después de la conservación periódica; para lo cual la información recopilada se realizó de fuentes reconocidas nacionalmente, como: PROVIAS NACIONAL, y PROVIAS RURAL, las cuales posteriormente fueron analizadas con el software HDM-4, para establecer la mejor alternativa para su gestión; como resultado obtuvo que de la proyección de los costos con el software HDM-4 del Tramo Puente Huarochiri – Sihuas, se obtiene que al quinto año se va a necesitar hacer un refuerzo TSB (Tratamiento superficial bituminosa) con un costo de S/. 11 990 000.

Lluncor (2012) en su investigación “Aplicación del modelo HDM en la evaluación de proyectos de carreteras en Perú: “Carretera Bagua Chica - Flor de la esperanza”, estableció la bondad del modelo HDM III para estudiar cuál es la mejor alternativa de construcción entre el tramo “Bagua Chica – Flor de la Esperanza” para ello se realizó una evaluación mediante el uso del programa HDM III a fin de evaluar cuál es la mejor alternativa de construcción ya sea siguiendo el trazo del proyecto de ingeniería de detalle o el trazo de la variante propuesta para lo cual se evaluarán los costos de operación de los vehículos al circular por una u otra alternativa. Como resultado se obtuvo que con ayuda del modelo HDM la mejor alternativa del proyecto Bagua Chica – Flor de la Esperanza es la que propone una carpeta de rodadura de tratamiento superficial

Bicapa, con una distancia de 10.4 km que muestra una tasa de interés de retorno de (13.5 %) y con una estrategia de mantenimiento que permite que la carretera se encuentre en buen estado durante los próximos 20 años.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Cutura, Mladenovic, Mazic y Lovric (2016) en su investigación “Aplicación del modelo HDM-4 a la red de carreteras locales, caso del cantón de Herzegovina – Neretva en Bosnia y Herzegovina” tuvieron como objetivo definir el programa de obras viales y las prioridades de inversión analizando los impactos de los diferentes presupuestos sobre el estado futuro de la red. La red estudiada viaria de 396 km de longitud de la HNC consta de 13 carreteras, ya sea pavimentadas o con grava; esta red de carreteras se encuentra en un estado relativamente deficiente debido a su antigüedad (la edad media es de más de 30 años) y al limitado gasto en mantenimiento en el pasado. El principal desafío en el estudio fue obtener datos de entrada HDM-4 con recursos limitados, tales el estado de la red vial, el volumen de tráfico, los datos de tráfico, etc. Los datos de geometría viaria se obtuvieron a partir de estudios previos y de la documentación del proyecto. Debido a la baja carga de tráfico y a las inversiones relativamente grandes necesarias para la mejora, en la mayoría de los tramos se obtuvo un VAN negativo y una TIR negativa para alternativas de mantenimiento distintas del de rutina; como resultado obtuvieron que la implementación de programas de trabajo viales desarrollados resultaría en una mejora sustancial de las condiciones generales de la red. El IRI de la red de carreteras pavimentadas pasaría de un valor actual de 4,5 m/km a 4,0 m/km y 3,7 m/km.

Yogesh, Jain y Devesh (2016) en su investigación “Adaptación de la herramienta HDM-4 para el análisis estratégico de la red de carreteras urbanas” describió la adaptación del modelo de desarrollo y gestión de carreteras HDM-4 del Banco Mundial a nivel estratégico, en la que analizó la red vial urbana de 21 tramos, que consta de un total de 60 km de longitud de la ciudad de Noida, cerca de Nueva Delhi, capital de la India. El análisis se llevó a cabo para maximizar el valor actual neto (VAN) y minimizar los costos para lograr un índice de rugosidad internacional (IRI) deseable. Los resultados del análisis mostraron la necesidad de un capital óptimo y mantenimiento recurrente necesario para mantener la red vial urbana en condiciones de servicio. Las vías urbanas pueden ser gestionadas y mantenidas con eficacia utilizando la estrategia de aplicación del HDM-4.

Dimitrov (2014) en su investigación “Análisis de sensibilidad de la herramienta HDM4 utilizando un caso de estudio” encontró la sensibilidad de usar modelos de dificultad incorporada no calibrados y calibrados de la herramienta HDM-4, esta herramienta proporciona el enfoque determinista en la entrada y procesamiento de datos, y también utiliza datos sobre el estado actual de la carretera, volumen de tráfico y composición de la corteza para predecir el deterioro de la carretera según las condiciones de la carretera en términos de cualquier variable como el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) .HDM-4, también simula la mejor alternativa que se debe aplicar en base a la Tasa Económica Interna de Retorno. Esta logra demostrar la efectividad del uso de este software.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Gestión de pavimentos

Es un conjunto de herramientas o métodos que asisten a quienes toman decisiones, pues coadyuva a evaluar las condiciones actuales y encontrar la estrategia óptima para proveer, evaluar y mantener pavimentos en buenas condiciones de serviciabilidad, es decir, las condiciones futuras en un periodo determinado de tiempo. Su objetivo básico es usar información segura y consistente para desarrollar criterios de decisión, otorgar alternativas realistas y contribuir a la eficiencia en la toma de las decisiones, para así conseguir un programa de acción económicamente óptimo y en el cual se provea una retroalimentación de las consecuencias de las decisiones tomadas, como medio de asegurar su efectividad (Alejos y Cribillero, 2017).

2.2.2. Conservación de carreteras

Las técnicas de conservación, son elementos que han ido implementándose a medida de querer recuperar la infraestructura del pavimento tomando en cuenta las restricciones presupuestarias. A su vez estas dependen de condiciones tanto funcionales como estructurales, ya que ambas afectan al usuario; a modo de ejemplo, un pavimento flexible puede estar muy agrietado, lo que significa una pérdida considerable de capacidad estructural, sin embargo, el conductor podría no sentir mayores molestias. Al contrario, un pavimento puede tener una excelente capacidad estructural, pero aspectos como una deficiente rugosidad o escalonamiento en el caso de pavimentos rígidos pueden afectar la conducción, con lo que la capacidad funcional se reduce. Dado que las políticas de conservación dependerán directamente de las condiciones ya descritas, se

han definido tres grandes grupos de conservación: Restauración, Rehabilitación y Reconstrucción (Alejos y Cribillero, 2017).

2.2.3. Actividades de conservación periódica

De acuerdo a lo establecido por el Manual de carreteras mantenimiento y conservación (2014), se considera conservación periódica a las siguientes actividades.

Sellos asfálticos. - Este trabajo consiste en la ejecución de riegos asfálticos, sobre la superficie de rodadura de la vía, los cuales consisten en riegos con emulsión, lechada asfáltica, sellos arena-asfalto y tratamiento superficial simple o monocapa.

Cape Seal. - El Cape Seal es una técnica de pavimentación en base a emulsiones asfálticas, el cual está constituido por la aplicación, en primer lugar, de un tratamiento superficial simple (TSS) y posteriormente de una lechada asfáltica sobre el TSS terminado. La aplicación conjunta de estos dos tratamientos combina las principales características de ambos métodos; el TSS aporta principalmente con la impermeabilización y la resistencia al deslizamiento, mientras que la lechada aporta lisura, reduce ruidos y evita desprendimientos.

Tratamientos Superficiales. - Se define un tratamiento superficial como una superficie asfáltica que resulta de una o más aplicaciones sucesivas y alternadas de ligante asfáltico y áridos sobre una base granular o sobre un pavimento existente de asfalto o de hormigón, teniendo por finalidad el mejorar o conservar las características físicas y mecánicas de las superficies así tratadas. De acuerdo al número de aplicaciones de asfalto y áridos, estos reciben el nombre de tratamiento superficial simple, doble, triple o múltiple. El objetivo es recuperar las

condiciones superficiales de calzadas desgastadas o pulidas y, de esta manera contribuir a una adecuada circulación vehicular. Además, para minimizar y/o retardar la formación de daños más severos en el pavimento. En este sentido, las técnicas de sellado asfáltico tienen por finalidad aplicar medidas que pueden ser preventivas, correctivas o ambas.

Recapeo asfálticos. - Este trabajo consiste en la colocación de una o más capas de mezcla asfáltica sobre la superficie de rodadura de un pavimento de la vía. El objetivo es recuperar las condiciones estructurales y superficiales del pavimento, para alcanzar una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez y economía. Por lo general, la colocación de recapeo asfálticos se realiza como parte de la conservación periódica del pavimento flexible, cuando este se encuentre en estado regular, el cual debe ser determinado técnicamente a través de pruebas de auscultación. El estado regular de un pavimento flexible se ha alcanzado cuando el índice de rugosidad internacional IRI, tiene un valor entre 2.8 m/km y 4.0 m/km.

Fresado de carpeta asfáltica. - Este trabajo consiste en cortar total o parcialmente la capa de rodadura del pavimento de la vía. El objetivo del fresado es la recuperación de las condiciones estructurales y superficiales del pavimento, para alcanzar una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad.

Microfresado de carpeta asfáltica. - Este trabajo consiste en cortar superficialmente la capa de rodadura del pavimento de la vía. El objetivo es corregir las irregularidades que presente la superficie de rodadura, con la finalidad de recuperar las condiciones estructurales y superficiales del pavimento para alcanzar una adecuada circulación vehicular con seguridad y comodidad.

2.2.4. Fallas de los pavimentos rígidos

Según el Manual de carreteras mantenimiento y conservación (MTC, 2013)

establece las siguiente fallas tanto para la calzada y berma:

Tabla 1. Fallas o deterioros del pavimento rígido.

Código	Deterioro / Falla	Gravedad
1	Desnivel entre losas	1 Sensible al usuario sin reducción de la velocidad. 2 Resulta en una reducción significativa de la velocidad. 3 Resulta en una reducción drástica de la velocidad.
2	Fisuras longitudinales	1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm) Fisuras medias corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdida de material (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm) 3 Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas, con pérdida de material (ancho > 3 mm)
3	Fisuras transversales.	1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm) 2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm). Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.
4	Fisuras de esquina	1 Solamente una esquina quebrada. 2 Dos esquinas quebradas. 3 Más que dos esquinas quebradas.
5	Fisuras oblicuas	1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm) 2 Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm ≤ 3 mm). 3 Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm).
6	Reparaciones o parchados	1 Puntuales (menor al 10% de la superficie de las losas afectadas) 2 Puntuales (entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas) 3 Continuas (mayor que el 30% de la superficie de las losas afectadas)
7	Despostillamiento de juntas	Fracturamiento o desintegración de bordes menor - 1 igual que el 50% de la longitud dentro de los 5 cm de la junta. 2 Fracturamiento o desintegración de bordes mayor que el 50 % de la longitud dentro de los 5 cm de la junta. 3 Fracturamiento o desintegración hasta una distancia superior a 5 cm de la junta.

Continuación de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Código	Deterioro / Falla	Gravedad
8	Desprendimiento	1 Pérdida de material menor al 10 % de la superficie de las losas afectadas.
		2 Pérdida de material entre 10 % y 30 % de la superficie de las losas afectadas.
		3 Pérdida de material mayor al 30 % de la superficie de las losas afectadas.
9	Baches (Huecos)	1 Diámetro < 0.2 m
		2 Diámetro entre 0.2 y 0.5 m
		3 Diámetro > 0.5 m
10	Tratamiento superficial	1 Desprendimiento menor al 10 % de la superficie de las losas afectadas.
		2 Desprendimiento entre el 10 % y 30 % de la superficie de las losas afectadas.
		3 Desprendimiento mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas.
11	Daños puntuales	1 Deterioros puntuales
		2 Deterioros en menos del 30 % del área de bermas en la longitud evaluada de 200m
		3 Deterioros en más del 30 % del área de bermas en la longitud evaluada de 200m
12	Desnivel calzada berma	1 Desnivel leve < 15 mm
		2 Desnivel moderado entre 15 y 50 mm
		3 Desnivel severo > 50 mm

Fuente: MTC (2013).

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra un total de 12 fallas o deterioros en el pavimento rígido.

2.2.5. Fallas de los pavimentos flexibles

Según el Manual de carreteras mantenimiento y conservación (MTC, 2013) establece las siguiente fallas tanto para la calzada y berma:

Tabla 2. Fallas o deterioros del pavimento flexible.

Clasificación	Código	Falla	Gravedad
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	1 Malla grande (> 0.5 m) sin material suelto.
			2 Malla mediana (entre 0.3 y 0.5 m) sin o con material suelto.
			3 Malla pequeña (<0.3 m) sin o con material suelto.

Continuación de la Tabla 2.

Clasificación	Código	Falla	Gravedad
Deterioros o fallas estructurales	2	Fisuras longitudinales	<p>1 Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)</p> <p>Fisuras medias corresponde a fisuras 2 abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)</p> <p>Fisuras gruesas corresponden a fisuras 3 abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.</p>
	3	Deformación por deficiencia estructural.	<p>1 Profundidad sensible al usuario < 2 cm.</p> <p>2 Profundidad entre 2 cm y 4 cm.</p> <p>3 Profundidad > 4 cm.</p>
	4	Ahuellamiento.	<p>1 Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm.</p> <p>2 Profundidad > 6 mm y ≤ 12 mm.</p> <p>3 Profundidad > 12 mm.</p>
	5	Reparaciones o parchados.	<p>1 Reparación o parchado para deterioros superficiales.</p> <p>2 Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado.</p> <p>3 Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado.</p>
	6	Peladura y desprendimiento.	<p>1 Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).</p> <p>Continuo sin aparición de la base granular</p> <p>2 o puntual con aparición de la base granular.</p> <p>3 Continuo con aparición de la base granular.</p>
Deterioros o fallas superficiales	7	Baches (huecos).	<p>1 Diámetro < 0.2 m</p> <p>2 Diámetro entre 0.2 y 0.5 m</p> <p>3 Diámetro > 0.5 m</p>
	8	Fisuras transversales.	<p>1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)</p> <p>Fisuras medias, corresponde a fisuras 2 abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm). También se denominan grietas.</p> <p>Fisuras gruesas, corresponden a fisuras 3 abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.</p>
	9	Exudación	<p>1 Puntual.</p> <p>2 Continua.</p> <p>3 Continua con superficie viscosa.</p>

Continuación de la Tabla 2.

Clasificación	Código	Falla	Gravedad
Berma pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1 Daños puntuales baches o huecos, erosión
			2 Daños en menos del 30 % del área de bermas en la longitud evaluada de 200 m
			3 Deterioros en más del 30 % del área de bermas en la longitud evaluada de 200 m
	11	Desnivel calzada berma	1 Desnivel leve < 15 mm
			2 Desnivel moderado entre 15 y 50 mm
			3 Desnivel severo > 50 mm

Fuente: MTC (2013).

2.2.6. Actividades de conservación rutinaria

De acuerdo a lo establecido por el Manual de carreteras de conservación vial (2013), se considera conservación rutinaria a las siguientes actividades:

Sellado de fisuras y grietas en calzada. - El sello de fisuras (aberturas iguales y menores 3mm) y de grietas (aberturas mayores a 3mm) consiste en la colocación de materiales especiales dentro de las grietas o en realizar relleno con materiales especiales dentro de las grietas del pavimento de la vía. El objetivo del sello de fisuras y de grietas es impedir la entrada de agua y la de materiales incompresibles como piedras o materiales duros dentro de ellas y, de esta manera, minimizar y/o retardar la formación de agrietamientos más severos como los de piel de cocodrilo y la posterior aparición de baches.

Parchado superficial en calzada. - Este trabajo consiste en la reparación de baches en la capa de rodadura del pavimento de la vía. El parchado superficial comprende la reparación de baches y el reemplazo de áreas del pavimento que se encuentran deterioradas, siempre que afecten exclusivamente a la superficie de rodadura, encontrándose en buenas condiciones la base granular y demás

capas del suelo. El objetivo del parchado superficial es recuperar las condiciones para una adecuada circulación vehicular. Además, para minimizar y/o retardar la formación de daños más severos en el pavimento.

Parchado profundo de calzada. - El parchado profundo consiste en la reparación, bacheo o reemplazo de una parte severamente deteriorada de la estructura del pavimento flexible, cuando el daño afecte tanto a la o las capas asfálticas, como parte de la base y/o subbase de la vía.

Bache de bermas con material granular. - La actividad se refiere a la reparación de bermas granulares no pavimentadas, que se encuentren desniveladas respecto al borde del pavimento, que estén deformadas o cuya geometría no se ajusta a un plano liso con una pendiente uniforme y adecuada.

Nivelación de bermas con material granular. - Esta actividad consiste en la nivelación de bermas granulares no pavimentadas, que se encuentren desniveladas respecto al borde del pavimento, que estén deformadas o cuya geometría no se ajusta a un plano liso con una pendiente uniforme y adecuada, con o sin aporte de material.

Parchado superficial de bermas con tratamiento asfáltico. - Este trabajo consiste en la reparación de baches y el reemplazo de áreas del pavimento que se encuentra deteriorados, siempre que afecten exclusivamente a la capa de rodadura asfáltica, encontrándose en buenas condiciones la base granular y las demás capas del suelo.

Parchado profundo de bermas con tratamiento asfáltico. - Este trabajo consiste en la reparación de baches y el reemplazo de áreas del pavimento que

se encuentra deteriorados o cuando el daño afecte tanto a la capa asfáltica como a la base y sub base granular.

2.2.7. Índice internacional de rugosidad (IRI)

El Índice Internacional de Rugosidad, mejor conocido como IRI (International Roughness Index), fue propuesto por el Banco Mundial en 1986 como un estándar estadístico de la rugosidad y sirve como parámetro de referencia en la medición de la calidad de rodadura de un camino. El Índice Internacional de Rugosidad tiene sus orígenes en un programa Norteamericano llamado Nacional Cooperative Highway Research Program (NCHRP) y está basado en un modelo llamado "Golden Car" descrito en el reporte 228 del NCHRP (Arriaga, Garnica, y Rico, 1998).

El cálculo matemático del Índice Internacional de Rugosidad está basado en la acumulación de desplazamientos en valor absoluto, de la masa superior con respecto a la masa inferior (en milímetros, metros o pulgadas) de un modelo de vehículo (cuarto de carro), dividido entre la distancia recorrida sobre un camino (en m, km. o millas) que se produce por los movimientos al vehículo, cuando éste viaja a una velocidad de 80 km/hr. El IRI se expresa en unidades de mm/m, m/km, in/mi, etc. (Arriaga, Garnica y Rico, 1998).

Modelo cuarto de carro.- Para Arriaga, Garnica y Rico (1998) el modelo de Cuarto de Carro utilizado en el algoritmo del IRI debe su nombre a que implica la cuarta parte de un vehículo. El modelo se muestra en la siguiente figura; que incluye una rueda representada por un resorte vertical, la masa del eje soportada por la llanta, un resorte de la suspensión, un amortiguador, y la masa del vehículo soportada por la suspensión de dicha rueda.

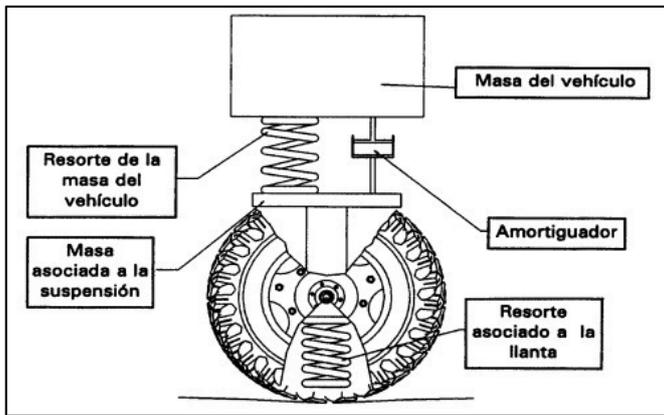


Figura 2. Representación gráfica del modelo "Cuarto de carro".

Fuente: Arriaga, Garnica y Rico (1998)

Escala y características del IRI

La escala y características involucradas en el IRI son las siguientes:

- Las unidades están en mm/m, m/km o in/mi
- El rango de la escala del IRI para un camino pavimentado es de 0 a 12 m/km. (0 a 760 in/mi), donde 0 es una superficie perfectamente uniforme y 12 un camino intransitable. En la que se muestra a continuación se presentan las características de los pavimentos dependiendo del valor del IRI, según las experiencias recogidas por el Banco Mundial en diversos países.
- Para una superficie con pendiente constante sin deformaciones (plano inclinado perfecto), el IRI es igual a cero. Por lo que la pendiente, como tal, no influye en el valor del IRI, no así los cambios de pendiente.

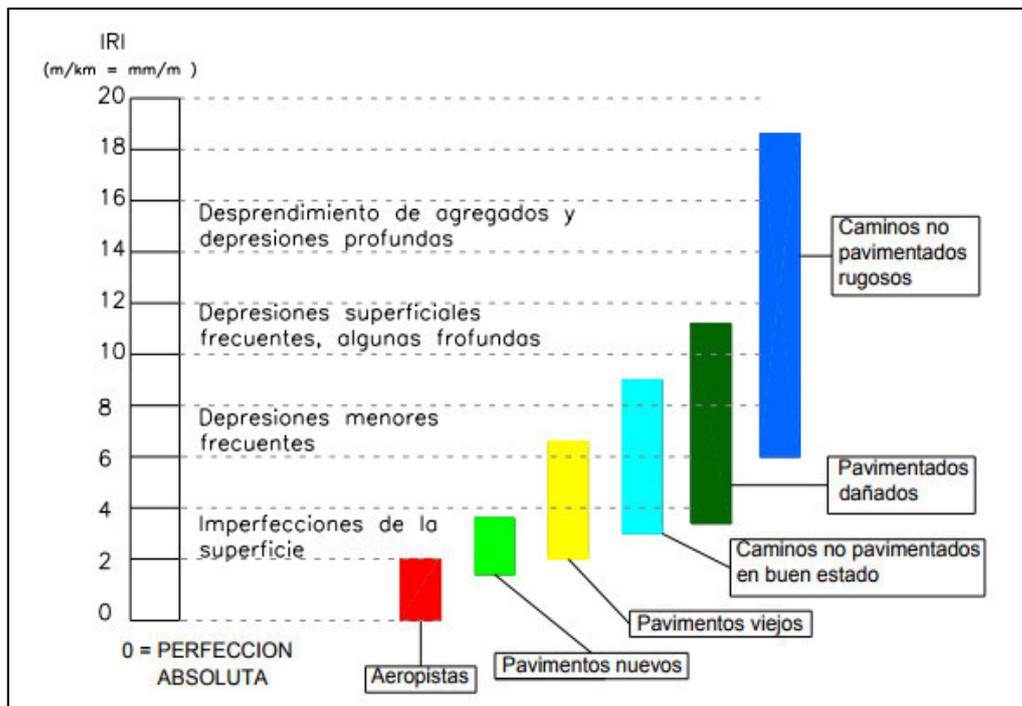


Figura 3. Escala de valores del índice de rugosidad internacional.

Fuente: Arriaga, Garnica, y Rico (1998)

2.2.8. Modelo HDM 4

Tienen su origen a finales de la década de los sesenta y fueron desarrollados inicialmente por el Banco Mundial en conjunto con el Transport and Road Research Laboratory (TRRL), el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) y posteriormente contó con la participación del Massachusetts Institute of Technology (MIT). Los modelos desarrollados fueron complementados tras un estudio de campo realizado por el Banco Mundial en conjunto con el Transport and Road Research Laboratory (TRRL) en Kenia, India, Brasil y países del Caribe, lo que representó para el Banco Mundial el desarrollo del programa HDM-III, que posteriormente fue actualizándose hasta la versión HDM-4 utilizada actualmente (Kerali, 2000).

Los modelos de deterioro del HDM evalúan la condición funcional y estructural, teniendo en cuenta los parámetros de vía como el índice de condición

de vía, su geometría, climatología, índice medio diario, velocidad de diseño, etc.; y las características de los vehículos que hace uso de una carretera. La condición funcional evalúa las características operacionales y el estado de la superficie del pavimento en base a modelos de desgaste, baches, rugosidad y fricción. La condición estructural evalúa el nivel de la integridad física en que se encuentra la sección de un pavimento, a partir de los modelos de agrietamiento y ahuellamiento (Kerali, 2000).

Desde el punto de vista estructural, el ahuellamiento y el agrietamiento son las principales formas en que falla una estructura de pavimento, causadas por la fatiga y el envejecimiento del material. El deterioro por agrietamiento se manifiesta en la capa de rodado, en donde una mayor severidad hará menos segura y confortable la circulación vehicular, se elevarán los costos de operación vehicular, los tiempos de viaje, el consumo de combustible y el deterioro del vehículo (Rodríguez, Thenoux y González, 2013).

Para Rodríguez, Thenoux y González (2013) las ecuaciones que describen el modelo de deterioro se componen de variables de entrada, factores de calibración, coeficientes y parámetros, todos ellos presentes en las Ecuaciones 1 a 4. Las Ecuaciones 1 y 2 corresponden al modelo de iniciación de todas las grietas estructurales (ICA) y al modelo de iniciación de grietas anchas estructurales (ICW) respectivamente. Las Ecuaciones 3 y 4 corresponden al modelo de progresión de todas las grietas estructurales (ACA) y al modelo de progresión de grietas estructurales anchas (ACW).

$$ICA = k_{cia} * \left\{ CDS^2 * a_o * e^{\left[a_1 * NE * \frac{YE^4}{NE^2} \right]} + CRT \right\} \text{--- (1)}$$

$$ICW = k_{ciw} * MAX\{(a_0 + a_1 * ICA), a_2 * ICA\} \text{--- (2)}$$

$$\Delta ACA = k_{cpa} * \left(\frac{CRP}{CDS}\right) * Z_A * \left\{ (Z_W * a_0 * a_1 * \delta t_W + SCW^{a_1})^{\frac{1}{a_1}} - SCA \right\} \text{--- (3)}$$

$$\Delta ACW = k_{cpw} * \left(\frac{CRP}{CDS}\right) * Z_W * \left\{ (Z_W * a_0 * a_1 * \delta t_W + SCW^{a_1})^{\frac{1}{a_1}} - SCW \right\} \text{--- (4)}$$

Dónde:

NE (Número estructural) – YE4 (Tránsito): Variables de entrada, provienen de información de terreno y generalmente son informados de manera determinística. k: Factores de calibración que permiten adaptar los modelos a condiciones locales. a: Coeficientes definidos para cada modelo de deterioro. CDS: Indicador de defectos de construcción para superficies en asfalto (Parámetro).

CRT: Tiempo de demora en la aparición de grietas debido al mantenimiento (En años - Parámetro). CRP: Retraso en la progresión de grietas debido al tratamiento preventivo (Parámetro). δt_A : Fracción del año de análisis en que la progresión de todas las grietas estructurales se aplica. δt_{AW} : Fracción del año de análisis en que la progresión de grietas estructurales anchas se aplica.

