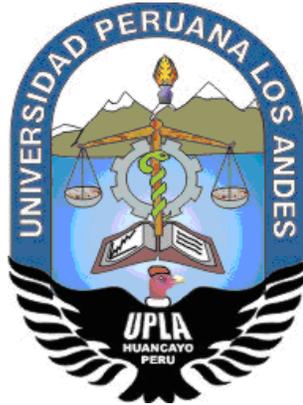


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

**EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL MICROPAVIMENTO PARA  
DETERMINAR EL TIPO DE INTERVENCIÓN VIAL DEL TRAMO  
PAUCARA – PATOCCOCHA, ACOBAMBA – HUANCVELICA 2021**

**PRESENTADO POR:**

Bach. SÁNCHEZ MATOS, Roger Bryam

**Línea de Investigación Institucional:** Transporte y Urbanismo

**Línea de Investigación por programa de estudios:**

Estructuras y transporte

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2022**

---

**Dr. CANO CAMAYO TIBER JOEL**  
**ASESOR METODOLÓGICO**

---

**Mg. CARDENAS CAPCHA JESUS IDEN**  
**ASESOR TEMÁTICO**

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme llegar hasta esta etapa importante de mi vida brindándome salud y amor

A mis padres Alejandro Sánchez Onofre y Cristina Abigail Matos Muñoz por su apoyo incondicional que me brindaron para lograr mis objetivos y por sus consejos que han hecho de mí una persona responsable y trabajadora.

A mis hermanas por el apoyo incondicional que me brindaron y estar siempre dándome ánimos para lograr mis objetivos.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS MIEMBROS DEL JURADO

---

DR. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA

**Presidente**

---

ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES

**Jurado revisor**

---

MG. ALCIDES LUIS FABIAN BRAÑEZ

**Jurado revisor**

---

ING. EDINSON JOSE PORRAS ARROYO

**Jurado revisor**

---

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA

**Secretario docente**

## INDICE DE CONTENIDO

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO.....                     | 3  |
| INDICE DE CONTENIDO.....                              | 5  |
| INDICE DE TABLAS .....                                | 8  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                               | 9  |
| INDICE DE ECUACIONES .....                            | 10 |
| RESUMEN .....                                         | 11 |
| ABSTRACT .....                                        | 12 |
| INTRODUCCION .....                                    | 13 |
| CAPITULO I .....                                      | 15 |
| EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....                     | 15 |
| 1.1 Planteamiento del problema: .....                 | 15 |
| 1.2 Formulación y sistematización del problema: ..... | 17 |
| 1.2.1 Problema general: .....                         | 17 |
| 1.2.2 Problemas específicos: .....                    | 17 |
| 1.3 Justificación: .....                              | 17 |
| 1.3.1 Social:.....                                    | 17 |
| 1.3.2 Científica: .....                               | 18 |
| 1.3.3 Metodológica: .....                             | 18 |
| 1.4 Delimitación: .....                               | 19 |
| 1.4.1 Delimitación espacial:.....                     | 19 |
| 1.4.2 Delimitación temporal: .....                    | 19 |
| 1.4.3 Delimitación climática: .....                   | 19 |
| 1.5 Limitaciones: .....                               | 19 |
| 1.5.1 Temporal: .....                                 | 19 |
| 1.5.2 Económica:.....                                 | 20 |
| 1.6 Objetivos: .....                                  | 20 |
| 1.6.1 Objetivo general: .....                         | 20 |
| 1.6.2 Objetivos específicos:.....                     | 20 |
| CAPITULO II .....                                     | 21 |
| MARCO TEORICO .....                                   | 21 |
| Vías en Acobamba, Huancavelica: .....                 | 21 |

|                    |                                                    |    |
|--------------------|----------------------------------------------------|----|
| 2.1                | Antecedentes: .....                                | 22 |
|                    | Antecedentes internacionales:.....                 | 22 |
|                    | Antecedentes nacionales:.....                      | 27 |
| 2.2                | Bases teóricas: .....                              | 32 |
| 2.3                | Marco normativo o legal: .....                     | 32 |
| 2.3                | Definición de términos:.....                       | 33 |
|                    | Evaluación superficial.....                        | 33 |
|                    | Micro pavimento .....                              | 34 |
|                    | Intervención vial:.....                            | 34 |
|                    | Índice de rugosidad Internacional (IRI).....       | 34 |
|                    | Metodología IRI .....                              | 35 |
|                    | Índice de condición de pavimento (PCI) .....       | 35 |
|                    | Serviciabilidad .....                              | 36 |
|                    | Mantenimiento rutinario: .....                     | 36 |
|                    | Mantenimiento periódico.....                       | 37 |
|                    | Mejoramiento.....                                  | 37 |
|                    | Rugosímetro MERLIN.....                            | 38 |
|                    | Rehabilitación .....                               | 38 |
|                    | Reconstrucción.....                                | 39 |
| 2.4                | Hipótesis: .....                                   | 39 |
|                    | 2.4.1 Hipótesis general:.....                      | 39 |
|                    | 2.4.2 Hipótesis específicas:.....                  | 39 |
| 2.5                | Variables:.....                                    | 40 |
|                    | 2.5.1 Definición conceptual de las variables:..... | 40 |
|                    | 2.5.2 Definición operacional de la variable: ..... | 41 |
|                    | 2.5.3 Operacionalización de variables:.....        | 41 |
| CAPITULO III ..... |                                                    | 43 |
| METODOLOGIA .....  |                                                    | 43 |
| 3.1                | Método de investigación: .....                     | 43 |
| 3.2                | Tipo de investigación: .....                       | 43 |
| 3.3                | Nivel de investigación: .....                      | 44 |
| 3.4                | Diseño de la investigación: .....                  | 45 |

|                               |                                                                                               |     |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.5                           | Población y muestra:.....                                                                     | 45  |
|                               | Población:.....                                                                               | 45  |
|                               | Muestra:.....                                                                                 | 45  |
| 3.6                           | Técnicas e instrumentos de recolección de datos: .....                                        | 46  |
| 3.6.1                         | Técnicas de recolección de datos: .....                                                       | 46  |
| 3.6.2                         | Instrumentos de recolección de datos: .....                                                   | 47  |
| 3.7                           | Procesamiento de la información:.....                                                         | 47  |
| 3.7.1                         | Fase de pre campo:.....                                                                       | 47  |
| 3.7.2                         | Fase de campo:.....                                                                           | 50  |
| 3.7.3                         | Fase de gabinete:.....                                                                        | 56  |
| 3.8                           | Técnicas y análisis de datos: .....                                                           | 65  |
| CAPITULO IV.....              |                                                                                               | 67  |
| RESULTADOS.....               |                                                                                               | 67  |
| 4.1                           | Específicos:.....                                                                             | 68  |
| 4.2                           | General: .....                                                                                | 84  |
| CAPITULO V.....               |                                                                                               | 97  |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS ..... |                                                                                               | 97  |
| 5.1                           | Discusiones Específicos: .....                                                                | 97  |
| 5.2                           | Discusión General:.....                                                                       | 99  |
| CONCLUSIONES .....            |                                                                                               | 100 |
| RECOMENDACIONES .....         |                                                                                               | 102 |
| REFERENCIA BIBLIOGRAFICA..... |                                                                                               | 104 |
| ANEXOS .....                  |                                                                                               | 107 |
|                               | <b>Anexo N° 1:</b> Matriz de consistencia .....                                               | 107 |
|                               | <b>Anexo N° 2:</b> Operacionalización de variables .....                                      | 108 |
|                               | <b>Anexo n° 3:</b> fichas de recolección de datos en campo para PCI e IRI.....                | 109 |
|                               | <b>Anexo n° 4:</b> Cantidad de fallas según su severidad por cada unidad de muestra.<br>..... | 111 |
|                               | <b>Anexo n° 5</b> Metrado de las fallas existentes por severidad.....                         | 113 |
|                               | <b>Anexo n° 6:</b> Curvas de valores deducidos para pavimento asfálticos:.....                | 115 |
|                               | <b>Anexo n° 7:</b> Panel fotográfico: .....                                                   | 122 |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> Operacionalización de Variables.....                                                                    | 42 |
| <b>Tabla 2</b> Ficha de recolección de datos para el cálculo del PCI.....                                              | 48 |
| <b>Tabla 3</b> Ficha de recolección de datos para el cálculo del IRI. ....                                             | 49 |
| <b>Tabla 4</b> Procedimiento para el cálculo del sumatorio total por cada tipo de falla.....                           | 56 |
| <b>Tabla 5</b> Calculo de la densidad de cada falla.....                                                               | 57 |
| <b>Tabla 6</b> Calculo del valor deducido para cada falla.....                                                         | 58 |
| <b>Tabla 7</b> Reducción de los valores deducidos individuales al máximo admisible de valores deducidos “m” .....      | 60 |
| <b>Tabla 8</b> Calculo del máximo valor deducido corregido .....                                                       | 61 |
| <b>Tabla 9</b> Resumen de resultados del Índice de Condición de Pavimentos (PCI) en la vía Paucará – Patoccocha. ....  | 68 |
| <b>Tabla 10</b> Calificación de la condición del tramo Paucará – Patoccocha .....                                      | 72 |
| <b>Tabla 11</b> Resumen mayor valor deducido por muestra.....                                                          | 72 |
| <b>Tabla 12</b> Resumen del índice de rugosidad internacional (IRI) en la vía Paucará – Patoccocha.....                | 77 |
| <b>Tabla 13</b> IRI máximo y mínimos del tramo evaluado .....                                                          | 79 |
| <b>Tabla 14</b> Calificación del tramo Paucará - Patoccocha según IRI.....                                             | 79 |
| <b>Tabla 15</b> Resumen de resultados del PSI en la vía Paucará – Patoccocha .....                                     | 80 |
| <b>Tabla 16</b> Escala de índice de serviciabilidad.....                                                               | 82 |
| <b>Tabla 17</b> Resumen del tipo de intervención por unidad de muestra de la vía Paucará – Patoccocha.....             | 85 |
| <b>Tabla 18</b> Acción de intervención vial según la condición del pavimento. ....                                     | 92 |
| <b>Tabla 19</b> categoría de acción según el PCI (Jugo B, 2005).....                                                   | 92 |
| <b>Tabla 20</b> Resumen general de los valores de PCI, IRI, PSI de la vía Paucará – Patoccocha obtenidos en campo..... | 93 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> Ubicación del tramo Paucara – Patoccocha.....                                                      | 50 |
| <b>Figura 2</b> Inicio del tramo a evaluar en la Progresiva 64+000 ubicado en el distrito de Paucará.....          | 51 |
| <b>Figura 3</b> Punto final del tramo evaluado ubicado en la progresiva 50+000 en la localidad de Patoccocha ..... | 51 |
| <b>Figura 4</b> Recolección de datos para el cálculo del PCI.....                                                  | 52 |
| <b>Figura 5</b> Toma de datos PCI falla grieta de borde .....                                                      | 53 |
| <b>Figura 6</b> toma de datos PCI falla parcheo .....                                                              | 53 |
| <b>Figura 7</b> Toma de datos IRI .....                                                                            | 54 |
| <b>Figura 8</b> toma de datos IRI con el rugosímetro Merlín .....                                                  | 55 |
| <b>Figura 9</b> toma de datos IRI con el rugosímetro MERLIN .....                                                  | 55 |
| <b>Figura 10</b> Valor deducido para pavimentos asfálticos, piel de cocodrilo.....                                 | 58 |
| <b>Figura 11</b> Histograma UM – 024 HD .....                                                                      | 62 |
| <b>Figura 12</b> Descarte de los datos menos representativos.....                                                  | 63 |
| <b>Figura 13</b> Índice de serviciabilidad de la vía Paucará – Patoccocha.....                                     | 83 |

## INDICE DE ECUACIONES

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Ecuación 1:</b> cálculo de número máximo de valores deducidos..... | 59 |
| <b>Ecuación 2:</b> cálculo del PCI .....                              | 61 |
| <b>Ecuación 3:</b> Calculo del factor de corrección para el IRI ..... | 64 |
| <b>Ecuación 4:</b> cálculo de D corregido .....                       | 65 |
| <b>Ecuación 5:</b> Cálculo del IRI según el rango D.....              | 65 |
| <b>Ecuación 6:</b> Calculo del PSI.....                               | 80 |

## RESUMEN

La investigación se realizó en el distrito de Paucará y la localidad de Patoccocha, provincia de Acobamba, donde se planteó el problema principal ¿Cómo la evaluación funcional del micro pavimento determina el tipo de intervención vial del tramo Paucará – Patoccocha en la provincia de Acobamba?, donde el objetivo fue: Desarrollar la evaluación funcional del micro pavimento para determinar el tipo de intervención vial del tramo Paucará – Patoccocha en la provincia de Acobamba. y la hipótesis fue: La evaluación funcional determinara la elección del tipo de intervención vial en el tramo Paucará – Patoccocha, Acobamba, Huancavelica 2021.

La evaluación se aplicó en una longitud de 14km iniciando en la progresiva 64+000 ubicado en el distrito de Paucará y finalizando en la progresiva 50+000 ubicado en la localidad de Patoccocha. esto aplicando los métodos de Índice de Condición de Pavimentos(PCI), Índice de Rugosidad Internacional(IRI) e Índice de serviciabilidad del Pavimento(PSI). Se realizó 124 muestras aplicando el método PCI basado en la norma ASTM D6433-03 (Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys). Esta evaluación consistió en determinar la cantidad y tipo de fallas existentes haciendo uso de una cinta métrica, wincha, regla metálica, cono de seguridad y el catálogo de fallas de pavimento flexible. También se evaluó el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) donde se realizó 35 muestras evaluándose la huella derecha e izquierda para encontrar un promedio.

De estos resultados obtenidos, se determinó el tipo de intervención vial que es mantenimiento correctivo con la actividad de reapeo.

**Palabras claves:** Evaluación, micro pavimento, intervención vial, vía, condición de pavimento, rugosidad, serviciabilidad.

## ABSTRACT

The research was carried out in the district of Paucará and the town of Patoccocha, province of Acobamba, where the main problem was raised: How does the functional evaluation of the micro pavement determine the type of road intervention of the Paucará - Patoccocha section in the province of Acobamba? , where the objective was: Develop the functional evaluation of the micro pavement to determine the type of road intervention of the Paucará – Patoccocha section in the province of Acobamba. and the hypothesis was: The functional evaluation will determine the choice of the type of road intervention in the Paucará – Patoccocha, Acobamba, Huancavelica 2021 section.

The evaluation was applied over a length of 14 km, starting at survey 64+000 located in the district of Paucará and ending at survey 50+000 located in the town of Patoccocha. this by applying the Pavement Condition Index (PCI), International Roughness Index (IRI) and Pavement Serviceability Index (PSI) methods. 124 samples were made applying the PCI method based on the ASTM D6433-03 standard (Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys). This evaluation consisted of determining the number and type of existing failures using a tape measure, winch, metal ruler, safety cone and the catalog of flexible pavement failures. The International Roughness Index (IRI) was also evaluated, where 35 samples were made, evaluating the right and left footprint to find an average.

From these results obtained, the type of road intervention was determined, which is corrective maintenance with the recapping activity.

**Keywords:** evaluation, micro pavement, road intervention, road, pavement condition, roughness, serviceability.

## INTRODUCCIÓN

La provisión de carreteras, puentes y caminos favorece la integración de los mercados, disminuye los costos de transporte y reduce los tiempos de desplazamiento que, a su vez, dinamizan el comercio en la zona de influencia. Adicional a esto las vías terrestres facilitan el acceso a la educación y a la salud que son uno de los servicios públicos más importantes.

Es por eso que los pavimentos son estructuras muy importantes que deben de ser diseñadas y cuidadas de la mejor manera para que su vida útil sea larga y así proporcionar una circulación eficiente, cómoda y económica para que la transitabilidad sea rápida y segura.

No obstante, cualquier tipo de pavimento ya sea flexible o rígido tienden a sufrir fallas como fisuras, bacheo, piel de cocodrilo, desprendimiento de agregados, baches, etc. los cuales dificultan el tránsito de los vehículos. Esta problemática es muy preocupante porque dificulta el viaje seguro y cómodo por la presencia de muchas fallas en el pavimento que disminuye su serviciabilidad. Por tal motivo es necesario que las autoridades presten más atención a la construcción y mantenimiento de estas vías realizando unos estudios viales constantemente.

Es por ello que el objetivo de esta investigación fue evaluar la funcionalidad del micro pavimento para poder elegir algún tipo de intervención vial adecuado de acuerdo a la condición y serviciabilidad de la vía, esto mediante las evaluaciones del Índice de Condición de pavimentos (PCI) que nos sirvió para determinar la condición de la vía, Índice de Regularidad Internacional (IRI) para determinar la rugosidad y el Índice de Serviabilidad de Pavimento (PSI) donde nos arrojó la serviciabilidad en que se encontraba la vía. Todos estos índices de calificación se evaluaron en un intervalo de tiempo de diciembre del 2021 y enero del 2022 los cual servirá para determinar el tipo de intervención vial y también servirá como antecedentes para estudios posteriores. La investigación se divide en 5 capítulos lo cual se detalla a continuación.

**Capítulo I:** tiene referencia al planteamiento del problema de investigación para poder formular el problema general y específicos, también trata sobre las justificaciones, delimitaciones, limitaciones del problema de investigación, de la misma manera en este capítulo se definen el objetivo general y específicos

**Capítulo II:** Trata sobre el marco teórico referido a la evaluación funcional del micro pavimento, donde también se encuentra los antecedentes de investigaciones, definición de términos referidos al tema de investigación, normatividad, teorías de investigación, planteamiento de la hipótesis general y específicas y la definición de las variables.

**Capítulo III:** Nos presenta la metodología donde se plantea el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación. Así mismo nos detalla la población y muestra, técnicas de instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos donde se explica el procedimiento de toma y procesamiento en gabinete de los datos obtenidos en campo.

**Capítulo IV:** trata sobre los resultados obtenidos en el procesamiento de los datos de campo que nos servirá para cumplir con los objetivos planteados en la investigación.

**Capítulo V:** Trata sobre la discusión de los resultados, donde se compara los resultados con otros resultados similares en otras investigaciones. También nos presenta la afirmación o negación de las hipótesis.

Para terminar, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencia bibliográfica y anexos.

SÁNCHEZ MATOS ROGER BRYAM

Investigador

# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Planteamiento del problema:**

La Ingeniería civil se encarga de solucionar problemas para el beneficio de la población, entre las cuales se encuentra la infraestructura vial que actualmente es una de las más importantes y relevantes por su incidencia en la economía de un país; la ingeniería en transporte es la rama encargada del transporte, la planeación, el diseño, la ejecución y administración de proyecto con la finalidad de mejorar las vías en cada región.

El micro pavimento asfáltico a frío es un sistema que combina la tecnología de las emulsiones asfálticas modificadas con polímeros elastoméricos (SBR o SBS) con las ventajas de fácil aplicación, rápida cura y apertura al tráfico debido al uso de emulsiones de rotura controlada (CQS). Las sumas de estas características resultan en un sistema de alto desempeño, durable y económico en términos de costo beneficio para prolongar la vida útil de los pavimentos. (Grupo TDM, 2020)

Los problemas de baches, ondulaciones u otras fallas son muy comunes en este tipo de vías los cuales pueden deberse por el tráfico, condiciones ambientales y envejecimiento de los materiales que constituyen la capa de rodadura. En las vías actuales, la acción de las cargas repetida es la causa más notable de deterioro debido al aumento de los volúmenes de carga transportada al aumento del peso admisible por eje.

La ruta Huancayo – Acobamba, es la más importante para la provincia de Acobamba ya que por estas rutas se tiene mucha relación comercial con la provincia de Huancayo lo cual benefició en el desarrollo tanto económico como social de la población acobambina. A la fecha la carpeta de rodadura se encuentra en un bajo estado de conservación observándose muchas fallas de todo tipo como bache, bacheo, piel de cocodrilo, desprendimiento de la capa asfáltica ocasionado por el constante uso de las mismas y la poca atención de las autoridades. A nivel local la carpeta asfáltica de la vía Acobamba – Huanta, también se encuentra en un muy mal estado observándose mucho agrietamiento lo cual genera incomodidad a los transportistas. A nivel nacional (Gaytan, 2021) nos describe en sus tesis, que las calles principales de la ciudad de Trujillo presentan deterioros en la carpeta asfáltica con una clara evidencia de las fallas esto debido a su falta de mantenimiento de las mismas. A nivel internacional, de acuerdo al foro económico mundial (WEF), en el sub pilar de infraestructura de transporte, nuestro país ocupó el puesto 97 en el año 2019 uno por encima del ocupado en el año 2018, principalmente debido a las mejoras en los servicios de conectividad de carreteras. Esto nos hace entender que a nivel internacional estamos muy por debajo de muchos países en cuanto a infraestructura vial.

El tipo de intervención de las vías es muy importante para la buena transitabilidad de los vehículos, lo cual ayuda mucho en el desarrollo social y económico de la población, hace tiempo que no se hace un mantenimiento a las vías de la provincia de Acobamba encontrándose en total abandono. Por

eso, es muy importante saber el estado en que se encuentra la vía tanto en condición como en serviciabilidad para poder determinar el tipo de intervención a elegir en la vía.

Ante esta problemática, se evaluó en campo el estado de estas vías con micro pavimento para determinar el tipo de intervención a elegir en la vía para mejorar su serviciabilidad y transitabilidad en beneficio de la población.

## **1.2 Formulación y sistematización del problema:**

### **1.2.1 Problema general:**

¿Cómo la evaluación funcional del micro pavimento determina el tipo de intervención vial del tramo Paucará – Patoccocha en la provincia de Acobamba?

### **1.2.2 Problemas específicos:**

- a) ¿Cuál es la condición actual del micro pavimento del tramo Paucará – Patoccocha?
- b) ¿Cuál es el valor del Índice de Rugosidad Internacional en el tramo Paucará – Patoccocha?
- c) ¿Cuál es el Índice de Serviciabilidad presente en el tramo Paucará – Patoccocha?

## **1.3 Justificación:**

### **1.3.1 Social:**

El resultado de la evaluación de la capacidad funcional del micro pavimento ayudará a los gobiernos tanto locales como regionales a

determinar el estado de la vía para buscar soluciones en su mantenimiento en beneficio a los pobladores de la provincia de Acobamba. La intervención de la vía mejorará mucho en la transitabilidad de la población, el tiempo de viaje será mínimo y la vida útil de los vehículos aumentará considerablemente.

### **1.3.2 Científica:**

La siguiente investigación generará un nuevo conocimiento sobre la evaluación funcional del micro pavimento en la provincia de Acobamba el cual ayudará a elegir el tipo de intervención a usar de acuerdo a los valores obtenidos de la evaluación del índice de condición del pavimento (PCI), índice de rugosidad internacional (IRI), índice de serviciabilidad del pavimento (PSI).

### **1.3.3 Metodológica:**

Esta presente investigación pretende contribuir en el cálculo de la condición del micro pavimento para elegir el tipo de intervención en la vía, lo cual mejorara en la transitabilidad de la población.

Para determinar el índice de condición del pavimento (IRI), índice de rugosidad internacional (IRI) y el índice de serviciabilidad del pavimento (PSI), se usarán fichas de observación encontradas en la revisión bibliográfica realizada, también se usará el rugosímetro de MERLIN en puntos representativos de la vía lo cual nos ayudará a calcular el IRI.

Para el procesamiento de los datos se usarán los manuales, así como el Microsoft Excel.

## **1.4 Delimitación:**

### **1.4.1 Delimitación espacial:**

La investigación se desarrolla en el área geográfica de la provincia de Acobamba, evaluando la vía Paucará – Patoccocha.

### **1.4.2 Delimitación temporal:**

La Investigación se desarrollará desde el mes de octubre del 2021 hasta el mes de enero del 2022 con una duración de cuatro meses

### **1.4.3 Delimitación climática:**

El factor clima también fue un factor limitante para la obtención de los datos en campo, por esta temporada en la sierra es muy recurrente las lluvias, lo demora en la obtención de datos.

## **1.5 Limitaciones:**

### **1.5.1 Temporal:**

Una de las limitaciones para la elaboración de los ensayos fue el tráfico vehicular del tramo Paucará – Patoccocha, el cual era constante y causaba demora en la obtención de los datos, también se causó un poco de incomodidad a los transportistas.

### **1.5.2 Económica:**

El objeto de investigación conto con un presupuesto de 11500 nuevos soles, los cuales se gastaron entre el alquiler de los equipos para la evaluación de los ensayos, viáticos para la realización de los ensayos y el pago a los asistentes.

Fue un poco difícil encontrar el rugosímetro Merlín para la obtención de los datos del Índice de Rugosidad Internacional, esto causo demora ya que el instrumento era un poco costoso para comprarlo y solo se procedió a alquilar el equipo.

## **1.6 Objetivos:**

### **1.6.1 Objetivo general:**

Desarrollar la evaluación funcional del micro pavimento para determinar el tipo de intervención vial del tramo Paucará – Patoccocha en la provincia de Acobamba.

### **1.6.2 Objetivos específicos:**

- a) Hallar la condición actual del micro pavimento en el tramo Paucará – Patoccocha.
- b) Determinar el valor del Índice de Rugosidad Internacional del tramo Paucará – Patoccocha.
- c) Calcular el Índice de Serviciabilidad presente en el tramo Paucará – Patoccocha

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **Vías en Acobamba, Huancavelica:**

Cuando los primeros humanos aparecieron en la tierra, se tuvo la necesidad de comunicarse por lo que se empezó a construir desde unos caminos simples a las autopistas modernas que tenemos hoy en día evolucionando a la par técnicas y métodos para la adecuada construcción de las carreteras.

El desarrollo de la vialidad y de los transportes es una importante necesidad nacional para romper el aislamiento de los pueblos, que tanto en costa, sierra y selva tienen dificultades para superar los obstáculos naturales y para mejorar su accesibilidad entre ellos, en razón de las particulares características de nuestra topografía y climas nacionales. Su integración es una necesidad y una meta nacional desde el punto de vista social, económico y geopolítico; y como medio de

transporte a las carreteras les toca cubrir ese anhelo de los pueblos que es una de las infraestructuras requeridas y de las más costosas entre las muchas necesidades que tiene el país (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

La inversión para el mantenimiento de las vías es muy grande lo cual es un limitante en la mejoría de las vías. Se debe asignar los recursos para conservarla en un buen nivel de servicio; toda vez que la consecuencia es más cara para el país cuando se deteriora o pierde el patrimonio vial por la falta de las actividades de conservación (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

## **2.1 Antecedentes:**

### **Antecedentes internacionales:**

**Según el artículo de investigación, “Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (tramo ii), Manta. provincia de Manabí”, por Byron Simón Baque-Solis, sostuvo que:**

El objetivo del estudio que realizó el autor fue diagnosticar el estado del pavimento flexible de la carretera Puerto Aeropuerto (Tramo II) de la ciudad de Manta, provincia de Manabí. La técnica de recolección de datos usado por el autor lo cual le permitió identificar el estado del pavimento fue la observación para la identificación y selección del tramo en estudio. Como instrumento para aplicar el método PCI, utilizo un formato de registro de las fallas.

La población objeto de estudio del investigador se encontró ubicado entre el redondel del Parque del Marisco y el redondel del Aeropuerto, el cual consta de 3600 metros (m) de largo y 17.5 m de ancho. Los resultados señalan que la condición del tramo analizado dio una calificación de 49 que lo ubica en la

clasificación Regular, según el índice PCI. A través de este método se determinó que existen 12 tipos de fallas en las 26 unidades de muestra analizadas, en función al grado de incidencia: Desprendimiento de Agregados 78.28%, Piel de Cocodrilo 4.51%, Agregados Pulidos 4.11%, Grietas en Bloque 3.96%, Grietas Longitudinal y Transversal 3.24%, Parche 2.27%, Grieta de Borde 1.35%, Elevación y Hundimiento 0.84%, Bache 0.65%, Depresión 0.40%, Corrugación 0.36%, Hinchamiento 0.03%.

El autor llegó a la conclusión que la carretera requiere de un mantenimiento del tipo menor y del tipo mayor, estas últimas realizadas en toda el área de un tramo, siempre que se hayan realizado trabajos del tipo menor previamente, puesto que de todos los tipos de fallas localizadas en la carretera de estudio solo existe una falla con un porcentaje considerable la de desprendimiento de agregados (Baque, 2020).

**Según la tesis, “Gestión de pavimentos de aeropuertos mediante indicadores de figuración superficial”**, por J. Abel Cano Lechón, presentado en la Universidad Politécnica de Madrid en el año 2017, en su investigación describe:

La tendencia actual de incremento de actividad aérea, tanto como para pasajeros y transporte de cargas, provoca la necesidad de optimizar e intentar de mejorar las infraestructuras y la gestión de la conservación de forma eficiente.

A lo largo de la historia aeroportaria, la conservación y mantenimiento no se empieza a tener como pieza importante hasta la década de los 70, siendo a partir de entonces el cambio hacia la investigación y mejora de los procedimientos.

En la actualidad, existen diferentes métodos para la valoración del estado superficial del pavimento, como el método del PCI, VIZIR o con microPAVER, los cuales son métodos que comparten la cualidad de clasificar los pavimentos en función de los deterioros, pero sin analizar los mismos aspectos, ya que mientras el PCI se centra en el estado funcional, el VIZIR lo relaciona con el ámbito estructural.

En el presente trabajo fin de Master se ha realizado un estudio de la siguiente norma D5340 “Standard Test Method for Pavement Condition Index Surveys” de ASTM, concretamente la vigente, que es publicada el 2012, aunque se explica también el funcionamiento teórico con las otras dos metodologías comentadas. De la metodología de cálculo de PCI para pavimentos de aeropuertos, se han realizado diversos ejemplos en función a la geometría de las muestras de estudio en el caso de pavimentos flexibles, ya que para los rígidos no se realiza en función de un área determinada sino para losas contiguas, así como también en función de la posible importancia de los deterioros para una posterior valoración de las soluciones obtenidas.

En las conclusiones obtenida por el autor menciona una valoración generalmente positiva sobre el método que propone la norma D5340 ya que, a la hora de realizar pruebas basadas en los aspectos subjetivos o inespecíficos de dicha norma, las soluciones finales son muy similares a pesar de los cambios de cada situación. (Cano, 2017).

**Según la tesis, “Calificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la vía Siberia - Temjo en la sabana de Bogotá”, por Daniela Lisbeth Romero Sarmiento, presentado en la Universidad Católica de Colombia en el año 2017, concluyo que:**

La desecación que se presenta en el Occidente de la Sabana de Bogotá y la contracción volumétrica de la misma son causadas por las pérdidas de

humedad de los suelos arcillosos, esto por la presencia de vegetación que no es nativa de la zona, las cuales realizar un proceso de succión mayor al que el suelo es capaz de ofrecer, estos factores influyen de manera directa sobre el desempeño de la estructura a lo largo de la vida útil. También en la inspección visual se reportaron datos de las patologías encontradas, tanto por factores de desecación como las que se deben a la vegetación y a los cambios de clima, dentro de los cuales las más influyentes y que causan un peligro mayor la funcionalidad de la vía son los hundimientos y abultamientos, debido a que tienen medida hasta los 15 cm de profundidad.

La vegetación de la franja alto andina y andina tienen una gran influencia con los cambios volumétricos que se presentan en la estructura, debido a que estas poseen raíces más grandes y profundas con separaciones muy pequeñas, lo cual hace que la presión de succión sea mayor al igual que los esfuerzos efectivos del suelo; esta condición aumenta en épocas de sequía. Dentro de la vegetación que más demanda agua en el sector es el eucalipto ya que posee un poder radicular, absorción y almacenamiento de agua. Por último una de sus conclusiones fue Las patologías de fisuras de bloque y piel de cocodrilo se encuentran de manera muy representativa a lo largo de la vía, de las cuales la mayoría se evidencian con desprendimiento de la carpeta de rodadura, lo cual conlleva a la formación de baches. (Romero, 2017).

**Según el artículo técnico, “Detección de deterioros en pavimentos flexibles a partir del procesamiento de imágenes y modelos de su superficie.”**, por Sánchez Morales, María Caridad; Lanz Acosta, Dayans Rafael; Martínez Rojo, Tomás Enrique en el año 2019, sostuvieron que:

En Cuba, la evaluación de los pavimentos, se lleva a cabo por inspección visual manual, la cual requiere un extenso trabajo de campo, nivel de exposición al tráfico y ofrece resultados subjetivos. La investigación se desarrolla por la necesidad de implementar la detección automática de

deterioros en pavimentos flexibles, a partir del procesamiento digital de imágenes, para las condiciones de Cuba, en aras de resolver las cuestiones antes descritas. Se estableció un procedimiento para la obtención de imágenes en un tramo de pavimento flexible a partir del equipamiento disponible. Las imágenes fueron procesadas en el Software eCognition, a partir de la segmentación por multirresolución, para la detención y clasificación de los deterioros, fundamentalmente los tipos de grietas. Para la detección de deformaciones se emplearon los softwares Agisoft PhotoScan y GlobalMapper en el tratamiento del modelo de la superficie del pavimento.

La conclusión a la cual llegan los autores es que es factible el empleo del procedimiento digital de imágenes propuesto para en la evaluación de pavimentos (Sanchez y otros, 2019).

**Según el artículo técnico, “Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles”,** por Norma Ximena Ríos Cotazo, Bladimir Bacca Cortés, Eduardo Caicedo Bravo, Armando Orobio Quiñónez, presentado en el año 2020, sostuvieron que:

El estado de la infraestructura vial impacta en el entorno social, económico y político de una nación. La evaluación de la condición superficial es esencial para planificar intervenciones oportunas y eficaces. Las acciones oportunas evitan sobrecostos de operación, impiden el deterioro no controlado y disminuyen los inconvenientes operacionales y de seguridad. El problema expuesto plantea la inquietud de estudiar alternativas para evaluar el estado del pavimento, por lo cual un gran número de investigaciones sobre detección automática de fallas superficiales en pavimentos flexible a través de técnicas de procesamiento de imágenes han sido desarrolladas.

El objetivo de este artículo es revisar y analizar estos aportes. Los autores concluyeron que el rendimiento de este tipo de sistemas está determinado por dos factores: la recopilación de los datos y su procesamiento. El análisis presentado se despliega en función de estos factores. Se considera oportuno el desarrollo de sistemas que aprovechen las cualidades de diferentes sensores en la adquisición de datos y que integren la detección y clasificación de variedad de fallas incluyendo datos de severidad (Rios y otros, 2020).

### **Antecedentes nacionales:**

**Según la tesis, “Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura”,** por María Alexandra Correa Vásquez y Luis Guillermo del Carpio Molero, sostuvieron que:

Actualmente la ciudad de Piura atraviesa una situación crítica en lo que respecta a la condición en su red vial departamental, vecinal, nacional y/o internacional mostrándose claramente un deterioro significativo en la mayoría de estas. Esta situación se debe principalmente a la falta de un mantenimiento constante por parte de las entidades responsables del sistema vial (Gobierno Regional, Municipalidad, etc.) a las diferentes vías que conectan la ciudad, exponiendo la ausencia de un sistema de intervención vial.

El método PCI (Índice de Condición del Pavimento) determina la condición superficial del pavimento en un eje vial sin el uso de herramientas especializadas, mediante una inspección simple de cada uno de los daños existentes en la vía. El desarrollo de este método se facilita notablemente con el uso del software EvalPav, reduciendo el tiempo para la obtención de resultados de clasificación del estado actual de los diferentes sectores de la vía. Dependiendo de esta clasificación, se propone acciones correctivas necesarias a fin de recuperar las condiciones iniciales de la misma.

Los investigadores han determinado que el Jirón los Incas ubicado en el distrito de Piura, cumple los requisitos bajo su estado actual para realizar una intervención considerando un mantenimiento periódico y/o rutinario, y de ser necesario una rehabilitación en sectores específicos; a fin de mantener la vía urbana en condiciones óptimas durante todo su período de vida útil y proporcionando un servicio adecuado (Correa & Del Carpio, 2019).

**Según la tesis, “Evaluación y determinación de las patologías del pavimento asfáltico en la Av. Los tréboles – distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo - departamento Lambayeque.”**, por Bach. Pérez León José Feler y Bach. Ramírez Leyva Jhonel Kenedy, presentado en la Universidad Señor de Sipan, en el año 2018, sostuvieron que:

En esta tesis, los autores consideran la situación problemática que se observa un constante deterioro, como el tránsito vehicular intenso, la falta de criterio y planeación (expediente técnico), no tomarse en cuenta cómo funciona el sistema de alcantarillado y otros problemas son las diferentes patologías como: Fisuras, Deformaciones, pérdida de capas estructurales, daños superficiales, entre otros que producen la pérdida del pavimento.

Se justifica en la necesidad de conocer las patologías que tiene la estructura del pavimento asfáltico en la Avenida Los Tréboles del Distrito de Chiclayo, en función a las deficiencias de los pavimentos.

En el presente trabajo realizado se tuvo como objetivos determinar el tipo de patologías del pavimento asfáltico, identificar los factores que perjudican de una forma directa al pavimento flexible, determinar el estado físico de la estructura del pavimento mediante calicatas, determinar las características de la Sub Rasante, Sub Base, Base, carpeta asfáltica y verificar de qué forma influye este problema en el ámbito social y económico. Las técnicas de investigación utilizadas fueron la observación, estudio de tráfico, ensayos de laboratorio y análisis de documentos.

En el tipo de patologías del pavimento asfáltico se pudo encontrar las deficiencias superficiales como desgaste superficial en un 48 % esto debido a la deficiencia de la carpeta de rodadura y su antigüedad, actualmente cuenta con un espesor de 5 cm. Esto se puede deducir del ensayo del lavado asfáltico que se cuenta con bajos índices de contenido de asfalto. Según los autores de la tesis, existe pérdida del pavimento en su totalidad lo que es causado directamente por filtraciones de aguas residuales. (Perez & Ramirez, 2018).

**Según la tesis, “Evaluación del nivel de servicio mediante el índice de rugosidad internacional (IRI) utilizando el rugosímetro Merlín en el pavimento flexible de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca – 2019”, por Jimmy Henry Carhuapoma Carlos, presentado en la Universidad Nacional de Daniel Alcides Carrión en el año 2019, dedujo que:**

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el nivel de servicio del pavimento flexible de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca en el año 2019, el cual se pudo realizar mediante el índice de rugosidad internacional (IRI) y el índice de serviciabilidad presente (PSI), los datos de campo se recolectaron con el equipo denominado rugosímetro MERLIN, para posteriormente mediante cálculos matemáticos y estadísticos se puede obtener el IRI y el PSI los cuales clasifican el nivel de servicio de la carretera en estudio.

Para lograr el objetivo de la investigación se realizaron trabajos de topografía para tener un mejor conocimiento de la carretera, y para la ubicación de los tramos de ensayo, y puntos de conteo de tráfico.

El estudio de tráfico arrojó que la carretera es de clase 3 teniendo un IMDA de 342 veh/día, del cálculo del nivel de servicio se obtuvo para el pavimento flexible de la carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca un índice de rugosidad internacional (IRI) de 3.78 m/km e índice de serviciabilidad presente (PSI) de 2.65 clasificándolo según el MTC en un nivel de servicio regular. Además, se

identificaron que se tiene IRI de hasta 9.60 m/km y PSI 0.87, considerados en un nivel de servicio muy malo (Carhuapoma, 2019).

**Según la tesis, “Determinación del estado actual del pavimento mediante la medición del índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI) en la vía principal Izcuchaca - Huarcocondo”,** por Aranibar Centeno, Mary Cielo y Saavedra Blanco, Kiara Chaska, presentado en la Universidad Andina del Cusco en el año 2019, menciona que:

La presente tesis tuvo como objetivo determinar el estado actual del pavimento flexible de la vía Izcuchaca – Huarcocondo, aplicando los métodos de Índice de Condición de Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI). Para llevar a cabo esta investigación, se realizó el diagnóstico visual de fallas para las 26 unidades de muestreo aplicando el método del PCI, basado en la norma ASTM D6433 – 07 (Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys). El trabajo de campo de este método consistió en realizar un inventario de fallas, registrando la severidad y la cantidad de las mismas, haciendo uso de instrumentos de medición como odómetro, regla milimétrica, cinta métrica y el catálogo de fallas para pavimentos asfálticos. Por otro lado, se midió la regularidad superficial de la vía utilizando el rugosímetro de Merlín, efectuando 50 ensayos basándonos en la norma ASTM E867 – 06 (Standard Terminology Relating To Vehicle – Pavement Systems). El trabajo de campo de este método, consistió en registrar los datos de elevación y depresión que adopta el puntero en el tablero del Rugosímetro de Merlín. Del estudio realizado se obtuvo un Índice de Condición de Pavimento de 19.5, que demuestra que el pavimento se encuentra dentro de un rango de calificación “muy malo” y un Índice de Rugosidad Internacional de 4.90 m/km y 4.48 m/km para el carril derecho e izquierdo respectivamente, lo cual indica que ambos carriles del pavimento se encuentran dentro de un rango de calificación “malo”. Finalmente, como aporte de la tesis se tiene que el tipo de intervención a realizar en esta vía es de

reconstrucción, así como también se determinó el índice de serviciabilidad presente en el pavimento (PSI) a partir de los resultados del IRI (Aranibar & Saavedra, 2019).

**Según la tesis, “Análisis del comportamiento funcional y estructural de la carretera Lamas – Pamashto y Bellavista – Ledoy con tratamientos superficiales”**, por Roy Leandro Condezo Torres, presentado en la Universidad Nacional San Martín en el año 2021, sostuvo que:

El mantenimiento de las carreteras son claves para tener un grado de confort alto al manejar, aunque es subjetivo y una forma de medir es mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), con este índice calcularemos la serviciabilidad que nos dará en qué estado se encuentra la vía, otra forma sería viendo la capacidad estructural mediante la deflectometría. En el presente trabajo de investigación “Análisis del comportamiento funcional y estructural de la carretera Lamas – Pamashto y Bellavista – Ledoy con tratamientos superficiales, tiene como objetivo comparar a ambos tratamientos superficiales, siendo uno el tratamiento superficial bicapa y el otro tratamiento es el Slurry Seal; así mismo ver quien tiene mejor comportamiento funcional y estructural además de tener un análisis comparativo de costos de construcción de ambas carreteras. Para analizar el comportamiento funcional usaremos el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), y para el comportamiento estructural mediante la deflectometría; gracias a esto podré realizar la comparación llegando a la conclusión de que el Slurry Seal tiene mejor comportamiento frente al tratamiento superficial bicapa (TSB). (Condezo, 2021).

## 2.2 Bases teóricas:

### Teoría de la mejora continua:

Esta teoría se basa como un elemento organizacional en la que la participación de los empleados impacta directamente en la mejora de los procesos de trabajo. En este sentido también se indica que la movilización y la participación de los empleados, genera un canal o un medio para que los mismos, puedan contribuir al desarrollo de la compañía. En resumen, la mejora continua es trabajando con las manos, pero utilizando el cerebro para pensar (Suárez & Miguel, 2008).

## 2.3 Marco normativo o legal:

- **Manual ASTM D 6433 Índice de condición de pavimento (PCI)**, en este manual explica el proceso de evaluación superficial según el método PCI, lo cual me ayudara bastante en la investigación.

Este procedimiento comprende la determinación de la condición del pavimento de caminos y estacionamientos a través de inspecciones visuales usando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) que cuantifica la condición del pavimento (ASTM Internacional, 2003).

- **Manual de carreteras MC – 08 – 14 mantenimiento o conservación vial**, este manual constituye un documento técnico que permite a los responsables, programar, presupuestar, ejecutar y controlar las actividades de conservación vial; y tiene por finalidad brindar los criterios apropiados que se deben aplicar para la gestión del conjunto de actividades técnicas de naturaleza rutinaria y periódica, que se ejecuten en las vías, incluyendo los puentes, túneles y demás elementos de la misma, para que estos se conserven en niveles de servicios adecuados (Ministerio de Transportes y

Comunicaciones, 2018).

- **Manual del usuario MERLINER**, donde nos explica el procedimiento y la metodología para el cálculo del Índice de Rugosidad del Pavimento (IRI) usando el rugosímetro Merlín.

El Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL) desarrolló el rugosímetro MERLIN (acrónimo de la terminología inglesa Machine for Evaluating Roughness using low-cost Instrumentation), basándose en el principio del perfilómetro estático, con el objetivo de obtener un equipo de bajo costo, fácil manejo y un método de análisis simple con resultados confiables (Del Aguila, 1999).

- **Manual de carreteras (MC – 05 – 14) sección suelos y pavimentos**, tiene por finalidad de proporcionar a los Ingenieros, criterios homogéneos en materia de suelos y pavimentos que faciliten la aplicación en el diseño de las capas superiores y de la superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas y pavimentadas, dotándolas de estabilidad estructural para lograr su mejor desempeño posible en términos de eficiencia técnico – económica en beneficio de la sociedad en su conjunto (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

### 2.3 Definición de términos:

**Evaluación superficial:** En una evaluación superficial los trabajos que se realizan no son tomados con ligereza, estos esconden información importante como: informar sobre el estado situacional de la vía, desprender las posibles causas de los problemas causados, y así tener una posible solución (Solis & Vallejos, 2019, pág. 38).

**Micro pavimento:** La micro pavimentación consiste en una mezcla de asfalto emulsionado modificado con polímeros, agregado mineral, agua y aditivos, proporcionados, mezclados y esparcidos de manera uniforme sobre una superficie preparada adecuadamente. El micro pavimento debe funcionar en secciones de diferentes espesores, como baches, capas niveladoras y superficies fresadas. Después del curado y la consolidación inicial del tránsito, debe resistir una mayor compactación.