El principal requerimiento para la utilización de los modelos de deterioro es que deben ser calibrados a condiciones locales, además, la calidad de los datos de entrada define la veracidad de la información que entrega el modelo y requieren cumplir con condiciones básicas de calidad, que garanticen valores de salidas aproximados a los valores reales del deterioro (Jain, Aggarwal y Partida, 2005)

2.2.9. Parámetros de vías

Según Alejos y Cribillero (2017) se ingresan todos los datos que constituyen el inventario de secciones de la red. La sección es la unidad de análisis en el

HDM-4, y está definida por múltiples parámetros. El sistema de ingreso de datos está organizado mediante “ficheros” o “tarjeteros” accesibles desde la pantalla, que permiten ir ingresando en forma ordenada la información dentro de cada ficha o tarjeta.

Tramo: CAT4E4C:Km 57.4 - Km 130.936

Definición | Geometría | Firme | Estado

Nombre del tramo: CAT4E4C:Km 57.4 - Km 130.936

ID del tramo: 29

Nombre ruta: A41C

ID de ruta: 001S

Tipo de vel/cap: carretera 2 carriles estandar

Modelo de tráfico: Inter-urbano

Zona climática: Costa

Clase carretera: Longitudinal Carpeta

Tipo c.rodadura: Bituminosa

Tipo firme: Mezcla bituminosa sobre base granular

Longitud: 73.54 km

Ancho de calzada: 7.1 m

Ancho de arcén: 3.04 m

Número de carriles: 2

Traffic

Motorizado: 1876.08 IMD

No motorizado: 0 IMD

Año: 2005

Sentido: Sentido descendente

Detalles... Aceptar Cancelar

Nombre del tramo

Figura 4. Parámetros de vías para la aplicación del modelo HDM – 4.

Fuente: Alejos y Cribillero (2017).

Entre los datos a ingresar deben especificarse, entre otras, las siguientes características:

- Denominación, longitud y clasificación funcional de la sección.
- Clima: selección de zona climática definida en el módulo de Configuración.
- Datos de tránsito: TMDA de vehículos motorizados y no motorizados, patrones de flujo de tránsito y de distribución de velocidades. El resto

de los datos de tránsito se ingresa en la evaluación a nivel del Proyecto, Programa o Estrategia.

- Datos de diseño geométrico: ancho de calzada y banquetas, número de trochas, curvatura horizontal, subidas más bajadas, altitud promedio, etc.
- Datos de estructura de pavimentos: tipo de superficie, información sobre capas estructurales y subrasante, capacidad estructural del paquete, edad desde intervenciones realizadas, estado de deterioro del pavimento, condiciones de drenaje, textura superficial, coeficientes de ajuste de modelos, etc.

2.2.10. Características de vehículos

Este módulo permite incorporar las principales características de los vehículos que componen las flotas que circularán sobre las distintas secciones, información que será posteriormente utilizada para el cálculo de costos de los usuarios de la carretera. Los datos se ingresan a partir de vehículos tipificados, que tienen sus propios parámetros por defecto, y a partir de allí pueden modificarse de acuerdo a las realidades propias de cada país o región (Alejos y Cribillero, 2017).

En HDM-4 pueden ingresarse tanto vehículo motorizado, incluyendo motocicletas, como no motorizados (bicicletas, carros a tracción animal, incluso peatones). En la figura siguiente se muestra la ventana de ingreso de características básicas del vehículo cuyos datos se quieren especificar, entre las cuales se cuentan equivalencia en vehículos livianos (para análisis de capacidad), número de ejes y de neumáticos, utilización anual, vida útil estimada,

número de pasajeros, equivalencia de cargas (ESAL/vehículo), etc. (Alejos y Cribillero, 2017).

Figura 5. Parámetros de vías para la aplicación del modelo HDM-4.

Fuente: Alejos y Cribillero (2017).

2.2.11. Ventajas comparativas del modelo HDM-4

La aplicación del modelo HDM-4 resulta ventajoso en cuanto a la facilidad de toma de decisión y otros aspectos que se muestran a continuación:

Tabla 3. Comparación entre el modelo HDM 4 y el modelo clásico.

Modelo HDM 4	Modelo clásico
Considera el deterioro de la carretera, es decir, determina cual será el deterioro del pavimento, en función del tráfico y del estado actual	Considera el deterioro de la carretera, mediante un diagnóstico in situ, pero no prospectivo.
Tiene en cuenta los efectos de obras y determina los costes correspondientes	No considera los efectos de las obras en el estado la capa de rodadura
Determina costos de operación y mantenimiento de los vehículos, accidentes y tiempo de viaje	No estima los costos para los usuarios
Considera los efectos de las emisiones de los vehículos y el consumo de energía.	No considera efectos sociales ni medioambientales
El modelo calcula para cada año del periodo, tramo y alternativa de evaluación, las condiciones de la carretera y los recursos utilizados.	El modo de cálculo se basa en la estimación del PCI.
Facilita la toma de decisión.	Es la parte inicial para toma de decisión.

Fuente: Crespo y Yarza (2014).

2.3. Definición de términos

Carretera. - Es un camino público pavimentado que está dispuesto para el tránsito de vehículos. Debe poseer una resistencia tal a las cargas sobre las que estará sometida para garantizar su durabilidad en el tiempo. Además, cuenta con obras adicionales que ayudan a mitigar el efecto del clima en ellas como son cunetas, pendiente de bombeo, etc. (Alejos y Cribillero, 2017).

Pavimentos. - Es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos, durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado (Guzmán y Fernández, 2012).

Serviciabilidad del pavimento. - Es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento. Es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad (Guzmán y Fernández, 2012).

Índice de condición de pavimento. - Constituye la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad (Alejos y Cribillero, 2017).

Índice internacional de rugosidad. - Comúnmente llamado IRI por sus siglas en inglés (International Roughness Index), es la unidad estandarizada utilizada por excelencia para la medición de la rugosidad (Alejos y Cribillero, 2017).

Modelo HDM - 4. - Se basa fundamentalmente en la evaluación de los parámetros de vía y las características de los vehículos que la transitan, para obtener las mejores alternativas de conservación y mejora de los distintos tramos de carretera evaluados en un determinado análisis (Alejos y Cribillero, 2017).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El uso del modelo HMD-4 optimiza la gestión del pavimento de la avenida San Carlos.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) El tipo de conservación que se aplicaría mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo I de la avenida San Carlos será periódica.
- b) El tipo de conservación que se aplicaría mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo II de la avenida San Carlos será periódica.
- c) Es posible calcular el costo de conservación por actividad mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo I de la avenida San Carlos.
- d) Es posible calcular el costo de conservación por actividad mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo II de la avenida San Carlos.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable independiente: Modelo HDM-4. – Evalúan la condición funcional y estructural, teniendo en cuenta los parámetros de vía como el índice de condición de vía, su geometría, climatología, índice medio diario, velocidad de diseño, etc.; y las características de los vehículos que hace uso de una carretera (Kerali, 2000).

Variable dependiente: Gestión de pavimentos. - Es un conjunto de herramientas o métodos que asisten a quienes toman decisiones a encontrar la estrategia óptima para proveer, evaluar y mantener pavimentos en buenas

condiciones de serviciabilidad en un periodo determinado de tiempo (Alejos y Cribillero, 2017).

2.5.2. Definición operacional de la variable

Variable independiente: Modelo HDM-4. – Se determinó de acuerdo parámetros de vía como el índice de condición de vía, su geometría, climatología, índice medio diario, velocidad de diseño, etc.; los mismos que van ligados a las condiciones actuales del pavimento y las alternativas de conservación.

Variable dependiente: Gestión de pavimentos. – Se determinó de acuerdo a la evaluación de alternativas de conservación, en base a la viabilidad tanto técnica y económica.

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 4. Operacionalización de las variables.

Variable	Dimensión	Indicador
Variable independiente: Modelo HDM-4	Parámetros de vía	Geometría de la vía Índice de condición de pavimentos Climatología Índice medio diario Velocidad de diseño Tipo de pavimento actual
	Parque automotor	Tipo de vehículos Número de ruedas Tipo de neumáticos Número de ejes Horas de trabajo
Variable dependiente: Gestión de pavimentos	Condiciones actuales	Calificación de la condición Valor de IRI Alternativas de conservación
	Conservación	Alternativas de conservación

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método investigación

Corresponde al método científico; este rechaza o elimina todo procedimiento que busque manipular la realidad en forma caprichosa, tratando de imponer prejuicios, creencias o deseos que no se ajusten a un control adecuado de la realidad y de los problemas que se investigan (Ccanto, 2010).

3.2. Tipo de investigación

La investigación corresponde a una investigación aplicada puesto que se pretende resolver problemas prácticos con el propósito de cambio y asimismo será instrumento para la toma de decisiones (Del Cid, Sandoval y Sandoval, 2007).

3.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es descriptivo – explicativo, puesto que, se considera al fenómeno estudiado y sus componentes, medir y definir variables;

a su vez, se determinará las causas del fenómeno y se generará un sentido de entendimiento (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

3.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental de corte transeccional, lo que se define como la investigación que se realiza sin manipulación deliberadamente de la variable independiente, de corte transeccional pues se describirá relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población para esta investigación fue la totalidad de la Av. San Carlos (3 009 m) del distrito y provincia de Huancayo, región Junín; asimismo porque esta es una de las principales vías de la ciudad, conectando a las importantes universidades de la región y demás anexos del distrito de El Tambo y Huancayo.

3.5.2. Muestra

El tipo de muestreo fue no probabilístico intencional o dirigido correspondiendo a 10 unidades cada una de 200 m de longitud y ancho de 10.40 m en la totalidad de 2 000 m de la avenida San Carlos; el mismo que se ha determinado según lo estipulado por el Manual de Carreteras Conservación Vial (MTC, 2013) para la evaluación de la condición del pavimento; asimismo cabe mencionar que se ha evaluado la totalidad de la avenida San Carlos tal como señala el manual.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Entrevista no estructurada

Pues se estableció contacto directo con los conductores que hacen uso de la vía en la Avenida San Carlos, sin ningún plan específico previo solo con la finalidad de conocer con objetividad los problemas.

3.6.2. Análisis de documentos

Basada en información bibliográfica e Internet, para la elaboración del marco teórico y demás componentes de la investigación.

Asimismo, lo que concierne al instrumento de recolección de datos, este será:

- Ficha para determinar la calificación de condición de pavimento.
- Ficha para determinar el IMD.
- Ficha de recolección de opinión de los usuarios de la vía en estudio.

3.7. Procesamiento de la información

El procesamiento de los datos se realizará mediante matrices de tabulación y gráficos esto en base a los datos obtenidos en campo tales como el IRI, IMD y las características actuales del pavimento. Del mismo modo esta información será procesada mediante el modelo HDM-4 y Office.

3.7.1. Pre campo

- Recopilación de información respecto a la descripción del lugar.
- Elaboración de fichas para la toma de datos en campo.

3.7.2. Campo

- Conteo vehicular.

- Toma de datos para determinar las condiciones actuales de la zona de estudio.
- Recopilación de la información de entidades estatales como el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

3.7.3. Gabinete

- Procesamiento de los datos obtenidos de conteo vehicular.
- Análisis de la información para determinar las condiciones actuales de la zona de estudio.
- Estimación de la serviciabilidad del pavimento mediante la aplicación del modelo HDM-4.
- Análisis de la mejor alternativa de gestión para la zona de estudio.

3.7.4. Observación directa

Mediante un procedimiento sistematizado y controlado, a fin de obtener los datos sobre la edad del pavimento y la gestión que se aplica actualmente.

3.7.5. Elaboración de informe

- Elaboración del marco teórico.
- Elaboración del marco metodológico.
- Redacción de los resultados, discusiones, conclusiones, recomendaciones y anexos.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Las técnicas y análisis de datos para la presente investigación serán de acuerdo a lo considerado al análisis cuantitativo, para lo cual se usó la estadística descriptiva tal como la medida de tendencia central (media) y gráficas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Tipo de conservación mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo I de la avenida San Carlos

4.1.1. Parámetros de la vía

Zonificación climática

Tabla 5. Zonificación climática.

Zonificación climática	
Nombre	Hyo - templado
Clasificación por humedad	Húmeda
Índice por humedad	60
Duración estación seca	0.25
Precipitación media mensual	71.6 mm
Clasificación temperatura	Moderadamente frío
Temperatura media	12°C
Rango temperatura medias	10°C

Fuente: En base a CATIE (2016) y SENAMHI (2013).

La tabla muestra la zonificación climática, consideración importante para el desarrollo del modelo HDM – 4.

Definición del tramo I de la avenida San Carlos

Tabla 6. Definición del Tramo I de la Av. San Carlos.

Definición del Tramo I de la Av. San Carlos	
Nombre del tramo	Tramo I
ID del tramo	TI
Nombre ruta	Av. Ferrocarril - Psje. Aurora
ID de ruta	Av. F - Psje. Au
Tipo de vel/cap	Carretera dos carriles
Modelo de tráfico	Vía interurbana
Zona climática	Hyo - templado
Clase carretera	Terciaria o local
Tipo c.rodadura	Hormigón
Tipo firme	JPCP con pasadores
Longitud	0.68 km
Ancho de calzada	5.6 m
Ancho de arcén	2.4 m
Número de carriles	2
Tráfico	
Motorizado	3989 IMD
Año	2018
Sentido	Ambos sentidos

En la tabla se consigna la definición del tramo I de la avenida San Carlos, esta muestra las características generales del tramo.

Geometría del tramo I de la avenida San Carlos

Tabla 7. Geometría del tramo I de la Av. San Carlos.

Geometría del tramo I de la Av. San Carlos	
Rampas + pendientes	15 m/km
Curvatura horizontal media	171°/km
Velocidad límite	60 km/h
Altitud	3276 msnm

En la tabla se muestra la geometría del tramo I de la avenida San Carlos, lo cual consigna la pendiente, la curvatura horizontal media, la velocidad límite y la altitud.

Características del pavimento en el tramo I de la avenida San Carlos

Tabla 8. Características del pavimento en el tramo I de la Av. San Carlos.

Características del pavimento - Tramo I de la Av. San Carlos	
Espesor de capa de rodadura	150 mm
Tipo de base	Granular
Espesor de base	100 mm
Tipo de explanada	Granular
Año de construcción	2005

En la tabla se detalla las características del pavimento rígido del tramo I de la avenida San Carlos, para lo se consideró el espesor de la capa de rodadura, tipo de base, espesor de base, tipo de explanada y el año de construcción.

Estado del pavimento del tramo I de la avenida San Carlos

Tabla 9. Estado del tramo I de la Av. San Carlos.

Estado del tramo I de la Av. San Carlos		
Estado a final de año	2005	2018
Regularidad (IRI - m/km)	3	5.21
Desnivel medio entre losas (mm)	0	25
Juntas desconchadas (%)	0	4.75
Losas fisuradas (%)	0	7.55
Fisuras deterioradas (N°/km)	0	300
Roturas por km	0	0

La tabla da a conocer el estado del tramo I de la avenida San Carlos, tanto del año de construcción y del año actual.

Parque automotor en la avenida San Carlos

Tabla 10. Parque automotor en la Av. San Carlos.

Nombre	Clase	Tipo base	Categoría
Auto	Coche de pasajeros	Coche pequeño	Motorizado
Station Wagon	Coche de pasajeros	Coche pequeño	Motorizado
Pick Up	Vehículos de reparto	Vehículo de reparto ligero	Motorizado
Combi	Autobuses	Minibus	Motorizado
Micro	Autobuses	Autobús ligero	Motorizado

La tabla da a conocer el parque automotor presente en la Av. San Carlos.

Tabla 11. Porcentaje de composición vehicular en la Av.San Carlos.

Nombre	Composición (%)
Auto	45.15
Station Wagon	25.85
Pick Up	4.11
Combi	12.66
Micro	12.23
Total	100.00

En la tabla se especifica el porcentaje de composición del parque automotor, esto en función al estudio de tráfico que se realizó.

4.1.2. Condición superficial del tramo I de la avenida San Carlos

La determinación de la condición superficial se considera que, la avenida cuenta con una extensión total de 3.09 km conformada por dos tramos: Tramo I con extensión de 0.68 km desde la avenida Ferrocarril hasta el pasaje Aurora (pavimento rígido) y tramo II con extensión de 2.41 km desde el pasaje Aurora hasta la avenida Mártires del periodismo (pavimento flexible).

Tabla 12. Deterioros/fallas en el tramo I de la avenida San Carlos.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)
Calzada pavimento rígido	1 Desnivel entre losas	1 Sensible al usuario sin reducción de la velocidad.
	2 Fisuras longitudinales	1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)
		2 Fisuras medias corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdida de material (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)
	3 Fisuras transversales.	2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm).
		3 Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.
4 Fisuras de esquina	1 Solamente una esquina quebrada. 2 Dos esquinas quebradas.	
5 Fisuras oblicuas	1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	
	2 Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm ≤ 3 mm).	

6	Reparaciones o parchados	1	Puntuales (menor al 10% de la superficie de las losas afectadas)	
		2	Puntuales (entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas)	
7	Despostillamiento de juntas	1	Fracturamiento o desintegración de bordes menor - igual que el 50% de la longitud dentro de los 5 cm de la junta.	
		3	Fracturamiento o desintegración hasta una distancia superior a 5 cm de la junta.	
8	Desprendimiento	1	Pérdida de material menor al 10% de la superficie de las losas afectadas.	
		3	Pérdida de material mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas.	
9	Baches (Huecos)	1	Diámetro < 0.2 m	
		3	Diámetro > 0.5 m	
10	Tratamiento superficial	1	Desprendimiento menor al 10% de la superficie de las losas afectadas.	
		3	Desprendimiento mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas.	
Bermas pavimentada y no pavimentada	11	Daños puntuales	2	Deterioros en menos del 30% del área de bermas en la longitud evaluada de 200m
			3	Deterioros en más del 30% del área de bermas en la longitud evaluada de 200m
	12	Desnivel calzada berma	1	Desnivel leve < 15 mm
			2	Desnivel moderado entre 15 y 50 mm

La tabla muestra los deterioros o fallas identificadas del pavimento rígido identificados en todo el tramo I de la avenida San Carlos, estos diferenciados a la vez por el nivel de gravedad.

Tabla 13. Evaluación de daños en la zona de muestreo 1 del tramo I.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (Eij)	Extensión promedio ponderada (Efp)	Puntaje de condición resultante/ falla
Calzada pavimento rígido	1	Desnivel entre losas	1 43.52	3.89%	3.89%	19
	2	Fisuras longitudinales	1 3.62	0.32%	0.45%	19
			2 5.96	0.53%		
	3	Fisuras transversales.	2 12.35	1.10%	1.09%	19
			3 11.98	1.07%		
	4	Fisuras de esquina	1 1.54	0.14%	0.72%	19
			2 9.22	0.82%		
	5	Fisuras oblicuas	1 3.09	0.28%	0.41%	19
			2 5.42	0.48%		
	6	Reparaciones o parchados	1 6.67	0.60%	1.63%	5
2 21.79			1.95%			
7	Despostillamiento de juntas	1 33.26	2.97%	3.95%	5	
		3 51.30	4.58%			
8	Desprendimiento	1 10.61	0.95%	3.53%	5	
		3 46.14	4.12%			
9	Baches (Huecos)	1 24.00	0.00%	43.00	100	
		3 19.00	0.00%			
10	Tratamiento superficial	1 6.66	0.59%	6.85%	19	
		3 82.44	7.36%			
Bermas pavimentada y no pavimentada	11	Daños puntuales	2 35.09	3.66%	10.58%	30
			3 120.84	12.59%		
	12	Desnivel calzada berma	1 222.00	55.50%	50.61%	100
			2 178.00	44.50%		
						359

Tabla 14. Evaluación de daños en la zona de muestreo 2 del tramo I.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (E _{fij})	Extensión promedio ponderada (E _{fp})	Puntaje de condición resultante/ falla
Calzada pavimento rígido	1	Desnivel entre losas	1 43.52	3.89%	3.89%	19
	2	Fisuras longitudinales	1 4.19	0.37%	0.79%	19
			2 10.62	0.95%		
	3	Fisuras transversales.	2 15.91	1.42%	1.31%	19
			3 13.29	1.19%		
	4	Fisuras de esquina	1 1.87	0.17%	0.70%	19
			2 9.06	0.81%		
	5	Fisuras oblicuas	1 4.55	0.41%	1.26%	19
			2 16.74	1.49%		
	6	Reparaciones o parchados	1 12.39	1.11%	2.77%	5
2 37.28			3.33%			
7	Despostillamiento de juntas	1 33.27	2.97%	3.94%	5	
		3 51.25	4.58%			
8	Desprendimiento	1 10.59	0.95%	2.14%	5	
		3 28.83	2.57%			
9	Baches (Huecos)	1 12.00	0.00%	19.00	100	
		3 7.00	0.00%			
10	Tratamiento superficial	1 3.96	0.35%	8.32%	19	
		3 96.82	8.64%			
Bermas pavimentada y no pavimentada	11	Daños puntuales	2 38.44	4.00%	7.21%	5
			3 83.45	8.69%		
	12	Desnivel calzada berma	1 241.74	60.44%	52.18%	100
			2 158.26	39.57%		
						334

Tabla 15. Evaluación de daños en la zona de muestreo 3 del tramo I.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (Efij)	Extensión promedio ponderada (Efp)	Puntaje de condición resultante/ falla
Calzada pavimento rígido	1	Desnivel entre losas	1 53.04	3.38%	3.38%	19
	2	Fisuras longitudinales	1 5.57	0.36%	0.88%	19
			2 16.56	1.06%		
	3	Fisuras transversales.	2 17.45	1.11%	1.32%	19
			3 23.11	1.47%		
	4	Fisuras de esquina	1 2.04	0.13%	0.22%	19
			2 4.15	0.26%		
	5	Fisuras oblicuas	1 5.68	0.36%	1.00%	19
			2 18.66	1.19%		
	6	Reparaciones o parchados	1 13.65	0.87%	1.46%	5
2 27.50			1.75%			
7	Despostillamiento de juntas	1 41.61	2.65%	5.13%	5	
		3 97.14	6.20%			
8	Desprendimiento	1 9.25	0.59%	1.57%	5	
		3 29.50	1.88%			
9	Baches (Huecos)	1 17.00	0.00%	32.00	100	
		3 15.00	0.00%			
10	Tratamiento superficial	1 6.51	0.42%	4.11%	19	
		3 69.77	4.45%			
Bermas pavimentada y no pavimentada	11	Daños puntuales	2 60.48	4.50%	7.62%	5
			3 123.04	9.15%		
12	Desnivel calzada berma	1 221.63	39.58%	36.13%	100	
		2 178.37	31.85%			
						334

Respecto a la Tabla 3 se tiene que el puntaje de condición resultante es de 359, por lo tanto la calificación de la resultante es de $1000 - 359 = 641$ siendo así que el tramo 1 evaluado es considerado con una **condición regular** y el tipo de conservación recomendada: **conservación periódica**.

Tabla 16. Nivel de condición y tipo de conservación para el muestreo 1 del tramo I.

Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m de pavimento rígido	
Calificación de la condición:	641 Condición regular
Tipo de conservación según calificación de condición:	Conservación periódica

En la Tabla 4 se tiene que el puntaje de condición resultante es de 334, por lo tanto la calificación de la resultante es de $1000 - 334 = 666$ siendo así que el tramo 2 evaluado es considerado con una **condición regular** y el tipo de conservación recomendada: **conservación periódica**.

Tabla 17. Nivel de condición y tipo de conservación para el muestreo 2 del tramo I.

Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m de pavimento rígido	
Calificación de la condición:	666 Condición regular
Tipo de conservación según calificación de condición:	Conservación periódica

Respecto a la Tabla 17 se tiene que el puntaje de condición resultante es de 359, por lo tanto la calificación de la resultante es de $1000 - 334 = 666$ siendo así que el tramo 3 evaluado es considerado con una **condición regular** y el tipo de conservación recomendada: **conservación periódica**.

Tabla 18. Nivel de condición y tipo de conservación para el muestreo 3 del tramo I.

Nivel de condición y tipo de conservación para 280 m de pavimento rígido	
Calificación de la condición:	666 Condición regular
Tipo de conservación según calificación de condición:	Conservación periódica

Por lo tanto, se tiene el siguiente resumen de inventario:

Tabla 19. Resumen de la condición del pavimento rígido en el tramo I de la avenida San Carlos.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Metrado	Medida de corrección	
Calzada pavimento rígido	1	Desnivel entre losas	1 Sensible al usuario sin reducción de la velocidad.	140.08 m	Reparación con mezcla asfáltica en caliente.
			1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	133.83 m	
	2	Fisuras longitudinales	2 Fisuras medias corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdida de material (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)	110.45 m	Resellado de juntas y sellado de fisuras.
			2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm).	152.37 m	
	3	Fisuras transversales.	3 Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.	96.75 m	
	4	Fisuras de esquina	1 Solamente una esquina quebrada.	54.51 m	Resellado de juntas de borde.
			2 Dos esquinas quebradas.	74.75 m	
	5	Fisuras oblicuas	1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	133.11 m	Resellado de juntas y sellado de fisuras.
			2 Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm ≤ 3 mm).	136.09 m	
	6	Reparaciones o parchados	1 Puntuales (menor al 10% de la superficie de las losas afectadas)	32.71 m ²	Parchado.
			2 Puntuales (entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas)	86.57 m ²	

7	Despostillamiento de juntas	1	Fracturamiento o desintegración de bordes menor - igual que el 50% de la longitud dentro de los 5 cm de la junta.	108.14	m ²	Resellado de juntas y sellado de fisuras.	
		3	Fracturamiento o desintegración hasta una distancia superior a 5 cm de la junta.	199.69	m ²		
8	Desprendimiento	1	Pérdida de material menor al 10% de la superficie de las losas afectadas.	30.45	m ²	Parchado.	
		3	Pérdida de material mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas.	104.47	m ²		
9	Baches (Huecos)	1	Diámetro < 0.2 m	53.00	Ud.	Parchado o reparación de espesor parcial con resellado de juntas.	
		3	Diámetro > 0.5 m	41.00	Ud.		
10	Tratamiento superficial	1	Desprendimiento menor al 10% de la superficie de las losas afectadas.	17.13	m ²	Reparación con tratamiento superficial o carpeta asfáltica, resellado de juntas y sellado de fisuras y grietas reflejadas.	
		3	Desprendimiento mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas.	249.03	m ²		
Bermas pavimentada y no pavimentada	11	Daños puntuales	2	Deterioros en menos del 30% del área de bermas en la longitud evaluada de 200m	134.01	m ²	Parchado o reparación de espesor parcial con resellado de juntas.
			3	Deterioros en más del 30% del área de bermas en la longitud evaluada de 200m	327.33	m ²	
12	Desnivel calzada berma	1	Desnivel leve < 15 mm	685.37	m	Reparación con mezcla asfáltica en caliente.	
		2	Desnivel moderado entre 15 y 50 mm	514.63	m		

En la Tabla 19 se detalla los deterioros encontrados en el tramo I de la avenida San Carlos; asimismo se especifica el metrado de cada uno de ellos y la medida de corrección necesaria.