El micro pavimento se aplicará como una placa homogénea, se adherirá firmemente a la superficie preparada y presentará una textura resistente a los deslizamientos durante su vida útil. Este tipo de pavimento es un sistema de tránsito rápido que permite que el tránsito se reactive poco tiempo después de su colocación. Por lo general, estos sistemas deben aceptar tránsito recto de rodamiento sobre una superficie gruesa de 0,5 pulgadas (12,7 mm) dentro de una hora después de la colocación, en condiciones de aplicación específicas. Para que el tránsito pueda detenerse y arrancar, puede ser necesario tiempo de curado adicional (ISSA preserving pavement, 2010).

**Intervención vial:** Las intervenciones de seguridad vial más efectivas son aquellas centradas en los factores relacionados con el vehículo o con las infraestructuras, es decir, las que reducen o eliminan el riesgo de padecer una lesión de tráfico y que no dependen del conocimiento o cambio de comportamiento de los usuarios (Novoa y otros, 2009).

**Índice de rugosidad Internacional (IRI):** Índice de rugosidad internacional, 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 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, Figura 3), 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. (Arriga Patiño y otros, 1998).

### **Metodología IRI:**

La determinación de la rugosidad de un pavimento se basa en el concepto de usar la distribución de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio. El MERLIN mide el desplazamiento vertical entre la superficie del camino y el punto medio de una línea de longitud constante. El desplazamiento es conocido como “la desviación respecto a la cuerda promedio” (Camineros S.A.C).

La longitud de la cuerda promedio es 1.80m, por ser la distancia que mejores resultados da en las correlaciones. Asimismo, se ha definido que es necesario medir 200 desviaciones respecto de la cuerda promedio, en forma consecutiva a lo largo de la vía y considerar un intervalo constante entre cada medición. Para dichas condiciones se tiene que, a mayor rugosidad de la superficie mayor es la variabilidad de los desplazamientos. Si se define el histograma de la distribución de frecuencias de las 200 mediciones, es posible medir la dispersión de las desviaciones y correlacionarla con la escala estándar de la rugosidad (Camineros S.A.C).

Se determina el rango “D” el cual es el valor de rugosidad en unidades Merlín, también se eliminan el 10% de todas las muestras obtenidas.

### **Índice de condición de pavimento (PCI)**

Índice de condición de pavimentos, según (Vasquez, 2002, pág. 2) el Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en 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. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Cuadro 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima (Vasquez, 2002).

### **Serviciabilidad:**

Según (Condezo, 2021) define serviciabilidad como la capacidad, que tiene el pavimento de una vía, de proporcionar un uso seguro y confortable al usuario. La AASHTO clasifica la serviciabilidad de un pavimento de 0 a 5, siendo 0 una calidad muy pobre y 5 una calidad excelente. A esta clasificación se denomina el índice de serviciabilidad actual (ISA) y tiene la gran desventaja de ser una medida subjetiva, pues varía de un usuario a otro.

### **Mantenimiento rutinario:**

Es el conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente a lo largo del camino y que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía. Tiene como finalidad principal la preservación de todos los elementos del camino con

la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenía después de la construcción o la rehabilitación. Debe ser de carácter preventivo y se incluyen en este mantenimiento, las actividades de limpieza de las obras de drenaje, el corte de la vegetación y las reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma, entre otras (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2006).

### **Mantenimiento periódico**

Es el conjunto de actividades que se ejecutan en períodos, en general, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores. Ejemplos de este mantenimiento son la reconformación de la plataforma existente y las reparaciones de los diferentes elementos físicos del camino (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2006).

### **Mejoramiento**

Se refiere a la introducción de mejoras en los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, incluidos los trabajos relacionados a la renovación de la superficie y la rehabilitación. El objetivo de estas labores es incrementar la capacidad del camino y la velocidad de circulación, así como la seguridad de los vehículos que por él transitan. En sentido estricto, estos trabajos no son considerados como actividades de conservación, excepto la renovación de superficie (Menéndez, 2003).

## **Rugosímetro MERLIN**

El rugosímetro MERLIN, es un instrumento versátil, sencillo y económico, pensado especialmente para uso en países en vías de desarrollo. Fue introducido en el Perú por iniciativa personal del autor en 1993, existiendo en la fecha (junio 1999) más de 15 unidades pertenecientes a otras tantas empresas constructoras y consultoras. método de medición que utiliza el MERLIN, por haber sido diseñado este equipo como una variación de un perfilómetro estático y debido a la gran exactitud de sus resultados, califica como un método Clase 1 (Del Aguila, 1999, pág. 6).

la desventaja del rugosímetro Merlín, es su bajo rendimiento si se compara con los rugosímetros dinámicos automatizados, tales como: el Bump Integrator, Mays Meter, Perfilómetro Laser, etc.

La gran cantidad de tiempo consumido en la toma de datos y cálculo del IRI, utilizando el método gráfico original establecido por el TRRL, se hace más notoria cuando se trata de evaluar la rugosidad de vías de gran longitud (100 km o más) y se dispone de muy poco tiempo para ello (Camineros S.A.C)

## **Rehabilitación**

Ejecución de las obras necesarias, para devolver a la infraestructura vial sus características geométricas y portantes originales (MTC, 2007, pág. 27).

Consiste en la reparación selectiva y de refuerzo estructural, previa demolición parcial de la estructura existente. La rehabilitación procede cuando el camino se encuentra demasiado deteriorado como para poder resistir una mayor cantidad de tránsito en el futuro, pudiendo incluir algunos mejoramientos en los sistemas de drenaje y de contención. La rehabilitación tiene como propósito restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura (Menéndez, 2003, pág. 10).

## **Reconstrucción**

Renovación completa de la estructura de la vía, previa demolición parcial o completa de la estructura existente, en la cual se manifiestan problemas generalizados de tipo superficial, estructural, funcional y de seguridad (MTC, 2007, pág. 27).

### **2.4 Hipótesis:**

#### **2.4.1 Hipótesis general:**

La evaluación funcional determinara la elección del tipo de intervención vial en el tramo Paucará – Patoccocha, Acobamba, Huancavelica 2021.

#### **2.4.2 Hipótesis específicas:**

- a) La condición actual del micro pavimento en el tramo Paucará – Patoccocha estará entre regular y malo.
- b) El valor de rugosidad del tramo Paucará – Patoccocha estará entre 3mm/km y 4mm/km.
- c) El índice de serviciabilidad presente del tramo Paucará – Patoccocha es regular.

## **2.5 Variables:**

### **2.5.1 Definición conceptual de las variables:**

#### **Evaluación funcional del micro pavimento:**

La evaluación de pavimentos consiste en un estudio, en el cual se presenta el estado en el que se halla la estructura y la superficie del pavimento, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de conservación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil del pavimento, en este sentido es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre (Leguia & Pacheco, 2016).

El estado funcional del micro pavimento se evaluará mediante la aplicación de diferentes ensayos, los cuales medirá el índice de condición de pavimento (PCI), el índice de rugosidad internacional (IRI) y el índice de serviciabilidad (PSI) lo cual nos servirá para poder determinar en qué estado se encuentra el micro pavimento.

#### **Tipo de intervención de vías:**

Se denomina niveles de intervención a las diversas acciones relacionadas con la vía, clasificadas de acuerdo a la magnitud de los trabajos, desde una intervención sencilla pero permanente (mantenimiento rutinario), hasta una intervención más costosa y complicada (reconstrucción o rehabilitación) (Menéndez, 2003).

Intervención vial o conservación vial puede definirse como el conjunto de actividades de obras de ingeniería vial, que requieren realizarse de

manera preventiva para evitar el deterioro prematuro de los elementos que conforman la vía. Por eso, el monitoreo diario del camino en forma visual, es la actividad de rutina básica de la conservación vial; y da su nombre de "conservación rutinaria" al conjunto de actividades de corrección inmediata de defectos. La segunda parte denominada "conservación periódica", está conformada por obras que acumulan aspectos que no pueden ser de reparación inmediata, pero que, si son visibles y en base a la experiencia y demanda del tráfico, son programables para ser realizadas por tramos viales, cuya prioridad se certifica en el campo en función de los registros de estado del camino (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Se determinará el tipo de intervención de la vía de acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de la vía (PCI, PSI, IRI) y así poder mejorar la transitabilidad y serviabilidad de la vía.

### 2.5.2 Definición operacional de la variable:

**V1:** Evaluación funcional.

**V2:** tipo de intervención en vías:



La evaluación del estado funcional del pavimento determinara el tipo de intervención vial

### 2.5.3 Operacionalización de variables:

**V1:** Evaluación funcional.

**V2:** tipo de intervención en vías

**Tabla 1***Operacionalización de Variables*

| <b>VARIABLES</b>                    | <b>INDICADORES</b>                            | <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> | <b>METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS</b>                               | <b>FUENTE</b>                                |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>V1:<br/>Evaluación funcional</b> | Índice de condición de pavimento (PCI)        | Porcentaje (%)          | Metodología: observación<br>Instrumento: Fichas de observación  | Área de estudio (tramo Paucará – Patoccocha) |
|                                     | Índice de rugosidad de pavimento (IRI)        | Mm/km                   | Metodología: observación<br>Instrumentos: Fichas de observación | Área de estudio (tramo Paucará – Patoccocha) |
|                                     | Índice de serviciabilidad del pavimento (PSI) | Porcentaje (%)          | Fichas de observación                                           | Área de estudio (tramo Paucará – Patoccocha) |
| <b>V2: Tipo de intervención</b>     | Mantenimiento                                 | nominal                 | Resultados de PCI, IRI, PSI                                     | Área de estudio (tramo Paucará – Patoccocha) |
|                                     | Rehabilitación                                | nominal                 | Resultados de PCI, IRI, PSI                                     | Área de estudio (tramo Paucará – Patoccocha) |
|                                     | Reconstrucción                                | nominal                 | Resultados de PCI, IRI, PSI                                     | Área de estudio (tramo Paucará – Patoccocha) |

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1 Método de investigación:**

“La ciencia tiene como cualidades el ser metódica, reflexiva, formal y crítica. Se vale del método científico para su progreso, el cual tiene la particularidad de usar técnicas específicas por cada área del conocimiento que son acordadas y reconocidas por cada comunidad científica para su uso” (Ramírez, pág. 28).

#### **3.2 Tipo de investigación:**

Según Sampieri en su libro Metodología de la Investigación, nos menciona que en la investigación cuantitativa la recolección de los datos se fundamenta en

la medición (se miden las variables o conceptos contenidos en las hipótesis). Esta recolección se lleva a cabo al utilizar procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica. Para que una investigación sea creíble y aceptada por otros investigadores, debe demostrarse que se siguieron tales procedimientos. Como en este enfoque se pretende medir, los fenómenos estudiados deben poder observarse o referirse al “mundo real”. Debido a que los datos son producto de mediciones, se representan mediante números (cantidades) y se deben analizar con métodos estadísticos (Sampieri, 2014).

El tipo de investigación será **cuantitativa** porque los resultados que nos arroja el PCI y el IRI nos da escalas numéricas que varía desde 0 hasta 100 y de 0 hasta 33 respectivamente.

### **3.3 Nivel de investigación:**

Con frecuencia, la meta del investigador consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas (Sampieri, 2014).

“La investigación correlacional tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables” (Sampieri, 2014, pág. 93).

El nivel de investigación es **descriptivo** porque se va a describir el estado funcional en que se encuentra el tratamiento superficial bicapa al realizar una evaluación in situ.

### **3.4 Diseño de la investigación:**

“Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos” (Sampieri, 2014, pág. 152).

El diseño de la investigación será **no experimental**, porque los datos obtenidos en campo no pasaran a una experimentación.

### **3.5 Población y muestra:**

#### **Población:**

La población está conformada por la carpeta de rodadura con micro pavimento de la carretera Acobamba – La Mejorada con una longitud de 92km el cual inicia en la progresiva 0+000 en el distrito de La Mejorada y finaliza en la progresiva 92+000 ubicado en la provincia de Acobamba.

#### **Muestra:**

La muestra para la investigación tendrá una longitud de 14km, iniciando en la progresiva 64+000 ubicado en el distrito de Paucará y finalizando en la progresiva 50+000 ubicado en la localidad de Patoccocha.

Se tomó esta longitud de muestra por conveniencia para la elaboración de la tesis y por ser el tramo de mucha importancia en la provincia de Acobamba

- Para el índice de condición de pavimento (PCI):

Para la presente investigación la cantidad de muestras a evaluar fueron 127, calculadas según la fórmula establecida en la norma ASTM D6433 (Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys). Cada una de las muestras tiene una longitud de 60m y un ancho de 5m teniendo un área total por muestra de 300m<sup>2</sup>. Según el manual ASTM D6433-03 nos indica que el área de evaluación por muestra debe de estar comprendida entre 225 +/- 90m<sup>2</sup> por lo que el área de la muestra a evaluar está en el rango correcto.

- Para el Índice de Rugosidad Internacional (IRI):

Para este ensayo la cantidad de muestras a evaluar fueron 35 tanto en la huella derecha como en la huella izquierda, cada una de 400m de longitud que es la medida recomendada para el cálculo de la rugosidad.

### **3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

#### **3.6.1 Técnicas de recolección de datos:**

- Observación para determinar el Índice de condición de pavimentos (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI)
- Muestreo para tener los resultados del análisis del índice de condición de pavimento y el índice de rugosidad internacional
- Procesamiento de datos obtenidos en campo usando las normas y manuales.

### **3.6.2 Instrumentos de recolección de datos:**

- Fichas de cotejo y observación para determinar el Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI).
- Instrumento de medición rugosímetro Merlín para determinar la rugosidad.
- Software Microsoft Excel para el procesamiento de datos obtenidos en campo.

## **3.7 Procesamiento de la información:**

### **3.7.1 Fase de pre campo:**

#### **Revisión bibliográfica:**

Se revisó la información del parámetro de evaluación en el manual ASTM D6433-03 (Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos) para la evaluación del índice de condición de pavimento (PCI), también se revisó el manual de uso del rugosímetro Merlín para la evaluación del índice de rugosidad internacional (IRI), de la misma manera se revisó los manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

#### **Elaboración de las fichas de recolección de datos:**

Para poder determinar el estado en que se encuentra la vía, fue necesario recolectar los datos para poder calcular el índice de condición de pavimento (PCI), Índice de rugosidad internacional (IRI) y el índice de serviciabilidad del pavimento (PSI). Para ello se realizó una

adaptación de las fichas de recolección de datos las cuales ya están establecidas en las normas y manuales de evaluación de estos parámetros.

## Tabla 2

Ficha de recolección de datos para el cálculo del PCI.

|  |                                        | EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS                                                                                                               |                      |                                  |                               |                               |     |  |       |              |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|----------------|
|                                                                                   |                                        | METODO PCI(PAVIMENT CONDITION INDEX)                                                                                                               |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS                                                                                                                  |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| <b>PROYECTO:</b>                                                                  |                                        | "EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL MICRO PAVIMENTO PARA DETERMINAR EL TIPO DE INTERVENCIÓN VIAL DEL TRAMO PAUCARA – PATOCCOCHA, ACOBAMBA-HUANCAVELICA 2021" |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| <b>TRAMO:</b>                                                                     |                                        | PAUCARA - PATOCCOCHA                                                                                                                               |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| <b>UNIDAD DE MUESTRA:</b>                                                         |                                        |                                                                                                                                                    |                      | <b>EVALUADOR:</b>                |                               | BR. SANCHEZ MATOS ROGER BRYAM |     |                                                                                     |       |              |                |
| <b>PROGRESIVA INICIAL:</b>                                                        |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| <b>PROGRESIVA FINAL:</b>                                                          |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                                  |                               | <b>FECHA:</b>                 |     |                                                                                     |       |              |                |
| <b>AREA DE LA MUESTRA (m2):</b>                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| Nº                                                                                | TIPOS DE FALLAS                        | Cod.                                                                                                                                               | Und.                 | 13                               | Huecos                        | HUE                           | Und |                                                                                     |       |              |                |
| 1                                                                                 | Piel de cocodrilo                      | PC                                                                                                                                                 | m2                   | 14                               | Cruce de vía férrea           | CVF                           | m2  |                                                                                     |       |              |                |
| 2                                                                                 | exudación                              | EX                                                                                                                                                 | m2                   | 15                               | Ahuellamiento                 | AHU                           | m2  |                                                                                     |       |              |                |
| 3                                                                                 | agrietamiento en bloque                | BLO                                                                                                                                                | m2                   | 16                               | Desplazamiento                | DES                           | m2  |                                                                                     |       |              |                |
| 4                                                                                 | abultamientos y hundimientos           | ABH                                                                                                                                                | m2                   | 17                               | Grieta parabólica             | GP                            | m2  |                                                                                     |       |              |                |
| 5                                                                                 | Corrugación                            | COR                                                                                                                                                | m2                   | 18                               | Hinchamiento                  | HN                            | m2  |                                                                                     |       |              |                |
| 6                                                                                 | Depresión                              | DEP                                                                                                                                                | m2                   | 19                               | Desprendimientos de agregados | DAG                           | m2  |                                                                                     |       |              |                |
| 7                                                                                 | Grieta de borde                        | GB                                                                                                                                                 | m                    |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| 8                                                                                 | Grieta de reflexión de junta           | GR                                                                                                                                                 | m                    |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| 9                                                                                 | Desnivel carril/berma                  | DN                                                                                                                                                 | m                    |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| 10                                                                                | grietas longitudinales y transversales | GLT                                                                                                                                                | m                    |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| 11                                                                                | parqueo                                | PA                                                                                                                                                 | m2                   |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| 12                                                                                | Pulimiento de agregados                | PU                                                                                                                                                 | m2                   |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      | <b>CALIFICACION DE SEVERIDAD</b> |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      | BAJA                             | Low                           | L                             |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      | MEDIA                            | Medium                        | M                             |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      | ALTA                             | High                          | H                             |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| FALLA                                                                             | SEVERIDAD                              | UND                                                                                                                                                | CANTIDADES PARCIALES |                                  |                               |                               |     |                                                                                     | TOTAL | DENSIDAD (%) | VALOR DEDUCIDO |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                                  |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |

Nota. Fuente: ASTM INTERNACIONAL D6433-03 Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos.

**Tabla 3**

Ficha de recolección de datos para el cálculo del IRI.

|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  |                  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------|--|--|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b>                                                                                                               |  |                      |  |  |                  |  |
|                                                                                   | FACULTAD DE INGENIERIA                                                                                                                             |  |                      |  |  |                  |                                                                                     |
|                                                                                   | <b>EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS</b>                                                                                                        |  |                      |  |  |                  |                                                                                     |
|                                                                                   | INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL                                                                                                                  |  |                      |  |  |                  |                                                                                     |
| <b>PROYECTO:</b>                                                                  | "EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL MICRO PAVIMENTO PARA DETERMINAR EL TIPO DE INTERVENCIÓN VIAL DEL TRAMO PAUCARA – PATOCCOCHA, ACOBAMBA-HUANCAVELICA 2021" |  |                      |  |  |                  |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  | EVALUADOR:       | BACH. ROGER B. SANCHEZ MATOS                                                        |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  | LI:                  |  |  | LF:              |                                                                                     |
| FECHA:                                                                            |                                                                                                                                                    |  | ESPESOR DE PASTILLA: |  |  | RELACION BRAZOS: |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  | INICIO:              |  |  | FINAL:           |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  |                  | <b>TIPOS DE PAVIMENTO</b>                                                           |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  |                  | AFIRMADO                                                                            |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  |                  | BASE GRANULAR                                                                       |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  |                  | BASE IMPRIMIDA                                                                      |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  |                  | TRATAMIENTO BICAPA                                                                  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  |                  | CARPETA EN FRIO                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  |                  | CARPETA EN CALIENTE                                                                 |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  |                  | RECAPEO ASFALTICO                                                                   |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  |                  | OTROS                                                                               |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  |                  |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  |                  |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  |                  |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |  |                      |  |  |                  |                                                                                     |

Nota. Fuente: Manual del usuario MERLINER

### 3.7.2 Fase de campo:

#### Reconocimiento de la zona de estudio:

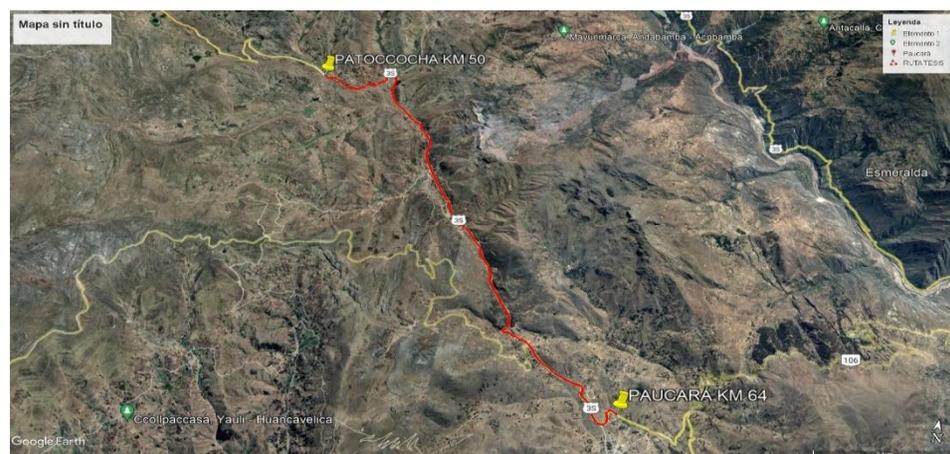
Se observó el estado actual del tramo Paucará – Patoccocha y se concluyó evaluar dicho tramo por el estado en el cual se encontró.

El distrito de Paucará se encuentra en ubicado en la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica. Su latitud es Paucará  $12^{\circ}43'6.65''S$ , Patoccocha  $12^{\circ}38'50.21''S$  y su longitud es Paucará  $70^{\circ}40'1.60''O$ , Patoccocha  $74^{\circ}44'16.44''O$ .

Este tramo pertenece a la carretera PE – 3SM la cual tiene una longitud en el departamento de Huancavelica de 162.433 km la cual comprende (Mcal. Cáceres La Mejorada) - Jullpacancha - Piscomarca - Molinos Paccho - Dv. Andabamba - Pucacruz - Tororumi - Acobamba - Caja - Paloma - Marcas - Emp. PE-3S (Dv. Marcas). Su estructura es de un pavimento básico (micro pavimento) de una sola vía.

#### Figura 1

##### *Ubicación del tramo Paucará – Patoccocha*



Nota. Fuente: google earth

## Figura 2

*Inicio del tramo a evaluar en la Progresiva 64+000 ubicado en el distrito de Paucará*



Nota. Fuente: Elaboración propia

## Figura 3

*Punto final del tramo evaluado ubicado en la progresiva 50+000 en la localidad de Patoccocha*



Nota. Fuente: Elaboración propia

### **Coordinación con las autoridades pertinentes:**

Después de haber elegido el tramo a evaluar, se pidió permiso a las autoridades pertinentes para poder realizar la evaluación del tramo recolectando las muestras los cuales dieron el visto bueno para poder realizar la investigación.