4.1.3. Estándares de conservación del pavimento en el tramo I de la avenida San Carlos

De acuerdo a la evaluación realizada se ha considerado los siguientes estándares de conservación:

Tabla 20. Estándares de conservación del pavimento de la Av. San Carlos.

	Pavimentos rígidos	Und.	Precio (S/)	Precio (\$)
1	Reparación con mezcla asfáltica en caliente para desnivel entre losas	m	93.20	28.44
2	Resellado de juntas y sellado de fisuras longitudinales	m	15.36	4.69
3	Resellado de juntas y sellado de fisuras transversales	m	15.36	4.69
4	Resellado de juntas de borde	m	22.62	6.90
5	Resellado de juntas y sellado de fisuras oblicuas	m	15.36	4.69
6	Parchado para reparaciones	m ²	62.92	19.20
7	Resellado de juntas y sellado de fisuras para despostillamiento	m ²	22.86	6.98
8	Parchado para desprendimientos	m ²	62.92	19.20
9	Parchado o reparación parcial con resellado de juntas para baches	m ²	55.23	16.85
10	Reparación con tratamiento superficial o carpeta asfáltica, resellado de juntas y sellado de fisuras y grietas reflejadas	m ²	61.67	18.82
11	Parchado o reparación parcial con resellado de juntas en daños puntuales	m ²	55.23	16.85
12	Reparación con mezcla asfáltica en caliente para desnivel calzada berma	m	93.20	28.44

En la tabla se detalla cada una de las medidas o estándares de conservación consideradas en el tramo I la avenida San Carlos.

4.1.4. Alternativas de evaluación en el tramo I de la avenida San Carlos

Alternativa 1 de evaluación en el tramo I de la avenida San Carlos

Tabla 21. Alternativa 1 para la conservación del tramo I de la Av. San Carlos.

	Pavimentos rígidos	Und.	Código	Precio (S/)	Precio (\$)
1	Reparación con mezcla asfáltica en caliente para desnivel entre losas	m	MCFR1	93.2	28.44
2	Resellado de juntas y sellado de fisuras longitudinales	m	MCFR2	15.36	4.69

4	Resellado de juntas de borde	m	MCFR4	22.62	6.9
5	Resellado de juntas y sellado de fisuras oblicuas	m	MCFR5	15.36	4.69
7	Resellado de juntas y sellado de fisuras para despostillamiento	m ²	MCFR7	22.86	6.98
10	Reparación con tratamiento superficial o carpeta asfáltica, resellado de juntas y sellado de fisuras y grietas reflejadas	m ²	MCFR10	61.67	18.82
12	Reparación con mezcla asfáltica en caliente para desnivel calzada berma	m	MCFR12	93.2	28.44

La tabla consigna los estándares de conservación de la alternativa 1 para la intervención de la avenida San Carlos.

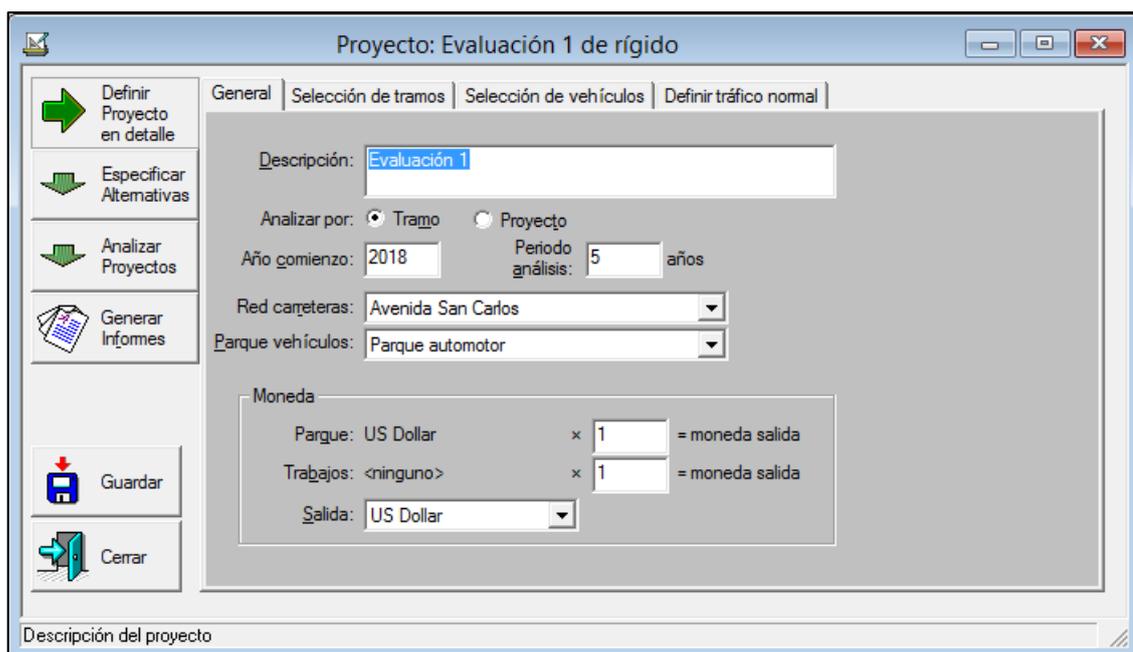


Figura 6. Evaluación de la alternativa 1 en el tramo I de la Av. San Carlos.

En la figura se detalla lo concerniente a la evaluación de la alternativa 1 en el tramo I de la avenida San Carlos, considerando un periodo de análisis de 5 años.

Alternativa 2 de evaluación en el tramo I de la avenida San Carlos

Tabla 22. Alternativa 2 para la conservación del tramo I de la Av. San Carlos.

	Pavimentos rígidos	Und.	Código	Precio (S/)	Precio (\$)
6	Parchado para reparaciones	m ²	MCFR6	62.92	19.2

8	Parchado para desprendimientos	m ²	MCFR8	62.92	19.2
9	Parchado o reparación parcial con resellado de juntas para baches	m ²	MCFR9	55.23	16.85
1	Parchado o reparación parcial con resellado de juntas en daños puntuales	m ²	MCFR11	55.23	16.85

La tabla consigna los estándares de conservación de la alternativa 2 para la intervención de la avenida San Carlos.

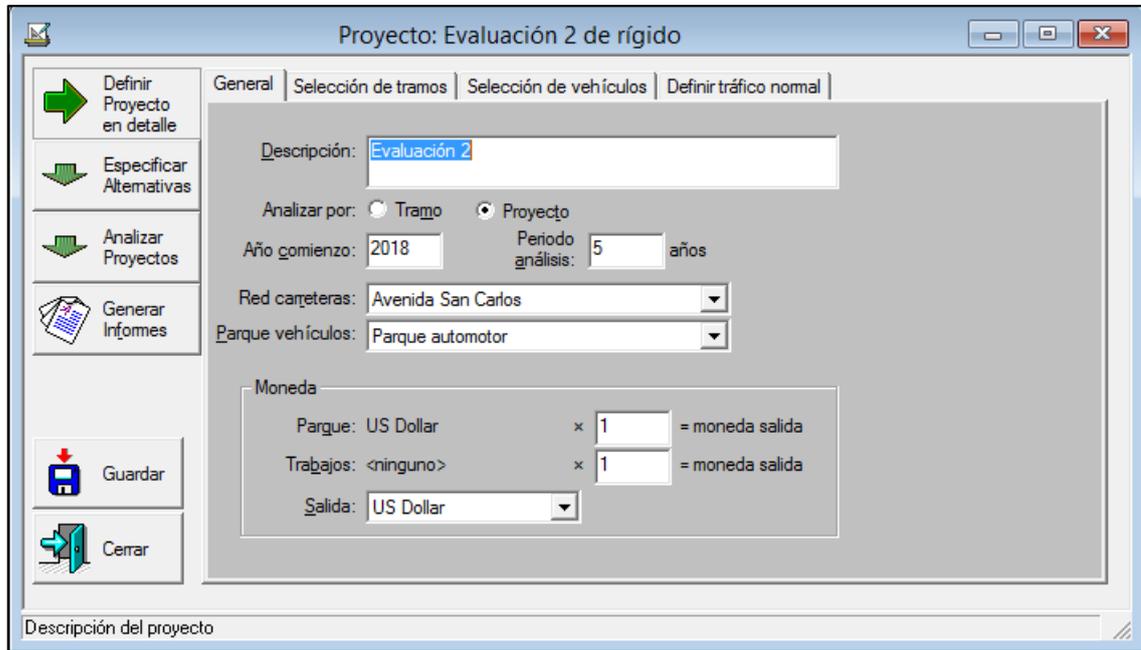


Figura 7. Evaluación de la alternativa 2 en el tramo I de la Av. San Carlos.

En la figura se detalla lo concerniente a la evaluación de la alternativa 2 en el tramo I de la avenida San Carlos, considerando un periodo de análisis de 5 años.

4.2. Tipo de conservación mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo II de la avenida San Carlos

4.2.1. Parámetros de la vía

Zonificación climática

Tabla 23. Zonificación climática.

Zonificación climática	
Nombre	Hyo - templado
Clasificación por humedad	Húmeda

Índice por humedad	60
Duración estación seca	0.25
Precipitación media mensual	71.6 mm
Clasificación temperatura	Moderadamente frío
Temperatura media	12°C
Rango temperatura medias	10°C

Fuente: En base a CATIE (2016) y SENAMHI (2013).

La tabla muestra la zonificación climática, consideración importante para el desarrollo del modelo HDM – 4.

Definición del tramo II de la avenida San Carlos

Tabla 24. Definición del tramo II de la Av. San Carlos.

Definición del Tramo II de la Av. San Carlos	
Nombre del tramo	Tramo II
ID del tramo	TII
Nombre ruta	Psje. Aurora - Av. Mártires del periodismo
ID de ruta	Psje. Au - Av. MDP
Tipo de vel/cap	Carretera dos carriles
Modelo de tráfico	Vía interurbana
Zona climática	Hyo - templado
Clase carretera	Terciaria o local
Tipo c.rodadura	Bituminosa
Tipo firme	Mezcla bituminosa sobre base granular
Longitud	2.39 km
Ancho de calzada	5.6 m
Ancho de arcén	2.4 m
Número de carriles	2
Tráfico	
Motorizado	3989 IMD
Año	2018
Sentido	Ambos sentidos

En la tabla se consigna la definición del tramo II de la avenida San Carlos, esta muestra las características generales del tramo.

Geometría del tramo II de la avenida San Carlos

Tabla 25. Geometría del tramo II de la Av. San Carlos.

Geometría del tramo II de la Av. San Carlos	
Rampas + pendientes	23.71 m/km
Curvatura horizontal media	171°/km
Velocidad límite	60 km/h

Altitud	3331 msnm
Tipo dren	No hay efectos del drenaje

En la tabla se muestra la geometría del tramo II de la avenida San Carlos, lo cual consigna la pendiente, la curvatura horizontal media, la velocidad límite y la altitud.

Características del pavimento en el tramo II de la avenida San Carlos

Tabla 26. Características del pavimento en el tramo II de la Av. San Carlos.

Características del pavimento - Tramo II de la Av. San Carlos	
Tipo de material de la capa de rodadura	Mezcla bituminosa
Espesor más reciente	25 mm
Espesor anterior/antiguo	25 mm
Últ. Reconst. o nueva const.	2015
Última rehabilitación (capa rodadura)	2015
Último repavimentado (resellado)	2015
Último tratamiento preventivo	2015

En la tabla se detalla las características del pavimento flexible del tramo II de la avenida San Carlos, para lo se consideró el tipo de material de la capa de rodadura, espesor más reciente, espesor antiguo, última reconstrucción o nueva construcción, última rehabilitación, último repavimentado y el último tratamiento preventivo.

Estado del pavimento en el tramo II de la avenida San Carlos

Tabla 27. Estado del tramo II de la Av. San Carlos.

Estado del tramo II de la Av. San Carlos		
Estado a final de año	2015	2018
Regularidad (IRI - m/km)	3	3.10
Área total fisurada (%)	0	17.28
Área con desp. De áridos (%)	0	7.57
Número de baches (N°/km)	0	14
Área con rotura de borde (m ² /km)	0	0
Profundidad media de roderas	0	25
Textura (mm)	0	4
Rozamiento (SCRIM 50 km/h)	0	0.99
Drenaje	Excelente	Bueno

La tabla da a conocer el estado del tramo II de la avenida San Carlos, tanto del año de construcción y del año actual.

Parque automotor en la avenida San Carlos

Tabla 28. Parque automotor en la Av. San Carlos.

Nombre	Clase	Tipo base	Categoría
Auto	Coche de pasajeros	Coche pequeño	Motorizado
Station Wagon	Coche de pasajeros	Coche pequeño	Motorizado
Pick Up	Vehículos de reparto	Vehículo de reparto ligero	Motorizado
Combi	Autobuses	Minibus	Motorizado
Micro	Autobuses	Autobús ligero	Motorizado

La tabla da a conocer el parque automotor presente en la Av. San Carlos.

Tabla 29. Porcentaje de composición vehicular en la Av.San Carlos.

Nombre	Composición (%)
Auto	45.15
Station Wagon	25.85
Pick Up	4.11
Combi	12.66
Micro	12.23
Total	100.00

En la tabla se especifica el porcentaje de composición del parque automotor, esto en función al estudio de tráfico que se realizó.

4.2.2. Condición superficial del tramo II de la avenida San Carlos

La determinación de la condición superficial se considera que, la avenida cuenta con una extensión total de 3.09 km conformada por dos tramos: Tramo I con extensión de 0.68 km desde la avenida Ferrocarril hasta el pasaje Aurora (pavimento rígido) y tramo II con extensión de 2.41 km desde el pasaje Aurora hasta la avenida Mártires del periodismo (pavimento flexible).

Tabla 30. Deterioros / fallas identificadas en el tramo II de la avenida San Carlos.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)
Deterioros o fallas estructurales	1 Piel de cocodrilo	1 Malla grande (> 0.5m) sin material suelto.
	2 Fisuras longitudinales	1 Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)
	3 Deformación por deficiencia estructural.	1 Profundidad sensible al usuario < 2 cm.
	4 Ahuellamiento.	1 Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm.
	5 Reparaciones o parchados.	1 Reparación o parchado para deterioros superficiales.
Deterioros o fallas superficiales	6 Peladura y desprendimiento.	1 Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).
	7 Baches (huecos).	2 Diámetro entre 0.2 y 0.5 m
	8 Fisuras transversales.	1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)
		2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm). También se denominan grietas.
	9 Exudación	1 Puntual. 2 Continua.
Bermas pavimentada y no pavimentada	10 Daños puntuales	1 Daños puntuales baches o huecos, erosión
	11 Desnivel calzada berma	1 Desequilibrio leve < 15 mm

La tabla muestra los deterioros o fallas identificadas del pavimento flexible identificados en todo el tramo II de la avenida San Carlos, estos diferenciados a la vez por el nivel de gravedad.

Tabla 31. Evaluación de daños en la zona de muestreo 1 del tramo II.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (E _{fij})	Extensión promedio ponderada (E _{fp})	Puntaje de condición resultante/ falla	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	1	117.69	10.51%	10.51%	195
	2	Fisuras longitudinales	1	11.45	1.02%	1.02%	15
	3	Deformación por deficiencia estructural.	1	122.41	10.93%	10.93%	95
	4	Ahuellamiento.	1	6.72	0.60%	0.60%	15
	5	Reparaciones o parchados.	1	12.38	1.11%	1.11%	9
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y desprendimiento.	1	7.68	0.69%	0.69%	9
	7	Baches (huecos).	2	5.00	0.00%	0.00%	95
	8	Fisuras transversales.	1	1.96	0.17%	0.32%	9
			2	4.34	0.39%	0.00%	
9	Exudación	1	10.07	0.90%	1.06%	15	
		2	13.31	1.19%	0.00%		
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	18.64	1.94%	1.94%	5
	11	Desnivel calzada berma	1	12.11	3.03%	3.03%	15
						477	

En la tabla se tiene que el puntaje de condición resultante es de 477; por lo tanto, la calificación de la resultante es de 1000 – 477 = 523 siendo así que la muestra 1 evaluada es considerado con una **condición regular** y el tipo de conservación recomendada: **conservación periódica**.

Tabla 32. Evaluación de daños en la zona de muestreo 2 del tramo II.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (E _{fij})	Extensión promedio ponderada (E _{fp})	Puntaje de condición resultante/ falla	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	1	23.38	2.09%	2.09%	35
	2	Fisuras longitudinales	1	7.52	0.67%	0.67%	15
	3	Deformación por deficiencia estructural.	1	41.61	3.72%	3.72%	15
	4	Ahuellamiento.	1	390.87	34.90%	34.90%	100
	5	Reparaciones o parchados.	1	114.47	10.22%	10.22%	45
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y desprendimiento.	1	9.60	0.86%	0.86%	9
	7	Baches (huecos).	2	3.00	0.00%	0.00%	15
	8	Fisuras transversales.	1	2.69	0.24%	0.25%	9
			2	2.86	0.26%	0.00%	
9	Exudación	1	47.34	4.23%	4.60%	15	
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	24.72	2.57%	2.57%	5
	11	Desnivel calzada berma	1	15.64	3.91%	3.91%	15
						278	

En la tabla se tiene que el puntaje de condición resultante es de 278; por lo tanto, la calificación de la resultante es de 1000 – 278 = 722 siendo así que la muestra 2 evaluada es considerado con una **condición regular** y el tipo de conservación recomendada: **conservación periódica**.

Tabla 33. Evaluación de daños en la zona de muestreo 3 del tramo II.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (E _{fij})	Extensión promedio ponderada (E _{fp})	Puntaje de condición resultante/ falla	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	1	47.29	4.22%	4.22%	35
	2	Fisuras longitudinales	1	9.71	0.87%	0.87%	15
	3	Deformación por deficiencia estructural.	1	28.55	2.55%	2.55%	15
	4	Ahuellamiento.	1	7.50	0.67%	0.67%	15
	5	Reparaciones o parchados.	1	13.62	1.22%	1.22%	9
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y desprendimiento.	1	6.28	0.56%	0.56%	9
	7	Baches (huecos).	2	1.00	0.00%	0.00%	15
	8	Fisuras transversales.	1	1.95	0.17%	0.71%	9
			2	9.19	0.82%	0.00%	
9	Exudación	1	137.57	12.28%	10.62%	15	
		2	90.56	8.09%	0.00%		
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	24.55	2.56%	2.56%	5
	11	Desnivel calzada berma	1	17.30	4.33%	4.33%	15
						157	

En la tabla se tiene que el puntaje de condición resultante es de 157; por lo tanto, la calificación de la resultante es de 1000 – 157 = 843 siendo así que la muestra 3 evaluada es considerado con una **condición buena** y el tipo de conservación recomendada: **conservación rutinaria**.

Tabla 34. Evaluación de daños en la zona de muestreo 4 del tramo II.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (E _{fij})	Extensión promedio ponderada (E _{fp})	Puntaje de condición resultante/ falla	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	1	32.54	2.91%	2.91%	35
	2	Fisuras longitudinales	1	6.19	0.55%	0.55%	15
	3	Deformación por deficiencia estructural.	1	24.12	2.15%	2.15%	15
	4	Ahuellamiento.	1	14.72	1.31%	1.31%	15
	5	Reparaciones o parchados.	1	9.38	0.84%	0.84%	9
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y desprendimiento.	1	4.84	0.43%	0.43%	9
	7	Baches (huecos).	2	2.00	0.00%	0.00%	15
	8	Fisuras transversales.	1	1.57	0.14%	0.36%	9
			2	4.81	0.43%	0.00%	
9	Exudación	1	5.17	0.46%	0.39%	15	
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	21.74	2.26%	2.26%	5
	11	Desnivel calzada berma	1	17.35	4.34%	4.34%	15
						157	

En la tabla se tiene que el puntaje de condición resultante es de 157; por lo tanto, la calificación de la resultante es de 1000 – 157 = 843 siendo así que la muestra 4 evaluada es considerado con una **condición buena** y el tipo de conservación recomendada: **conservación rutinaria**.

Tabla 35. Evaluación de daños en la zona de muestreo 5 del tramo II.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (E _{fij})	Extensión promedio ponderada (E _{fp})	Puntaje de condición resultante/ falla	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	1	35.20	3.14%	3.14%	35
	2	Fisuras longitudinales	1	5.95	0.53%	0.53%	15
	3	Deformación por deficiencia estructural.	1	42.95	3.83%	3.83%	15
	4	Ahuellamiento.	1	9.87	0.88%	0.88%	15
	5	Reparaciones o parchados.	1	6.33	0.57%	0.57%	9
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y desprendimiento.	1	5.87	0.52%	0.52%	9
	7	Baches (huecos).	2	5.00	0.00%	0.00%	95
	8	Fisuras transversales.	1	0.43	0.04%	0.23%	9
			2	2.85	0.25%	0.00%	
9	Exudación	1	7.62	0.68%	0.56%	15	
		2	3.54	0.32%	0.00%		
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	15.30	1.59%	1.59%	5
	11	Desnivel calzada berma	1	7.94	1.99%	1.99%	15
						<u>237</u>	

En la tabla se tiene que el puntaje de condición resultante es de 327; por lo tanto, la calificación de la resultante es de 1000 – 237 = 763 siendo así que la muestra 5 evaluada es considerado con una **condición regular** y el tipo de conservación recomendada: **conservación periódica**.

Tabla 36. Evaluación de daños en la zona de muestreo 6 del tramo II.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (E _{fij})	Extensión promedio ponderada (E _{fp})	Puntaje de condición resultante/ falla	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	1	53.37	4.77%	4.77%	35
	2	Fisuras longitudinales	1	5.55	0.50%	0.50%	15
	3	Deformación por deficiencia estructural.	1	30.68	2.74%	2.74%	15
	4	Ahuellamiento.	1	11.38	1.02%	1.02%	15
	5	Reparaciones o parchados.	1	10.30	0.92%	0.92%	9
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y desprendimiento.	1	4.69	0.42%	0.42%	9
	7	Baches (huecos).	2	1.00	0.00%	0.00%	15
	8	Fisuras transversales.	1	1.58	0.14%	0.35%	9
			2	4.71	0.42%	0.00%	
9	Exudación	1	5.07	0.45%	0.41%	15	
		2	3.87	0.35%	0.00%		
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	11.72	1.22%	1.22%	5
	11	Desnivel calzada berma	1	7.01	1.75%	1.75%	15
						157	

En la tabla se tiene que el puntaje de condición resultante es de 157; por lo tanto, la calificación de la resultante es de 1000 – 157 = 843 siendo así que la muestra 6 evaluada es considerado con una **condición buena** y el tipo de conservación recomendada: **conservación rutinaria**.

Tabla 37. Evaluación de daños en la zona de muestreo 7 del tramo II.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (E _{fij})	Extensión promedio ponderada (E _{fp})	Puntaje de condición resultante/ falla	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	1	22.46	2.01%	2.01%	35
	2	Fisuras longitudinales	1	8.05	0.72%	0.72%	15
	3	Deformación por deficiencia estructural.	1	41.87	3.74%	3.74%	15
	4	Ahuellamiento.	1	8.18	0.73%	0.73%	15
	5	Reparaciones o parchados.	1	12.93	1.15%	1.15%	9
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y desprendimiento.	1	4.54	0.41%	0.41%	9
	7	Baches (huecos).	2	3.00	0.00%	0.00%	15
	8	Fisuras transversales.	1	2.11	0.19%	0.39%	9
			2	5.30	0.47%	0.00%	
9	Exudación	1	7.20	0.64%	0.86%	15	
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	26.62	2.77%	2.77%	5
	11	Desnivel calzada berma	1	11.12	2.78%	2.78%	15
						157	

En la tabla se tiene que el puntaje de condición resultante es de 477; por lo tanto, la calificación de la resultante es de 1000 – 157 = 843 siendo así que la muestra 7 evaluada es considerado con una **condición buena** y el tipo de conservación recomendada: **conservación rutinaria**.

Tabla 38. Evaluación de daños en la zona de muestreo 8 del tramo II.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (E _{fij})	Extensión promedio ponderada (E _{fp})	Puntaje de condición resultante/ falla	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	1	34.84	3.11%	3.11%	35
	2	Fisuras longitudinales	1	8.93	0.80%	0.80%	15
	3	Deformación por deficiencia estructural.	1	31.44	2.81%	2.81%	15
	4	Ahuellamiento.	1	16.07	1.43%	1.43%	15
	5	Reparaciones o parchados.	1	7.19	0.64%	0.64%	9
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y desprendimiento.	1	6.14	0.55%	0.55%	9
	7	Baches (huecos).	2	4.00	0.00%	0.00%	95
	8	Fisuras transversales.	1	3.65	0.33%	0.28%	9
			2	2.34	0.21%	0.00%	
9	Exudación	1	3.17	0.28%	0.32%	15	
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	27.58	2.87%	2.87%	5
	11	Desnivel calzada berma	1	5.77	1.44%	1.44%	15
						<u>237</u>	

En la tabla se tiene que el puntaje de condición resultante es de 237; por lo tanto, la calificación de la resultante es de 1000 – 237 = 763 siendo así que la muestra 8 evaluada es considerado con una **condición regular** y el tipo de conservación recomendada: **conservación periódica**.

Tabla 39. Evaluación de daños en la zona de muestreo 9 del tramo II.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (E _{fij})	Extensión promedio ponderada (E _{fp})	Puntaje de condición resultante/ falla	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	1	37.57	3.35%	3.35%	35
	2	Fisuras longitudinales	1	8.12	0.73%	0.73%	15
	3	Deformación por deficiencia estructural.	1	22.24	1.99%	1.99%	15
	4	Ahuellamiento.	1	13.77	1.23%	1.23%	15
	5	Reparaciones o parchados.	1	11.57	1.03%	1.03%	9
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y desprendimiento.	1	4.90	0.44%	0.44%	9
	7	Baches (huecos).	2	2.00	0.00%	0.00%	15
	8	Fisuras transversales.	1	3.04	0.27%	0.28%	9
			2	3.30	0.30%	0.00%	
9	Exudación	1	10.08	0.90%	0.79%	15	
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	26.49	2.76%	2.76%	5
	11	Desnivel calzada berma	1	14.99	3.75%	3.75%	15
						157	

En la tabla se tiene que el puntaje de condición resultante es de 157; por lo tanto, la calificación de la resultante es de 1000 – 157 = 843 siendo así que la muestra 9 evaluada es considerado con una **condición buena** y el tipo de conservación recomendada: **conservación rutinaria**.