### **Toma de datos para verificar el estado del tramo a evaluar:**

Primero se realizó la evaluación del Índice de Condición de Pavimento (PCI) para poder determinar en qué condición se encuentra el tramo a evaluar. Se tomó 124 muestras en los 14km de longitud de forma intercalada, cada una de 60m de longitud evaluándose cada una de las muestras utilizándose las fichas de recolección de datos para esta evaluación. Se empezó en la progresiva 64+000 ubicado en el distrito de Paucará y se terminó en el progresiva 50+000 ubicado en la localidad de Patoccocha.

### **Figura 4**

Recolección de datos para el cálculo del PCI.



Nota. Fuente: Elaboración propia

## Figura 5

*Toma de datos PCI falla grieta de borde*



Nota. Fuente: Elaboración propia

## Figura 6

*toma de datos PCI falla parcheo*



Nota. Fuente: Elaboración propia

Luego se realizó la evaluación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) para poder determinar la rugosidad del tramo a evaluar, esto se realizó utilizando el rugosímetro Merlín en un total de 35 muestras de 400 metros cada una tanto en la huella izquierda como en la derecha en una longitud del tramo de 14km. Para la toma de datos se utilizó la ficha de recolección de datos IRI y se empezó en la huella derecha iniciando en la progresiva 64+000 ubicado en el distrito de Paucará y terminando en la progresiva 50+000 ubicado en la localidad de Patoccocha, posteriormente se realizó la evaluación de la huella izquierda empezando en la progresiva 50+000 y terminando en la progresiva 64+000.

### **Figura 7**

Toma de datos IRI



Nota. Fuente: elaboración propia

## Figura 8

*toma de datos IRI con el rugosímetro Merlín*



Nota. Fuente: Elaboración propia

## Figura 9

*toma de datos IRI con el rugosímetro MERLIN*



Nota. Fuente: Elaboración propia

### 3.7.3 Fase de gabinete:

#### Procesamiento y cálculos PCI:

Después de haber obtenidos los datos en campo de las 127 muestras, se procede a obtener el índice de condición de pavimento de la vía siguiendo la metodología de evaluación de la norma ASTM D6433 y aplicando el software Microsoft Excel, el cual fue la principal herramienta para el análisis de los datos. Para explicar el análisis de datos se tomará como ejemplo la unidad de muestra UM-199.

- i. La metodología para el análisis del PCI empieza con la suma total de cada falla en su respectiva severidad, las cuales estarán en metros cuadrados, metros lineales o unidades dependiendo de qué tipo de fallas son.

**Tabla 4**

*Procedimiento para el cálculo del sumatorio total por cada tipo de falla*

| FALLA | SEVERIDAD | UND | CANTIDADES PARCIALES |       |      |       |       |      |  | TOTAL  | DENSIDAD (%) | VALOR DEDUCIDO |
|-------|-----------|-----|----------------------|-------|------|-------|-------|------|--|--------|--------------|----------------|
|       |           |     |                      |       |      |       |       |      |  |        |              |                |
| 1     | L         | m2  | 0.95                 | 0.35  |      |       |       |      |  | 1.30   |              |                |
| 1     | M         | m2  | 1.90                 |       |      |       |       |      |  | 1.90   |              |                |
| 1     | H         | m2  | 2.52                 |       |      |       |       |      |  | 2.52   |              |                |
| 7     | H         | m   | 2.62                 |       |      |       |       |      |  | 2.62   |              |                |
| 9     | L         | m   | 7.80                 | 5.10  |      |       |       |      |  | 12.90  |              |                |
| 13    | M         | und | 7.00                 |       |      |       |       |      |  | 7.00   |              |                |
| 13    | H         | und | 8.00                 |       |      |       |       |      |  | 8.00   |              |                |
| 19    | M         | m2  | 9.69                 | 36.40 | 160  |       |       |      |  | 206.09 |              |                |
| 19    | H         | m2  | 3.13                 | 3.38  | 4.06 | 2.453 | 1.425 | 1.86 |  | 16.31  |              |                |

Nota. Fuente: elaboración propia

Podemos observar que en la falla desprendimiento de agregados en su severidad M existe 3 fallas de este tipo, por lo que se procede a sumar y totalizar la cantidad en metros cuadrados de esta falla. Tenemos  $9.62+36.40+160=206.09$

- ii. Luego de sumar las cantidades de cada falla, se procede a dividir el total de la sumatoria de cada falla entre el área total de cada muestra evaluada, esto para poder calcular la densidad en porcentaje.

**Tabla 5**

*Calculo de la densidad de cada falla*

| FALLA | SEVERIDAD | UND | CANTIDADES PARCIALES |       |      |       |       |      |  | TOTAL  | DENSIDAD (%) | VALOR DEDUCIDO |
|-------|-----------|-----|----------------------|-------|------|-------|-------|------|--|--------|--------------|----------------|
|       |           |     |                      |       |      |       |       |      |  |        |              |                |
| 1     | L         | m2  | 0.95                 | 0.35  |      |       |       |      |  | 1.30   | 0.43         |                |
| 1     | M         | m2  | 1.90                 |       |      |       |       |      |  | 1.90   | 0.63         |                |
| 1     | H         | m2  | 2.52                 |       |      |       |       |      |  | 2.52   | 0.84         |                |
| 7     | H         | m   | 2.62                 |       |      |       |       |      |  | 2.62   | 0.87         |                |
| 9     | L         | m   | 7.80                 | 5.10  |      |       |       |      |  | 12.90  | 4.30         |                |
| 13    | M         | und | 7.00                 |       |      |       |       |      |  | 7.00   | 2.33         |                |
| 13    | H         | und | 8.00                 |       |      |       |       |      |  | 8.00   | 2.67         |                |
| 19    | M         | m2  | 9.69                 | 36.40 | 160  |       |       |      |  | 206.09 | 68.70        |                |
| 19    | H         | m2  | 3.13                 | 3.38  | 4.06 | 2.453 | 1.425 | 1.86 |  | 16.31  | 5.44         |                |

Nota. Fuente: elaboración propia

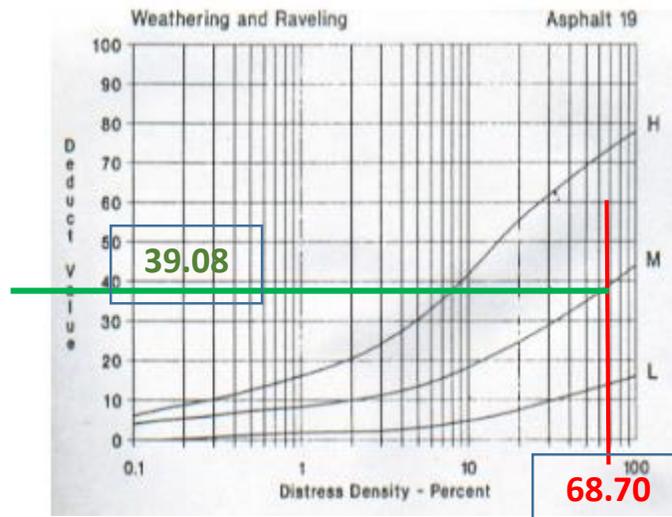
En la falla N° 19 desprendimiento de agregado en su severidad M, la densidad (%) se obtenida será:

$$\text{densidad} = (206.09 \cdot 100) / 300 = 68.70.$$

- iii. Después de haber calculado la densidad de cada falla, se procede a calcular el valor deducido (VD), el cual se calcula con las curvas de valor deducido. Para la falla desprendimiento de agregados en su severidad M, su densidad es 68.70, por lo tanto, su valor deducido será:

**Figura 10**

*Valor deducido para pavimentos asfálticos, piel de cocodrilo*



Para la falla N° 19 desprendimiento de agregado en su severidad M, el valor deducido (VD) será 39.08.

**Tabla 6**

*Calculo del valor deducido para cada falla*

| FALLA | SEVERIDAD | UND | CANTIDADES PARCIALES |       |      |       |       |      |        | TOTAL | DENSIDAD (%) | VALOR DEDUCIDO |
|-------|-----------|-----|----------------------|-------|------|-------|-------|------|--------|-------|--------------|----------------|
|       |           |     |                      |       |      |       |       |      |        |       |              |                |
| 1     | L         | m2  | 0.95                 | 0.35  |      |       |       |      | 1.30   | 0.43  | 5.32         |                |
| 1     | M         | m2  | 1.90                 |       |      |       |       |      | 1.90   | 0.63  | 17.20        |                |
| 1     | H         | m2  | 2.52                 |       |      |       |       |      | 2.52   | 0.84  | 27.82        |                |
| 7     | H         | m   | 2.62                 |       |      |       |       |      | 2.62   | 0.87  | 8.94         |                |
| 9     | L         | m   | 7.80                 | 5.10  |      |       |       |      | 12.90  | 4.30  | 2.59         |                |
| 13    | M         | und | 7.00                 |       |      |       |       |      | 7.00   | 2.33  | 48.97        |                |
| 13    | H         | und | 8.00                 |       |      |       |       |      | 8.00   | 2.67  | 73.00        |                |
| 19    | M         | m2  | 9.69                 | 36.40 | 160  |       |       |      | 206.09 | 68.70 | 39.08        |                |
| 19    | H         | m2  | 3.13                 | 3.38  | 4.06 | 2.453 | 1.425 | 1.86 | 16.31  | 5.44  | 32.00        |                |

Nota. Fuente: elaboración propia

- iv. Según el manual ASTM D6433 en el inciso 9.5.1, nos dice que, si ninguno o solo uno de los valores deducidos es mayor a 2, se usara

el valor total deducido para el cálculo del PCI, si no es así se tendrá que calcular el valor deducido corregido.

v. Se procede a calcular el valor deducido corregido para poder obtener el PCI, esto se obtiene de la siguiente manera:

- Primero se contabiliza los valores deducidos mayores a 2.0 y estos se ordena de mayor a menos, en la tabla N° 12 se tienen 9 valores deducidos mayores a 2, estos ordenados de mayor a menor será 73.00, 48.97, 39.08, 32, 27.82, 17.20, 8.94, 5.32, 2.59.
- Luego se calcula el número máximo de valores deducidos ( $m_i$ ), mediante la ecuación 5:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

**Ecuación 1:** cálculo de número máximo de valores deducidos

Donde:

$m_i$ : número máximo de valores deducidos.

HDVI: máximo valor deducido

Para la muestra de ejemplo el  $m_i$  será:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} * (100 - 73)$$

$$m_i = 3.5$$

Se escoge los tres máximos valores deducidos de todos los valores, en este caso serán 73, 48.97, 39.08. para el ultimo valor se multiplicará por 0.5 que resta del 3.5-3.00, será 32\*0.5=16.

Si el número máximo de valores deducidos (mi) es mayor al número de valores deducidos mayores a dos, se utilizarán todos los valores deducidos mayores a dos.

**Tabla 7**

*Reducción de los valores deducidos individuales al máximo admisible de valores deducidos “m”*

| N° | VALORES DEDUCIDOS |       |       |    | VDT     | q | VDC    |
|----|-------------------|-------|-------|----|---------|---|--------|
|    | 73                | 48.97 | 39.08 | 16 |         |   |        |
| 1  | 73                | 48.97 | 39.08 | 16 | 177.050 | 4 | 92.110 |
| 2  | 73                | 48.97 | 39.08 | 2  | 163.050 | 3 | 93.920 |
| 3  | 73                | 48.97 | 2     | 2  | 125.970 | 2 | 84.000 |
| 4  | 73                | 2     | 2     | 2  | 79.000  | 1 | 79.000 |

$$3.5 - 3 = 0.5$$

$$\Rightarrow 32 * 0.5 = 16$$

Nota. Fuente: elaboración propia

vi. Posteriormente se calcula el “Máximo Valor Deducido Corregido” (CDV) de la siguiente manera:

- Los valores deducidos individuales se colocarán de manera descendente en cada fila hasta completar la cantidad obtenida del mí, los cuales se sumarán para obtener el valor deducido total (VDT).
- En la siguiente fila se reduce a 2.0 el menor de los valores deducidos individuales, esto se repite hasta el q sea igual a 1.
- Luego se procede a calcular el valor deducido corregido (VDC) para cada valor deducido total (VDT), estos valores se obtienen de la curva de valores deducidos corregidos.
- Por último, se busca el máximo valor deducido corregido de todos los valores calculados.

**Tabla 8**

*Calculo del máximo valor deducido corregido*

| N° | VALORES DEDUCIDOS |       |       |    |  |  |  |  | VDT     | q           | VDC           |
|----|-------------------|-------|-------|----|--|--|--|--|---------|-------------|---------------|
| 1  | 73                | 48.97 | 39.08 | 16 |  |  |  |  | 177.050 | 4           | 92.110        |
| 2  | 73                | 48.97 | 39.08 | 2  |  |  |  |  | 163.050 | 3           | 93.920        |
| 3  | 73                | 48.97 | 2     | 2  |  |  |  |  | 125.970 | 2           | 84.000        |
| 4  | 73                | 2     | 2     | 2  |  |  |  |  | 79.000  | 1           | 79.000        |
|    |                   |       |       |    |  |  |  |  |         | Máximo VDC= | <b>93.920</b> |

El valor deducido corregido máximo en el ejemplo será 93.92.

- vii. Luego se calcula el PCI de la muestra evaluada restando 100-VDC máximo.

$$\text{PCI} = 100 - \text{Max VDC}$$

**Ecuación 2:** *cálculo del PCI*

$$\text{PCI UM-199} = 100 - 93.92$$

$$\text{PCI UM-199} = 6.08$$

- viii. Por último, se calcula la condición en que se encuentra la unidad de muestra en relación al PCI. Para el valor 6.08, el rango de calificación del PCI será **FALLADO**.

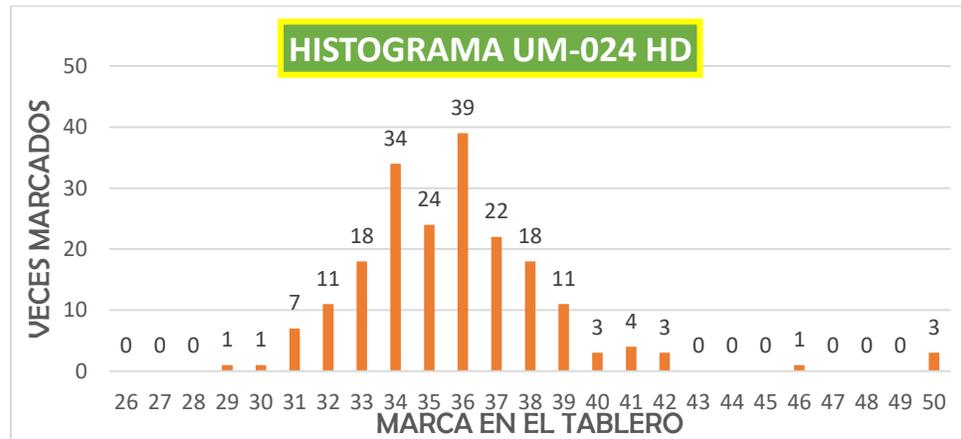
### **Procedimiento y cálculos IRI:**

Teniendo los datos obtenidos en campo con el rugosímetro de Merlín, se procede a calcular el valor D, el cual cuantifica el grado de irregularidad de la vía. El procedimiento para calcular el valor de D fue el siguiente:

- i. Primero se cuantifica las repeticiones de las 200 muestras las cuales están en el rango de 1-50. Tomaremos como ejemplo la UM-024 huella derecha.
- ii. Luego de haber contabilizado los 200 datos de la muestra, se calculará la distribución de frecuencia de los 200 datos mediante un histograma:

**Figura 11**

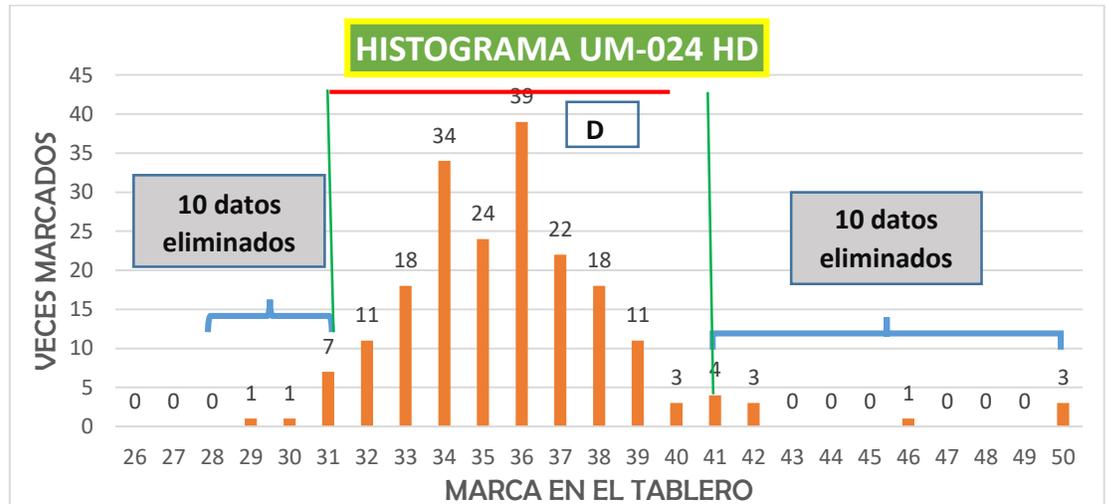
Histograma UM – 024 HD



- iii. Después se procede a la eliminación del 10% de los datos, se eliminan 5% de la parte izquierda (10) y 5% de la parte derecha (10), los cuales son datos herrados o datos poco representativos.

**Figura 12**

*Descarte de los datos menos representativos*



Fuente: Elaboración propia

De la muestra UM-024 de la parte izquierda se eliminaron 10 datos las cuales están en la fila 29, 30, 31 y 32. De la fila 32 solamente se tomó 1 de los 11 datos para completar 10 porque sumando la fila 29, 30, 31 solo sumaban 9.

La cantidad que queda en la fila 32 será:  $(11-1)/11 = 0.91$

En la parte derecha se eliminaron 10 datos los cuales están en la fila 50, 46, 42, 41. De la fila 41 se tomó 3 datos de los 4 para completar los 10 datos porque sumando las filas 50, 46, 42 solo sumaron 7.

La cantidad que queda en la fila 41 será:  $(4-3)/4 = 0.25$

- iv. Después de la eliminación del 10% de los datos, se procederá a calcular el valor "D". la cual es la cantidad de filas que no se eliminaron más la cantidad que sobraron de las filas eliminadas.
- $D = 8 + 0.91 + 0.25 = 9.16$  unidades Merlín.

El rango D tendrá que convertirse a milímetros, esto se hará multiplicando el valor de D en unidades Merlín con el ancho que tiene cada unidad en el tablero del rugosímetro el cual es 5mm.

$$D_{mm} = 9.16 * 5mm = 45.8mm$$

- v. Calculado el rango D, se procede a calcular el factor de corrección (F.C). para calcular el factor de corrección se verifica la relación actual de los brazos del rugosímetro y se determina un factor de corrección.

Primero se determina el ancho de la pastilla de calibración, luego se coloca el rugosímetro en una superficie plana y se efectúa la lectura que apunta el puntero cuando el patín móvil se encuentra en el suelo, luego se levanta el patín móvil y se coloca la pastilla de calibración debajo del patín móvil, luego se efectúa la lectura que apunta el puntero ya con la pastilla de calibración debajo del patín móvil. El factor de corrección se calcula con la ecuación 1 la cual es:

$$F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$$

**Ecuación 3:** Calculo del factor de corrección para el IRI

Donde:

EP: espesores de la pastilla.

LI: lectura inicial.

LF: lectura final.

F.C: factor de corrección

Para la muestra UM-024 el factor de corrección fue la siguiente:

$$FC = (6*10) / ((35-23) *5)$$

$$FC = 1$$

Para el cálculo del D corregido, también se consideró la variación de brazos que para nuestro caso será del 1 a 10 ya que el patín móvil está ubicado a 10cm del punto de pivote. Entonces el RB será 1.

Para el cálculo de D corregido se calculara con la siguiente formula:

$$D_{corr.} = D_{mm} * F.C. * R.B.$$

**Ecuación 4:** cálculo de D corregido

$$D_{corr} = 45.8 * 1 * 1 = 45.8$$

vi. Como sexto paso se calcula el valor de IRI la cual está en m/km en relación con el rango D. Se usará la siguientes formulas:

$$\begin{aligned} \text{Cuando } 2.4 < IRI < 15.9 \text{ ó } D \geq 50\text{mm}; IRI &= 0.593 + 0.0471D \\ \text{Cuando } IRI > 2.4 \text{ ó } D < 50\text{mm} &; IRI = 0.0485D \end{aligned}$$

**Ecuación 5:** Cálculo del IRI según el rango D.

Para la muestra UM-024, al ser  $45.8 < 50$ , se calculará el IRI con la fórmula:  $IRI = 0.0485D$ , entonces el IRI será:

$$IRI = 0.0485 * 45.8 = 2.22\text{m/km}$$

### 3.8 Técnicas y análisis de datos:

Para el procesamiento de los datos se utilizó los siguientes instrumentos y softwares:

**Microsoft Excel:** Este software se utilizó en el procesamiento de los datos obtenidos en campo para el cálculo del PCI y el IRI, así como también para la elaboración de las diferentes tablas usadas en la investigación.

**Microsoft Word:** Este software nos sirvió para la redacción del informe de tesis.

**Rugosímetro Merlín:** Es un instrumento de medición que nos sirvió para medir la rugosidad del tramo Paucará – Patoccocha.

**Manual del usuario MERLINER:** Este manual sirvió para realizar el análisis de los datos obtenidos y procesados para el cálculo de la rugosidad del tramo evaluado.

**ASTM INTERNACIONAL D6433-03 Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos:** Este manual sirvió para realizar el análisis de los datos obtenidos para el cálculo del Índice de Condición de Pavimento del tramo evaluado.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

La presente investigación tuvo como muestra el tramo Paucará – Patoccocha de la carretera vial 3SM con una longitud de 14km ubicado en la Provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica. De dicho tramo se realizó una evaluación de la vía que consistió en calcular el índice de condición de pavimento (PCI), el índice de rugosidad internacional (IRI) y el índice de serviciabilidad del pavimento (PSI), los cuales nos darán los índices de calificación del estado de la vía para poder proponer un tipo de intervención vial que nos ayude a mejorar su condición y su serviciabilidad. A continuación, se presentan tablas y gráficos que resumen los resultados de la evaluación del tramo.

#### 4.1 Específicos:

##### a) Condición actual del micro pavimento en el tramo Paucará – Patoccocha.

Habiéndose realizado el análisis de los datos recolectados en campo, obteniendo los índices de condición de toda la vía, el PCI de la vía Paucará – Patoccocha se calculará con el PCI promedio de todas las muestras realizadas. A continuación, se presenta tablas con el resumen obtenidos de los datos del PCI.

- Resumen de resultados del PCI en la vía Paucará – Patoccocha:

**Tabla 9**

*Resumen de resultados del Índice de Condición de Pavimentos (PCI) en la vía Paucará – Patoccocha.*

| muestra | progresiva inicial | progresiva final | vdc    | pci    | condición |
|---------|--------------------|------------------|--------|--------|-----------|
| UM-001  | 64+000             | 63+940           | 12.952 | 87.048 | EXCELENTE |
| UM-003  | 63+880             | 63+820           | 46.295 | 53.705 | REGULAR   |
| UM-005  | 63+760             | 63+700           | 34.628 | 65.372 | BUENO     |
| UM-007  | 63+640             | 63+580           | 17.130 | 82.870 | MUY BUENO |
| UM-009  | 63+520             | 63+460           | 29.832 | 70.168 | MUY BUENO |
| UM-011  | 63+400             | 63+340           | 28.459 | 71.541 | MUY BUENO |
| UM-013  | 63+280             | 63+220           | 22.360 | 77.640 | MUY BUENO |
| UM-015  | 63+160             | 63+100           | 18.392 | 81.608 | MUY BUENO |
| UM-017  | 63+040             | 62+980           | 19.399 | 80.601 | MUY BUENO |
| UM-019  | 62+920             | 62+860           | 48.010 | 51.990 | REGULAR   |
| UM-021  | 62+800             | 62+740           | 16.000 | 84.000 | MUY BUENO |

|        |        |        |        |        |           |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| UM-023 | 62+680 | 62+620 | 19.810 | 80.190 | MUY BUENO |
| UM-025 | 62+560 | 62+500 | 18.440 | 81.560 | MUY BUENO |
| UM-027 | 62+440 | 62+380 | 16.780 | 83.220 | MUY BUENO |
| UM-029 | 62+320 | 62+260 | 21.870 | 78.130 | MUY BUENO |
| UM-031 | 62+200 | 52+140 | 13.840 | 86.160 | EXCELENTE |
| UM-033 | 62+080 | 62+020 | 48.505 | 51.495 | REGULAR   |
| UM-035 | 61+960 | 61+900 | 58.705 | 41.295 | REGULAR   |
| UM-037 | 61+840 | 61+780 | 62.192 | 37.808 | MALO      |
| UM-039 | 61+720 | 61+660 | 32.636 | 67.364 | BUENO     |
| UM-041 | 61+600 | 61+540 | 29.512 | 70.488 | MUY BUENO |
| UM-043 | 61+480 | 61+420 | 26.048 | 73.952 | MUY BUENO |
| UM-045 | 61+360 | 61+300 | 18.994 | 81.006 | MUY BUENO |
| UM-047 | 61+240 | 61+180 | 24.776 | 75.224 | MUY BUENO |
| UM-049 | 61+120 | 61+060 | 44.855 | 55.145 | BUENO     |
| UM-051 | 61+000 | 60+940 | 48.045 | 51.955 | REGULAR   |
| UM-053 | 60+880 | 60+820 | 30.307 | 69.693 | BUENO     |
| UM-055 | 60+760 | 60+700 | 52.560 | 47.440 | REGULAR   |
| UM-057 | 60+640 | 60+580 | 38.132 | 61.868 | BUENO     |
| UM-059 | 60+520 | 60+460 | 30.784 | 69.216 | BUENO     |
| UM-061 | 60+400 | 60+340 | 35.012 | 64.988 | BUENO     |
| UM-063 | 60+280 | 60+220 | 30.013 | 69.987 | BUENO     |
| UM-065 | 60+160 | 60+100 | 62.222 | 37.778 | MALO      |
| UM-067 | 60+040 | 59+980 | 46.000 | 54.000 | REGULAR   |
| UM-069 | 59+920 | 59+860 | 35.000 | 65.000 | BUENO     |
| UM-071 | 59+800 | 59+740 | 31.000 | 69.000 | BUENO     |
| UM-073 | 59+680 | 59+620 | 55.050 | 44.950 | REGULAR   |
| UM-075 | 59+560 | 59+500 | 65.432 | 34.568 | MALO      |
| UM-077 | 59+440 | 59+380 | 71.000 | 29.000 | MALO      |
| UM-079 | 59+320 | 59+260 | 51.980 | 48.020 | REGULAR   |
| UM-081 | 59+200 | 59+140 | 57.000 | 43.000 | REGULAR   |
| UM-083 | 59+080 | 59+020 | 67.798 | 32.202 | MALO      |
| UM-085 | 58+960 | 58+900 | 83.000 | 17.000 | MUY MALO  |
| UM-087 | 58+840 | 58+780 | 58.470 | 41.530 | REGULAR   |
| UM-089 | 58+720 | 58+660 | 64.600 | 35.400 | MALO      |
| UM-091 | 58+600 | 58+540 | 70.720 | 29.280 | MALO      |

|        |        |        |        |        |           |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| UM-093 | 58+480 | 58+420 | 76.900 | 23.100 | MUY MALO  |
| UM-095 | 58+360 | 58+300 | 49.000 | 51.000 | REGULAR   |
| UM-097 | 58+240 | 58+180 | 43.782 | 52.218 | BUENO     |
| UM-099 | 58+120 | 58+060 | 34.100 | 65.900 | BUENO     |
| UM-101 | 58+000 | 57+940 | 19.380 | 80.620 | MUY BUENO |
| UM-103 | 57+880 | 57+820 | 18.310 | 81.690 | MUY BUENO |
| UM-105 | 57+760 | 57+700 | 29.600 | 70.400 | MUY BUENO |
| UM-107 | 57+640 | 57+580 | 71.575 | 28.425 | MALO      |
| UM-109 | 57+520 | 57+460 | 55.240 | 44.760 | REGULAR   |
| UM-111 | 57+400 | 57+340 | 73.552 | 26.448 | MALO      |
| UM-113 | 57+280 | 57+220 | 64.712 | 35.288 | MALO      |
| UM-115 | 57+160 | 57+100 | 60.300 | 39.700 | MALO      |
| UM-117 | 57+040 | 56+980 | 75.300 | 24.700 | MALO      |
| UM-119 | 56+920 | 56+860 | 53.490 | 46.510 | REGULAR   |
| UM-121 | 56+800 | 56+740 | 35.312 | 64.688 | BUENO     |
| UM-123 | 56+680 | 56+620 | 48.120 | 51.880 | REGULAR   |
| UM-125 | 56+560 | 56+500 | 63.740 | 36.260 | MALO      |
| UM-127 | 56+440 | 56+380 | 69.470 | 30.530 | MALO      |
| UM-129 | 56+320 | 56+260 | 51.600 | 48.400 | REGULAR   |
| UM-131 | 56+200 | 56+140 | 17.080 | 82.920 | MUY BUENO |
| UM-133 | 56+080 | 56+020 | 36.300 | 63.700 | BUENO     |
| UM-135 | 55+960 | 55+900 | 75.130 | 24.870 | MUY MALO  |
| UM-137 | 55+840 | 55+780 | 41.166 | 58.834 | BUENO     |
| UM-139 | 55+720 | 55+660 | 39.848 | 60.152 | BUENO     |
| UM-141 | 55+600 | 55+540 | 43.000 | 57.000 | BUENO     |
| UM-143 | 55+480 | 55+420 | 36.890 | 63.110 | BUENO     |
| UM-145 | 55+360 | 55+300 | 41.276 | 58.724 | BUENO     |
| UM-147 | 55+240 | 55+180 | 25.000 | 75.000 | MUY BUENO |
| UM-149 | 55+120 | 55+060 | 33.000 | 67.000 | BUENO     |
| UM-151 | 55+000 | 54+940 | 51.910 | 48.090 | REGULAR   |
| UM-153 | 54+880 | 54+820 | 35.808 | 64.192 | BUENO     |
| UM-155 | 54+760 | 54+700 | 78.540 | 21.460 | MUY MALO  |
| UM-157 | 54+640 | 54+580 | 35.131 | 64.869 | BUENO     |
| UM-159 | 54+520 | 54+460 | 34.759 | 65.241 | BUENO     |
| UM-161 | 54+400 | 54+340 | 17.500 | 82.500 | MUY BUENO |
| UM-163 | 54+280 | 54+220 | 18.900 | 81.100 | MUY BUENO |

|        |        |        |        |        |           |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| UM-165 | 54+160 | 54+100 | 40.830 | 59.170 | BUENO     |
| UM-167 | 54+040 | 53+980 | 39.196 | 60.804 | BUENO     |
| UM-169 | 53+920 | 53+860 | 50.290 | 49.710 | REGULAR   |
| UM-171 | 53+800 | 53+740 | 68.000 | 32.000 | MALO      |
| UM-173 | 53+680 | 53+620 | 21.000 | 79.000 | MUY BUENO |
| UM-175 | 53+560 | 53+500 | 46.900 | 53.100 | REGULAR   |
| UM-177 | 53+440 | 53+380 | 78.000 | 22.000 | MUY MALO  |
| UM-179 | 53+320 | 53+260 | 64.520 | 35.480 | MALO      |
| UM-181 | 53+200 | 53+140 | 35.430 | 64.570 | BUENO     |
| UM-183 | 53+080 | 53+020 | 39.280 | 60.720 | BUENO     |
| UM-185 | 52+960 | 52+900 | 59.400 | 40.600 | MALO      |
| UM-187 | 52+840 | 52+780 | 60.255 | 39.745 | MALO      |
| UM-189 | 52+720 | 52+660 | 40.090 | 59.910 | BUENO     |
| UM-191 | 52+600 | 52+540 | 35.420 | 64.580 | BUENO     |
| UM-193 | 52+480 | 52+420 | 69.790 | 30.210 | MALO      |
| UM-195 | 52+360 | 52+300 | 56.690 | 43.310 | REGULAR   |
| UM-197 | 52+240 | 52+180 | 93.300 | 6.700  | FALLADO   |
| UM-199 | 52+120 | 52+060 | 93.920 | 6.080  | FALLADO   |
| UM-201 | 52+000 | 51+940 | 82.810 | 17.190 | MUY MALO  |
| UM-203 | 51+880 | 51+820 | 82.110 | 17.890 | MUY MALO  |
| UM-205 | 51+760 | 51+700 | 62.500 | 37.500 | MALO      |
| UM-206 | 51+700 | 51+640 | 71.365 | 28.635 | MALO      |
| UM-207 | 51+640 | 51+580 | 42.930 | 57.070 | BUENO     |
| UM-208 | 51+580 | 51+520 | 79.000 | 21.000 | MUY MALO  |
| UM-209 | 51+520 | 51+460 | 85.000 | 15.000 | MUY MALO  |
| UM-211 | 51+400 | 51+340 | 44.930 | 55.070 | BUENO     |
| UM-213 | 51+280 | 51+220 | 64.520 | 35.480 | MALO      |
| UM-215 | 51+160 | 51+100 | 65.800 | 34.200 | MALO      |
| UM-216 | 51+100 | 51+040 | 80.000 | 20.000 | MUY MALO  |
| UM-217 | 51+040 | 50+980 | 72.900 | 27.100 | MALO      |
| UM-218 | 50+980 | 50+920 | 72.900 | 27.100 | MALO      |
| UM-219 | 50+920 | 50+860 | 64.840 | 35.160 | MALO      |
| UM-220 | 50+860 | 50+800 | 84.300 | 15.700 | MUY MALO  |
| UM-221 | 50+800 | 50+740 | 66.400 | 33.600 | MALO      |
| UM-223 | 50+680 | 50+620 | 84.540 | 15.460 | MUY MALO  |
| UM-224 | 50+620 | 50+560 | 80.000 | 20.000 | MUY MALO  |
| UM-225 | 50+560 | 50+500 | 93.700 | 6.300  | FALLADO   |
| UM-226 | 50+500 | 50+440 | 93.500 | 6.500  | FALLADO   |
| UM-227 | 50+440 | 50+380 | 87.420 | 12.580 | MUY MALO  |
| UM-229 | 50+320 | 50+260 | 47.480 | 52.520 | REGULAR   |

|        |        |        |        |        |          |
|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| UM-231 | 50+200 | 50+140 | 74.510 | 25.490 | MUY MALO |
| UM-233 | 50+080 | 50+020 | 59.660 | 40.340 | BUENO    |

|                                             |       |         |
|---------------------------------------------|-------|---------|
| Promedio PCI en la vía Paucará – Patoccocha | 50.00 | REGULAR |
|---------------------------------------------|-------|---------|

**Tabla 10**

*Calificación de la condición del tramo Paucará – Patoccocha*

| RANGO DEL PCI | COLOR | CONDICION |
|---------------|-------|-----------|
| 86-100        |       | EXCELENTE |
| 71-85         |       | MUY BUENO |
| 56-70         |       | BUENO     |
| 41-55         |       | REGULAR   |
| 26-40         |       | MALO      |
| 11-25         |       | MUY MALO  |
| 0-10          |       | FALLADO   |

**PCI=50.00**  
**CONDICION:**  
**REGULAR**

- Resumen de fallas con mayor valor deducido de cada muestra tomada en campo:

**Tabla 11**

*Resumen mayor valor deducido por muestra*

| Unidad de muestreo | Tipo de falla                | Severidad | Valor deducido |
|--------------------|------------------------------|-----------|----------------|
| UM-001             | desprendimiento de agregados | L         | 10.95          |
| UM-003             | piel de cocodrilo            | M         | 19.42          |
| UM-005             | piel de cocodrilo            | M         | 14.706         |
| UM-007             | desprendimiento de agregados | L         | 15.13          |
| UM-009             | ahuellamiento                | H         | 22.16          |

|        |                              |   |       |
|--------|------------------------------|---|-------|
| UM-011 | desprendimiento de agregados | L | 14.43 |
| UM-013 | desprendimiento de agregados | L | 14.36 |
| UM-015 | desprendimiento de agregados | L | 15.48 |
| UM-017 | desprendimiento de agregados | L | 15.13 |
| UM-019 | piel de cocodrilo            | H | 40.54 |
| UM-021 | desprendimiento de agregados | L | 12    |
| UM-023 | desprendimiento de agregados | L | 11.81 |
| UM-025 | desprendimiento de agregados | L | 14.44 |
| UM-027 | grieta de borde              | M | 12.78 |
| UM-029 | grieta de borde              | M | 15.87 |
| UM-031 | desprendimiento de agregados | L | 11.84 |
| UM-033 | grieta de borde              | H | 28.73 |
| UM-035 | grieta de borde              | H | 38.47 |
| UM-037 | grieta de borde              | H | 38.73 |
| UM-039 | grieta de borde              | M | 22.25 |
| UM-041 | grieta de borde              | L | 17.8  |
| UM-043 | parcheo                      | L | 19.18 |
| UM-045 | desprendimiento de agregados | M | 12.04 |
| UM-047 | grieta de borde              | L | 12.89 |
| UM-049 | grieta de borde              | H | 27.44 |
| UM-051 | abultamiento y hundimiento   | H | 23.1  |
| UM-053 | piel de cocodrilo            | H | 16.72 |
| UM-055 | piel de cocodrilo            | H | 42.56 |
| UM-057 | desprendimiento de agregados | H | 23.34 |
| UM-059 | grieta de borde              | H | 17.18 |
| UM-061 | baches                       | L | 18.8  |
| UM-063 | desprendimiento de agregados | M | 16.6  |
| UM-065 | parcheo                      | H | 38.59 |
| UM-067 | baches                       | L | 34    |
| UM-069 | baches                       | L | 22.4  |
| UM-071 | grieta de borde              | M | 16.2  |

|        |                              |   |       |
|--------|------------------------------|---|-------|
| UM-073 | parqueo                      | H | 44.18 |
| UM-075 | baches                       | H | 32.93 |
| UM-077 | baches                       | H | 56.52 |
| UM-079 | parqueo                      | M | 34.49 |
| UM-081 | baches                       | M | 36.62 |
| UM-083 | baches                       | H | 32.93 |
| UM-085 | baches                       | H | 56.5  |
| UM-087 | parqueo                      | H | 44.83 |
| UM-089 | baches                       | H | 32.93 |
| UM-091 | baches                       | L | 36.1  |
| UM-093 | baches                       | L | 46.9  |
| UM-095 | baches                       | H | 32.93 |
| UM-097 | baches                       | M | 25.3  |
| UM-099 | baches                       | L | 26.1  |
| UM-101 | desprendimiento de agregados | L | 15.1  |
| UM-103 | desnivel carril berma        | M | 7.96  |
| UM-105 | ahuellamiento                | L | 23.6  |
| UM-107 | baches                       | H | 32.93 |
| UM-109 | baches                       | L | 31.81 |
| UM-111 | piel de cocodrilo            | M | 33    |
| UM-113 | baches                       | H | 32.93 |
| UM-115 | piel de cocodrilo            | M | 52.3  |
| UM-117 | baches                       | H | 32.93 |
| UM-119 | baches                       | M | 25.3  |
| UM-121 | grieta de borde              | M | 19.21 |
| UM-123 | grieta de borde              | H | 26.35 |
| UM-125 | desprendimiento de agregados | M | 33.76 |
| UM-127 | ahuellamiento                | M | 36.1  |
| UM-129 | parqueo                      | M | 26.58 |
| UM-131 | desprendimiento de agregados | L | 10.14 |
| UM-133 | ahuellamiento                | L | 22.3  |
| UM-135 | baches                       | M | 46    |
| UM-137 | baches                       | M | 25.3  |
| UM-139 | piel de cocodrilo            | L | 18.54 |
| UM-141 | piel de cocodrilo            | L | 27.6  |
| UM-143 | ahuellamiento                | L | 20.8  |
| UM-145 | piel de cocodrilo            | L | 29.15 |

|        |                                   |   |       |
|--------|-----------------------------------|---|-------|
| UM-147 | grieta longitudinal y transversal | M | 14.8  |
| UM-149 | parqueo                           | M | 18.05 |
| UM-151 | parqueo                           | M | 25.24 |
| UM-153 | piel de cocodrilo                 | M | 22.2  |
| UM-155 | desprendimiento de agregados      | H | 71.1  |
| UM-157 | baches                            | L | 22.4  |
| UM-159 | desprendimiento de agregados      | M | 22.11 |
| UM-161 | piel de cocodrilo                 | L | 9.5   |
| UM-163 | desprendimiento de agregados      | L | 14.9  |
| UM-165 | baches                            | L | 26.1  |
| UM-167 | agrietamiento en bloque           | L | 19.94 |
| UM-169 | piel de cocodrilo                 | M | 35.2  |
| UM-171 | baches                            | H | 32.93 |
| UM-173 | desprendimiento de agregados      | L | 13.62 |
| UM-175 | baches                            | H | 32.93 |
| UM-177 | baches                            | H | 45    |
| UM-179 | baches                            | H | 56.52 |
| UM-181 | baches                            | M | 25.3  |
| UM-183 | piel de cocodrilo                 | L | 21.57 |
| UM-185 | baches                            | H | 51.4  |
| UM-187 | baches                            | H | 51.4  |
| UM-189 | baches                            | M | 32    |
| UM-191 | desprendimiento de agregados      | L | 14.69 |
| UM-193 | baches                            | H | 61.79 |
| UM-195 | baches                            | H | 44.53 |
| UM-197 | baches                            | H | 73    |
| UM-199 | baches                            | H | 73    |
| UM-201 | baches                            | H | 66.9  |
| UM-203 | baches                            | M | 25.3  |
| UM-205 | baches                            | H | 51.4  |
| UM-206 | baches                            | H | 61.79 |
| UM-207 | baches                            | H | 32.93 |
| UM-208 | baches                            | H | 73    |
| UM-209 | baches                            | H | 80.3  |
| UM-211 | baches                            | H | 32.93 |

|        |        |   |       |
|--------|--------|---|-------|
| UM-213 | baches | H | 56.52 |
| UM-215 | baches | H | 61.8  |
| UM-216 | baches | H | 76    |
| UM-217 | baches | H | 66.9  |
| UM-218 | baches | H | 66.9  |
| UM-219 | baches | M | 46    |
| UM-220 | baches | H | 80.3  |
| UM-221 | baches | H | 56.52 |
| UM-223 | baches | H | 56.52 |
| UM-224 | baches | H | 76    |
| UM-225 | baches | H | 84.05 |
| UM-226 | baches | H | 91.5  |
| UM-227 | baches | H | 78.11 |
| UM-229 | baches | H | 32.93 |
| UM-231 | baches | H | 44.53 |
| UM-233 | baches | H | 32.93 |

Nota. Fuente: elaboración propia

Se realizó un total de 124 muestras, cada una de 60m de largo y 5m de ancho con un área de 300 m<sup>2</sup> de la vía Paucará – Patoccocha con una longitud de 14 km, encontrándose un PCI promedio de 50.00 el cual representa el estado en que se encuentra la vía estando en el rango de calificación de condición “regular”. Esto se debe a las múltiples fallas encontradas en la vía con un nivel de severidad bajo, medio y alto.

En la tabla 25, se presenta la falla más representativa por cada unidad de muestra, de esta tabla se deduce que la falla que más daño causa a la vía es bache porque tiene mayor valor deducido en la mayoría de muestras evaluadas.