Tabla 40. Evaluación de daños en la zona de muestreo 10 del tramo II.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (E _{fij})	Extensión promedio ponderada (E _{fp})	Puntaje de condición resultante/ falla	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	1	15.92	1.42%	1.42%	35
	2	Fisuras longitudinales	1	10.94	0.98%	0.98%	15
	3	Deformación por deficiencia estructural.	1	46.35	4.14%	4.14%	15
	4	Ahuellamiento.	1	12.02	1.07%	1.07%	15
	5	Reparaciones o parchados.	1	13.00	1.16%	1.16%	9
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y desprendimiento.	1	11.45	1.02%	1.02%	9
	7	Baches (huecos).	2	1.00	0.00%	0.00%	15
	8	Fisuras transversales.	1	3.46	0.31%	0.37%	9
			2	4.72	0.42%	0.00%	
9	Exudación	1	9.37	0.84%	0.71%	15	
		2	5.75	0.51%	0.00%		
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	19.28	2.01%	2.01%	5
	11	Desnivel calzada berma	1	8.73	2.18%	2.18%	15
						157	

En la tabla se tiene que el puntaje de condición resultante es de 157; por lo tanto, la calificación de la resultante es de 1000 – 157 = 843 siendo así que la muestra 10 evaluada es considerado con una **condición buena** y el tipo de conservación recomendada: **conservación rutinaria**.

Tabla 41. Evaluación de daños en la zona de muestreo 11 del tramo II.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (E _{fij})	Extensión promedio ponderada (E _{fp})	Puntaje de condición resultante/ falla	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	1	30.37	2.71%	2.71%	35
	2	Fisuras longitudinales	1	9.19	0.82%	0.82%	15
	3	Deformación por deficiencia estructural.	1	52.09	4.65%	4.65%	15
	4	Ahuellamiento.	1	13.48	1.20%	1.20%	15
	5	Reparaciones o parchados.	1	5.40	0.48%	0.48%	9
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y desprendimiento.	1	9.20	0.82%	0.82%	9
	7	Baches (huecos).	2	3.00	0.00%	0.00%	15
	8	Fisuras transversales.	1	1.59	0.14%	0.40%	9
			2	5.36	0.48%	0.00%	
9	Exudación	1	6.65	0.59%	0.54%	15	
		2	5.40	0.48%	0.00%		
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	24.73	2.58%	2.58%	5
	11	Desnivel calzada berma	1	9.92	2.48%	2.48%	15
						157	

En la tabla se tiene que el puntaje de condición resultante es de 157; por lo tanto, la calificación de la resultante es de 1000 – 157 = 843 siendo así que la muestra 11 evaluada es considerado con una **condición buena** y el tipo de conservación recomendada: **conservación rutinaria**.

Tabla 42. Evaluación de daños en la zona de muestreo 12 del tramo II.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Área de deterioro (m ²) Número de deterioros (Nij)	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (E _{fij})	Extensión promedio ponderada (E _{fp})	Puntaje de condición resultante/ falla	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	1	16.40	2.27%	2.27%	35
	2	Fisuras longitudinales	1	9.91	1.37%	1.37%	15
	3	Deformación por deficiencia estructural.	1	51.63	7.15%	7.15%	15
	4	Ahuellamiento.	1	11.62	1.61%	1.61%	15
	5	Reparaciones o parchados.	1	11.58	1.60%	1.60%	9
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y desprendimiento.	1	6.18	0.85%	0.85%	9
	7	Baches (huecos).	2	4.00	0.00%	0.00%	95
	8	Fisuras transversales.	1	1.41	0.19%	0.81%	9
			2	6.80	0.94%	0.00%	
9	Exudación	1	9.75	1.35%	1.12%	15	
		2	4.21	0.58%	0.00%		
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	16.25	2.62%	2.62%	5
	11	Desnivel calzada berma	1	12.29	4.76%	4.76%	15
						<u>237</u>	

En la tabla se tiene que el puntaje de condición resultante es de 237; por lo tanto, la calificación de la resultante es de 1000 – 237 = 763 siendo así que la muestra 12 evaluada es considerado con una **condición regular** y el tipo de conservación recomendada: **conservación periódica**.

Por lo tanto, se tiene el siguiente resumen de inventario:

Tabla 43. Resumen de la condición del pavimento rígido en el tramo II de la avenida San Carlos.

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Metrado	Medida de corrección
Deterioros o fallas estructurales	1 Piel de cocodrilo	1 Malla grande (> 0.5m) sin material suelto.	467.03 m ²	Reparación por sello o carpeta asfáltica en caliente
	2 Fisuras longitudinales	1 Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)	1015.04 m	Reparación por sello o carpeta asfáltica en caliente
	3 Deformación por deficiencia estructural.	1 Profundidad sensible al usuario < 2 cm.	535.93 m ²	Reparación por sello o carpeta asfáltica en caliente
	4 Ahuellamiento.	1 Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm.	516.19 m ²	Reparación con mezcla asfáltica en caliente
	5 Reparaciones o parchados.	1 Reparación o parchado para deterioros superficiales.	228.16 m ²	Parchado
Deterioros o fallas superficiales	6 Peladura y desprendimiento.	1 Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	81.37 m ²	Reparaciones con mezcla asfáltica en caliente o tratamiento superficial
	7 Baches (huecos).	2 Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	34.00 Ud.	Parchado
	8 Fisuras transversales.	1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	254.49 m	Reparación por sello o carpeta asfáltica en caliente
		2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm). También se denominan grietas.	188.65 m	
	9 Exudación	1 Puntual. 2 Continua.	259.05 m ² 206.88 m ²	Carpeta asfáltica en caliente
Bermas pavimentada y no pavimentada	10 Daños puntuales	1 Daños puntuales baches o huecos, erosión	257.62 m ²	Carpeta asfáltica en caliente
	11 Desnivel calzada berma	1 Desenivel leve < 15 mm	140.17 m	Carpeta asfáltica en caliente

En la se detalla los deterioros encontrados en el tramo II de la avenida San Carlos; asimismo se especifica el metrado de cada uno de ellos y la medida de corrección necesaria.

4.2.3. Estándares de conservación del pavimento en el tramo II de la avenida San Carlos

De acuerdo a la evaluación realizada se ha considerado los siguientes estándares de conservación:

Tabla 44. Estándares de conservación del pavimento de la Av. San Carlos.

	Pavimentos flexibles	Und.	Precio (S/)	Precio (\$)
1	Reparación por sello o carpeta asfáltica en caliente para piel de cocodrilo	m ²	42.38	12.93
2	Reparación por sello o carpeta asfáltica en caliente en fisuras longitudinales	m	50.10	15.29
3	Reparación por sello o carpeta asfáltica en caliente para deformación por deficiencia estructural	m ²	42.38	12.93
4	Reparación con mezcla asfáltica en caliente para ahuellamiento	m ²	40.30	12.30
5	Parchado	m ²	62.92	19.20
6	Reparaciones con mezcla asfáltica en caliente o tratamiento superficial por peladuras y desprendimiento	m ²	51.29	15.65
7	Parchado de baches	m ²	62.92	19.20
8	Reparación por sello o carpeta asfáltica en caliente en fisuras transversales	m	50.10	15.29
9	Carpeta asfáltica en caliente para exudación	m ²	40.30	12.30
10	Carpeta asfáltica en caliente para daños puntuales	m ²	40.30	12.30
11	Carpeta asfáltica en caliente para desnivel calzada berma	m	93.20	28.44

En la tabla se detalla cada una de las medidas o estándares de conservación consideradas en el tramo II de la avenida San Carlos.

4.2.4. Alternativas de evaluación en el tramo II de la avenida San Carlos

Alternativa 1

Tabla 45. Alternativa 1 para la conservación del tramo II de la Av. San Carlos.

	Pavimentos flexibles	Und.	Código	Precio (S/)	Precio (\$)
2	Reparación por sello o carpeta asfáltica en caliente en fisuras longitudinales	m	MCF2	50.1	15.29
6	Reparaciones con mezcla asfáltica en caliente o tratamiento superficial por peladuras y desprendimiento	m ²	MCF6	51.29	15.65
8	Reparación por sello o carpeta asfáltica en caliente en fisuras transversales	m	MCF8	50.1	15.29
9	Carpeta asfáltica en caliente para exudación	m ²	MCF9	40.3	12.3
10	Carpeta asfáltica en caliente para daños puntuales	m ²	MCF10	40.3	12.3
11	Carpeta asfáltica en caliente para desnivel calzada berma	m	MCF11	93.2	28.44

La tabla consigna los estándares de conservación de la alternativa 1 para la intervención de la avenida San Carlos.

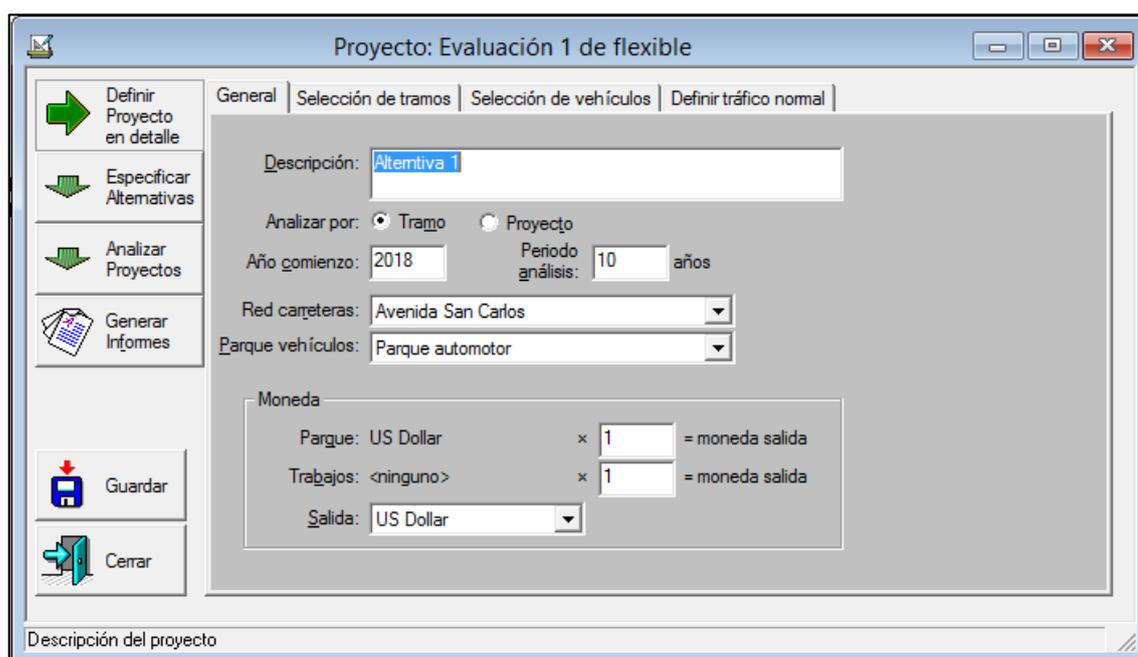


Figura 8. Evaluación de la alternativa 1 en el tramo II de la Av. San Carlos.

En la figura se detalla lo concerniente a la evaluación de la alternativa 1 en el tramo II de la avenida San Carlos, considerando un periodo de análisis de 10 años.

Alternativa 2

Tabla 46. Alternativa 2 para la conservación del tramo II de la Av. San Carlos.

	Pavimentos flexibles	Und.	Código	Precio (S/)	Precio (\$)
1	Reparación por sello o carpeta asfáltica en caliente para piel de cocodrilo	m ²	MCF1	42.38	12.93
3	Reparación por sello o carpeta asfáltica en caliente para deformación por deficiencia estructural	m ²	MCF3	42.38	12.93
4	Reparación con mezcla asfáltica en caliente para ahuellamiento	m ²	MCF4	40.3	12.3
5	Parchado	m ²	MCF5	62.92	19.2
7	Parchado de baches	m ²	MCF7	62.92	19.2

La tabla consigna los estándares de conservación de la alternativa 2 para la intervención de la avenida San Carlos.

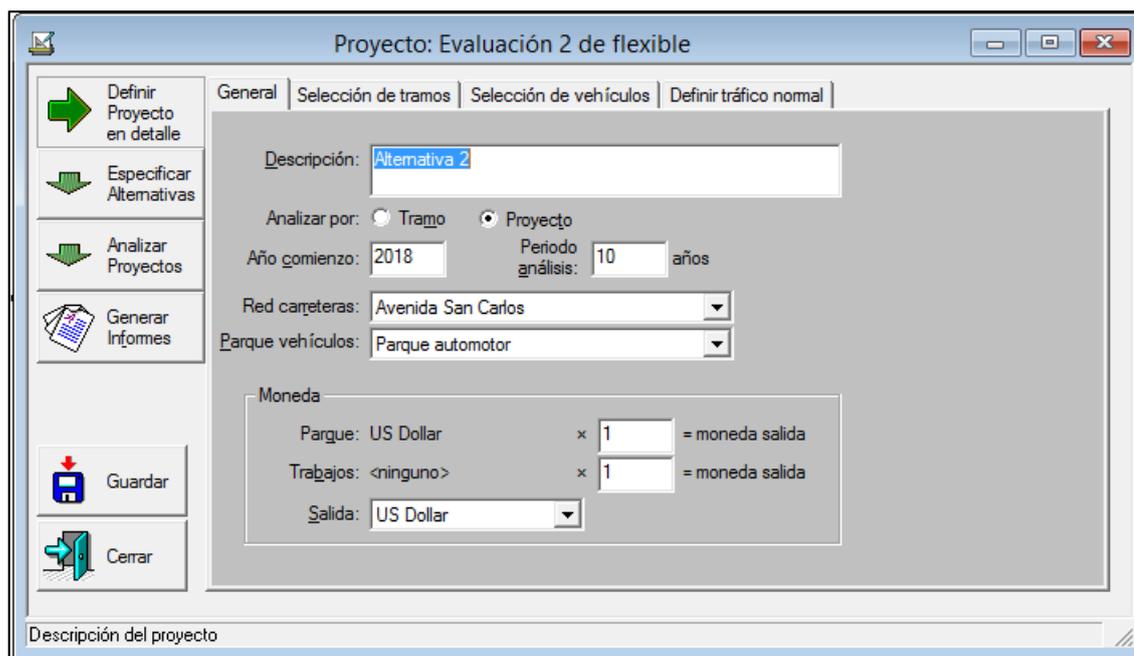


Figura 9. Evaluación de la alternativa 2 en el tramo II de la Av. San Carlos.

En la figura se detalla lo concerniente a la evaluación de la alternativa 2 en el tramo II de la avenida San Carlos, considerando un periodo de análisis de 10 años.

4.3. Costo de conservación mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo I de la avenida San Carlos

4.3.1. Resultados de las alternativas en el tramo I de la avenida San Carlos

Respecto a la regularidad de la vía

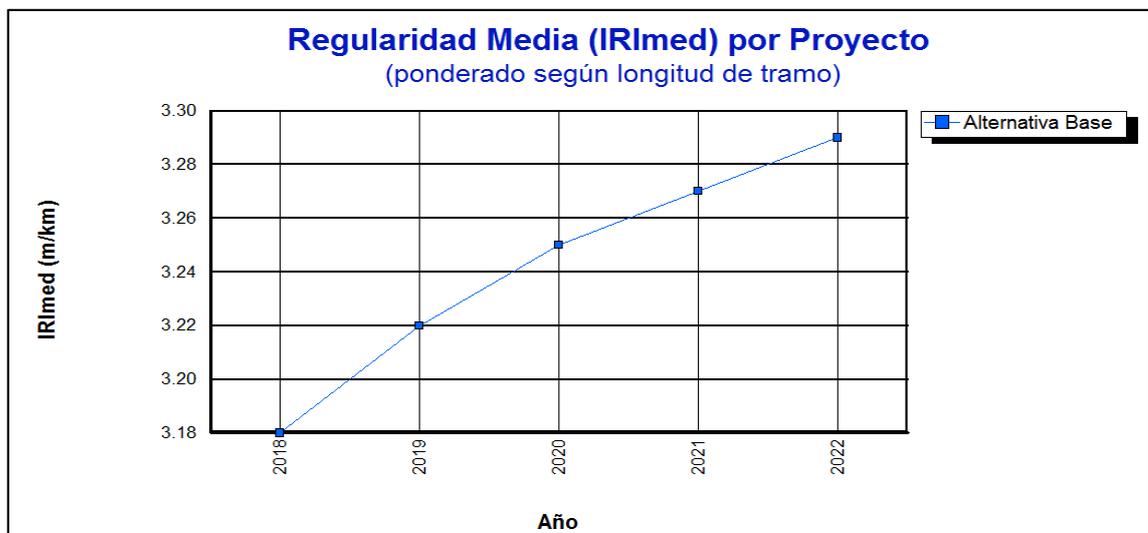


Figura 10. Variación de la regularidad de la vía de acuerdo a la alternativa 1 en el tramo I.

En la figura se muestra la evolución del IRI de acuerdo a la alternativa 1 en el periodo de evaluación que es de 5 años, obteniéndose al final un IRI de 3.29 m/Km.

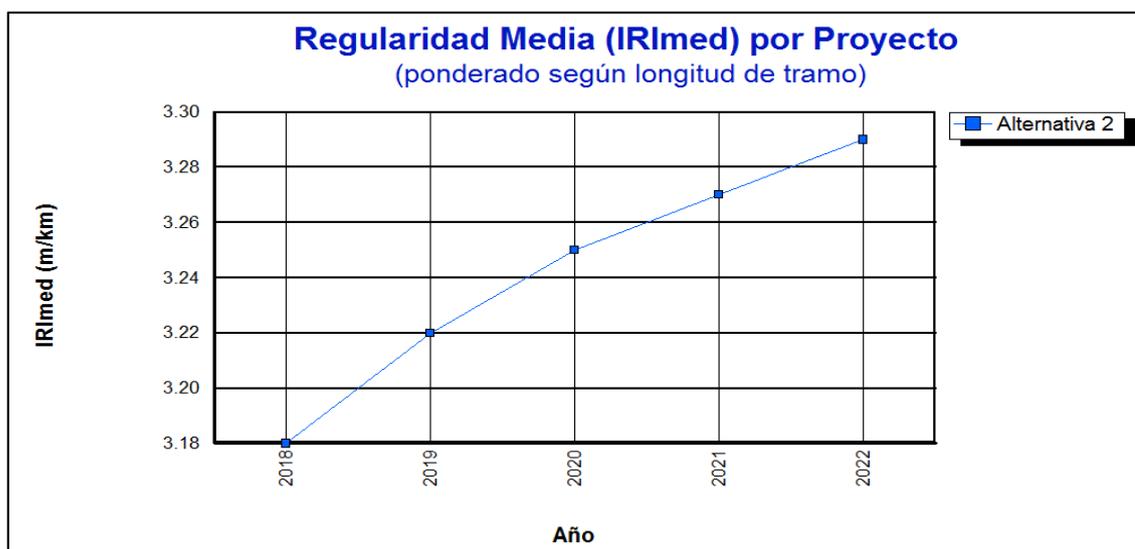


Figura 11. Variación de la regularidad de la vía de acuerdo a la alternativa 2 en el tramo I.

En la figura se muestra la evolución del IRI de acuerdo a la alternativa 2 en el periodo de evaluación que es de 5 años, obteniéndose al final un IRI de 3.29 m/Km.

Respecto a lo económico

Tabla 47. Flujo de costo en el tramo I de acuerdo a la alternativa 1.

Año	Administración de carreteras			TM VOC	TM Tiempo de Viaje	Beneficios y Costes Exog.	Coste Total
	Capital	Recurrente	Especial				
2018	0.020	0.000	0.000	0.169	0.242	0.000	0.432
2019	0.020	0.000	0.000	0.170	0.243	0.000	0.433
2020	0.020	0.000	0.000	0.170	0.243	0.000	0.434
2021	0.020	0.000	0.000	0.171	0.244	0.000	0.435
2022	0.020	0.000	0.000	0.171	0.244	0.000	0.436
Coste total para el tramo:	0.101	0.000	0.000	0.852	1.216	0.000	2.170

La tabla detalla el costo total anual de la alternativa y tanto del periodo de evaluación de 5 años siendo este de S/ 2 170 000.00 soles.

Tabla 48. Flujo de costo en el tramo I de acuerdo a la alternativa 2.

Año	Administración de carreteras			TM VOC	TM Tiempo de Viaje	Beneficios y Costes Exog.	Coste Total
	Capital	Recurrente	Especial				
2018	0.000	0.000	0.000	0.169	0.242	0.000	0.412
2019	0.000	0.000	0.000	0.171	0.244	0.000	0.414
2020	0.000	0.000	0.000	0.172	0.245	0.000	0.417
2021	0.000	0.000	0.000	0.173	0.246	0.000	0.419
2022	0.000	0.000	0.000	0.175	0.247	0.000	0.422
Coste total para el tramo:	0.000	0.000	0.000	0.860	1.224	0.000	2.084

La tabla detalla el costo total anual de la alternativa y tanto del periodo de evaluación de 5 años siendo este de S/ 2,084,000.00 soles.

4.4. Costo de conservación mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo II de la avenida San Carlos

4.4.1. Resultados de las alternativas en el tramo II de la avenida San Carlos

Respecto a la regularidad de la vía

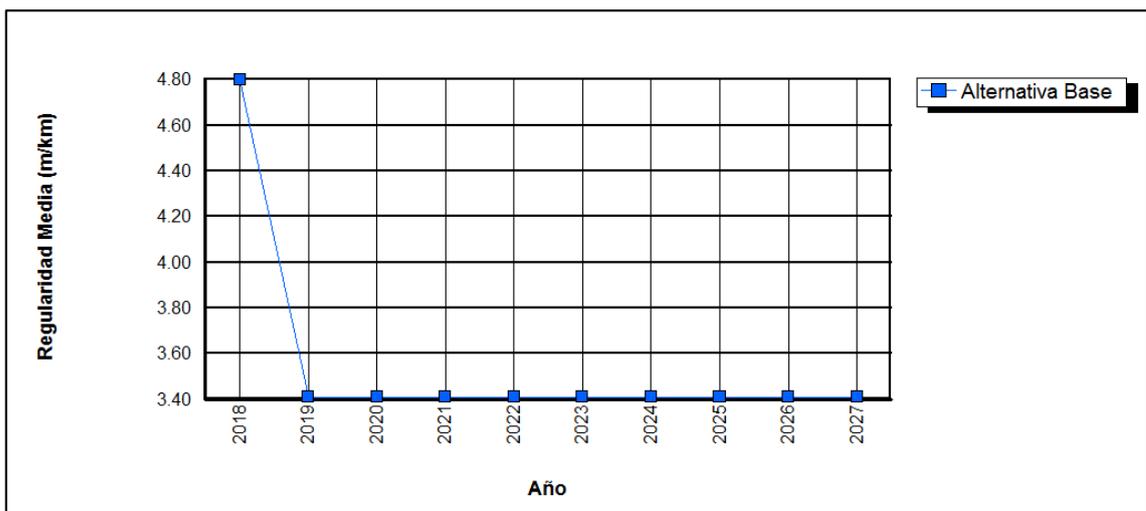


Figura 12. Variación de la regularidad de la vía de acuerdo a la alternativa 1 en el tramo II.

En la figura se muestra la evolución del IRI de acuerdo a la alternativa 1 en el periodo de evaluación que es de 10 años, obteniéndose al final un IRI de 3.40 m/Km.

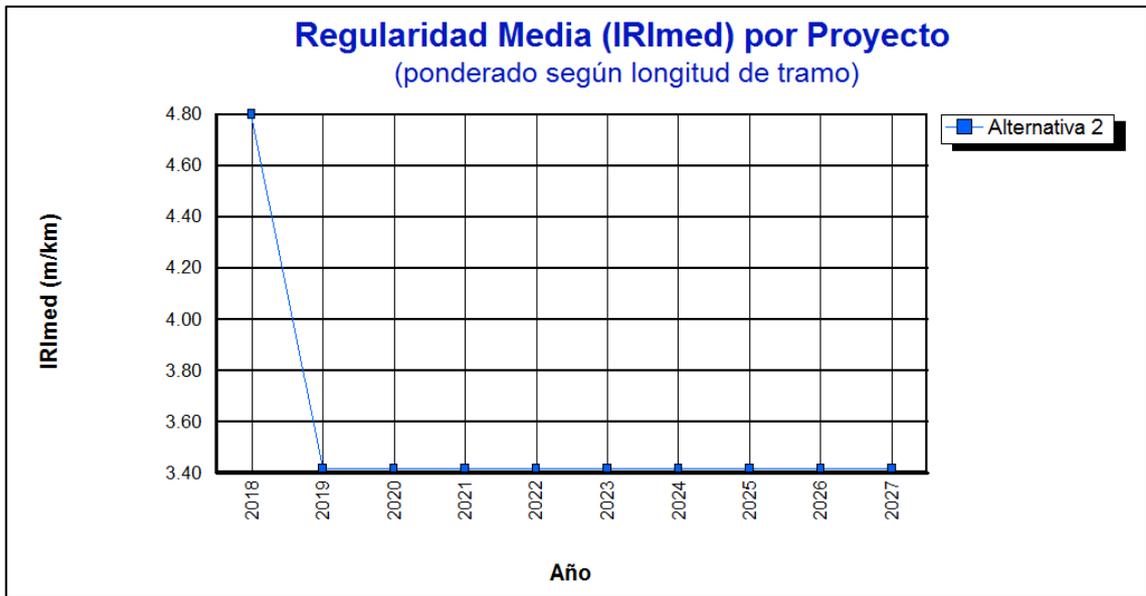


Figura 13. Variación de la regularidad de la vía de acuerdo a la alternativa 2 en el tramo II.

En la figura se muestra la evolución del IRI de acuerdo a la alternativa 1 en el periodo de evaluación que es de 10 años, obteniéndose al final un IRI de 3.40 m/Km.

Respecto a lo económico

Tabla 49. Flujo de costo en el tramo II de acuerdo a la alternativa 1.

Año	Administración de carreteras			TM VOC	TM Tiempo de Viaje	Beneficios y Costes Exog.	Coste Total
	Capital	Recurrente	Especial				
2018	0.154	0.000	0.000	0.607	0.833	0.000	1.594
2019	0.154	0.000	0.000	0.589	0.835	0.000	1.577
2020	0.154	0.000	0.000	0.592	0.839	0.000	1.585
2021	0.154	0.000	0.000	0.595	0.844	0.000	1.592
2022	0.154	0.000	0.000	0.598	0.848	0.000	1.599
2023	0.154	0.000	0.000	0.601	0.852	0.000	1.606
2024	0.154	0.000	0.000	0.604	0.856	0.000	1.613
2025	0.154	0.000	0.000	0.607	0.861	0.000	1.621
2026	0.154	0.000	0.000	0.610	0.865	0.000	1.628
2027	0.154	0.000	0.000	0.613	0.869	0.000	1.635
Coste total para el tramo:	1.536	0.000	0.000	6.012	8.501	0.000	16.050

La tabla detalla el costo total anual de la alternativa y tanto del periodo de evaluación de 5 años siendo este de S/ 16 050 000.00 soles.

Tabla 50. Flujo de costo en el tramo II de acuerdo a la alternativa 2.