**b) Rango de Índice de Rugosidad Internacional del tramo Paucará – Patoccocha.**

- Resumen del índice de rugosidad internacional (IRI) en la vía Paucará – Patoccocha:

**Tabla 12** *Resumen del índice de rugosidad internacional (IRI) en la vía Paucará – Patoccocha*

| Progresiva |        | n° muestra  | IRI (m/km) |
|------------|--------|-------------|------------|
| Inicial    | Final  |             |            |
| 64+000     | 63+600 | UM - 001 HD | 3.85       |
|            |        | UM - 001 HI | 4.15       |
| 63+600     | 63+200 | UM - 002 HD | 3.15       |
|            |        | UM - 002 HI | 3.33       |
| 63+200     | 62+800 | UM - 003 HD | 3.01       |
|            |        | UM - 003 HI | 2.4        |
| 62+800     | 62+400 | UM - 004 HD | 2.08       |
|            |        | UM - 004 HI | 2.41       |
| 62+400     | 62+000 | UM - 005 HD | 3.26       |
|            |        | UM - 005 HI | 3.05       |
| 62+000     | 61+600 | UM - 006 HD | 1.8        |
|            |        | UM - 006 HI | 2.25       |
| 61+600     | 61+200 | UM - 007 HD | 1.92       |
|            |        | UM - 007 HI | 2.28       |
| 61+200     | 60+800 | UM - 008 HD | 2.22       |
|            |        | UM - 008 HI | 2.48       |
| 60+800     | 60+400 | UM - 009 HD | 2.95       |
|            |        | UM - 009 HI | 3.39       |
| 60+400     | 60+000 | UM - 010 HD | 4.12       |
|            |        | UM - 010 HI | 4.2        |
| 60+000     | 59+600 | UM - 011 HD | 2.99       |
|            |        | UM - 011 HI | 3.73       |
| 59+600     | 59+200 | UM - 012 HD | 4.4        |
|            |        | UM - 012 HI | 4.62       |
| 59+200     | 58+800 | UM - 013 HD | 2.00       |
|            |        | UM - 013 HI | 1.87       |

|        |        |             |      |
|--------|--------|-------------|------|
| 58+800 | 58+400 | UM - 014 HD | 3.55 |
|        |        | UM - 014 HI | 3.32 |
| 58+400 | 58+000 | UM - 015 HD | 2.14 |
|        |        | UM - 015 HI | 3.15 |
| 58+000 | 57+600 | UM - 016 HD | 1.85 |
|        |        | UM - 016 HI | 2.31 |
| 57+600 | 57+200 | UM - 017 HD | 1.9  |
|        |        | UM - 017 HI | 1.65 |
| 57+200 | 56+800 | UM - 018 HD | 3.63 |
|        |        | UM - 018 HI | 3.94 |
| 56+800 | 56+400 | UM - 019 HD | 3.00 |
|        |        | UM - 019 HI | 3.42 |
| 56+400 | 56+000 | UM - 020 HD | 2.26 |
|        |        | UM - 020 HI | 2.43 |
| 56+000 | 55+600 | UM - 021 HD | 3.51 |
|        |        | UM - 021 HI | 3.65 |
| 55+600 | 55+200 | UM - 022 HD | 3.34 |
|        |        | UM - 022 HI | 4.14 |
| 55+200 | 54+800 | UM - 023 HD | 3.66 |
|        |        | UM - 023 HI | 3.98 |
| 54+800 | 54+400 | UM - 024 HD | 2.22 |
|        |        | UM - 024 HI | 2.99 |
| 54+400 | 54+000 | UM - 025 HD | 2.04 |
|        |        | UM - 025 HI | 2.26 |
| 54+000 | 53+600 | UM - 026 HD | 4.13 |
|        |        | UM - 026 HI | 4.18 |
| 53+600 | 53+200 | UM - 027 HD | 4.2  |
|        |        | UM - 027 HI | 4.68 |
| 53+200 | 52+800 | UM - 028 HD | 3.77 |
|        |        | UM - 028 HI | 3.97 |
| 52+800 | 52+400 | UM - 029 HD | 3.34 |
|        |        | UM - 029 HI | 3.85 |
| 52+400 | 52+000 | UM - 030 HD | 6.81 |
|        |        | UM - 030 HI | 5.89 |
| 52+000 | 51+600 | UM - 031 HD | 4.91 |
|        |        | UM - 031 HI | 4.6  |
| 51+600 | 51+200 | UM - 032 HD | 3.08 |
|        |        | UM - 032 HI | 4.62 |
| 51+200 | 50+800 | UM - 033 HD | 3.65 |

|                 |        |                    |      |
|-----------------|--------|--------------------|------|
|                 |        | UM - 033 HI        | 4.15 |
| 50+800          | 50+400 | UM - 034 HD        | 4.10 |
|                 |        | UM - 034 HI        | 4.01 |
| 50+400          | 50+000 | UM - 035 HD        | 3.42 |
|                 |        | UM - 035 HI        | 3.63 |
|                 |        | <b>IRI (mm/km)</b> |      |
| <b>PROMEDIO</b> |        | 3.33               |      |

- Índice de rugosidad internacional máximos y mínimos en la vía Paucará – Patoccocha:

**Tabla 13**

*IRI máximo y mínimos del tramo evaluado*

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| <b>IRI MAXIMO</b> | 6.35 m/km |
| <b>IRI MINIMO</b> | 1.78 m/km |

- Calificación según la rugosidad de la vía en evaluación:

**Tabla 14**

*Calificación del tramo Paucará - Patoccocha según IRI*

| ESTADO          | RUGOSIDAD            |
|-----------------|----------------------|
| <b>BUENO</b>    | $0 < IRI \leq 2.8$   |
| <b>REGULAR</b>  | $2.8 < IRI \leq 4.0$ |
| <b>MALO</b>     | $4.0 < IRI \leq 5.0$ |
| <b>MUY MALO</b> | $5 < IRI$            |

**IRI = 3.33mm/km**  
**ESTADO: REGULAR**

Se realizó un total de 35 muestras con una longitud de 400 metros cada una, la evaluación se realizó tanto en la huella derecha como en la huella izquierda. Se realizó un promedio entre todos los valores obtenidos de las muestras y se calculó el IRI promedio de la vía Paucará – Patoccocha con un valor de 3.33 mm/km.

**c) Índice de Serviciabilidad presente en el tramo Paucará – Patoccocha**

- Resumen del Índice de Serviciabilidad (PSI) de la vía Paucará – Patoccocha:

El PSI se determinó mediante la ecuación 4:

$$PSI = \frac{5.0}{\exp\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

**Ecuación 6:** Calculo del PSI

**Tabla 15**

*Resumen de resultados del PSI en la vía Paucará – Patoccocha*

| Progresiva |        | n° muestra  | IRI (mm/km)<br>HD, HI | PSI  | estado<br>serviciabilidad |
|------------|--------|-------------|-----------------------|------|---------------------------|
| Inicial    | Final  |             |                       |      |                           |
| 64+000     | 63+600 | UM - 001 HD | 3.85                  | 2.48 | REGULAR                   |
|            |        | UM - 001 HI | 4.15                  | 2.35 | REGULAR                   |
| 63+600     | 63+200 | UM - 002 HD | 3.15                  | 2.82 | REGULAR                   |
|            |        | UM - 002 HI | 3.33                  | 2.73 | REGULAR                   |
| 63+200     | 62+800 | UM - 003 HD | 3.01                  | 2.9  | REGULAR                   |
|            |        | UM - 003 HI | 2.4                   | 3.23 | BUENO                     |
| 62+800     | 62+400 | UM - 004 HD | 2.08                  | 3.43 | BUENO                     |
|            |        | UM - 004 HI | 2.41                  | 3.23 | BUENO                     |
| 62+400     | 62+000 | UM - 005 HD | 3.26                  | 2.76 | REGULAR                   |
|            |        | UM - 005 HI | 3.05                  | 2.87 | REGULAR                   |
| 62+000     | 61+600 | UM - 006 HD | 1.8                   | 3.6  | BUENO                     |
|            |        | UM - 006 HI | 2.25                  | 3.32 | BUENO                     |
| 61+600     | 61+200 | UM - 007 HD | 1.92                  | 3.53 | BUENO                     |
|            |        | UM - 007 HI | 2.28                  | 3.3  | BUENO                     |
| 61+200     | 60+800 | UM - 008 HD | 2.22                  | 3.34 | BUENO                     |

|        |        |             |      |      |         |
|--------|--------|-------------|------|------|---------|
|        |        | UM - 008 HI | 2.48 | 3.19 | BUENO   |
| 60+800 | 60+400 | UM - 009 HD | 2.95 | 2.92 | REGULAR |
|        |        | UM - 009 HI | 3.39 | 2.7  | REGULAR |
| 60+400 | 60+000 | UM - 010 HD | 4.12 | 2.36 | REGULAR |
|        |        | UM - 010 HI | 4.2  | 2.33 | REGULAR |
| 60+000 | 59+600 | UM - 011 HD | 2.99 | 2.9  | REGULAR |
|        |        | UM - 011 HI | 3.73 | 2.54 | REGULAR |
| 59+600 | 59+200 | UM - 012 HD | 4.4  | 2.25 | REGULAR |
|        |        | UM - 012 HI | 4.62 | 2.16 | REGULAR |
| 59+200 | 58+800 | UM - 013 HD | 2.00 | 3.47 | BUENO   |
|        |        | UM - 013 HI | 1.87 | 3.56 | BUENO   |
| 58+800 | 58+400 | UM - 014 HD | 3.55 | 2.62 | REGULAR |
|        |        | UM - 014 HI | 3.32 | 2.73 | REGULAR |
| 58+400 | 58+000 | UM - 015 HD | 2.14 | 3.39 | BUENO   |
|        |        | UM - 015 HI | 3.15 | 2.82 | REGULAR |
| 58+000 | 57+600 | UM - 016 HD | 1.85 | 3.57 | BUENO   |
|        |        | UM - 016 HI | 2.31 | 3.29 | BUENO   |
| 57+600 | 57+200 | UM - 017 HD | 1.9  | 3.54 | BUENO   |
|        |        | UM - 017 HI | 1.65 | 3.7  | BUENO   |
| 57+200 | 56+800 | UM - 018 HD | 3.63 | 2.58 | REGULAR |
|        |        | UM - 018 HI | 3.94 | 2.44 | REGULAR |
| 56+800 | 56+400 | UM - 019 HD | 3.00 | 2.9  | REGULAR |
|        |        | UM - 019 HI | 3.42 | 2.68 | BUENO   |
| 56+400 | 56+000 | UM - 020 HD | 2.26 | 3.01 | BUENO   |
|        |        | UM - 020 HI | 2.43 | 3.21 | BUENO   |
| 56+000 | 55+600 | UM - 021 HD | 3.51 | 2.64 | REGULAR |
|        |        | UM - 021 HI | 3.65 | 2.57 | REGULAR |
| 55+600 | 55+200 | UM - 022 HD | 3.34 | 2.72 | REGULAR |
|        |        | UM - 022 HI | 4.14 | 2.36 | REGULAR |
| 55+200 | 54+800 | UM - 023 HD | 3.66 | 2.57 | REGULAR |
|        |        | UM - 023 HI | 3.98 | 2.46 | REGULAR |
| 54+800 | 54+400 | UM - 024 HD | 2.22 | 3.34 | BUENO   |
|        |        | UM - 024 HI | 2.99 | 2.9  | REGULAR |
| 54+400 | 54+000 | UM - 025 HD | 2.04 | 3.45 | BUENO   |
|        |        | UM - 025 HI | 2.26 | 3.32 | BUENO   |
| 54+000 | 53+600 | UM - 026 HD | 4.13 | 2.36 | REGULAR |
|        |        | UM - 026 HI | 4.18 | 2.34 | REGULAR |
| 53+600 | 53+200 | UM - 027 HD | 4.2  | 2.34 | REGULAR |
|        |        | UM - 027 HI | 4.68 | 2.14 | REGULAR |

|        |        |             |      |      |         |
|--------|--------|-------------|------|------|---------|
| 53+200 | 52+800 | UM - 028 HD | 3.77 | 2.52 | REGULAR |
|        |        | UM - 028 HI | 3.97 | 2.43 | REGULAR |
| 52+800 | 52+400 | UM - 029 HD | 3.34 | 2.72 | REGULAR |
|        |        | UM - 029 HI | 3.85 | 2.48 | REGULAR |
| 52+400 | 52+000 | UM - 030 HD | 6.81 | 1.45 | MALO    |
|        |        | UM - 030 HI | 5.89 | 1.71 | MALO    |
| 52+000 | 51+600 | UM - 031 HD | 4.91 | 2.04 | REGULAR |
|        |        | UM - 031 HI | 4.6  | 2.17 | REGULAR |
| 51+600 | 51+200 | UM - 032 HD | 3.08 | 2.85 | REGULAR |
|        |        | UM - 032 HI | 4.62 | 2.15 | REGULAR |
| 51+200 | 50+800 | UM - 033 HD | 3.65 | 2.57 | REGULAR |
|        |        | UM - 033 HI | 4.15 | 2.35 | REGULAR |
| 50+800 | 50+400 | UM - 034 HD | 4.10 | 2.37 | REGULAR |
|        |        | UM - 034 HI | 4.01 | 2.41 | REGULAR |
| 50+400 | 50+000 | UM - 035 HD | 3.42 | 2.68 | REGULAR |
|        |        | UM - 035 HI | 3.63 | 2.58 | REGULAR |

Nota. Fuente: elaboración propia

|            | PSI         | ESTADO DE SERVICIABILIDAD |
|------------|-------------|---------------------------|
| PROMEDIO = | <b>2.73</b> | <b>REGULAR</b>            |

**Tabla 16**

*Escala de índice de serviciabilidad*

| Indice de Serviciabilidad | Calidad   |
|---------------------------|-----------|
| 5                         |           |
| 4                         | Muy Buena |
| 3                         | Buena     |
| 2                         | Regular   |
| 1                         | Mala      |
| 0                         | Pésima    |

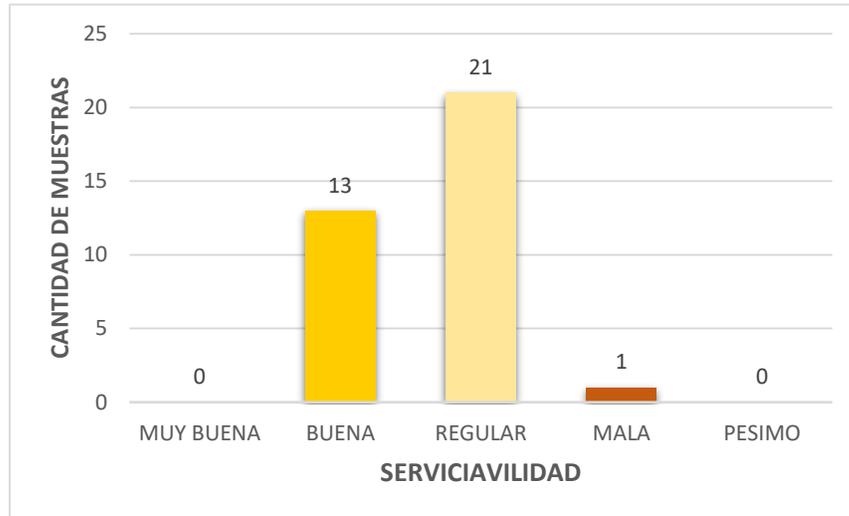
→

**PSI = 2.73**

**CALIDAD:**  
**REGULAR**

**Figura 13**

*Índice de serviciabilidad de la vía Paucará – Patoccocha*



Nota. Fuente: elaboración propia

Utilizando la ecuación, en la tabla se muestra el resultado obtenido del cálculo del PSI con relación al IRI de las 35 muestras tanto de la huella derecha como el de la huella izquierda, del cual se obtuvo como resultado un PSI de 2.73, el cual representa un que la vía está en un índice de serviciabilidad “regular”.

Según la figura 36 el índice de calificación de serviciabilidad de la vía evaluada con mayor cantidad es regular, con una cantidad de 21 muestras de las 35 muestras evaluadas de la vía evaluada y la que tiene menor valor es el índice malo con solo una muestra.

## 4.2 General:

### **Evaluación funcional del micro pavimento para determinar el tipo de intervención vial del tramo Paucará – Patoccocha en la provincia de Acobamba.**

Después de haber realizado los ensayos para el cálculo del Índice de Condición de Pavimento (PCI), Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y el Índice de Serviciabilidad del Pavimento (PSI), se determinó el tipo de intervención a realizar en la vía Paucará – Patoccocha.

- Tipo de intervención de la vía Paucará – Patoccocha según el Índice de Condición de Pavimento (PCI).

Para poder determinar el tipo de intervención en la vía en evaluación se realizó un total de 124 unidades de muestra los cuales nos ayudaron a encontrar el tipo de intervención vial para poder mejorar la condición de la vía.

**Tabla 17**

*Resumen del tipo de intervención por unidad de muestra de la vía Paucará – Patoccocha.*

| <b>Muestra</b> | <b>Progresiva inicial</b> | <b>Progresiva final</b> | <b>VDC</b> | <b>PCI</b> | <b>condición</b> | <b>Tipo de intervención vial</b>                 | <b>Actividad a realizar</b> |
|----------------|---------------------------|-------------------------|------------|------------|------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|
| UM-001         | 64+000                    | 63+940                  | 12.952     | 87.048     | EXCELENTE        | Mantenimiento Preventivo                         | Sellado de grietas          |
| UM-003         | 63+880                    | 63+820                  | 46.295     | 53.705     | REGULAR          | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                     |
| UM-005         | 63+760                    | 63+700                  | 34.628     | 65.372     | BUENO            | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado            |
| UM-007         | 63+640                    | 63+580                  | 17.130     | 82.870     | MUY BUENO        | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado            |
| UM-009         | 63+520                    | 63+460                  | 29.832     | 70.168     | MUY BUENO        | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado            |
| UM-011         | 63+400                    | 63+340                  | 28.459     | 71.541     | MUY BUENO        | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado            |
| UM-013         | 63+280                    | 63+220                  | 22.360     | 77.640     | MUY BUENO        | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado            |
| UM-015         | 63+160                    | 63+100                  | 18.392     | 81.608     | MUY BUENO        | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado            |
| UM-017         | 63+040                    | 62+980                  | 19.399     | 80.601     | MUY BUENO        | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado            |
| UM-019         | 62+920                    | 62+860                  | 48.010     | 51.990     | REGULAR          | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                     |
| UM-021         | 62+800                    | 62+740                  | 16.000     | 84.000     | MUY BUENO        | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado            |
| UM-023         | 62+680                    | 62+620                  | 19.810     | 80.190     | MUY BUENO        | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado            |
| UM-025         | 62+560                    | 62+500                  | 18.440     | 81.560     | MUY BUENO        | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado            |
| UM-027         | 62+440                    | 62+380                  | 16.780     | 83.220     | MUY BUENO        | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado            |

|        |        |        |        |        |           |                                                  |                                     |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|
| UM-029 | 62+320 | 62+260 | 21.870 | 78.130 | MUY BUENO | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-031 | 62+200 | 52+140 | 13.840 | 86.160 | MUY BUENO | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-033 | 62+080 | 62+020 | 48.505 | 51.495 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                             |
| UM-035 | 61+960 | 61+900 | 58.705 | 41.295 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                             |
| UM-037 | 61+840 | 61+780 | 62.192 | 37.808 | MALO      | Rehabilitación - refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-039 | 61+720 | 61+660 | 32.636 | 67.364 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-041 | 61+600 | 61+540 | 29.512 | 70.488 | MUY BUENO | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-043 | 61+480 | 61+420 | 26.048 | 73.952 | MUY BUENO | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-045 | 61+360 | 61+300 | 18.994 | 81.006 | MUY BUENO | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-047 | 61+240 | 61+180 | 24.776 | 75.224 | MUY BUENO | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-049 | 61+120 | 61+060 | 44.855 | 55.145 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-051 | 61+000 | 60+940 | 48.045 | 51.955 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                             |
| UM-053 | 60+880 | 60+820 | 30.307 | 69.693 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-055 | 60+760 | 60+700 | 52.560 | 47.440 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                             |
| UM-057 | 60+640 | 60+580 | 38.132 | 61.868 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-059 | 60+520 | 60+460 | 30.784 | 69.216 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-061 | 60+400 | 60+340 | 35.012 | 64.988 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-063 | 60+280 | 60+220 | 30.013 | 69.987 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |

|        |        |        |        |        |           |                                                  |                                     |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|
| UM-065 | 60+160 | 60+100 | 62.222 | 37.778 | MALO      | Rehabilitación - refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-067 | 60+040 | 59+980 | 46.000 | 54.000 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                             |
| UM-069 | 59+920 | 59+860 | 35.000 | 65.000 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-071 | 59+800 | 59+740 | 31.000 | 69.000 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-073 | 59+680 | 59+620 | 55.050 | 44.950 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                             |
| UM-075 | 59+560 | 59+500 | 65.432 | 34.568 | MALO      | Rehabilitación - refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-077 | 59+440 | 59+380 | 71.000 | 29.000 | MALO      | Rehabilitación - refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-079 | 59+320 | 59+260 | 51.980 | 48.020 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                             |
| UM-081 | 59+200 | 59+140 | 57.000 | 43.000 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                             |
| UM-083 | 59+080 | 59+020 | 67.798 | 32.202 | MALO      | Rehabilitación - refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-085 | 58+960 | 58+900 | 83.000 | 17.000 | MUY MALO  | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-087 | 58+840 | 58+780 | 58.470 | 41.530 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                             |
| UM-089 | 58+720 | 58+660 | 64.600 | 35.400 | MALO      | Rehabilitación - refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-091 | 58+600 | 58+540 | 70.720 | 29.280 | MALO      | Rehabilitación - refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-093 | 58+480 | 58+420 | 76.900 | 23.100 | MUY MALO  | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-095 | 58+360 | 58+300 | 49.000 | 51.000 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                             |
| UM-097 | 58+240 | 58+180 | 43.782 | 52.218 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-099 | 58+120 | 58+060 | 34.100 | 65.900 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-101 | 58+000 | 57+940 | 19.380 | 80.620 | MUY BUENO | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-103 | 57+880 | 57+820 | 18.310 | 81.690 | MUY BUENO | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |

|        |        |        |        |        |           |                                                  |                                     |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|
| UM-105 | 57+760 | 57+700 | 29.600 | 70.400 | MUY BUENO | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-107 | 57+640 | 57+580 | 71.575 | 28.425 | MALO      | Rehabilitación - refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-109 | 57+520 | 57+460 | 55.240 | 44.760 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                             |
| UM-111 | 57+400 | 57+340 | 73.552 | 26.448 | MALO      | Rehabilitación - refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-113 | 57+280 | 57+220 | 64.712 | 35.288 | MALO      | Rehabilitación - refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-115 | 57+160 | 57+100 | 60.300 | 39.700 | MALO      | Rehabilitación - refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-117 | 57+040 | 56+980 | 75.300 | 24.700 | MALO      | Rehabilitación - refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-119 | 56+920 | 56+860 | 53.490 | 46.510 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                             |
| UM-121 | 56+800 | 56+740 | 35.312 | 64.688 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-123 | 56+680 | 56+620 | 48.120 | 51.880 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | Recapeo                             |
| UM-125 | 56+560 | 56+500 | 63.740 | 36.260 | MALO      | Rehabilitación - refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-127 | 56+440 | 56+380 | 69.470 | 30.530 | MALO      | Rehabilitación - refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-129 | 56+320 | 56+260 | 51.600 | 48.400 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | recapeo                             |
| UM-131 | 56+200 | 56+140 | 17.080 | 82.920 | MUY BUENO | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-133 | 56+080 | 56+020 | 36.300 | 63.700 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-135 | 55+960 | 55+900 | 75.130 | 24.870 | MUY MALO  | Rehabilitación - Refuerzo estructural            | Cambio de estructura                |
| UM-137 | 55+840 | 55+780 | 41.166 | 58.834 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-139 | 55+720 | 55+660 | 39.848 | 60.152 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-141 | 55+600 | 55+540 | 43.000 | 57.000 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |

|        |        |        |        |        |           |                                                  |                                     |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|
| UM-143 | 55+480 | 55+420 | 36.890 | 63.110 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-145 | 55+360 | 55+300 | 41.276 | 58.724 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-147 | 55+240 | 55+180 | 25.000 | 75.000 | MUY BUENO | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-149 | 55+120 | 55+060 | 33.000 | 67.000 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-151 | 55+000 | 54+940 | 51.910 | 48.090 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | reapeo                              |
| UM-153 | 54+880 | 54+820 | 35.808 | 64.192 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-155 | 54+760 | 54+700 | 78.540 | 21.460 | MUY MALO  | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-157 | 54+640 | 54+580 | 35.131 | 64.869 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-159 | 54+520 | 54+460 | 34.759 | 65.241 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-161 | 54+400 | 54+340 | 17.500 | 82.500 | MUY BUENO | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-163 | 54+280 | 54+220 | 18.900 | 81.100 | MUY BUENO | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-165 | 54+160 | 54+100 | 40.830 | 59.170 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-167 | 54+040 | 53+980 | 39.196 | 60.804 | BUENO     | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-169 | 53+920 | 53+860 | 50.290 | 49.710 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | reapeo                              |
| UM-171 | 53+800 | 53+740 | 68.000 | 32.000 | MALO      | Rehabilitación - Refuerzo Estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-173 | 53+680 | 53+620 | 21.000 | 79.000 | MUY BUENO | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-175 | 53+560 | 53+500 | 46.900 | 53.100 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                         | Reapeo                              |
| UM-177 | 53+440 | 53+380 | 78.000 | 22.000 | MUY MALO  | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-179 | 53+320 | 53+260 | 64.520 | 35.480 | MALO      | Rehabilitación - Refuerzo estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |

|        |        |        |        |        |          |                                                  |                                     |
|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|
| UM-181 | 53+200 | 53+140 | 35.430 | 64.570 | BUENO    | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-183 | 53+080 | 53+020 | 39.280 | 60.720 | BUENO    | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-185 | 52+960 | 52+900 | 59.400 | 40.600 | MALO     | Rehabilitación - Refuerzo Estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-187 | 52+840 | 52+780 | 60.255 | 39.745 | MALO     | Rehabilitación - Refuerzo Estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-189 | 52+720 | 52+660 | 40.090 | 59.910 | BUENO    | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-191 | 52+600 | 52+540 | 35.420 | 64.580 | BUENO    | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-193 | 52+480 | 52+420 | 69.790 | 30.210 | MALO     | Rehabilitación - Refuerzo Estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-195 | 52+360 | 52+300 | 56.690 | 43.310 | REGULAR  | Mantenimiento Correctivo                         | Recapeo                             |
| UM-197 | 52+240 | 52+180 | 93.300 | 6.700  | FALLADO  | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-199 | 52+120 | 52+060 | 93.920 | 6.080  | FALLADO  | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-201 | 52+000 | 51+940 | 82.810 | 17.190 | MUY MALO | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-203 | 51+880 | 51+820 | 82.110 | 17.890 | MUY MALO | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-205 | 51+760 | 51+700 | 62.500 | 37.500 | MALO     | Rehabilitación - Refuerzo Estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-206 | 51+700 | 51+640 | 71.365 | 28.635 | MALO     | Rehabilitación - Refuerzo Estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-207 | 51+640 | 51+580 | 42.930 | 57.070 | BUENO    | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-208 | 51+580 | 51+520 | 79.000 | 21.000 | MUY MALO | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-209 | 51+520 | 51+460 | 85.000 | 15.000 | MUY MALO | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-211 | 51+400 | 51+340 | 44.930 | 55.070 | BUENO    | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |
| UM-213 | 51+280 | 51+220 | 64.520 | 35.480 | MALO     | Rehabilitación - Refuerzo Estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |

|        |        |        |        |        |          |                                                  |                                     |
|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|
| UM-215 | 51+160 | 51+100 | 65.800 | 34.200 | MALO     | Rehabilitación - Refuerzo Estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-216 | 51+100 | 51+040 | 80.000 | 20.000 | MUY MALO | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-217 | 51+040 | 50+980 | 72.900 | 27.100 | MALO     | Rehabilitación - Refuerzo Estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-218 | 50+980 | 50+920 | 72.900 | 27.100 | MALO     | Rehabilitación - Refuerzo Estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-219 | 50+920 | 50+860 | 64.840 | 35.160 | MALO     | Rehabilitación - Refuerzo Estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-220 | 50+860 | 50+800 | 84.300 | 15.700 | MUY MALO | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-221 | 50+800 | 50+740 | 66.400 | 33.600 | MALO     | Rehabilitación - Refuerzo Estructural            | Reciclado o tratamiento superficial |
| UM-223 | 50+680 | 50+620 | 84.540 | 15.460 | MUY MALO | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-224 | 50+620 | 50+560 | 80.000 | 20.000 | MUY MALO | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-225 | 50+560 | 50+500 | 93.700 | 6.300  | FALLADO  | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-226 | 50+500 | 50+440 | 93.500 | 6.500  | FALLADO  | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-227 | 50+440 | 50+380 | 87.420 | 12.580 | MUY MALO | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-229 | 50+320 | 50+260 | 47.480 | 52.520 | REGULAR  | Mantenimiento Correctivo                         | reapeo                              |
| UM-231 | 50+200 | 50+140 | 74.510 | 25.490 | MUY MALO | Rehabilitación - Reconstrucción                  | Cambio de estructura                |
| UM-233 | 50+080 | 50+020 | 59.660 | 40.340 | BUENO    | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico | Bacheo o fresado                    |

|                                    |        |         |                          |        |
|------------------------------------|--------|---------|--------------------------|--------|
| PCI PROMEDIO PAUCARA - PATOCCOCHA= | 50.000 | REGULAR | MANTENIMIENTO CORRECTIVO | reapeo |
|------------------------------------|--------|---------|--------------------------|--------|

Nota. Fuente: elaboración propia

Según la tabla 32 donde nos muestra los tipos de intervención vial por cada unidad de muestra, al realizar el promedio para la vía en evaluación, nos arroja un valor de PCI de 50.00, el cual se encuentra en una condición de regular, el tipo de intervención vial para aplicar en la vía será el de Mantenimiento Correctivo con una acción de reapeo.

**Tabla 18**

*Acción de intervención vial según la condición del pavimento.*

| CONDICION               | TIPO DE INTERVENCION VIAL                                   | ACCION                              |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>EXCELENTE</b>        | Mantenimiento Preventivo                                    | sellado de grietas                  |
| <b>MUY BUENO</b>        | Mantenimiento preventivo rutinario y/o periodico            | Bacheo o fresado                    |
| <del><b>BUENO</b></del> | <del>Mantenimiento preventivo rutinario y/o periodico</del> | <del>Bacheo o fresado</del>         |
| <b>REGULAR</b>          | Mantenimiento Correctivo                                    | recapeo                             |
| <b>MALO</b>             | Rehabilitacion - refuerzo estructural                       | reciclado o tratamiento superficial |
| <b>MUY MALO</b>         | Rehabilitacion - Reconstrucción                             | nueva estructura                    |
| <b>FALLADO</b>          | Rehabilitación - Reconstrucción                             | nueva estructura                    |

Nota. Fuente: elaboración propia

**Tabla 19**

*categoría de acción según el PCI (Jugo B, 2005)*

| Categoría de acción                              | Rango    | Clasificación |
|--------------------------------------------------|----------|---------------|
| Mantenimiento Preventivo                         | 100 – 85 | Excelente     |
| Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico | 85 – 70  | Muy Bueno     |
|                                                  | 70 – 55  | Bueno         |
| Mantenimiento Correctivo                         | 55 – 40  | Regular       |
| Rehabilitacion – Refuerzo Estructural            | 40 – 25  | Malo          |
| Rehabilitación – Reconstrucción                  | 25 – 10  | Muy Malo      |
|                                                  | 10 – 0   | Fallado       |

**PCI=50.00**  
**CONDICION:**  
**REGULAR**  
**TIPO DE**  
**INTERVENCION:**  
**MANTENIMINETO**  
**CORRECTIVO**

- Resumen de los datos obtenidos en la evaluación de la vía Paucará - Patoccocha PCI, IRI, PSI en una longitud de 14km.

**Tabla 20** Resumen general de los valores de PCI, IRI, PSI de la vía Paucará – Patoccocha obtenidos en campo.

| n° muestra IRI | n° muestra PCI | progresiva inicial | progresiva final | PCI    | prom. PCI | estado PCI | IRI (mm/km) | PSI  | estado PSI |
|----------------|----------------|--------------------|------------------|--------|-----------|------------|-------------|------|------------|
| UM - 01        | UM-001         | 64+000             | 63+940           | 87.048 | 72.25     | MUY BUENO  | 4           | 2.41 | REGULAR    |
|                | UM-003         | 63+880             | 63+820           | 53.705 |           |            |             |      |            |
|                | UM-005         | 63+760             | 63+700           | 65.372 |           |            |             |      |            |
|                | UM-007         | 63+640             | 63+580           | 82.870 |           |            |             |      |            |
| UM-02          | UM-009         | 63+520             | 63+460           | 70.168 | 73.116    | MUY BUENO  | 3.24        | 2.78 | REGULAR    |
|                | UM-011         | 63+400             | 63+340           | 71.541 |           |            |             |      |            |
|                | UM-013         | 63+280             | 63+220           | 77.640 |           |            |             |      |            |
| UM-03          | UM-015         | 63+160             | 63+100           | 81.608 | 71.399    | MUY BUENO  | 2.71        | 3.07 | BUENO      |
|                | UM-017         | 63+040             | 62+980           | 80.600 |           |            |             |      |            |
|                | UM-019         | 62+920             | 62+860           | 51.990 |           |            |             |      |            |
| UM-04          | UM-021         | 62+800             | 62+740           | 84.000 | 82.243    | MUY BUENO  | 2.25        | 3.33 | BUENO      |
|                | UM-023         | 62+680             | 62+620           | 80.190 |           |            |             |      |            |
|                | UM-025         | 62+560             | 62+500           | 81.560 |           |            |             |      |            |
|                | UM-027         | 62+440             | 62+380           | 83.220 |           |            |             |      |            |
| UM-05          | UM-029         | 62+320             | 62+260           | 78.130 | 71.928    | MUY BUENO  | 3.16        | 2.86 | REGULAR    |
|                | UM-031         | 62+200             | 52+140           | 86.160 |           |            |             |      |            |
|                | UM-033         | 62+080             | 62+020           | 51.495 |           |            |             |      |            |
| UM-06          | UM-035         | 61+960             | 61+900           | 41.295 | 48.822    | REGULAR    | 2.03        | 3.46 | BUENO      |
|                | UM-037         | 61+840             | 61+780           | 37.808 |           |            |             |      |            |
|                | UM-039         | 61+720             | 61+660           | 67.364 |           |            |             |      |            |
| UM-07          | UM-041         | 61+600             | 61+540           | 70.488 | 75.168    | MUY BUENO  | 2.1         | 3.42 | BUENO      |
|                | UM-043         | 61+480             | 61+420           | 73.952 |           |            |             |      |            |
|                | UM-045         | 61+360             | 61+300           | 81.006 |           |            |             |      |            |
|                | UM-047         | 61+240             | 61+180           | 75.224 |           |            |             |      |            |
| UM-08          | UM-049         | 61+120             | 61+060           | 55.145 | 58.931    | BUENO      | 2.35        | 3.27 | BUENO      |
|                | UM-051         | 61+000             | 60+940           | 51.955 |           |            |             |      |            |
|                | UM-053         | 60+880             | 60+820           | 69.693 |           |            |             |      |            |
| UM-09          | UM-055         | 60+760             | 60+700           | 47.440 | 59.508    | BUENO      | 3.17        | 2.81 | REGULAR    |
|                | UM-057         | 60+640             | 60+580           | 61.868 |           |            |             |      |            |
|                | UM-059         | 60+520             | 60+460           | 69.216 |           |            |             |      |            |
| UM-10          | UM-061         | 60+400             | 60+340           | 64.988 | 56.688    | BUENO      | 4.16        | 2.35 | REGULAR    |
|                | UM-063         | 60+280             | 60+220           | 69.987 |           |            |             |      |            |
|                | UM-065         | 60+160             | 60+100           | 37.778 |           |            |             |      |            |

|       |        |        |        |        |        |         |      |      |         |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|------|------|---------|
|       | UM-067 | 60+040 | 59+980 | 54.000 |        |         |      |      |         |
|       | UM-069 | 59+920 | 59+860 | 65.000 |        |         |      |      |         |
| UM-11 | UM-071 | 59+800 | 59+740 | 69.000 | 59.650 | BUENO   | 3.36 | 2.72 | REGULAR |
|       | UM-073 | 59+680 | 59+620 | 44.950 |        |         |      |      |         |
|       | UM-075 | 59+560 | 59+500 | 34.568 |        |         |      |      |         |
| UM-12 | UM-077 | 59+440 | 59+380 | 29.000 | 37.196 | MALO    | 4.51 | 2.21 | REGULAR |
|       | UM-079 | 59+320 | 59+260 | 48.020 |        |         |      |      |         |
|       | UM-081 | 59+200 | 59+140 | 43.000 |        |         |      |      |         |
| UM-13 | UM-083 | 59+080 | 59+020 | 32.202 | 33.433 | MALO    | 1.94 | 3.52 | BUENO   |
|       | UM-085 | 58+960 | 58+900 | 17.000 |        |         |      |      |         |
|       | UM-087 | 58+840 | 58+780 | 41.530 |        |         |      |      |         |
|       | UM-089 | 58+720 | 58+660 | 35.400 |        |         |      |      |         |
| UM-14 | UM-091 | 58+600 | 58+540 | 29.280 | 29.260 | MALO    | 3.44 | 2.68 | REGULAR |
|       | UM-093 | 58+480 | 58+420 | 23.100 |        |         |      |      |         |
|       | UM-095 | 58+360 | 58+300 | 51.000 |        |         |      |      |         |
| UM-15 | UM-097 | 58+240 | 58+180 | 52.218 | 56.373 | BUENO   | 2.65 | 3.11 | BUENO   |
|       | UM-099 | 58+120 | 58+060 | 65.900 |        |         |      |      |         |
|       | UM-101 | 58+000 | 57+940 | 80.620 |        |         |      |      |         |
| UM-16 | UM-103 | 57+880 | 57+820 | 81.690 | 65.284 | BUENO   | 2.08 | 3.43 | BUENO   |
|       | UM-105 | 57+760 | 57+700 | 70.400 |        |         |      |      |         |
|       | UM-107 | 57+640 | 57+580 | 28.425 |        |         |      |      |         |
|       | UM-109 | 57+520 | 57+460 | 44.760 |        |         |      |      |         |
| UM-17 | UM-111 | 57+400 | 57+340 | 26.448 | 35.499 | MALO    | 1.78 | 3.62 | BUENO   |
|       | UM-113 | 57+280 | 57+220 | 35.288 |        |         |      |      |         |
|       | UM-115 | 57+160 | 57+100 | 39.700 |        |         |      |      |         |
| UM-18 | UM-117 | 57+040 | 56+980 | 24.700 | 36.970 | MALO    | 3.79 | 2.51 | REGULAR |
|       | UM-119 | 56+920 | 56+860 | 46.510 |        |         |      |      |         |
|       | UM-121 | 56+800 | 56+740 | 64.688 |        |         |      |      |         |
| UM-19 | UM-123 | 56+680 | 56+620 | 51.880 | 45.840 | REGULAR | 3.21 | 2.79 | REGULAR |
|       | UM-125 | 56+560 | 56+500 | 36.260 |        |         |      |      |         |
|       | UM-127 | 56+440 | 56+380 | 30.530 |        |         |      |      |         |
|       | UM-129 | 56+320 | 56+260 | 48.400 |        |         |      |      |         |
| UM-20 | UM-131 | 56+200 | 56+140 | 82.920 | 65.007 | BUENO   | 2.35 | 3.26 | BUENO   |
|       | UM-133 | 56+080 | 56+020 | 63.700 |        |         |      |      |         |
|       | UM-135 | 55+960 | 55+900 | 24.870 |        |         |      |      |         |
| UM-21 | UM-137 | 55+840 | 55+780 | 58.834 | 47.952 | REGULAR | 3.58 | 2.61 | REGULAR |
|       | UM-139 | 55+720 | 55+660 | 60.152 |        |         |      |      |         |
|       | UM-141 | 55+600 | 55+540 | 57.000 |        |         |      |      |         |
| UM-22 | UM-143 | 55+480 | 55+420 | 63.110 | 63.459 | BUENO   | 3.74 | 2.53 | REGULAR |

|       |        |        |        |        |        |           |      |      |         |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|------|------|---------|
|       | UM-145 | 55+360 | 55+300 | 58.724 |        |           |      |      |         |
|       | UM-147 | 55+240 | 55+180 | 75.000 |        |           |      |      |         |
|       | UM-149 | 55+120 | 55+060 | 67.000 |        |           |      |      |         |
| UM-23 | UM-151 | 55+000 | 54+940 | 48.090 | 59.761 | BUENO     | 3.82 | 2.5  | REGULAR |
|       | UM-153 | 54+880 | 54+820 | 64.192 |        |           |      |      |         |
|       | UM-155 | 54+760 | 54+700 | 21.460 |        |           |      |      |         |
| UM-24 | UM-157 | 54+640 | 54+580 | 64.869 | 50.523 | REGULAR   | 2.61 | 3.11 | BUENO   |
|       | UM-159 | 54+520 | 54+460 | 65.241 |        |           |      |      |         |
|       | UM-161 | 54+400 | 54+340 | 82.500 |        |           |      |      |         |
|       | UM-163 | 54+280 | 54+220 | 81.100 |        |           |      |      |         |
| UM-25 | UM-165 | 54+160 | 54+100 | 59.170 | 70.894 | MUY BUENO | 2.15 | 3.38 | BUENO   |
|       | UM-167 | 54+040 | 53+980 | 60.804 |        |           |      |      |         |
|       | UM-169 | 53+920 | 53+860 | 49.710 |        |           |      |      |         |
| UM-26 | UM-171 | 53+800 | 53+740 | 32.000 | 53.570 | REGULAR   | 4.16 | 2.35 | REGULAR |
|       | UM-173 | 53+680 | 53+620 | 79.000 |        |           |      |      |         |
|       | UM-175 | 53+560 | 53+500 | 53.100 |        |           |      |      |         |
| UM-27 | UM-177 | 53+440 | 53+380 | 22.000 | 36.860 | MALO      | 4.44 | 2.23 | REGULAR |
|       | UM-179 | 53+320 | 53+260 | 35.480 |        |           |      |      |         |
|       | UM-181 | 53+200 | 53+140 | 64.570 |        |           |      |      |         |
|       | UM-183 | 53+080 | 53+020 | 60.720 |        |           |      |      |         |
| UM-28 | UM-185 | 52+960 | 52+900 | 40.600 | 51.409 | REGULAR   | 3.87 | 2.47 | REGULAR |
|       | UM-187 | 52+840 | 52+780 | 39.745 |        |           |      |      |         |
|       | UM-189 | 52+720 | 52+660 | 59.910 |        |           |      |      |         |
| UM-29 | UM-191 | 52+600 | 52+540 | 64.580 | 51.567 | REGULAR   | 3.6  | 2.6  | REGULAR |
|       | UM-193 | 52+480 | 52+420 | 30.210 |        |           |      |      |         |
|       | UM-195 | 52+360 | 52+300 | 43.310 |        |           |      |      |         |
| UM-30 | UM-197 | 52+240 | 52+180 | 6.700  | 18.697 | MUY MALO  | 6.35 | 1.58 | MALO    |
|       | UM-199 | 52+120 | 52+060 | 6.080  |        |           |      |      |         |
|       | UM-201 | 52+000 | 51+940 | 17.190 |        |           |      |      |         |
|       | UM-203 | 51+880 | 51+820 | 17.890 |        |           |      |      |         |
| UM-31 | UM-205 | 51+760 | 51+700 | 37.500 | 31.657 | MALO      | 4.76 | 2.1  | REGULAR |
|       | UM-206 | 51+700 | 51+640 | 28.635 |        |           |      |      |         |
|       | UM-207 | 51+640 | 51+580 | 57.070 |        |           |      |      |         |
|       | UM-208 | 51+580 | 51+520 | 21.000 |        |           |      |      |         |
|       | UM-209 | 51+520 | 51+460 | 15.000 |        |           |      |      |         |
| UM-32 | UM-211 | 51+400 | 51+340 | 55.070 | 31.638 | MALO      | 3.85 | 2.48 | REGULAR |
|       | UM-213 | 51+280 | 51+220 | 35.480 |        |           |      |      |         |
|       | UM-215 | 51+160 | 51+100 | 34.200 |        |           |      |      |         |
| UM-33 | UM-216 | 51+100 | 51+040 | 20.000 | 26.543 | MALO      | 3.9  | 2.46 | REGULAR |
|       | UM-217 | 51+040 | 50+980 | 27.100 |        |           |      |      |         |

|       |        |        |        |                  |              |                |             |             |                |
|-------|--------|--------|--------|------------------|--------------|----------------|-------------|-------------|----------------|
|       | UM-218 | 50+980 | 50+920 | 27.100           |              |                |             |             |                |
|       | UM-219 | 50+920 | 50+860 | 35.160           |              |                |             |             |                |
|       | UM-220 | 50+860 | 50+800 | 15.700           |              |                |             |             |                |
|       | UM-221 | 50+800 | 50+740 | 33.600           |              |                |             |             |                |
|       | UM-223 | 50+680 | 50+620 | 15.460           |              |                |             |             |                |
| UM-34 | UM-224 | 50+620 | 50+560 | 20.000           | 15.740       | MUY MALO       | 4.06        | 2.39        | REGULAR        |
|       | UM-225 | 50+560 | 50+500 | 6.300            |              |                |             |             |                |
|       | UM-226 | 50+500 | 50+440 | 6.500            |              |                |             |             |                |
|       | UM-227 | 50+440 | 50+380 | 12.580           |              |                |             |             |                |
|       | UM-229 | 50+320 | 50+260 | 52.520           |              |                |             |             |                |
| UM-35 | UM-231 | 50+200 | 50+140 | 25.490           | 39.450       | MALO           | 3.53        | 2.63        | REGULAR        |
|       | UM-233 | 50+080 | 50+020 | 40.340           |              |                |             |             |                |
|       |        |        |        | <b>PROMEDIO=</b> | <b>50.00</b> | <b>REGULAR</b> | <b>3.33</b> | <b>2.73</b> | <b>REGULAR</b> |

Para el cálculo del PCI, se realizó un total de 124 muestras dando un valor de 50.00, estando la vía en el rango de calificación regular. Para el cálculo del IRI y el PSI, se avaluó un total de 35 muestras tanto en la parte derecha como en la izquierda de la vía obteniendo un valor de IRI de 3.33 m/km y un valor de PSI de 2.73, estando la vía en el rango de calificación de serviciabilidad regular.

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1 Discusiones Específicos:**

- a. Se realizó un total de 124 muestras, cada una de 60m de largo y 5m de ancho con un área de 300 m<sup>2</sup> de la vía Paucará – Patoccocha con una longitud de 14 km, encontrándose un PCI promedio de 50.00 el cual representa el estado en que se encuentra la vía estando en el rango de calificación de condición “regular”. Esto se debe a las múltiples fallas encontradas en la vía con un nivel de severidad bajo, medio y alto, según la condición de pavimento obtenido en la evaluación de la vía, se acepta la hipótesis planteada “La condición actual del micro pavimento en el tramo Paucará – Patoccocha estará entre regular y malo”. Este resultado tiene similitud a los resultados obtenidos en la evaluación de PCI en la investigación “Determinación del estado actual del pavimento mediante la

medición del índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI) en la vía principal Izcuchaca – Huaracando”. (Aranibar & Saavedra, 2019) donde el tramo investigado tiene un PCI de 16 teniendo una calificación de fallado. Gracias a esta metodología PCI, podemos determinar en qué condición se encuentra el pavimento para poder sugerir y plantear mantenimientos correctivos de las vías.