Año	Administración de carreteras			TM VOC	TM Tiempo de Viaje	Beneficios y Costes Exog.	Coste Total
	Capital	Recurrente	Especial				
2018	0.127	0.000	0.000	0.607	0.833	0.000	1.567
2019	0.127	0.000	0.000	0.589	0.835	0.000	1.551
2020	0.127	0.000	0.000	0.592	0.839	0.000	1.558
2021	0.127	0.000	0.000	0.595	0.844	0.000	1.565
2022	0.127	0.000	0.000	0.598	0.848	0.000	1.572
2023	0.127	0.000	0.000	0.601	0.852	0.000	1.580
2024	0.127	0.000	0.000	0.604	0.856	0.000	1.587
2025	0.127	0.000	0.000	0.607	0.861	0.000	1.594
2026	0.127	0.000	0.000	0.610	0.865	0.000	1.601
2027	0.127	0.000	0.000	0.613	0.869	0.000	1.609
Coste total para el tramo:	1.268	0.000	0.000	6.014	8.502	0.000	15.784

La tabla detalla el costo total anual de la alternativa y tanto del periodo de evaluación de 5 años siendo este de S/ 15 784 000.00 soles.

4.5. Contrastación de hipótesis

4.5.1. Contrastación de la hipótesis general

Hipótesis nula: El uso del modelo HMD-4 no optimiza la gestión del pavimento de la avenida San Carlos.

Hipótesis alterna: El uso del modelo HMD-4 optimiza la gestión del pavimento de la avenida San Carlos.

Conclusión estadística

Tabla 51. Correlación entre variables.

		Correlaciones de Tau_b de Kendall				
		Gestión	Costo	Tiempo	IRI	
Tau_b de Kendall	Gestión	Coefficiente de correlación	1.00	0.82	1.00	1.00
		Sig. (bilateral)		0.12		
		N	4.00	4.00	4.00	4.00
	Costo	Coefficiente de correlación	0.82	1.00	0.82	0.82
		Sig. (bilateral)	0.12		0.12	0.12
		N	4.00	4.00	4.00	4.00
	Tiempo	Coefficiente de correlación	1.00	0.82	1.00	1.00
		Sig. (bilateral)		0.12		
		N	4.00	4.00	4.00	4.00
	IRI	Coefficiente de correlación	1.00	0.82	1.00	1.00
		Sig. (bilateral)		0.12		
		N	4.00	4.00	4.00	4.00

Tabla 52. Interpretación del factor de correlación.

Rango	Descripción
-1	Correlación negativa perfecta
-0.90 a -0.99	Correlación negativa muy fuerte
-0.75 a -0.89	Correlación negativa fuerte
-0.50 a -0.74	Correlación negativa media
-0.25 a -0.49	Correlación negativa débil
-0.10 a -0.24	Correlación negativa muy débil
-0.09 a +0.09	No existe correlación alguna
+0.10 a +0.24	Correlación positiva muy débil
+0.25 a +0.49	Correlación positiva débil
+0.50 a +0.74	Correlación positiva media
+0.75 a +0.89	Correlación positiva fuerte
+0.90 a +0.99	Correlación positiva muy fuerte
+1	Correlación positiva perfecta

Fuente: Hernández et al. (2014)

En la Tabla 51 se muestra la correlación entre la gestión y demás factores que involucra el modelo HDM-4; asimismo de acuerdo a lo estipulado en la Tabla 52, se tiene que, existe una correlación positiva fuerte entre la gestión y el costo de 0.82, una correlación perfecta con el tiempo y la condición del pavimento de 1; con un nivel de significancia de 0.12; por lo tanto, se acepta estadísticamente la hipótesis alterna.

Conclusión técnica

De acuerdo a lo desarrollado se da por aceptada la hipótesis alterna concerniente a que, el modelo HDM-4 optimiza la gestión del pavimento de la avenida San Carlos pues permite contar con información respecto a los parámetros de vía (zonificación climática, características físicas y geométricas de la vía, características del pavimento, así como del estado de esta), del parque automotor, de las condiciones actuales del pavimento, así como evaluar las diferentes alternativas de conservación de la vía.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Tipo de conservación mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo I y II de la avenida San Carlos

Para la gestión del pavimento de la avenida San Carlos en base al modelo HDM-4, en primera instancia se consideró como información general: la zonificación climática, datos que se obtuvieron de los informes del CATIE (2016) y SENAMHI (2013) tal como se muestra en la Tabla 5; se definió cada uno de los tramos de la avenida San Carlos (Tramo I y II) identificando el tipo de flujo vehicular, modelo de tráfico, la zona climática, la clase de carretera, el tipo de capa de rodadura, en este caso para el tramo I tipo hormigón y para el tramo II tipo bituminoso; el IMD y el número de sentidos así como se especifica en la Tabla 6 y Tabla 24; se definió la geometría de la avenida considerando las rampas + pendientes, curva horizontal media, la velocidad límite y la altitud (ver Tabla 7 y Tabla 25); se consideró también las características del pavimento para ambos tramos tal como se detalla en la Tabla 8 y Tabla 26; asimismo, se consideró el estado de cada uno de los tramos, teniendo en cuenta que, el tramo

I de la avenida fue construida el año 2005 mientras que el tramo II en el año 2015.

Tal como se detalla en el numeral 4.2.2 se ha evaluado dos tramos de la avenida San Carlos, siendo el tramo I conformado por pavimento rígido y longitud de 0.68 km ubicado de la avenida Ferrocarril hasta el pasaje Aurora y el tramo II conformado por pavimento flexible de longitud de 2.41 km ubicado desde el pasaje Aurora hasta la avenida Mártires del periodismo; para la determinación de la condición superficial se consideró lo estipulado por el Manual de Carreteras Conservación Vial (MTC, 2013); siendo así que en el tramo I se identificó los deterioros o fallas tal como se muestra en la Tabla 12 y cuyos resultados se ven en la Tabla 13, Tabla 14 y Tabla 15; de esto se dedujo que la muestra 1 del tramo I (longitud de 200 m) al contar con una calificación de condición de 641 presenta una condición regular siendo el tipo de conservación periódica; del mismo modo la muestra 2 del tramo I (longitud de 200 m) al contar con una calificación de condición de 666 presenta una condición regular siendo el tipo de conservación periódica y la muestra 3 del tramo I (longitud de 280 m) al contar con una calificación de condición de 666 presenta una condición regular siendo el tipo de conservación periódica; finalmente se presenta un resumen en la Tabla 19 del inventario consignando el deterioro o falla, el nivel de gravedad, el metrado y la medida de corrección según lo establece el Manual de Carreteras Conservación Vial (MTC, 2013).

Del mismo modo, respecto al tramo II se identificó los deterioros o fallas tal como se muestra en la Tabla 30 y cuyos resultados se ven en la Tabla 31 hasta la Tabla 43; de esto se dedujo que la muestra 1 del tramo II (longitud de 200 m)

al contar con una calificación de condición de 641 presenta una condición regular siendo el tipo de conservación periódica; del mismo modo la muestra 2 del tramo II (longitud de 200 m) al contar con una calificación de condición de 722 presenta una condición regular siendo el tipo de conservación periódica, la muestra 3 del tramo II (longitud de 200 m) al contar con una calificación de condición de 843 presenta una condición buena siendo el tipo de conservación rutinaria, la muestra 4 del tramo II (longitud de 200 m) al contar con una calificación de condición de 843 presenta una condición buena siendo el tipo de conservación rutinaria, la muestra 5 del tramo II (longitud de 200 m) al contar con una calificación de condición de 763 presenta una condición regular siendo el tipo de conservación periódica, la muestra 6 del tramo II (longitud de 200 m) al contar con una calificación de condición de 843 presenta una condición buena siendo el tipo de conservación rutinaria, la muestra 7 del tramo II (longitud de 200 m) al contar con una calificación de condición de 843 presenta una condición buena siendo el tipo de conservación rutinaria, la muestra 8 del tramo II (longitud de 200 m) al contar con una calificación de condición de 763 presenta una condición regular siendo el tipo de conservación periódica, la muestra 9 del tramo II (longitud de 200 m) al contar con una calificación de condición de 843 presenta una condición buena siendo el tipo de conservación rutinaria, la muestra 10 del tramo II (longitud de 200 m) al contar con una calificación de condición de 843 presenta una condición buena siendo el tipo de conservación rutinaria, la muestra 11 del tramo II (longitud de 200 m) al contar con una calificación de condición de 843 presenta una condición buena siendo el tipo de conservación rutinaria y la muestra 12 del tramo II (longitud de 129 m) al contar con una

calificación de condición de 763 presenta una condición regular siendo el tipo de conservación periódica; finalmente se presenta un resumen en la Tabla 43 del inventario consignando el deterioro o falla, el nivel de gravedad, el metrado y la medida de corrección según lo establece el Manual de Carreteras Conservación Vial (MTC, 2013).

Cabe mencionar que, en las investigaciones similares según muestra en los antecedentes tales como de Alejos y Cribillero (2017), Ruiz (2015) y Lluncor (2012) para la determinación de la condición superficial del pavimento consideraron el método de PCI; no obstante en la normativa vigente en este caso el Manual de Carreteras Conservación Vial (MTC, 2013) no hace mención de tal método mas aún establece su propia metodología.

En la Tabla 28 se muestra lo concerniente al parque automotor, información necesaria para el análisis de la evolución de la vía ante la implementación de la gestión; asimismo en la Tabla 29 según el estudio de tráfico que se realizó (ver Anexo de conteo vehicular) se calculó el porcentaje de composición de cada vehículo, esto se ha considerado al igual que las investigaciones similares de Alejos y Cribillero (2017), Ruiz (2015) y Lluncor (2012).

5.2. Costo de conservación mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo I y II de la avenida San Carlos

Los estándares de conservación se definieron también según el Manual de Carreteras Conservación Vial (MTC, 2013) tanto para el pavimento rígido del tramo I y el pavimento flexible del tramo II como se muestra en la Tabla 20; se planteó para cada tramo dos alternativas, en la Tabla 21 se consigna cada una de las medidas para la alternativa 1 y para la alternativa 2 en la Tabla 22, del

mismo para el tramo II, las medidas para la alternativa 1 y 2 se detalla en la Tabla 45 y Tabla 46; los resultados de la evaluación de la alternativa 1 en el tramo I respecto a la regularidad de la vía se muestra en Figura 10 siendo que en el periodo de evaluación (5 años) se obtendría un IRI de 3.29 m/Km representando una buena regularidad, de la evaluación de la alternativa 2 en el tramo I respecto a la regularidad de la vía se muestra en Figura 11 siendo que en el periodo de evaluación (5 años) se obtendría también un IRI de 3.29 m/Km representando una buena regularidad, entonces en cuanto a regularidad ambas alternativas son viables; no obstante, en la evaluación económica se tiene que, la alternativa 1 en el tramo I representaría una inversión de S/ 2 170 000.00 soles mientras que la alternativa 2 en el tramo uno representa una inversión de S/ 2 084 000.00 soles; por lo tanto se elige la alternativa 2 por ser menor la inversión; los resultados de la evaluación de la alternativa 1 en el tramo II respecto a la regularidad de la vía se muestra en la Figura 12 siendo que en el periodo de evaluación (10 años) se obtendría un IRI de 3.4 m/Km representando una buena regularidad, de la evaluación de la alternativa 2 en el tramo II respecto a la regularidad de la vía se muestra en la Figura 13 siendo que en el periodo de evaluación (10 años) se obtendría también un IRI de 3.4 m/Km representando una buena regularidad, entonces en cuanto a regularidad ambas alternativas son viables; no obstante en la evaluación económica se tiene que, la alternativa 1 en el tramo I representaría una inversión de S/ 16 050 000.00 soles mientras que la alternativa 2 en el tramo uno representa una inversión de S/ 15 784 000.00 soles; por lo tanto se elige la alternativa 2 por ser menor la inversión; es dable

mencionar que se ha considerado para la evaluación las investigaciones realizadas por Alejos y Cribillero (2017), Ruiz (2015) y Lluncor (2012).

CONCLUSIONES

1. El uso del modelo HDM-4 optimiza la gestión del pavimento de la avenida San Carlos, estableciéndose 2 alternativas de soluciones para cada uno de los tramos (de 0.68 km y 2.39 km) que conforma tal vía, evaluando la conservación o mantenimiento.
2. De acuerdo a la condición actual del pavimento del tramo I (pavimento rígido) de la avenida San Carlos encontrándose con una calificación de 657.67 presentando una condición regular con una medida de conservación periódica y según el modelo HDM-4 se establece como alternativa de conservación al parchado para reparaciones, parchado para desprendimientos, parchado o reparación parcial con resellado de juntas para baches y parchado o reparación parcial con resellado de juntas en daños puntuales.
3. Mientras que, para el tramo II (pavimento flexible) de la avenida San Carlos al encontrarse su estado con una calificación de 786.25 presentando una condición regular con una medida de conservación periódica, se establece como alternativa de conservación a la reparación por sello o carpeta asfáltica en caliente para piel de cocodrilo, reparación por sello o carpeta asfáltica en caliente para deformación por deficiencia estructural, reparación con mezcla asfáltica en caliente para ahuellamiento, parchado y parchado de baches.
4. En cuanto al costo por de conservación del tramo I de la avenida San Carlos según el uso el modelo HDM-4, se tiene que, considerando un periodo de evaluación de 5 años, con un IRI de 3.29 m/Km el monto es de S/ 2,084,000.00 soles.

5. En cuanto al costo por de conservación del tramo II de la avenida San Carlos según el uso el modelo HDM-4, se tiene que, considerando un periodo de evaluación de 10 años, con un IRI de 3.40 m/Km el monto es de S/ 15,784,000.00 soles.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la implementación de la gestión de pavimentos con el modelo HDM-4 para las vías de la ciudad, siendo el encargado los municipios u otros, puesto que, facilita la toma de decisiones.
2. A las municipalidades llevar un inventario del parque automotor, para así contribuir a la gestión de pavimentos.
3. Se recomienda a los profesionales involucrados, la aplicación de nuevas tecnologías para la determinación de la condición superficial del pavimento tales son los sistemas de información geográfica (GIS) e imágenes satelitales.
4. Se recomienda a los municipios, gobiernos regionales y demás instituciones competentes que, para la determinación de la condición del pavimento seguir lo estipulado por el Manual de Carreteras Conservación Vial (MTC, 2013) tanto para pavimentos rígidos, flexibles hasta vías sin pavimentar.
5. Se recomienda al municipio provincial de Huancayo considerar lo determinado en la presente investigación para la conservación del pavimento de la avenida San Carlos, siendo que, se ha tomado en cuenta la parte técnica y económica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alejos, J., & Cribillero, E. (2017). Aplicación del software HDM-4 en la gestión de estrategias para el mantenimiento de la carretera Santa-Tamboreal. *Universidad Nacional del Santa*. Lima - Perú: Universidad Nacional del Santa.
2. Arriaga, M., Garnica, P., & Rico, A. (1998). Índice internacional de rugosidad en la red carretera de México. *Instituto Mexicano del Transporte*.
3. CATIE. (2016). *Diagnóstico de la subcuenca del río Shullcas* (Primera ed). Huancayo - Perú: USAID - Del pueblo de los Estados Unidos de América.
4. Ccanto, G. (2010). *Metodología de la investigación científica en ingeniería civil*. Lima - Perú: Gerccantom.
5. Crespo, R., & Yarza, P. (2014). HDM-4 como herramienta de ayuda para la conservación de carreteras. *VII Jornadas Nacionales sobre Conservación de Carreteras.*, 13.
6. Cutura, B., Mladenovic, G., Mazic, B., & Lovric, I. (2016). Application of the HDM-4 Model on Local Road Network: Case Study of the Herzegovina-Neretva Canton in Bosnia and Herzegovina. *Transportation Research Procedia*, 14, 3021-3030.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.441>
7. Del Cid, A., Sandoval, R., & Sandoval, F. (2007). *Investigación. Fundamentos y metodología*. (H. Rivera, Ed.) (Primera). México: Pearson Educación.
8. Dimitrov, V. (2014). Sensitivity analysis of HDM4 tool using a case study. *Centre for Systemic Development*, 1(June 2014), 97.

<https://doi.org/10.1063/1.857816>

9. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación*. (J. Mares, Ed.) (Sexta). México: McGRAW-HILL.
10. Jain, S., Aggarwal, S., & Partida, M. (2005). HDM-4 Pavement Deterioration Models for Indian National Highway Network. *Journal of Transportation Engineering*.
11. Kerali, H. (2000). Highway development and management, overview of HDM-4. *World Road Association*. Francia.
12. Lluncor, G. (2012). *Aplicación del modelo HDM en la evaluación de proyectos de carreteras en Perú: «Carretera Bagua Chica - Flor de la esperanza»*. Universidad Ricardo Palma. Universidad Ricardo Palma.
13. MTC. (2013). *Manual de Carreteras - Conservación vial* (Primera). Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Recuperado a partir de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4877.pdf
14. Rodríguez, M., Thenoux, G., & González, A. (2013). Evaluación probabilística del agrietamiento de pavimentos asfálticos en carreteras de Chile. *Revista de la Construcción*, 12(2), 152-165. <https://doi.org/10.4067/S0718-915X2013000200012>
15. Ruiz, A. (2015). *Control de gestión y preservación via, caso: corredor vial «Santa-Yuracmarca-Sihuas-Huacrachucho-San Pedro de Chonta-Uchiza-Emp.pe 5N y puente Huarochirí-Huallanca-Molinopampa»*, Tramo: *Puente Huarochirí-Sihuas*. Universidad Ricardo Palma.
16. Sánchez, F. (1996). Las carretera y su influencia en el desarrollo y en bienestar social económico de un país.

17. SENAMHI. (2013). *Disponibilidad hídrica actual y futura en la subcuenca del río Shullcas* (Primera ed). Lima - Perú: Ministerio del Ambiente - MINAM.
18. Sub secretaría de transportes. (2006). *Infraestructura. Programa sectorial de comunicación y transporte 2001-2006*.
19. Yogesh, U. S., Jain, S. S., & Devesh, T. (2016). Adaptation of HDM-4 Tool for Strategic Analysis of Urban Roads Network. *Transportation Research Procedia*, 17(December 2014), 71-80.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.062>

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tesis: “ Gestión del pavimento de la avenida San Carlos mediante el uso del modelo HDM-4, Huancayo - 2017”

Problema	Objetivos	Justificación	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general: ¿Cómo gestionar el pavimento de la avenida San Carlos mediante el modelo HDM-4, Huancayo - 2017?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cuál es el tipo de conservación que se aplicaría mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo I de la avenida San Carlos? b) ¿Qué tipo de conservación se aplicaría mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo II de la avenida San Carlos? c) ¿Cuál es el costo de conservación por actividad mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo I de la avenida San Carlos? d) ¿Cuál es el costo de conservación por actividad mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo II de la avenida San Carlos?</p>	<p>Objetivo general: Gestionar el pavimento de la avenida San Carlos mediante el modelo HDM-4.</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar el tipo de conservación mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo I de la avenida San Carlos. b) Determinar el tipo de conservación que se aplicaría mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo II de la avenida San Carlos. c) Calcular el costo de conservación que se aplicaría por actividad mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo I de la avenida San Carlos. d) Calcular el costo de conservación por actividad mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo II de la avenida San Carlos</p>	<p>Social o práctica: La justificación práctica corresponde si se resolverá un problema o por lo menos se propone estrategias que ayudarán a resolverlo; entonces, según esto, la investigación contribuye a la toma de decisiones para solucionar el problema de la falta de gestión mediante la aplicación del modelo HDM-4 en la Av. San Carlos del distrito y provincia de Huancayo.</p> <p>Metodológica: Esta investigación propone metodologías para nuevos conocimientos, tal es, la gestión de pavimentos basados en las condiciones actuales aplicando el modelo HDM-4.</p>	<p>Hipótesis general: El uso del modelo HMD-4 optimiza la gestión del pavimento de la avenida San Carlos .</p> <p>Hipótesis específicas: a) El tipo de conservación que se aplicaría mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo I de la avenida San Carlos será periódica. b) El tipo de conservación que se aplicaría mediante el uso del modelo HDM-4 en el tramo II de la avenida San Carlos será periódica. c) Es posible calcular el costo de conservación por actividad mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo I de la avenida San Carlos. d) Es posible calcular el costo de conservación por actividad mediante el uso del modelo HDM-4 del tramo II de la avenida San Carlos.</p>	<p>Variable independiente: Modelo HDM-4</p> <p>Dimensiones: - Parámetros de vía. - Parque automotor.</p> <p>Variable dependiente: Gestión de pavimentos.</p> <p>Dimensiones: - Condiciones actuales. - Conservación.</p> <p>Variable 2:</p>	<p>Método: Método científico.</p> <p>Tipo: Aplicada.</p> <p>Nivel: Descriptivo - explicativo.</p> <p>Diseño: No experimental.</p> <p>Población: La población para la investigación corresponde a la totalidad de la Av. San Carlos (3 009 m) del distrito y provincia de Huancayo, región Junín; asimismo porque esta es una de las principales vías de la ciudad, conectando a las importantes universidades de la región y demás anexos del distrito de El Tambo y Huancayo.</p> <p>Muestra: muestra de acuerdo al método no probabilístico intencional o dirigido corresponde a 15 unidades cada una de 200 m de longitud y ancho de 10.40 m; el mismo que se ha determinado según lo estipulado por el Manual de Carreteras Conservación Vial (MTC, 2013) para la evaluación de la condición del pavimento; asimismo cabe mencionar que se ha evaluado la totalidad de la avenida San Carlos tal como señala el manual.</p>

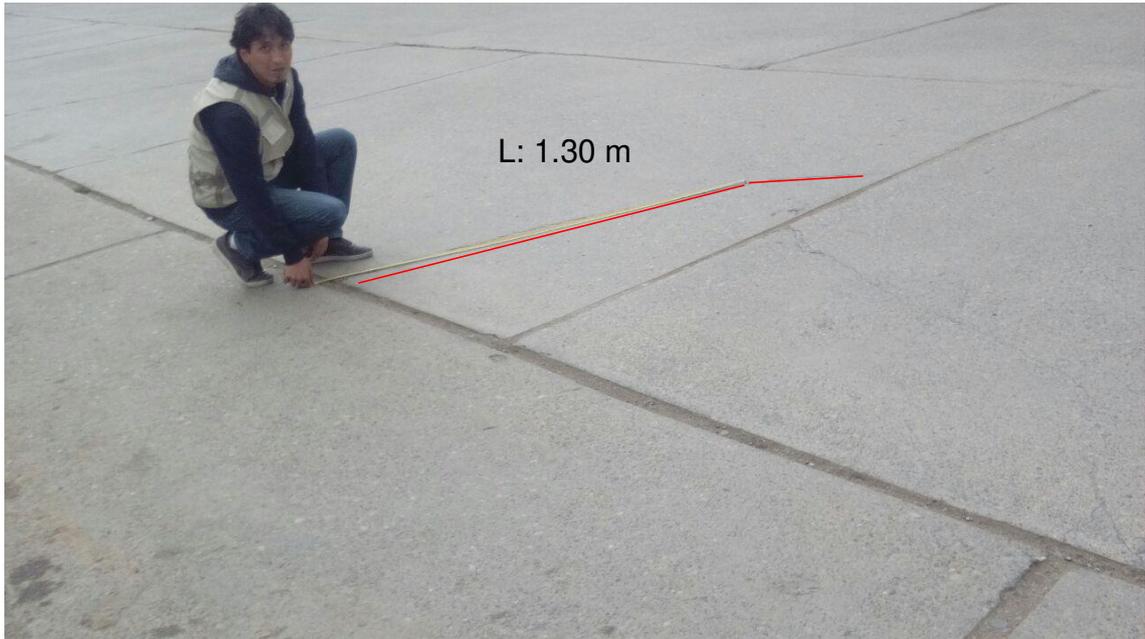
ANEXO N° 02: PANEL FOTOGRÁFICO



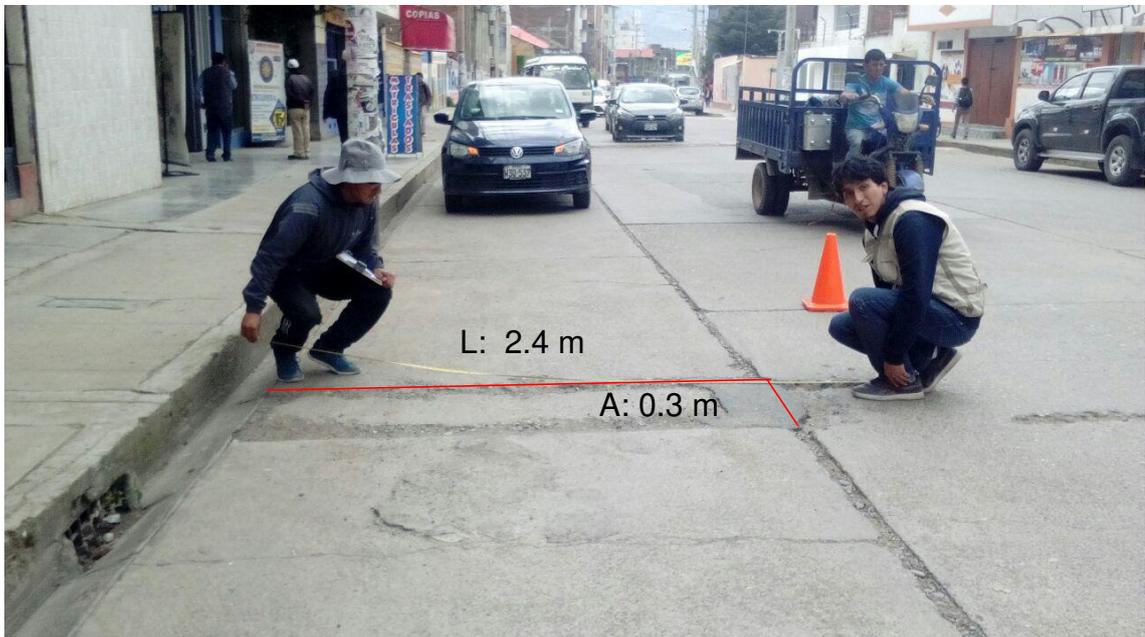
Fotografía 1. Reconocimiento de la avenida San Carlos, ubicado entre el Jr. San Lucas y el Jr. Domingo Savio – Fecha: 06 de febrero de 2018.



Fotografía 2. Conteo vehicular en la avenida San Carlos (entre el Jr. San Fernando y el Jr. Santa Rosa) – Fecha: 06 de febrero de 2018.



Fotografía 3. Medición de esquinas quebradas en pavimento rígido en la avenida San Carlos (entre el Jr. Guido y el Jr. Huancas) – Fecha: 06 de febrero de 2018.



Fotografía 4. Medición de reparaciones en pavimento rígido de la avenida San Carlos, ubicado entre el Jr. Huancas y el Pasaje Santa Elena – Fecha: 06 de febrero de 2018.



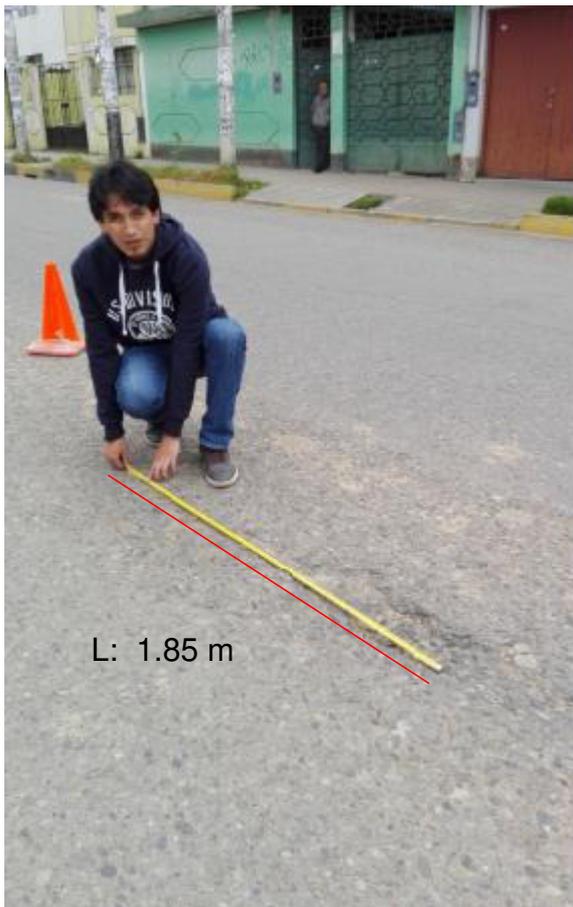
Fotografía 5. Medición de fisuras longitudinales en pavimento flexible de la avenida San Carlos, ubicado entre el Jr. Santa María y Jr. Santa Rosa – Fecha: 06 de febrero de 2018.



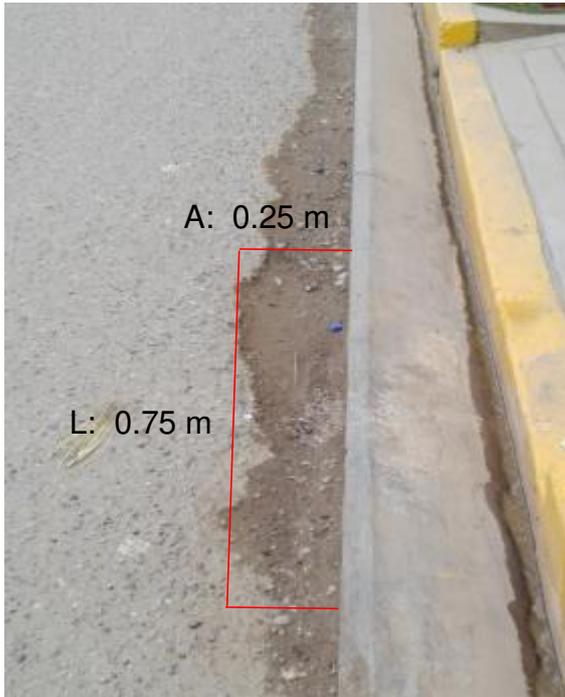
Fotografía 6. Medición de fisuras transversales en pavimento flexible de la avenida San Carlos, ubicado entre el Jr. Santa María y Jr. Santa Rosa – Fecha: 06 de febrero de 2018.



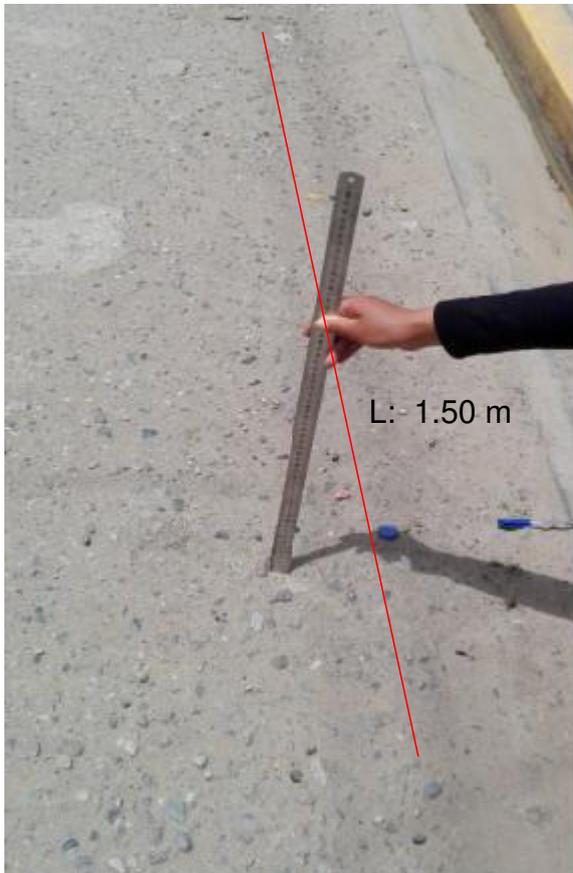
Fotografía 7. Medición de baches en el pavimento flexible de la avenida San Carlos, ubicado entre el pasaje Santa Rosa y Jr. San Antonio – Fecha: 06 de febrero de 2018.



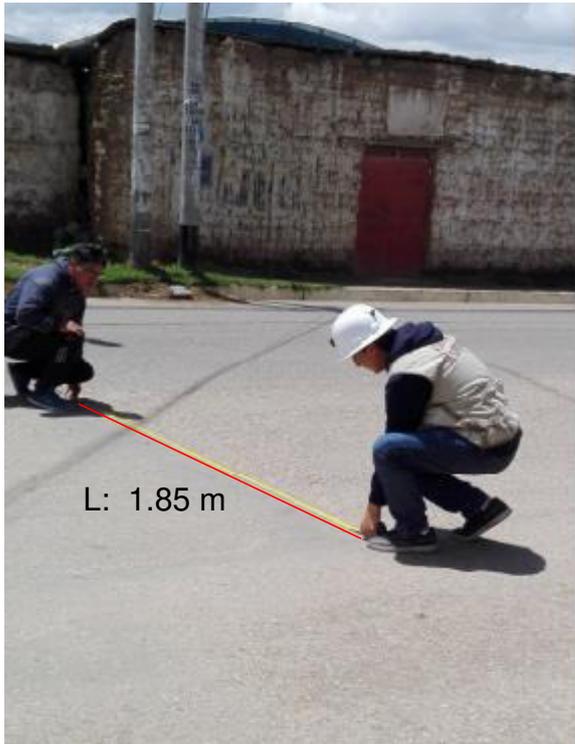
Fotografía 8. Medición de fisuras longitudinales en el pavimento flexible de la avenida San Carlos, ubicado entre el Jr. San Juan y Jr. San Judas Tadeo – Fecha: 07 de febrero de 2018.



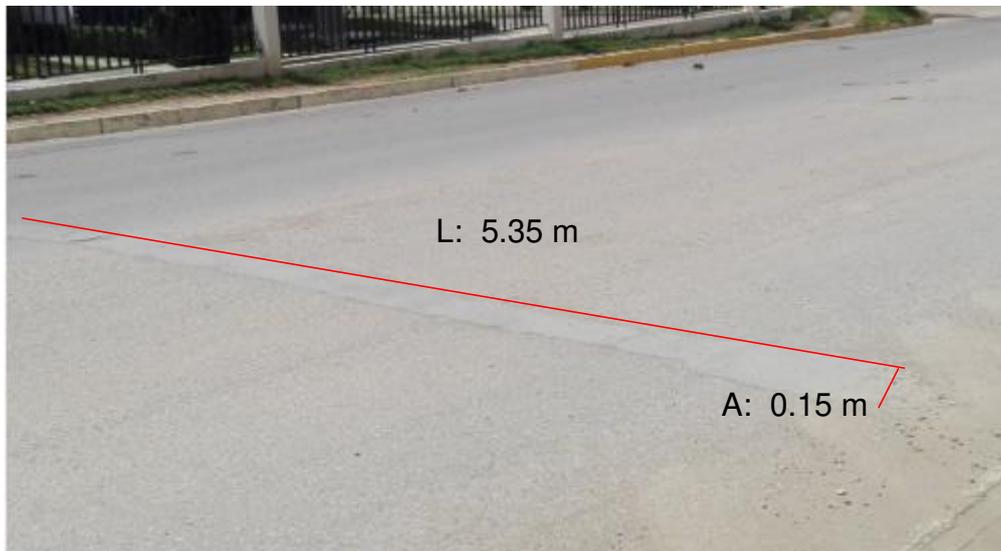
Fotografía 9. Daños puntuales en el pavimento flexible de la avenida San Carlos, ubicado entre el Jr. San Jorge y el Jr. San Miguel – Fecha: 07 de febrero de 2018.



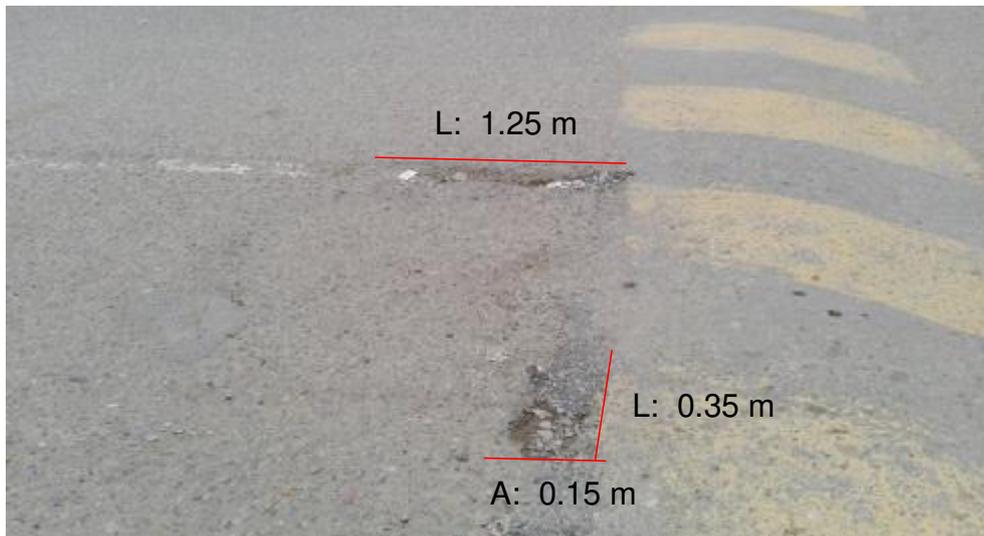
Fotografía 10. Ahuellamiento en el pavimento flexible de la avenida San Carlos, ubicado entre el Jr. Santa Lucía y Jr. Santa Beatriz – Fecha: 07 de febrero de 2018.



Fotografía 11. Medición de peladuras y desprendimientos en la avenida San Carlos, ubicado entre el Jr. San Lucas y Jr. Domingo Savbio – Fecha: 07 de febrero de 2018.



Fotografía 12. Vista de reparaciones o parcheos en la Av. San Carlos, ubicado entre el Jr. Domingo Savio y el pasaje Santa Rosa.



Fotografía 13 y Fotografía 14. Vista de baches (huecos) en la avenida San Carlos, ubicados entre el Jr. Santa Cecilia y Jr. San Luis – Fecha: 07 de febrero de 2018.



Fotografía 15. Medición de fallas en el pavimento rígido de la avenida San Carlos, ubicado entre el Jr. Guido y el Jr. Huancas. Fecha: 08 de febrero de 2018.

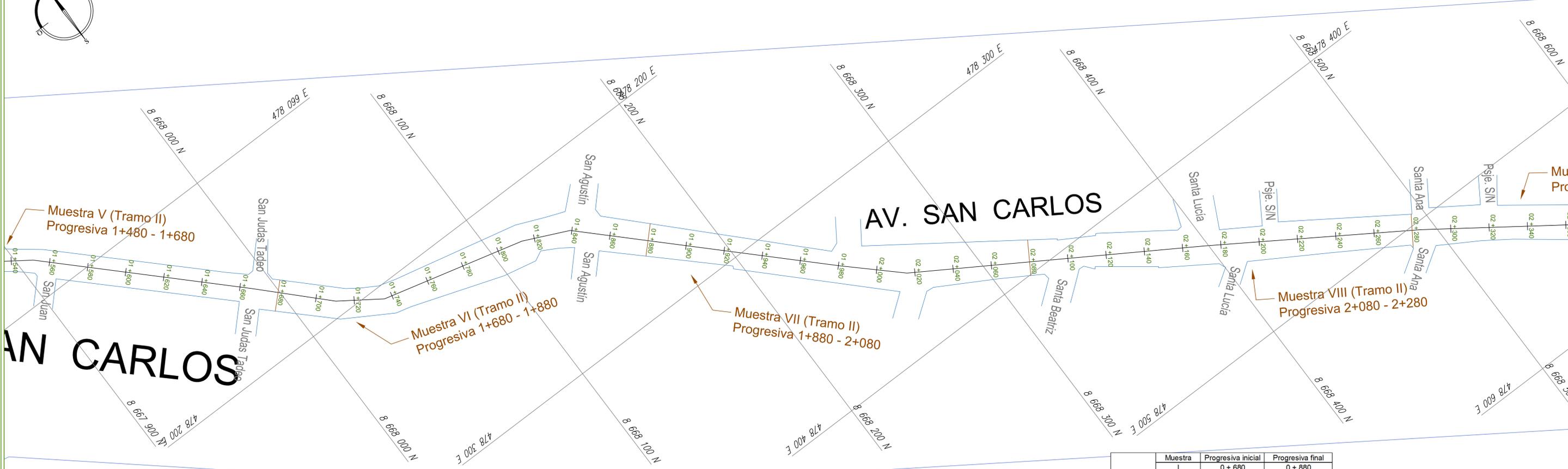


Fotografía 16. Medición de fallas en la berma del pavimento rígido en la avenida San Carlos, ubicado entre el pasaje San Carlos y el pasaje Cisneros. Fecha: 08 de febrero de 2018.



Fotografía 17. Medición de baches (huecos) en el pavimento flexible de la avenida San Carlos, ubicado entre pasaje Progreso y el pasaje Esperanza. Fecha: 08 de febrero de 2018.

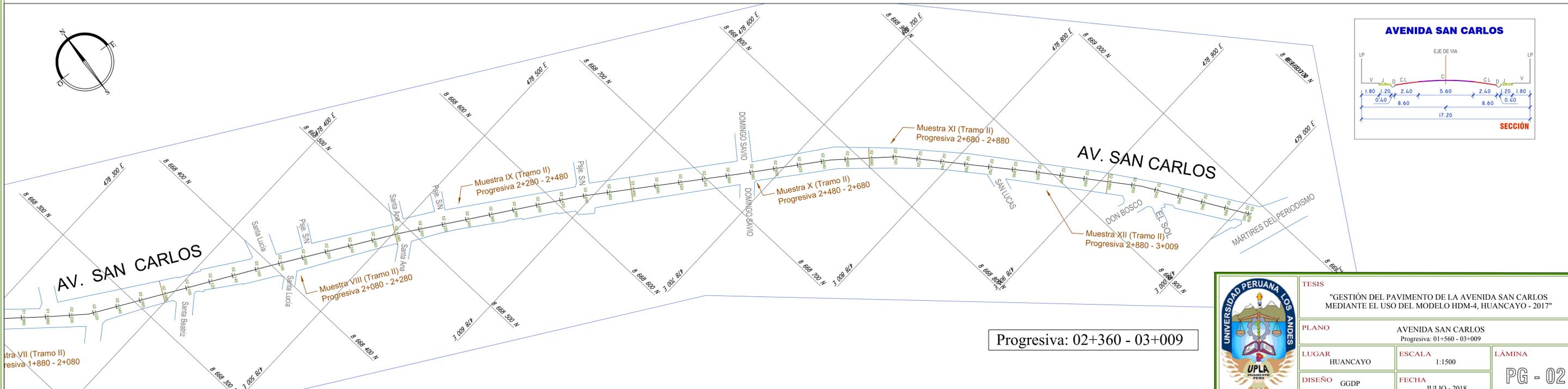
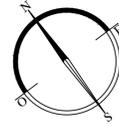
ANEXO N° 03: PLANOS



Muestra	Progresiva inicial	Progresiva final
I	0 + 680	0 + 880
II	0 + 880	1 + 080
III	1 + 080	1 + 280
IV	1 + 280	1 + 480
V	1 + 480	1 + 680
VI	1 + 680	1 + 880
VII	1 + 880	2 + 080
VIII	2 + 080	2 + 280
IX	2 + 280	2 + 480
X	2 + 480	2 + 680
XI	2 + 680	2 + 880
XII	2 + 880	3 + 009

Muestra	Progresiva inicial	Progresiva final
I	0 + 00	0 + 200
II	0 + 200	0 + 400
III	0 + 400	0 + 680

Progresiva: 01+560 - 02+360



Progresiva: 02+360 - 03+009

	TESIS "GESTIÓN DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA SAN CARLOS MEDIANTE EL USO DEL MODELO HDM-4, HUANCAYO - 2017"
	PLANO AVENIDA SAN CARLOS Progresiva: 01+560 - 03+009
	LUGAR HUANCAYO
	DISEÑO GGD
ESCALA 1:1500	LÁMINA PG - 02
FECHA JULIO - 2018	

AV. FERROCARRIL

Desnivel entre losas
Progresiva: 00+028



Fisuras longitudinales
Progresiva: 00+049



Fisuras oblicuas
Progresiva: 00+067



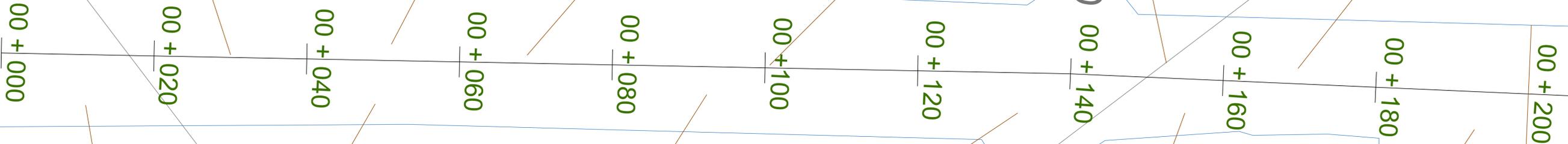
Desnivel calzada berma
Progresiva: 00+100



Daños puntuales
Progresiva: 00+152



Reparaciones o parchados
Progresiva: 00+168



Fisuras transversales
Progresiva: 00+010



Fisuras de esquina
Progresiva: 00+048



Baches (Huecos)
Progresiva: 00+092



Desprendimiento
Progresiva: 00+132

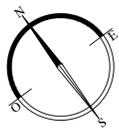


Tratamiento superficial
Progresiva: 00+156



Despostillamiento de juntas
Progresiva: 00+192

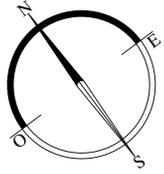
Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m ²) Número de deterioros (Nij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²) As	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (Efi)	Extensión promedio ponderada (Efp)	Puntaje de condición según extensión de cada tipo				Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla	
									0: Sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp = menor a 10%	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%		
Calzada pavimento rígido	1	Desnivel entre losas	1 Sensible al usuario sin reducción de la velocidad.	43.52	5.60	200.00	1120.00	3.886%	3.88%	19				19
	2	Fisuras longitudinales	1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	3.62	5.60	200.00	1120.00	0.323%	0.45%	19				19
			2 Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o	5.96	5.60	200.00	1120.00	0.532%						
			3 Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o	11.98	5.60	200.00	1120.00	1.070%	1.09%	19				19
	4	Fisuras de esquina	1 Solamente una esquina quebrada.	1.54	5.60	200.00	1120.00	0.138%	0.72%	19				19
			2 Dos esquinas quebradas.	9.22	5.60	200.00	1120.00	0.823%						
	5	Fisuras oblicuas	1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	3.09	5.60	200.00	1120.00	0.276%	0.41%	19				19
			2 Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm ≤ 3 mm).	5.42	5.60	200.00	1120.00	0.484%						
	6	Reparaciones o parchados	1 Puntuales (menor al 10% de la superficie de las losas afectadas)	6.67	5.60	200.00	1120.00	0.596%	1.63%	5				5
			2 Puntuales (entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas)	21.79	5.60	200.00	1120.00	1.946%						
	7	Despostillamiento de juntas	1 Fracturamiento o desintegración de bordes menor - igual	33.26	5.60	200.00	1120.00	2.970%	3.95%	5				5
			2 Fracturamiento o desintegración hasta una distancia	51.30	5.60	200.00	1120.00	4.580%						
3 Pérdida de material menor al 10% de la superficie de las			10.61	5.60	200.00	1120.00	0.947%	3.53%	5				5	
8	Desprendimiento	1 Pérdida de material mayor al 10% de la superficie de las	46.14	5.60	200.00	1120.00	4.120%							
		2 Pérdida de material mayor al 10% de la superficie de las												
		3 Pérdida de material mayor al 30% de la superficie de las												
9	Baches (Huecos)	1 Diámetro < 0.2 m	24					43					100	
		3 Diámetro > 0.5 m	19										100	
10	Tratamiento superficial	1 Desprendimiento menor al 10% de la superficie de las	6.66	5.60	200.00	1120.00	0.595%	6.85%	19				19	
		2 Desprendimiento mayor al 30% de la superficie de las	82.44	5.60	200.00	1120.00	7.361%							
		3 Deterioros en menos del 30% del área de bermas en la	35.09	4.80	200.00	960.00	3.655%							
11	Daños puntuales	1 Deterioros en más del 30% del área de bermas en la	120.84	4.80	200.00	960.00	12.588%	10.58%			30		30	
		2 Deterioros en más del 30% del área de bermas en la longitud evaluada de 200m												
12	Desnivel calzada berma	1 Desnivel leve < 15 mm	222.00		400.00		55.500%	50.61%					100	
		2 Desnivel moderado entre 15 y 50 mm	178.00		400.00		44.500%						100	



TESIS
"GESTIÓN DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA SAN CARLOS MEDIANTE EL USO DEL MODELO HDM-4, HUANCAYO - 2017"

PLANO ZONA DE MUESTREO MÁS CRÍTICO (Muestra I- Tramo I)
Progresiva: 00+000 - 00+200

LUGAR HUANCAYO	ESCALA 1:250	LÁMINA ZM - 01
DISEÑO GGDP	FECHA NOVIEMBRE-2018	



Progresiva: 00+671
Fisuras transversales



Progresiva: 00+715
Fisuras longitudinales



Progresiva: 00+775
Ahuellamiento



Progresiva: 00+805
Reparaciones o parchados



Progresiva: 00+840
Baches (huecos)



Psej. S/N

00 + 860

00 + 880

00 + 840

00 + 820

00 + 800

00 + 780

00 + 740

00 + 720

00 + 700

00 + 680

Santa Isabel

Santa Is

Prolg. Santa Mónica

Prolg. Santa Mónica

Psej. Aurora



Exudación
Progresiva: 00+717



Peladura y desprendimiento
Progresiva: 00+735



Deformación por deficiencia
Progresiva: 00+764



Daños puntuales
Progresiva: 00+786



Piel de cocodrilo
Progresiva: 00+817



Desnivel calzada berma
Progresiva: 00+840

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro A _d (m ²) Número de deterioros (N _d)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²) As	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (E _{fj})	Extensión promedio ponderada (E _{fp})	Puntaje de condición según extensión de cada			Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla
									0: Sin deterioro o sin fallas	1: Leve E _{fp} = menor a 10%	2: Moderado E _{fp} = entre 10% y 30%	
Deterioros o fallas estructurales	1 Piel de cocodrilo	1	117.69	5.60	200.00	1120.00	10.508%	10.51%		195		195
	2 Fisuras longitudinales	1	11.45	5.60	200.00	1120.00	1.022%	1.02%	15			15
	3 Deformación por deficiencia	1	122.41	5.60	200.00	1120.00	10.929%	10.93%		95		95
	4 Ahuellamiento.	1	6.72	5.60	200.00	1120.00	0.600%	0.60%	15			15
	5 Reparaciones o parchados.	1	12.38	5.60	200.00	1120.00	1.105%	1.11%	9			9
Deterioros o fallas superficiales	6 Peladura y desprendimiento.	1	7.68	5.60	200.00	1120.00	0.686%	0.69%		9		9
	7 Baches (huecos).	2	5.00								95	95
	8 Fisuras transversales.	1	1.96	5.60	200.00	1120.00	0.175%	0.32%	9			9
	9 Exudación	2	13.31	5.60	200.00	1120.00	1.188%	1.06%	15			15
Bermas pavimentada y no pavimentada	10 Daños puntuales	1	18.64	4.80	200.00	960.00	1.942%	1.94%	5			5
	11 Desnivel calzada berma	1	12.11		400.00		3.028%	3.03%	15			15
Suma puntaje de la condición											477	



TESIS
"GESTIÓN DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA SAN CARLOS MEDIANTE EL USO DEL MODELO HDM-4, HUANCAYO - 2017"

PLANO ZONA DE MUESTREO MÁS CRÍTICO (Muestra I- Tramo II)
Progresiva: 00+680 - 00+880

LUGAR HUANCAYO ESCALA 1:250 LÁMINA

DISÑO GGDp FECHA NOVIEMBRE - 2018

ZM - 02

ANEXO N° 04: OTROS DOCUMENTOS DE IMPORTANCIA

Resumen de datos por muestra en el tramo I de la avenida San Carlos

Tabla 53. Muestra I del tramo I.

		Muestra I	Total (m ²)
1	Desnivel entre losas	1 Sensible al usuario sin reducción de la velocidad.	43.52
		1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	3.62
2	Fisuras longitudinales	2 Fisuras medias corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdida de material (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)	5.96
		2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm).	12.35
3	Fisuras transversales.	3 Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.	11.98
4	Fisuras de esquina	1 Solamente una esquina quebrada.	1.54
		2 Dos esquinas quebradas.	9.22
		1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	3.09
5	Fisuras oblicuas	2 Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm ≤ 3 mm).	5.42
6	Reparaciones o parchados	1 Puntuales (menor al 10% de la superficie de las losas afectadas)	6.67
		2 Puntuales (entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas)	21.79
7	Despostillamiento de juntas	1 Fracturamiento o desintegración de bordes menor - igual que el 50% de la longitud dentro de los 5 cm de la junta.	33.26
		3 Fracturamiento o desintegración hasta una distancia superior a 5 cm de la junta.	51.30

8	Desprendimiento	1	Pérdida de material menor al 10% de la superficie de las losas afectadas.	10.61
		3	Pérdida de material mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas.	46.14
9	Baches (Huecos)	1	Diámetro < 0.2 m	24
		3	Diámetro > 0.5 m	19
10	Tratamiento superficial	1	Desprendimiento menor al 10% de la superficie de las losas afectadas.	6.66
		3	Desprendimiento mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas.	82.44
11	Daños puntuales	2	Deterioros en menos del 30% del área de bermas en la longitud evaluada de 200m	35.09
		3	Deterioros en más del 30% del área de bermas en la longitud evaluada de 200m	120.84
12	Desnivel calzada berma	1	Desnivel leve < 15 mm	222.00
		2	Desnivel moderado entre 15 y 50 mm	178.00

Tabla 54. Muestra II del tramo I.

			Muestra II	Total (m²)
1	Desnivel entre losas	1	Sensible al usuario sin reducción de la velocidad.	43.52
		1	Fisuras finas (ancho \leq 1 mm)	4.19
2	Fisuras longitudinales	2	Fisuras medias corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdida de material (ancho > 1mm y \leq 3 mm)	10.62
		2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y \leq 3 mm).	15.91
3	Fisuras transversales.	3	Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.	13.29
		4	Fisuras de esquina	1.87

		2 Dos esquinas quebradas.	9.06
		1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	4.55
5	Fisuras oblicuas	Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm ≤ 3 mm).	16.74
		1 Puntuales (menor al 10% de la superficie de las losas afectadas)	12.39
6	Reparaciones o parchados	2 Puntuales (entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas)	37.28
		1 Fracturamiento o desintegración de bordes menor - igual que el 50% de la longitud dentro de los 5 cm de la junta.	33.27
7	Despostillamiento de juntas	3 Fracturamiento o desintegración hasta una distancia superior a 5 cm de la junta.	51.25
		1 Pérdida de material menor al 10% de la superficie de las losas afectadas.	10.59
8	Desprendimiento	3 Pérdida de material mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas.	28.83
		1 Diámetro < 0.2 m	12
9	Baches (Huecos)	3 Diámetro > 0.5 m	7
		1 Desprendimiento menor al 10% de la superficie de las losas afectadas.	3.96
10	Tratamiento superficial	3 Desprendimiento mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas.	96.82
		2 Deterioros en menos del 30% del área de bermas en la longitud evaluada de 200m	38.44
11	Daños puntuales	3 Deterioros en más del 30% del área de bermas en la longitud evaluada de 200m	83.45
		1 Desnivel leve < 15 mm	241.74
12	Desnivel calzada berma	2 Desnivel moderado entre 15 y 50 mm	158.26

Tabla 55. Muestra III del tramo I.

Muestra III			Total (m ²)
1	Desnivel entre losas	1 Sensible al usuario sin reducción de la velocidad.	53.04
		1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	5.57
2	Fisuras longitudinales	2 Fisuras medias corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdida de material (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)	16.56
		2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm).	17.45
3	Fisuras transversales.	3 Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.	23.11
		4 Fisuras de esquina	
4	Fisuras de esquina	1 Solamente una esquina quebrada.	2.04
		2 Dos esquinas quebradas.	4.15
		1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	5.68
5	Fisuras oblicuas	2 Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm ≤ 3 mm).	18.66
6	Reparaciones o parchados	1 Puntuales (menor al 10% de la superficie de las losas afectadas)	13.65
		2 Puntuales (entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas)	27.50
7	Despostillamiento de juntas	1 Fracturamiento o desintegración de bordes menor - igual que el 50% de la longitud dentro de los 5 cm de la junta.	41.61
		3 Fracturamiento o desintegración hasta una distancia superior a 5 cm de la junta.	97.14
8	Desprendimiento	1 Pérdida de material menor al 10% de la superficie de las losas afectadas.	9.25

		3	Pérdida de material mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas.	29.50
9	Baches (Huecos)	1	Diámetro < 0.2 m	17
		3	Diámetro > 0.5 m	15
10	Tratamiento superficial	1	Desprendimiento menor al 10% de la superficie de las losas afectadas.	6.51
		3	Desprendimiento mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas.	69.77
11	Daños puntuales	2	Deterioros en menos del 30% del área de bermas en la longitud evaluada de 200m	60.48
		3	Deterioros en más del 30% del área de bermas en la longitud evaluada de 200m	123.04
12	Desnivel calzada berma	1	Desnivel leve < 15 mm	221.63
		2	Desnivel moderado entre 15 y 50 mm	178.37

Resumen de datos por muestra en el tramo II de la avenida San Carlos

Tabla 56. Muestra I del tramo II.

MUESTRA I			Total (m²)
1	Piel de cocodrilo	1 Malla grande (> 0.5m) sin material suelto.	117.69
2	Fisuras longitudinales	1 Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)	11.45
3	Deformación por deficiencia estructural.	1 Profundidad sensible al usuario < 2 cm.	122.41
4	Ahuellamiento.	1 Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm.	6.72
5	Reparaciones o parchados.	1 Reparación o parchado para deterioros superficiales.	12.38
6	Peladura y desprendimiento.	1 Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	7.68
7	Baches (huecos).	2 Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	5.00
		1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	1.96
8	Fisuras transversales.	2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm). También se denominan grietas.	4.34
9	Exudación	1 Puntual.	10.07
		2 Continua.	13.31
10	Daños puntuales	1 Daños puntuales baches o huecos, erosión	18.64
11	Desnivel calzada berma	1 Desnivel leve < 15 mm	12.11

Tabla 57. Muestra II del tramo II.

MUESTRA II			Total (m²)
1	Piel de cocodrilo	1 Malla grande (> 0.5m) sin material suelto.	23.38
2	Fisuras longitudinales	1 Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)	7.52
3	Deformación por deficiencia estructural.	1 Profundidad sensible al usuario < 2 cm.	41.61

4	Ahuellamiento.	1	Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm.	390.87
5	Reparaciones o parchados.	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales.	114.47
6	Peladura y desprendimiento.	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	9.60
7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	3.00
		1	Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	2.69
8	Fisuras transversales.	2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm). También se denominan grietas.	2.86
9	Exudación	1	Puntual.	47.34
		2	Continua.	55.18
10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	24.72
11	Desnivel calzada berma	1	Desnivel leve < 15 mm	15.64

Tabla 58. Muestra III del tramo II.

MUESTRA III				Total (m²)
1	Piel de cocodrilo	1	Malla grande (> 0.5 m) sin material suelto.	47.29
2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)	9.71
3	Deformación por deficiencia estructural.	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cm.	28.55
4	Ahuellamiento.	1	Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm.	7.50
5	Reparaciones o parchados.	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales.	13.62
6	Peladura y desprendimiento.	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	6.28
7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	1.00
8	Fisuras transversales.	1	Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	1.95

		2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm). También se denominan grietas.	9.19
9	Exudación	1 Puntual.	137.57
		2 Continua.	90.56
10	Daños puntuales	1 Daños puntuales baches o huecos, erosión	24.55
11	Desnivel calzada berma	1 Desenivel leve < 15 mm	17.30

Tabla 59. Muestra IV del tramo II.

MUESTRA IV			Total (m²)
1	Piel de cocodrilo	1 Malla grande (> 0.5m) sin material suelto.	32.54
2	Fisuras longitudinales	1 Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)	6.19
3	Deformación por deficiencia estructural.	1 Profundidad sensible al usuario < 2 cm.	24.12
4	Ahuellamiento.	1 Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm.	14.72
5	Reparaciones o parchados.	1 Reparación o parchado para deterioros superficiales.	9.38
6	Peladura y desprendimiento.	1 Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	4.84
7	Baches (huecos).	2 Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	2.00
		1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	1.57
8	Fisuras transversales.	2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm). También se denominan grietas.	4.81
9	Exudación	1 Puntual.	1.57
		2 Continua.	4.81
10	Daños puntuales	1 Daños puntuales baches o huecos, erosión	21.74
11	Desnivel calzada berma	1 Desenivel leve < 15 mm	17.35

Tabla 60. Muestra V del tramo II.

MUESTRA V			Total (m²)
1	Piel de cocodrilo	1 Malla grande (> 0.5m) sin material suelto.	35.20
2	Fisuras longitudinales	1 Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)	5.95
3	Deformación por deficiencia estructural.	1 Profundidad sensible al usuario < 2 cm.	42.95
4	Ahuellamiento.	1 Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm.	9.87
5	Reparaciones o parchados.	1 Reparación o parchado para deterioros superficiales.	6.33
6	Peladura y desprendimiento.	1 Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	5.87
7	Baches (huecos).	2 Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	5.00
		1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	0.43
8	Fisuras transversales.	2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm). También se denominan grietas.	2.85
9	Exudación	1 Puntual.	7.62
		2 Continua.	3.54
10	Daños puntuales	1 Daños puntuales baches o huecos, erosión	15.30
11	Desnivel calzada berma	1 Desenivel leve < 15 mm	7.94

Tabla 61. Muestra VI del tramo II.

MUESTRA VI			Total (m²)
1	Piel de cocodrilo	1 Malla grande (> 0.5m) sin material suelto.	53.37
2	Fisuras longitudinales	1 Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)	5.55
3	Deformación por deficiencia estructural.	1 Profundidad sensible al usuario < 2 cm.	30.68
4	Ahuellamiento.	1 Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm.	11.38
5	Reparaciones o parchados.	1 Reparación o parchado para deterioros superficiales.	10.30

6	Peladura y desprendimiento.	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	4.69
7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	1.00
		1	Fisuras finas (ancho \leq 1 mm)	1.58
8	Fisuras transversales.	2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho $>$ 1 mm y \leq 3 mm). También se denominan grietas.	4.71
9	Exudación	1	Puntual.	5.07
		2	Continua.	3.87
10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	11.72
11	Desnivel calzada berma	1	Desnivel leve $<$ 15 mm	7.01

Tabla 62. Muestra VII del tramo II.

			MUESTRA I	Total (m²)
1	Piel de cocodrilo	1	Malla grande ($>$ 0.5m) sin material suelto.	22.46
2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho \leq 1 mm)	8.05
3	Deformación por deficiencia estructural.	1	Profundidad sensible al usuario $<$ 2 cm.	41.87
4	Ahuellamiento.	1	Profundidad sensible al usuario \leq 6 mm.	8.18
5	Reparaciones o parchados.	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales.	12.93
6	Peladura y desprendimiento.	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	4.54
7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	3.00
		1	Fisuras finas (ancho \leq 1 mm)	2.11
8	Fisuras transversales.	2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho $>$ 1 mm y \leq 3 mm). También se denominan grietas.	5.30
9	Exudación	1	Puntual.	7.20
		2	Continua.	11.15

10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	26.62
11	Desnivel calzada berma	1	Desnivel leve < 15 mm	11.12

Tabla 63. Muestra VIII del tramo II.

MUESTRA VIII				Total (m²)
1	Piel de cocodrilo	1	Malla grande (> 0.5m) sin material suelto.	34.84
2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)	8.93
3	Deformación por deficiencia estructural.	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cm.	31.44
4	Ahuellamiento.	1	Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm.	16.07
5	Reparaciones o parchados.	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales.	7.19
6	Peladura y desprendimiento.	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	6.14
7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	4.00
		1	Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	3.65
8	Fisuras transversales.	2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm). También se denominan grietas.	2.34
9	Exudación	1	Puntual.	3.17
		2	Continua.	3.86
10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	27.58
11	Desnivel calzada berma	1	Desnivel leve < 15 mm	5.77

Tabla 64. Muestra IX del tramo II.

MUESTRA IX				Total (m²)
1	Piel de cocodrilo	1	Malla grande (> 0.5m) sin material suelto.	37.57
2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)	8.12

3	Deformación por deficiencia estructural.	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cm.	22.24
4	Ahuellamiento.	1	Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm.	13.77
5	Reparaciones o parchados.	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales.	11.57
6	Peladura y desprendimiento.	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	4.90
7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	2.00
		1	Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	3.04
8	Fisuras transversales.	2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm). También se denominan grietas.	3.30
9	Exudación	1	Puntual.	10.08
		2	Continua.	6.99
10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	26.49
11	Desnivel calzada berma	1	Desnivel leve < 15 mm	14.99

Tabla 65. Muestra X del tramo II.

MUESTRA X				Total (m²)
1	Piel de cocodrilo	1	Malla grande (> 0.5m) sin material suelto.	15.92
2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)	10.94
3	Deformación por deficiencia estructural.	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cm.	46.35
4	Ahuellamiento.	1	Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm.	12.02
5	Reparaciones o parchados.	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales.	13.00
6	Peladura y desprendimiento.	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	11.45
7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	1.00
8	Fisuras transversales.	1	Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	3.46

		Fisuras medias, corresponde a fisuras 2 abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm). También se denominan grietas.	4.72
9	Exudación	1 Puntual. 2 Continua.	9.37 5.75
10	Daños puntuales	1 Daños puntuales baches o huecos, erosión	19.28
11	Desnivel calzada berma	1 Desnivel leve < 15 mm	8.73

Tabla 66. Muestra XI del tramo II.

MUESTRA XI			Total (m²)
1	Piel de cocodrilo	1 Malla grande (> 0.5m) sin material suelto.	30.37
2	Fisuras longitudinales	1 Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)	9.19
3	Deformación por deficiencia estructural.	1 Profundidad sensible al usuario < 2 cm.	52.09
4	Ahuellamiento.	1 Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm.	13.48
5	Reparaciones o parchados.	1 Reparación o parchado para deterioros superficiales.	5.40
6	Peladura y desprendimiento.	1 Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	9.20
7	Baches (huecos).	2 Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	3.00
		1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	1.59
8	Fisuras transversales.	2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm). También se denominan grietas.	5.36
9	Exudación	1 Puntual. 2 Continua.	6.65 5.40
10	Daños puntuales	1 Daños puntuales baches o huecos, erosión	24.73
11	Desnivel calzada berma	1 Desnivel leve < 15 mm	9.92

Tabla 67. Muestra XII del tramo II.

MUESTRA XII			Total (m²)
1	Piel de cocodrilo	1 Malla grande (> 0.5m) sin material suelto.	16.40
2	Fisuras longitudinales	1 Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho ≤ 1 mm)	9.91
3	Deformación por deficiencia estructural.	1 Profundidad sensible al usuario < 2 cm.	51.63
4	Ahuellamiento.	1 Profundidad sensible al usuario ≤ 6 mm.	11.62
5	Reparaciones o parchados.	1 Reparación o parchado para deterioros superficiales.	11.58
6	Peladura y desprendimiento.	1 Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	6.18
7	Baches (huecos).	2 Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	4.00
		1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	1.41
8	Fisuras transversales.	2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm). También se denominan grietas.	6.80
9	Exudación	1 Puntual.	9.75
		2 Continua.	4.21
10	Daños puntuales	1 Daños puntuales baches o huecos, erosión	16.25
11	Desnivel calzada berma	1 Desnivel leve < 15 mm	12.29



**INVESTIGACIÓN: GESTIÓN DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA SAN CARLOS MEDIANTE EL USO DEL MODELO HDM-4,
HUANCAYO - 2017
ESTUDIO DE TRAFICO**



Vía:	Avenida San Carlos		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	Desde la Av. Ferrocarril hasta la Av. Mártires del periodismo		
DÍA			

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			
DIAGRA. VEH.																								
00-01	E	2	2	0	0	0	0																	
	S	1	1	0	0	0	0																	
01-02	E	2	2	0	0	0	0																	
	S	1	1	0	0	0	0																	
02-03	E	2	4	0	0	0	0																	
	S	3	4	0	0	0	0																	
03-04	E	7	3	2	0	0	0																	
	S	3	2	3	0	0	0																	
	E																							
	S																							
04-05	E	15	8	3	0	0	0																	
	S	9	6	1	0	0	0																	
05-06	E	35	5	5	0	9	3																	
	S	6	2	1	0	7	2																	
06-07	E	45	23	7	3	15	18																	
	S	75	18	6	0	13	12																	
07-08	E	59	17	3	0	16	17																	
	S	63	19	2	0	11	16																	
08-09	E	65	32	2	0	16	18																	
	S	79	28	0	0	13	15																	
09-10	E	45	36	1	0	15	18																	
	S	36	34	4	0	13	12																	
10-11	E	39	22	5	0	19	17																	
	S	27	18	7	1	10	14																	
11-12	E	57	32	2	0	18	9																	
	S	63	45	5	0	17	18																	
12-13	E	63	56	7	1	21	19																	
	S	57	47	2	0	18	22																	
13-14	E	58	42	4	2	17	18																	
	S	61	39	5	0	18	16																	
14-15	E	32	28	2	0	13	18																	
	S	28	21	0	0	15	9																	
15-16	E	36	25	2	3	17	21																	
	S	26	27	6	1	16	17																	
16-17	E	38	20	4	1	19	15																	
	S	34	29	3	3	11	19																	
17-18	E	79	37	5	4	19	17																	
	S	68	25	2	2	21	14																	
18-19	E	65	39	3	1	16	19																	
	S	60	27	3	0	22	17																	
19-20	E	69	35	8	0	18	21																	
	S	76	29	2	0	19	9																	
20-21	E	54	26	2	1	7	9																	
	S	48	32	3	0	12	8																	
21-22	E	23	19	5	1	6	7																	
	S	26	27	3	2	5	3																	
22-23	E	21	9	2	3	2	1																	
	S	18	13	1	1	1	0																	
23-24	E	13	8	1	0	0	0																	
	S	9	7	0	0	0	0																	
PARCIAL:		1801	1031	134	30	505	488	0	0	0	0	0	0	0										

ENCUESTADOR : _____

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTC : _____

MUESTRA I

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m2) Número de deterioros (Nij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²) As	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (Efij)	Extensión promedio ponderada (Efp)	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de				Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla	
									0 : Sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp - menor a 10%	2: Moderado Efp - entre 10% y 30%	3: Severo Efp - mayor a 30%		
1	Desnivel entre losas	1	Sensible al usuario sin reducción de la velocidad.	43.52	5.60	200.00	1120.00	3.886%	3.89%					19
2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	3.62	5.60	200.00	1120.00	0.323%	0.45%					19
		2	Fisuras medias corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas.	5.96	5.60	200.00	1120.00	0.532%						
3	Fisuras transversales.	2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas	12.35	5.60	200.00	1120.00	1.103%	1.09%					19
		3	Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas	11.98	5.60	200.00	1120.00	1.070%						
4	Fisuras de esquina	1	Solamente una esquina quebrada.	1.54	5.60	200.00	1120.00	0.138%	0.72%					19
		2	Dos esquinas quebradas.	9.22	5.60	200.00	1120.00	0.823%						
5	Fisuras oblicuas	1	Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	3.09	5.60	200.00	1120.00	0.276%	0.41%					19
		2	Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm ≤ 3 mm).	5.42	5.60	200.00	1120.00	0.484%						
6	Reparaciones o parchados	1	Puntuales (menor al 10% de la superficie de las losas afectadas)	6.67	5.60	200.00	1120.00	0.596%	1.63%					5
		2	Puntuales (entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas)	21.79	5.60	200.00	1120.00	1.946%						
7	Despostillamiento de juntas	1	Fracturamiento o desintegración de bordes menor - igual que el	33.26	5.60	200.00	1120.00	2.970%	3.95%					5
		3	Fracturamiento o desintegración hasta una distancia superior a 5	51.30	5.60	200.00	1120.00	4.580%						
8	Desprendimiento	1	Pérdida de material menor al 10% de la superficie de las losas	10.61	5.60	200.00	1120.00	0.947%	3.53%					5
		3	Pérdida de material mayor al 30% de la superficie de las losas	46.14	5.60	200.00	1120.00	4.120%						
9	Baches (Huecos)	1	Diámetro < 0.2 m	24					43					100
10	Tratamiento superficial	3	Diámetro > 0.5 m	19									100	
		1	Desprendimiento menor al 10% de la superficie de las losas	6.66	5.60	200.00	1120.00	0.595%	6.85%					19
2	Desprendimiento mayor al 30% de la superficie de las losas	82.44	5.60	200.00	1120.00	7.361%								
11	Daños puntuales	2	Deterioros en menos del 30% del área de bermas en la longitud	35.09	4.80	200.00	960.00	3.655%	10.58%				30	30
		3	Deterioros en más del 30% del área de bermas en la longitud evaluada de 200m	120.84	4.80	200.00	960.00	12.588%						
12	Desnivel calzada berma	1	Desnivel leve < 15 mm	222.00		400.00		55.500%	50.61%					100
		2	Desnivel moderado entre 15 y 50 mm	178.00		400.00		44.500%						
Suma puntaje de la condición													359	

Longitud evaluada (m):	200
Ancho de calzada (m):	5.6
Ancho de berma (m):	4.8

Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m	
Calificación de	641 Condición regular
Tipo de	Conservación periódica

MUESTRA II

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m2) Número de deterioros (Nij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²) As	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (Efij)	Extensión promedio ponderada (Efp)	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de				Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla	
									0 : Sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp - menor a 10%	2: Moderado Efp - entre 10% y 30%	3: Severo Efp - mayor a 30%		
1	Desnivel entre losas	1	Sensible al usuario sin reducción de la velocidad.	43.52	5.60	200.00	1120.00	3.886%	3.89%					19
2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	4.19	5.60	200.00	1120.00	0.374%	0.79%					19
		2	Fisuras medias corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas.	10.62	5.60	200.00	1120.00	0.948%						
3	Fisuras transversales.	2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas	15.91	5.60	200.00	1120.00	1.420%	1.31%					19
		3	Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas	13.29	5.60	200.00	1120.00	1.187%						
4	Fisuras de esquina	1	Solamente una esquina quebrada.	1.87	5.60	200.00	1120.00	0.167%	0.70%					19
		2	Dos esquinas quebradas.	9.06	5.60	200.00	1120.00	0.809%						
5	Fisuras oblicuas	1	Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	4.55	5.60	200.00	1120.00	0.406%	1.26%					19
		2	Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas	16.74	5.60	200.00	1120.00	1.495%						
6	Reparaciones o parchados	1	Puntuales (menor al 10% de la superficie de las losas)	12.39	5.60	200.00	1120.00	1.106%	2.77%					5
		2	Puntuales (entre el 10% y 30% de la superficie de las losas)	37.28	5.60	200.00	1120.00	3.329%						
7	Despostillamiento de juntas	1	Fracturamiento o desintegración de bordes menor - igual que el	33.27	5.60	200.00	1120.00	2.971%	3.94%					5
		3	Fracturamiento o desintegración hasta una distancia superior a 5	51.25	5.60	200.00	1120.00	4.576%						
8	Desprendimiento	1	Pérdida de material menor al 10% de la superficie de las losas	10.59	5.60	200.00	1120.00	0.946%	2.14%					5
		3	Pérdida de material mayor al 30% de la superficie de las losas	28.83	5.60	200.00	1120.00	2.574%						
9	Baches (Huecos)	1	Diámetro < 0.2 m	12					19					100
10	Tratamiento superficial	3	Diámetro > 0.5 m	7									100	
		1	Desprendimiento menor al 10% de la superficie de las losas	3.96	5.60	200.00	1120.00	0.354%	8.32%					19
2	Desprendimiento mayor al 30% de la superficie de las losas	96.82	5.60	200.00	1120.00	8.645%								
11	Daños puntuales	2	Deterioros en menos del 30% del área de bermas en la longitud	38.44	4.80	200.00	960.00	4.004%	7.21%				5	5
		3	Deterioros en más del 30% del área de bermas en la longitud	83.45	4.80	200.00	960.00	8.693%						
12	Desnivel calzada berma	1	Desnivel leve < 15 mm	241.74		400.00		60.435%	52.18%					100
		2	Desnivel moderado entre 15 y 50 mm	158.26		400.00		39.565%						
Suma puntaje de la condición													334	

Longitud evaluada (m):	200
Ancho de calzada (m):	5.6
Ancho de berma (m):	4.8

Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m	
Calificación de	666 Condición regular
Tipo de	Conservación periódica

MUESTRA III

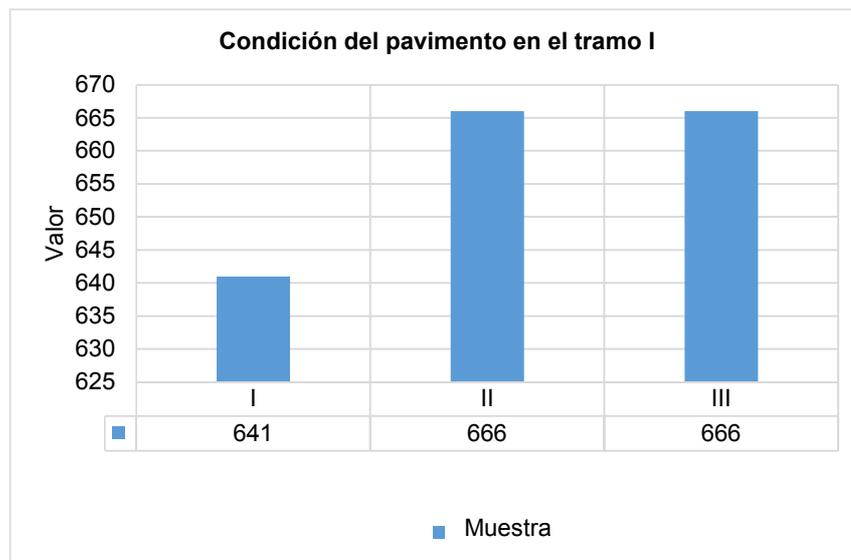
Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m2) Número de deterioros (Nij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²) As	Porcentaje de extensión del deterioro / falla (Efij)	Extensión promedio ponderada (Efp)	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de				Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla
									0 : Sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp - menor a 10%	2: Moderado Efp - entre 10% y 30%	3: Severo Efp - mayor a 30%	
Calzada pavimento rígido	1	Desnivel entre losas	1 Sensible al usuario sin reducción de la velocidad. 53.04	5.60	280.00	1568.00	3.383%	3.38%	19				19
	2	Fisuras longitudinales	1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm) 5.57	5.60	280.00	1568.00	0.355%	0.88%	19				19
			2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas. 16.56	5.60	280.00	1568.00	1.056%						
	3	Fisuras transversales.	2 Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas 17.45	5.60	280.00	1568.00	1.113%	1.32%	19				19
			3 Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas 23.11	5.60	280.00	1568.00	1.474%						
	4	Fisuras de esquina	1 Solamente una esquina quebrada. 2.04	5.60	280.00	1568.00	0.130%	0.22%	19				19
			2 Dos esquinas quebradas. 4.15	5.60	280.00	1568.00	0.265%						
	5	Fisuras oblicuas	1 Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm) 5.68	5.60	280.00	1568.00	0.362%	1.00%	19				19
			2 Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas 18.66	5.60	280.00	1568.00	1.190%						
	6	Reparaciones o parchados	1 Puntuales (menor al 10% de la superficie de las losas) 13.65	5.60	280.00	1568.00	0.871%	1.46%	5				5
			2 Puntuales (entre el 10% y 30% de la superficie de las losas) 27.50	5.60	280.00	1568.00	1.754%						
	7	Despostillamiento de juntas	1 Fracturamiento o desintegración de bordes menor - igual que el 41.61	5.60	280.00	1568.00	2.654%	5.13%	5				5
3 Fracturamiento o desintegración hasta una distancia superior a 5 97.14			5.60	280.00	1568.00	6.195%							
8	Desprendimiento	1 Pérdida de material menor al 10% de la superficie de las losas 9.25	5.60	280.00	1568.00	0.590%	1.57%	5				5	
		3 Pérdida de material mayor al 30% de la superficie de las losas 29.50	5.60	280.00	1568.00	1.881%							
9	Baches (Huecos)	1 Diámetro < 0.2 m 17						32	0 : Sin	1: Leve	2: Moderado	3: Severo	100
		3 Diámetro > 0.5 m 15											100
10	Tratamiento superficial	1 Desprendimiento menor al 10% de la superficie de las losas 6.51	5.60	280.00	1568.00	0.415%	4.11%	19				19	
		3 Desprendimiento mayor al 30% de la superficie de las losas 69.77	5.60	280.00	1568.00	4.450%							
Bermas pavimentada y no pavimentada	Daños puntuales	2 Deterioros en menos del 30% del área de bermas en la longitud 60.48	4.80	280.00	1344.00	4.500%	7.62%	5				5	
		3 Deterioros en más del 30% del área de bermas en la longitud 123.04	4.80	280.00	1344.00	9.155%							
12	Desnivel calzada berma	1 Desnivel leve < 15 mm 221.63		560.00		39.577%	36.13%					100	100
		2 Desnivel moderado entre 15 y 50 mm 178.37		560.00		31.852%							100
											Suma puntaje de la condición	334	

Longitud evaluada (m):	280
Ancho de calzada (m):	5.6
Ancho de berma (m):	4.8

Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m	
Calificación de	666 Condición regular
Tipo de	Conservación periódica

Resumen de la condición del pavimento en el tramo I de la avenida San Carlos

Condición del pavimento en el tramo I		
Muestra	Valor	Calificación
I	641	Regular
II	666	Regular
III	666	Regular
Promedio	657.67	Regular



MUESTRA I

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m ²) Número de deterioros (Nij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²) As	Porcentaje de extensión del deterioro falla (Efi)	Extensión promedio ponderada (Efp)	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro o				Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla		
									0 : Sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp - menor a 10%	2: Moderado Efp - entre 10% y 30%	3: Severo Efp - mayor a 30%			
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrik	1	Malla grande (> 0.5m) sin material sueltc	117.69	5.60	200.00	1120.00	10.508%	10.51%		195		195	
	2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (anchos 1 mm)	11.45	5.60	200.00	1120.00	1.022%	1.02%	15			15	
	3	Deformación por deficiencia	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cr	122.41	5.60	200.00	1120.00	10.929%	10.93%		95		95	
	4	Ahuellamiento	1	Profundidad sensible al usuarios 6 mm.	6.72	5.60	200.00	1120.00	0.600%	0.60%	15			15	
	5	Reparaciones o parchados	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales	12.38	5.60	200.00	1120.00	1.105%	1.11%	9			9	
	6	Peladura y desprendimiento.	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	7.68	5.60	200.00	1120.00	0.686%	0.69%	9			9	
Deterioros o fallas superficiales	7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	5.00							95		95	
	8	Fisuras transversales.	1	Fisuras finas (anchos 1 mm)	1.96	5.60	200.00	1120.00	0.175%	0.17%	9			9	
			2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/c	4.34	5.60	200.00	1120.00	0.387%	0.32%					
	9	Exudación	1	Puntual.	10.07	5.60	200.00	1120.00	0.899%	1.06%	15			15	
2			Continua.	13.31	5.60	200.00	1120.00	1.188%							
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	18.64	4.80	200.00	960.00	1.942%	1.94%	5			5	
	11	Desnivel calzada berm	1	Desnivel leve < 15 m/r	12.11	4.80	400.00		3.028%	3.03%	15			15	
											Suma puntaje de la condición	477			
Longitud evaluada (m):		200													
Ancho de calzada (m):		5.6													
Ancho de berma (m):		4.8													
Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m de pavimento															
Calificación de la 523 Condición regular															
Tipo de conservación Conservación periódica															

MUESTRA II

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m ²) Número de deterioros (Nij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²) As	Porcentaje de extensión del deterioro falla (Efi)	Extensión promedio ponderada (Efp)	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro o				Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla		
									0 : Sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp - menor a 10%	2: Moderado Efp - entre 10% y 30%	3: Severo Efp - mayor a 30%			
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrik	1	Malla grande (> 0.5m) sin material sueltc	23.38	5.60	200.00	1120.00	2.097%	2.09%	35			35	
	2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (anchos 1 mm)	7.52	5.60	200.00	1120.00	0.672%	0.67%	15			15	
	3	Deformación por deficiencia	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cr	41.61	5.60	200.00	1120.00	3.715%	3.72%	15			15	
	4	Ahuellamiento	1	Profundidad sensible al usuarios 6 mm.	390.87	5.60	200.00	1120.00	34.899%	34.90%		100		100	
	5	Reparaciones o parchados	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales	114.47	5.60	200.00	1120.00	10.220%	10.22%		45		45	
	6	Peladura y desprendimiento	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	9.60	5.60	200.00	1120.00	0.857%	0.86%	9			9	
Deterioros o fallas superficiales	7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	3.00							15		15	
	8	Fisuras transversales.	1	Fisuras finas (anchos 1 mm)	2.69	5.60	200.00	1120.00	0.240%	0.24%	9			9	
			2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/c	2.86	5.60	200.00	1120.00	0.255%	0.25%					
	9	Exudación	1	Puntual.	47.34	5.60	200.00	1120.00	4.227%	4.60%	15			15	
2			Continua.	55.18	5.60	200.00	1120.00	4.927%							
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	24.72	4.80	200.00	960.00	2.575%	2.57%	5			5	
	11	Desnivel calzada berm	1	Desnivel leve < 15 m/r	15.64	4.80	400.00		3.910%	3.91%	15			15	
											Suma puntaje de la condición	278			
Longitud evaluada (m):		200													
Ancho de calzada (m):		5.6													
Ancho de berma (m):		4.8													
Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m de pavimento															
Calificación de la 722 Condición regular															
Tipo de conservación Conservación periódica															

MUESTRA III

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m ²) Número de deterioros (Nij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²) As	Porcentaje de extensión del deterioro falla (Efi)	Extensión promedio ponderada (Efp)	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro o				Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla		
									0 : Sin deterioro o sin fallas	1: Leve Efp - menor a 10%	2: Moderado Efp - entre 10% y 30%	3: Severo Efp - mayor a 30%			
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrik	1	Malla grande (> 0.5m) sin material sueltc	47.29	5.60	200.00	1120.00	4.222%	4.22%	35			35	
	2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (anchos 1 mm)	9.71	5.60	200.00	1120.00	0.867%	0.87%	15			15	
	3	Deformación por deficiencia	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cr	28.55	5.60	200.00	1120.00	2.549%	2.55%	15			15	
	4	Ahuellamiento	1	Profundidad sensible al usuarios 6 mm.	7.50	5.60	200.00	1120.00	0.669%	0.67%	15			15	
	5	Reparaciones o parchados	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales	13.62	5.60	200.00	1120.00	1.216%	1.22%	9			9	
	6	Peladura y desprendimiento	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial).	6.28	5.60	200.00	1120.00	0.561%	0.56%	9			9	
Deterioros o fallas superficiales	7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	1.00							15		15	
	8	Fisuras transversales.	1	Fisuras finas (anchos 1 mm)	1.95	5.60	200.00	1120.00	0.174%	0.17%	9			9	
			2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/c	9.19	5.60	200.00	1120.00	0.821%	0.71%					
	9	Exudación	1	Puntual.	137.57	5.60	200.00	1120.00	12.283%	10.62%	15			15	
2			Continua.	90.56	5.60	200.00	1120.00	8.085%							
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	24.55	4.80	200.00	960.00	2.568%	2.56%	5			5	
	11	Desnivel calzada berm	1	Desnivel leve < 15 m/r	17.30	4.80	400.00		4.325%	4.33%	15			15	
											Suma puntaje de la condición	157			
Longitud evaluada (m):		200													
Ancho de calzada (m):		5.6													
Ancho de berma (m):		4.8													
Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m de pavimento															
Calificación de la 843 Condición buenc															
Tipo de conservación Conservación rutinaria															

MUESTRA IV												
Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²)	Porcentaje de extensión del deterioro	Extensión promedio	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro o			Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla
									0 : Sin deterioro	1: Leve	2: Moderad	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodril	1	Malla grande (> 0.5m) sin material suelt	32.54	5.60	200.00	1120.00	2.905%	2.91%	35	35
	2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (anchos 1 mm)	6.19	5.60	200.00	1120.00	0.552%	0.55%	15	15
	3	Deformación por deficiencia	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cr	24.12	5.60	200.00	1120.00	2.154%	2.15%	15	15
	4	Ahuellamiento	1	Profundidad sensible al usuarios 6 mm.	14.72	5.60	200.00	1120.00	1.314%	1.31%	15	15
	5	Reparaciones o parchados	1	Reparación o parchado para deterioros superficiale	9.38	5.60	200.00	1120.00	0.838%	0.84%	9	9
	6	Peladura y desprendimiento	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladur)	4.84	5.60	200.00	1120.00	0.432%	0.43%	9	9
Deterioros o fallas superficiales	7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	2.00	5.60	200.00	1120.00	0.180%	0.18%	15	15
	8	Fisuras transversales.	1	Fisuras finas (anchos < 1 mm)	1.57	5.60	200.00	1120.00	0.140%	0.14%	9	9
	2	Fisuras medias. corresponde a fisuras abiertas y/c	2	Fisuras medias. corresponde a fisuras abiertas y/c	4.81	5.60	200.00	1120.00	0.430%	0.36%	9	9
Bermas pavimentada y no pavimentada	9	Exudación	1	Puntual.	5.17	5.60	200.00	1120.00	0.462%	0.39%	15	15
	2	Continua.	2	Continua.	3.07	5.60	200.00	1120.00	0.274%	0.27%	15	15
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	21.74	4.80	200.00	960.00	2.264%	2.26%	5	5
	11	Desnivel calzada berm:	1	Desnivel leve < 15 mm	17.35	4.80	400.00	400.00	4.338%	4.34%	15	15
										Suma puntaje de la condición		157
Longitud evaluada (m):				200								
Ancho de calzada (m):				5.6								
Ancho de berma (m):				4.8								
Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m de pavimento												
Calificación de la				843	Condición bueno							
Tipo de conservación				Conservación rutinaria								

MUESTRA V												
Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²)	Porcentaje de extensión del deterioro	Extensión promedio	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro o			Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla
									0 : Sin deterioro	1: Leve	2: Moderad	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodril	1	Malla grande (> 0.5m) sin material suelt	35.20	5.60	200.00	1120.00	3.143%	3.14%	35	35
	2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (anchos 1 mm)	5.95	5.60	200.00	1120.00	0.531%	0.53%	15	15
	3	Deformación por deficiencia	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cr	42.95	5.60	200.00	1120.00	3.834%	3.83%	15	15
	4	Ahuellamiento	1	Profundidad sensible al usuarios 6 mm.	9.87	5.60	200.00	1120.00	0.881%	0.88%	15	15
	5	Reparaciones o parchados	1	Reparación o parchado para deterioros superficiale	6.33	5.60	200.00	1120.00	0.565%	0.57%	9	9
	6	Peladura y desprendimiento	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladur)	5.87	5.60	200.00	1120.00	0.524%	0.52%	9	9
Deterioros o fallas superficiales	7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	5.00	5.60	200.00	1120.00	0.455%	0.45%	95	95
	8	Fisuras transversales.	1	Fisuras finas (anchos < 1 mm)	0.43	5.60	200.00	1120.00	0.038%	0.23%	9	9
	2	Fisuras medias. corresponde a fisuras abiertas y/c	2	Fisuras medias. corresponde a fisuras abiertas y/c	2.85	5.60	200.00	1120.00	0.255%	0.23%	9	9
Bermas pavimentada y no pavimentada	9	Exudación	1	Puntual.	7.62	5.60	200.00	1120.00	0.680%	0.56%	15	15
	2	Continua.	2	Continua.	3.54	5.60	200.00	1120.00	0.316%	0.31%	9	9
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	15.30	4.80	200.00	960.00	1.594%	1.59%	5	5
	11	Desnivel calzada berm:	1	Desnivel leve < 15 mm	7.94	4.80	400.00	400.00	1.985%	1.99%	15	15
										Suma puntaje de la condición		237
Longitud evaluada (m):				200								
Ancho de calzada (m):				5.6								
Ancho de berma (m):				4.8								
Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m de pavimento												
Calificación de la				763	Condición regular							
Tipo de conservación				Conservación periódica								

MUESTRA VI												
Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²)	Porcentaje de extensión del deterioro	Extensión promedio	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro o			Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla
									0 : Sin deterioro	1: Leve	2: Moderad	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodril	1	Malla grande (> 0.5m) sin material suelt	53.37	5.60	200.00	1120.00	4.765%	4.77%	35	35
	2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (anchos 1 mm)	5.55	5.60	200.00	1120.00	0.496%	0.50%	15	15
	3	Deformación por deficiencia	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cr	30.68	5.60	200.00	1120.00	2.739%	2.74%	15	15
	4	Ahuellamiento	1	Profundidad sensible al usuarios 6 mm.	11.38	5.60	200.00	1120.00	1.016%	1.02%	15	15
	5	Reparaciones o parchados	1	Reparación o parchado para deterioros superficiale	10.30	5.60	200.00	1120.00	0.919%	0.92%	9	9
	6	Peladura y desprendimiento	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladur)	4.69	5.60	200.00	1120.00	0.419%	0.42%	9	9
Deterioros o fallas superficiales	7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	1.00	5.60	200.00	1120.00	0.090%	0.09%	15	15
	8	Fisuras transversales.	1	Fisuras finas (anchos < 1 mm)	1.58	5.60	200.00	1120.00	0.141%	0.35%	9	9
	2	Fisuras medias. corresponde a fisuras abiertas y/c	2	Fisuras medias. corresponde a fisuras abiertas y/c	4.71	5.60	200.00	1120.00	0.421%	0.35%	9	9
Bermas pavimentada y no pavimentada	9	Exudación	1	Puntual.	5.07	5.60	200.00	1120.00	0.453%	0.41%	15	15
	2	Continua.	2	Continua.	3.87	5.60	200.00	1120.00	0.346%	0.41%	15	15
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	11.72	4.80	200.00	960.00	1.221%	1.22%	5	5
	11	Desnivel calzada berm:	1	Desnivel leve < 15 mm	7.01	4.80	400.00	400.00	1.753%	1.75%	15	15
										Suma puntaje de la condición		157
Longitud evaluada (m):				200								
Ancho de calzada (m):				5.6								
Ancho de berma (m):				4.8								
Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m de pavimento												
Calificación de la				843	Condición bueno							
Tipo de conservación				Conservación rutinaria								

MUESTRA VII

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²)	Porcentaje de extensión del deterioro	Extensión promedio	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro o			Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla	
									0 : Sin deterioro	1: Leve	2: Moderad		3: Severo
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrill	1	Malla grande (> 0.5m) sin material suelt	22.45	5.60	200.00	1120.00	2.905%	2.01%	35	35	
	2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (anchos 1 mm)	8.05	5.60	200.00	1120.00	0.719%	0.72%	15	15	
	3	Deformación por deficiencia	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cm	41.87	5.60	200.00	1120.00	3.738%	3.74%	15	15	
	4	Ahuellamiento.	1	Profundidad sensible al usuarios 6 mm.	8.18	5.60	200.00	1120.00	0.730%	0.73%	15	15	
	5	Reparaciones o parchados	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales	12.93	5.60	200.00	1120.00	1.155%	1.15%	9	9	
	6	Peladura y desprendimiento	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladur)	4.54	5.60	200.00	1120.00	0.405%	0.41%	9	9	
Deterioros o fallas superficiales	7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	3.00	5.60	200.00	1120.00	0.268%	0.27%	0	0	
	8	Fisuras transversales.	1	Fisuras finas (anchos < 1 mm)	2.11	5.60	200.00	1120.00	0.188%	0.19%	9	9	
			2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/c	5.30	5.60	200.00	1120.00	0.474%	0.48%	9	9	
	9	Exudación	1	Puntual.	7.20	5.60	200.00	1120.00	0.643%	0.66%	15	15	
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	26.62	4.80	200.00	960.00	2.773%	2.77%	5	5	
	11	Desnivel calzada berm	1	Desnivel leve < 15 mm	11.12	4.80	400.00	2.780%	2.78%	15	15		
										Suma puntaje de la condición			157

Longitud evaluada (m):	200
Ancho de calzada (m):	5.6
Ancho de berma (m):	4.8

Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m de pavimento
 Calificación de la 843 Condición bueno
 Tipo de conservación Conservación rutinaria

MUESTRA VIII

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²)	Porcentaje de extensión del deterioro	Extensión promedio	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro o			Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla	
									0 : Sin deterioro	1: Leve	2: Moderad		3: Severo
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrill	1	Malla grande (> 0.5m) sin material suelt	34.84	5.60	200.00	1120.00	3.111%	3.11%	35	35	
	2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (anchos 1 mm)	8.93	5.60	200.00	1120.00	0.797%	0.80%	15	15	
	3	Deformación por deficiencia	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cm	31.44	5.60	200.00	1120.00	2.807%	2.81%	15	15	
	4	Ahuellamiento.	1	Profundidad sensible al usuarios 6 mm.	16.07	5.60	200.00	1120.00	1.434%	1.43%	15	15	
	5	Reparaciones o parchados	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales	7.19	5.60	200.00	1120.00	0.642%	0.64%	9	9	
	6	Peladura y desprendimiento	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladur)	6.14	5.60	200.00	1120.00	0.549%	0.55%	9	9	
Deterioros o fallas superficiales	7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	4.00	5.60	200.00	1120.00	0.326%	0.33%	0	0	
	8	Fisuras transversales.	1	Fisuras finas (anchos < 1 mm)	3.65	5.60	200.00	1120.00	0.209%	0.21%	9	9	
			2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/c	2.34	5.60	200.00	1120.00	0.209%	0.21%	9	9	
	9	Exudación	1	Puntual.	3.17	5.60	200.00	1120.00	0.283%	0.29%	15	15	
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	27.58	4.80	200.00	960.00	2.873%	2.87%	5	5	
	11	Desnivel calzada berm	1	Desnivel leve < 15 mm	5.77	4.80	400.00	1.443%	1.44%	15	15		
										Suma puntaje de la condición			237

Longitud evaluada (m):	200
Ancho de calzada (m):	5.6
Ancho de berma (m):	4.8

Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m de pavimento
 Calificación de la 763 Condición regular
 Tipo de conservación Conservación periódica

MUESTRA IX

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m ²)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²)	Porcentaje de extensión del deterioro	Extensión promedio	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro o			Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla	
									0 : Sin deterioro	1: Leve	2: Moderad		3: Severo
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrill	1	Malla grande (> 0.5m) sin material suelt	37.57	5.60	200.00	1120.00	3.354%	3.35%	35	35	
	2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (anchos 1 mm)	8.12	5.60	200.00	1120.00	0.725%	0.73%	15	15	
	3	Deformación por deficiencia	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cm	22.24	5.60	200.00	1120.00	1.986%	1.99%	15	15	
	4	Ahuellamiento.	1	Profundidad sensible al usuarios 6 mm.	13.77	5.60	200.00	1120.00	1.229%	1.23%	15	15	
	5	Reparaciones o parchados	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales	11.57	5.60	200.00	1120.00	1.033%	1.03%	9	9	
	6	Peladura y desprendimiento	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladur)	4.90	5.60	200.00	1120.00	0.438%	0.44%	9	9	
Deterioros o fallas superficiales	7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	2.00	5.60	200.00	1120.00	0.179%	0.18%	0	0	
	8	Fisuras transversales.	1	Fisuras finas (anchos < 1 mm)	3.04	5.60	200.00	1120.00	0.272%	0.28%	9	9	
			2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/c	3.30	5.60	200.00	1120.00	0.295%	0.30%	9	9	
	9	Exudación	1	Puntual.	10.08	5.60	200.00	1120.00	0.900%	0.79%	15	15	
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	26.49	4.80	200.00	960.00	2.760%	2.76%	5	5	
	11	Desnivel calzada berm	1	Desnivel leve < 15 mm	14.98	4.80	400.00	3.748%	3.75%	15	15		
										Suma puntaje de la condición			157

Longitud evaluada (m):	200
Ancho de calzada (m):	5.6
Ancho de berma (m):	4.8

Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m de pavimento
 Calificación de la 843 Condición bueno
 Tipo de conservación Conservación rutinaria

MUESTRA X

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas		Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²)	Porcentaje de extensión del deterioro	Extensión promedio	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro o			Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla		
			Área de deterioro Aij (m ²)	Área de deterioro Aij (m ²)						0 : Sin deterioro	1: Leve	2: Moderad		3: Severo	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrill	1	Malla grande (> 0.5m) sin material suelt	15.92	5.60	200.00	1120.00	1.421%	1.42%	35			35	
	2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (anchos 1 mm)	10.94	5.60	200.00	1120.00	0.978%	0.98%	15			15	
	3	Deformación por deficiencia	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cm	46.35	5.60	200.00	1120.00	4.138%	4.14%	15			15	
	4	Ahuellamiento.	1	Profundidad sensible al usuarios 6 mm.	12.02	5.60	200.00	1120.00	1.074%	1.07%	15			15	
	5	Reparaciones o parchados	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales	13.00	5.60	200.00	1120.00	1.161%	1.16%	9			9	
	6	Peladura y desprendimiento	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladur)	11.45	5.60	200.00	1120.00	1.022%	1.02%	9			9	
Deterioros o fallas superficiales	7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	1.00						0 : Sin deterioro	1: Leve	2: Moderad	3: Severo	15
	8	Fisuras transversales.	1	Fisuras finas (anchos < 1 mm)	3.46	5.60	200.00	1120.00	0.309%	0.37%	9			9	
			2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/c	4.72	5.60	200.00	1120.00	0.422%						9
	9	Exudación	1	Puntual.	9.37	5.60	200.00	1120.00	0.837%	0.71%	15			15	
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	19.28	4.80	200.00	960.00	2.008%	2.01%	5			5	
	11	Desnivel calzada berm	1	Desnivel leve < 15 mm	8.73		400.00		2.183%	2.18%	15			15	
											Suma puntaje de la condición			157	

Longitud evaluada (m):	200
Ancho de calzada (m):	5.6
Ancho de berma (m):	4.8

Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m de pavimento
 Calificación de la 843 Condición bueno
 Tipo de conservación Conservación rutinaria

MUESTRA XI

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas		Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²)	Porcentaje de extensión del deterioro	Extensión promedio	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro o			Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla		
			Área de deterioro Aij (m ²)	Área de deterioro Aij (m ²)						0 : Sin deterioro	1: Leve	2: Moderad		3: Severo	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrill	1	Malla grande (> 0.5m) sin material suelt	30.37	5.60	200.00	1120.00	2.712%	2.71%	35			35	
	2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (anchos 1 mm)	9.19	5.60	200.00	1120.00	0.820%	0.82%	15			15	
	3	Deformación por deficiencia	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cm	52.09	5.60	200.00	1120.00	4.651%	4.65%	15			15	
	4	Ahuellamiento.	1	Profundidad sensible al usuarios 6 mm.	13.48	5.60	200.00	1120.00	1.204%	1.20%	15			15	
	5	Reparaciones o parchados	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales	5.40	5.60	200.00	1120.00	0.482%	0.48%	9			9	
	6	Peladura y desprendimiento	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladur)	9.20	5.60	200.00	1120.00	0.821%	0.82%	9			9	
Deterioros o fallas superficiales	7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	3.00						0 : Sin deterioro	1: Leve	2: Moderad	3: Severo	15
	8	Fisuras transversales.	1	Fisuras finas (anchos < 1 mm)	1.59	5.60	200.00	1120.00	0.142%	0.40%	9			9	
			2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/c	5.36	5.60	200.00	1120.00	0.479%						9
	9	Exudación	1	Puntual.	6.65	5.60	200.00	1120.00	0.594%	0.54%	15			15	
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	24.73	4.80	200.00	960.00	2.576%	2.58%	5			5	
	11	Desnivel calzada berm	1	Desnivel leve < 15 mm	9.92		400.00		2.480%	2.48%	15			15	
											Suma puntaje de la condición			157	

Longitud evaluada (m):	200
Ancho de calzada (m):	5.6
Ancho de berma (m):	4.8

Nivel de condición y tipo de conservación para 200 m de pavimento
 Calificación de la 843 Condición bueno
 Tipo de conservación Conservación rutinaria

MUESTRA XII

Código del daño	Deterioros / fallas	Gravedad (G)	Medidas		Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m ²)	Porcentaje de extensión del deterioro	Extensión promedio	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro o			Puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro / falla		
			Área de deterioro Aij (m ²)	Área de deterioro Aij (m ²)						0 : Sin deterioro	1: Leve	2: Moderad		3: Severo	
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrill	1	Malla grande (> 0.5m) sin material suelt	16.40	5.60	129.00	722.40	2.270%	2.27%	35			35	
	2	Fisuras longitudinales	1	Fisuras finas en las huellas del tránsito (anchos 1 mm)	9.91	5.60	129.00	722.40	1.372%	1.37%	15			15	
	3	Deformación por deficiencia	1	Profundidad sensible al usuario < 2 cm	51.63	5.60	129.00	722.40	7.148%	7.15%	15			15	
	4	Ahuellamiento.	1	Profundidad sensible al usuarios 6 mm.	11.62	5.60	129.00	722.40	1.608%	1.61%	15			15	
	5	Reparaciones o parchados	1	Reparación o parchado para deterioros superficiales	11.58	5.60	129.00	722.40	1.603%	1.60%	9			9	
	6	Peladura y desprendimiento	1	Puntual sin aparición de la base granular (peladur)	6.18	5.60	129.00	722.40	0.855%	0.85%	9			9	
Deterioros o fallas superficiales	7	Baches (huecos).	2	Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	4.00						0 : Sin deterioro	1: Leve	2: Moderad	3: Severo	95
	8	Fisuras transversales.	1	Fisuras finas (anchos < 1 mm)	1.41	5.60	129.00	722.40	0.195%	0.81%	9			9	
			2	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/c	6.80	5.60	129.00	722.40	0.941%						9
	9	Exudación	1	Puntual.	9.75	5.60	129.00	722.40	1.350%	1.12%	15			15	
Bermas pavimentada y no pavimentada	10	Daños puntuales	1	Daños puntuales baches o huecos, erosión	16.25	4.80	129.00	619.20	2.624%	2.62%	5			5	
	11	Desnivel calzada berm	1	Desnivel leve < 15 mm	12.29		258.00		4.764%	4.76%	15			15	
											Suma puntaje de la condición			237	

Longitud evaluada (m):	129
Ancho de calzada (m):	5.6
Ancho de berma (m):	4.8

Nivel de condición y tipo de conservación para 140 m de pavimento
 Calificación de la 763 Condición regular
 Tipo de conservación Conservación periódica

Resumen de la condición del pavimento en el tramo II de la avenida San Carlos

Condición del pavimento en el tramo II		
Muestra	Valor	Calificación
I	523	Regular
II	722	Regular
III	843	Bueno
IV	843	Bueno
V	763	Regular
VI	843	Bueno
VII	843	Bueno
VIII	763	Regular
IX	843	Bueno
X	843	Bueno
XI	843	Bueno
XII	763	Regular
Promedio	786.25	Regular