- b. Se realizó un total de 35 muestras con una longitud de 400 metros cada una, la evaluación se realizó tanto en la huella derecha como en la huella izquierda. Se realizó un promedio entre todos los valores obtenidos de las muestras y se calculó el IRI promedio de la vía Paucará – Patoccocha con un valor de 3.33 mm/km, lo cual según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) está en un estado regular, según el valor del IRI se acepta la hipótesis “El valor de rugosidad del tramo Paucará – Patoccocha estará entre 3mm/km y 4mm/km.”. Estos resultados tienen similitud con la investigación “Evaluación del nivel de servicio mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) utilizando el rugosímetro MERLIN en el pavimento flexible de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca– 2019” (Carhuapoma, 2019), en donde el investigador al realizar la evaluación de la rugosidad obtiene un IRI de 3.78mm/km, estando en un estado de regular.
- c. Se muestra el resultado obtenido del cálculo del PSI con relación al IRI de las 35 muestras tanto de la huella derecha como el de la huella izquierda, del cual se obtuvo como resultado un PSI de 2.73, el cual representa un que la vía está en un índice de serviciabilidad “regular”, esto acepta la hipótesis “el índice de serviciabilidad presente del tramo Paucará – Patoccocha es regular.”, el cual tiene similitud con la investigación “Determinación del estado actual del pavimento mediante la medición del índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad

internacional (IRI) en la vía principal Izcuchaca – Huaracando” (Aranibar & Saavedra, 2019), donde obtiene un PSI de 2.63 estando en el rango de calificación de regular.

## **5.2 Discusión General:**

Según los datos obtenidos en las evaluaciones del índice de condición de pavimento (PCI), índice de rugosidad internacional (IRI), índice de serviciabilidad del pavimento (PSI), se determinó el tipo de intervención vial del tramo Paucará – Patoccocha, el cual al estar en un estado regular según la tabla N° 17 el tipo de intervención vial propuesta será mantenimiento correctivo teniendo como actividad a realizarse la de recapeo el cual consiste en la colocación de una mezcla asfáltica en caliente sobre la capa de rodadura existente, esto nos servirá para poder mejorar la condición y serviciabilidad del tramo en evaluación. Esta propuesta de evaluación según los parámetros evaluados, acepta la hipótesis “La evaluación funcional determinara la elección del tipo de intervención vial en el tramo Paucará – Patoccocha, Acobamba, Huancavelica 2021”. Este resultado tiene similitud con la investigación “Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura” (Correa & Del Carpio, 2019). donde se obtuvo un PCI de 38, lo cual es esta en un índice de calificación POBRE proponiéndose un tipo de intervención el cual será rehabilitación teniendo que realizarse actividades como remoción de la carpeta asfáltica, cambio de la carpeta asfáltica, etc.

## CONCLUSIONES

### Específicas:

- a) El análisis de la condición del pavimento mediante el método PCI, nos arroja un valor de 50.00 con una calificación de regular, esto quiere decir que el tramo Paucará – Patoccocha no está en condiciones buenas y tiene algunas fallas de consideración la cual afecta en la condición de la carpeta de rodadura.

En el resumen de metrados, se observa que de las 19 fallas se encontraron 13 fallas en la vía de estudio con diferente severidad. La falla con mayor presencia en la vía es la de Desprendimiento de agregados (19) en su severidad baja (L) con un total de 17436.79 m<sup>2</sup>, la falla con menor presencia en la vía de estudio es grieta parabólica (17) en su severidad media (M) con un total de 0.96 m<sup>2</sup>.

La falla que más daño causa a la vía es la denominada bache, ya que tiene un mayor valor deducido en la mayoría de las muestras evaluadas.

- b) Se realizó un total de 35 muestras con una longitud de 400 metros cada una, la evaluación se realizó tanto en la huella derecha como en la huella izquierda. Se realizó un promedio entre todos los valores obtenidos de las muestras y se calculó el IRI promedio de la vía Paucará – Patoccocha con un valor de 3.33 mm/km, estando el tramo en un estado según su regularidad en regular.
- c) Se obtuvo del cálculo del PSI con relación al IRI de las 35 muestras tanto de la huella derecha como el de la huella izquierda, del cual se obtuvo como resultado un PSI de 2.73, el cual representa un que la vía está en un índice de serviciabilidad “regular”, lo cual representa que el tramo en evaluación

tiene como servicio a la población en regulares condiciones lo cual afecta mucho en la transitabilidad.

**General:**

- Según la tabla donde nos muestra los tipos de intervención vial por cada unidad de muestra, al realizar el promedio para la vía en evaluación, nos arroja un valor de PCI de 50.00, el cual se encuentra en una condición de regular, entonces se concluye que el tipo de intervención vial para aplicar en la vía será el de Mantenimiento Correctivo con la actividad de recapeo el cual consiste en la colocación de una mezcla asfáltica en caliente sobre la capa de rodadura existente, esto nos servirá para poder mejorar la condición y serviciabilidad del tramo en evaluación.
- Para el cálculo del PCI, se realizó un total de 124 muestras dando un valor de 50.00, estando la vía en el rango de calificación regular. Para el cálculo del IRI y el PSI, se avaluó un total de 35 muestras tanto en la parte derecha como en la izquierda de la vía obteniendo un valor de IRI de 3.33 m/km y un valor de PSI de 2.73, estando la vía en el rango de calificación de serviciabilidad regular. para todos los parámetros de evaluación del tramo, el índice de calificación es regular.

## RECOMENDACIONES

- A partir de los resultados obtenidos del Índice de Condición de Pavimentos de las unidades de muestra UM-085, UM-093, UM-135, UM-177, UM-201, UM-203, UM-216, UM-220, UM-223, UM-224, UM-227, UM-231, que están con una calificación de MUY MALO y las muestras UM-197, UM-199, UM-225, UM-226 que están con una calificación de FALLADO, se recomienda la reconstrucción de la superficie del micro pavimento para mejorar su serviciabilidad y aumentar su vida útil lo cual beneficiara a la población.
- Para incrementar el PCI y mejorar la transitabilidad del tramo Paucará – Patoccocha, se recomienda en los progresivas 64+000 – 59+620 un mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico donde es necesario aplicar las técnicas de reparación como bacheo o fresado, sellado de fisuras, reposición de parches deteriorados. En las progresivas 59+560 – 58+420, se recomienda una rehabilitación - refuerzo estructural donde es necesario aplicar las actividades de reciclado o tratamiento superficial. En las progresivas 52+360 – 50+000 se recomienda reconstrucción donde es necesario el cambio de la capa de rodadura por uno nuevo.
- Los resultados obtenidos del IRI y el PSI nos muestra que el tramo Paucará – Patoccocha está en un estado de serviciabilidad regular, por lo que se recomienda aplicar un recapeo es decir la colocación de mezcla asfáltica en caliente, sobre la carpeta de rodadura existente, con el objetivo de reforzar el micro pavimento y así poder aumentar la vida útil y mejorar la serviciabilidad del tramo Paucará – Patoccocha.
- Se recomienda el uso del rugosímetro Merlín para la evaluación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de tramos menores a 100km por su alta precisión, bajo costo, fácil manejo a comparación de otros instrumentos de medición de

rugosidad. Si se desea evaluar un tramo mayor a 100km, se recomienda otro instrumento de evaluación debido a su bajo rendimiento.

- Se recomienda el uso de la metodología PCI e IRI por ser métodos ampliamente aceptados por contar con manuales y muy usados para evaluar la condición actual del pavimento, así mismo estos datos obtenidos por estos métodos deben ser usados para proponer soluciones en el mediano y corto plazo con el objetivo de mejorar la calidad del pavimento mediante proyectos de inversión pública.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

### BIBLIOGRAFIA

- Aranibar, M., & Saavedra, K. (2019). *determinación del estado actual del pavimento mediante la medición del índice de condición del pavimento (pci) y el índice de rugosidad internacional (iri) en la vía principal izcuchaca - huarcocondo*. Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- Arriga Patiño, M., Garnicas Anguas, P., & Rico Rodriguez, A. (1998). *índice internacional de rugosidad en la red carretera de Mexico*. Instituto Mexicano del transporte, Sanfandila.
- Baque, B. (abril-junio de 2020). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí. *Dominio de las ciencias*.
- Bardesi, A., & Tomás, R. (s.f.). Riego con gravilla. *ASOCIACION TECNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS (ATEB)*.
- Camineros S.A.C. (s.f.). *metodologia para la determinacion de rugosidad de pavimentos*. san isidro.
- Cano, A. (2017). *Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Carhuapoma, J. (2019). *Evaluación del nivel de servicio mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) utilizando el rugosímetro MERLIN en el pavimento flexible de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca–2019*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion , Cerro de Pasco.
- Condezo, R. (2021). *Análisis del comportamiento funcional y estructural de la carretera Lamas – Pamashto y Bellavista – Ledoy con tratamientos superficiales*. Universidad Nacional de San Martin, Tarapoto.
- Del Aguila, P. (1999). *metodologia para la determinación de rugocidad de los pavimentos. manual del usuario*. merliner, Lima.
- Gaytan, K. (2021). *propuesta estrategica de intervención del pavimento flexible, aplicando la metodología vizir, en la avenida Perú, tramo Avenida America – Avenida España, de la ciudad de Trujillo – 2021. tesis para optar el título de ingeniero civil*. universidad peruana del norte, trujillo.

- Grupo TDM. (20 de Julio de 2020). Micropavimentos - Diseño y aplicacion en obra [video]. Youtube, Perú. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=sGxgUBauq3Q>
- Herrera, A. (2020). *Identificación y evaluación de fallas superficiales, para mejorar el diseño de la carpeta asfáltica en Av. Sto. Domingo Carabayllo, 2020*. Universidad César Vallejo, Carabayllo.
- Huamán, N., & Chang, C. (s.f.). la deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú. *Perfiles de ingeniería*.
- ISSA PRESERVING PAVEMENT. (2010). *Norma de rendimiento recomendada para micropavimento a143*. Annapolis.
- Leguia, P., & Pacheco, H. (2016). *evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (pci) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)*. Universidad de San Martin de Porres, Lima.
- Menéndez, J. (2003). mantenimiento rutinario de caminos con microempresas. *manual técnico*. oficina internacional del trabajo, Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *manual de carreteras mantenimiento o conservacion vial*. Lima.
- MTC. (2006). manual técnico de mantenimiento rutinario para la red vial departamental no pavimentada.
- MTC. (2007). *especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras*. Lima : república del Perú.
- MTC. (2013). *Manual de carreteras seccion suelos y pavimentos* .
- Novoa , A., Pérez , K., & Borrell, C. (2009). Efectividad de las intervenciones de seguridad vial basadas en la evidencia: una revisión de la literatura. 23(6).
- Perez, J., & Ramirez, J. (2018). *evaluación y determinación de las patologías del pavimento asfáltico en la av. los tréboles – distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo - departamento Lambayeque*. Universidad Señor de Sipan, Chiclayo.
- Ramírez, A. (s.f.). *Metodología de la investigación científica* . pontificia universidad javeriana.
- Río Cotazo, N. X., Bacca Cortés, B., Caicedo Bravo, E., & Orobio Quiñónez, a. (julio - diciembre de 2020). Revisión de métodos para la clasificación de

fallas superficiales en pavimentos flexibles. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*.

- Rivera, C. (2017). *Evaluación del tratamiento superficial bicapa a nivel de ejecución, de la obra mejoramiento de la ruta AM-100, Bagua - La Peca; del circuito vial II - Amazonas*. Universidad Nacional de Cajamarca, Amazonas.
- Romero, D. (2017). *cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la vía Siberia – Tenjo en la sabana de Bogotá*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C.
- Sampieri, R. (2014). *metodología de la investigación*. Mexico: McGRAW-HILL.
- Sánchez Morales, M. C., Lanz Acosta, D. R., & Martínez Rojo, T. E. (enero de 2019). Detección de deterioros en pavimentos flexibles a partir del procesamiento de imágenes y modelos de sus superficie. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 13.
- Solis, K., & Vallejos, J. (2019). *estudio y evaluación del pavimento flexible ubicado en la av. Chinchaysuyo del tramo del paseo Yortuque empleando el método pci y propuesta de rehabilitación del pavimento flexible*. Universidad Señor de Sipan, Pimentel, Perú.
- Suárez, M., & Miguel, J. (2008). *Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua*. 7.
- Vasquez, L. (2002). *pavement condition index (pci) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

## ANEXOS

**Anexo N° 1: Matriz de consistencia**

| planteamiento del problema                                                                                                                                                         | objetivos                                                                                                                                                                                      | hipótesis                                                                                                                                                                  | variables                                                 | dimensiones                                     | indicadores                             | unidad de medida            | metodología e instrumento                                                   | fuente                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>PROBLEMA PRINCIPAL:</b><br>¿Cómo la evaluación funcional del micro pavimento determina el tipo de intervención vial del tramo Paucará – Patoccocha en la provincia de Acobamba? | <b>OBJETIVO PRINCIPAL:</b><br>Desarrollar la evaluación funcional del micro pavimento para determinar el tipo de intervención vial del tramo Paucará – Patoccocha en la provincia de Acobamba. | <b>HIPOTESIS PRINCIPAL:</b><br>La evaluación funcional determinara la elección del tipo de intervención vial en el tramo Paucará – Patoccocha, Acobamba, Huancavelica 2021 | <b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b><br>evaluación funcional    | Condición del micro pavimento                   | Índice de condición de pavimentos (PCI) | Porcentaje %                | <b>Metodología:</b><br>Observación instrumento: Fichas de observación N° 01 | área de estudio (tramo Paucará - Patoccocha) |
| <b>PROBLEMAS ESPECIFICOS:</b><br>a) ¿Cuál es la condición actual del micro pavimento del tramo Paucará – Patoccocha?                                                               | <b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b><br>a) Hallar la condición actual del micro pavimento en el tramo Paucará – Patoccocha.                                                                           | <b>HIPOTESIS ESPECIFICOS:</b><br>a) La condición actual del micro pavimento en el tramo Paucará – Patoccocha estará entre regular y malo.                                  |                                                           | regularidad del micro pavimento                 | índice de rugosidad del pavimento (IRI) | mm/km                       | <b>Metodología:</b><br>Observación instrumento: Fichas de observación N° 02 | área de estudio (tramo Paucará - Patoccocha) |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                            | serviciabilidad del micro pavimento                       | índice de serviciabilidad del pavimento (PSI)   | porcentaje %                            | Fichas de observación N° 02 | área de estudio (tramo Paucará - Patoccocha)                                |                                              |
| b) ¿Cuál es el valor del Índice de Rugosidad Internacional en el tramo Paucará – Patoccocha?                                                                                       | b) Determinar el valor de Índice de Rugosidad Internacional del tramo Paucará – Patoccocha.                                                                                                    | b) El valor de rugosidad del tramo Paucará – Patoccocha estará entre 3mm/km y 4mm/km.                                                                                      | <b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b><br>Tipo de intervención vial | mejoramiento de las características de las vías | mantenimiento vial                      | nominal                     | Resultados de PCI, IRI, PSI                                                 | área de estudio (tramo Paucará - Patoccocha) |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                            |                                                           | rehabilitación vial                             | reconstrucción vial                     | nominal                     | Resultados de PCI, IRI, PSI                                                 | área de estudio (tramo Paucará - Patoccocha) |
| c) ¿Cuál es el Índice de Serviciabilidad presente en el tramo Paucará – Patoccocha?                                                                                                | c) Calcular el Índice de Serviciabilidad presente en el tramo Paucará – Patoccocha                                                                                                             | c) El índice de serviciabilidad presente del tramo Paucará – Patoccocha es regular.                                                                                        |                                                           |                                                 | rehabilitación vial                     | nominal                     | Resultados de PCI, IRI, PSI                                                 | área de estudio (tramo Paucará - Patoccocha) |

**Anexo N° 2:** Operacionalización de variables

| <b>variables</b>                    | <b>indicadores</b>                            | <b>unidad de medida</b> | <b>metodología e instrumentos</b>                                         | <b>fuentes</b>                               |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>V1:<br/>Evaluación funcional</b> | Índice de condición de pavimento (PCI)        | Porcentaje (%)          | Metodología:<br>observación<br><br>Instrumento:<br>Fichas de observación  | Área de estudio (tramo Paucará – Patoccocha) |
|                                     | Índice de rugosidad de pavimento (IRI)        | Mm/km                   | Metodología:<br>observación<br><br>Instrumentos:<br>Fichas de observación | Área de estudio (tramo Paucará – Patoccocha) |
|                                     | Índice de serviciabilidad del pavimento (PSI) | Porcentaje (%)          | Fichas de observación                                                     | Área de estudio (tramo Paucará – Patoccocha) |
| <b>V2: Tipo de intervención</b>     | Mantenimiento                                 | nominal                 | Resultados de PCI, IRI, PSI                                               | Área de estudio (tramo Paucará – Patoccocha) |
|                                     | Rehabilitación                                | nominal                 | Resultados de PCI, IRI, PSI                                               | Área de estudio (tramo Paucará – Patoccocha) |
|                                     | Reconstrucción                                | nominal                 | Resultados de PCI, IRI, PSI                                               | Área de estudio (tramo Paucará – Patoccocha) |

**Anexo n° 3:** fichas de recolección de datos en campo para PCI e IRI.

Ficha de recolección de datos N° 01 para el cálculo del índice de condición de pavimento (PCI)

|  |                                        | EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS                                                                                                               |                      |                           |                               |                               |     |  |       |              |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|----------------|
|                                                                                   |                                        | METODO PCI(PAVIMENT CONDITION INDEX)                                                                                                               |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        | INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS                                                                                                                  |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| <b>PROYECTO:</b>                                                                  |                                        | "EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL MICRO PAVIMENTO PARA DETERMINAR EL TIPO DE INTERVENCIÓN VIAL DEL TRAMO PAUCARA – PATOCCOCHA, ACOBAMBA-HUANCAVELICA 2021" |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| <b>TRAMO:</b>                                                                     |                                        | PAUCARA - PATOCCOCHA                                                                                                                               |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| <b>UNIDAD DE MUESTRA:</b>                                                         |                                        |                                                                                                                                                    |                      | <b>EVALUADOR:</b>         |                               | BR. SANCHEZ MATOS ROGER BRVAM |     |                                                                                     |       |              |                |
| <b>PROGRESIVA INICIAL:</b>                                                        |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| <b>PROGRESIVA FINAL:</b>                                                          |                                        |                                                                                                                                                    |                      | <b>FECHA:</b>             |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| <b>AREA DE LA MUESTRA (m2):</b>                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| N°                                                                                | TIPOS DE FALLAS                        | Cod.                                                                                                                                               | Und.                 | 13                        | Huecos                        | HUE                           | Und |                                                                                     |       |              |                |
| 1                                                                                 | Piel de cocodrilo                      | PC                                                                                                                                                 | m2                   | 14                        | Cruce de vía ferrea           | CVF                           | m2  |                                                                                     |       |              |                |
| 2                                                                                 | exudacion                              | EX                                                                                                                                                 | m2                   | 15                        | Ahuellamiento                 | AHU                           | m2  |                                                                                     |       |              |                |
| 3                                                                                 | agrietamiento en bloque                | BLO                                                                                                                                                | m2                   | 16                        | Dezplamiento                  | DES                           | m2  |                                                                                     |       |              |                |
| 4                                                                                 | abultamientos y hundimientos           | ABH                                                                                                                                                | m2                   | 17                        | Grieta parabolica             | GP                            | m2  |                                                                                     |       |              |                |
| 5                                                                                 | Corrugacion                            | COR                                                                                                                                                | m2                   | 18                        | Hinchamiento                  | HN                            | m2  |                                                                                     |       |              |                |
| 6                                                                                 | Depresión                              | DEP                                                                                                                                                | m2                   | 19                        | Desprendimientos de agregados | DAG                           | m2  |                                                                                     |       |              |                |
| 7                                                                                 | Grieta de borde                        | GB                                                                                                                                                 | m                    |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| 8                                                                                 | Grieta de reflexión de junta           | GR                                                                                                                                                 | m                    |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| 9                                                                                 | Desnivel carril/berma                  | DN                                                                                                                                                 | m                    |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| 10                                                                                | grietas longitudinales y transversales | GLT                                                                                                                                                | m                    |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| 11                                                                                | parqueo                                | PA                                                                                                                                                 | m2                   |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
| 12                                                                                | Pulimiento de agregados                | PU                                                                                                                                                 | m2                   |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      | CALIFICACION DE SEVERIDAD |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      | BAJA                      | Low                           | L                             |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      | MEDIA                     | Medium                        | M                             |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      | ALTA                      | High                          | H                             |     |                                                                                     |       |              |                |
| FALLA                                                                             | SEVERIDAD                              | UND                                                                                                                                                | CANTIDADES PARCIALES |                           |                               |                               |     |                                                                                     | TOTAL | DENSIDAD (%) | VALOR DEDUCIDO |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |
|                                                                                   |                                        |                                                                                                                                                    |                      |                           |                               |                               |     |                                                                                     |       |              |                |

Fuente: ASTM INTERNACIONAL D6433-03 Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos

Ficha de recolección de datos N°02 para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--|--|--|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b>                                                                                                               |                      |  |  |  |                                         |  |
|                                                                                   | FACULTAD DE INGENIERIA                                                                                                                             |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|                                                                                   | <b>EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS</b>                                                                                                        |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|                                                                                   | INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL                                                                                                                  |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
| <b>PROYECTO:</b>                                                                  | "EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL MICRO PAVIMENTO PARA DETERMINAR EL TIPO DE INTERVENCIÓN VIAL DEL TRAMO PAUCARA – PATOCCOCHA, ACOBAMBA-HUANCAVELICA 2021" |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  | EVALUADOR: BACH. ROGER B. SANCHEZ MATOS |                                                                                     |
| UM-000                                                                            |                                                                                                                                                    | LI:                  |  |  |  | LF:                                     |                                                                                     |
| FECHA:                                                                            |                                                                                                                                                    | ESPESOR DE PASTILLA: |  |  |  | RELACION BRAZOS:                        |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
| HUELLA                                                                            |                                                                                                                                                    | INICIO:              |  |  |  | FINAL:                                  |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  | <b>TIPOS DE PAVIMENTO</b>               |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  | AFIRMADO                                |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  | BASE GRANULAR                           |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  | BASE IMPRIMIDA                          |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  | TRATAMIENTO BICAPA                      |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  | CARPETA EN FRIO                         |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  | CARPETA EN CALIENTE                     |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  | RECAPEO ASFALTICO                       |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  | OTROS                                   |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |
|                                                                                   |                                                                                                                                                    |                      |  |  |  |                                         |                                                                                     |

Fuente: Manual del usuario MERLINER





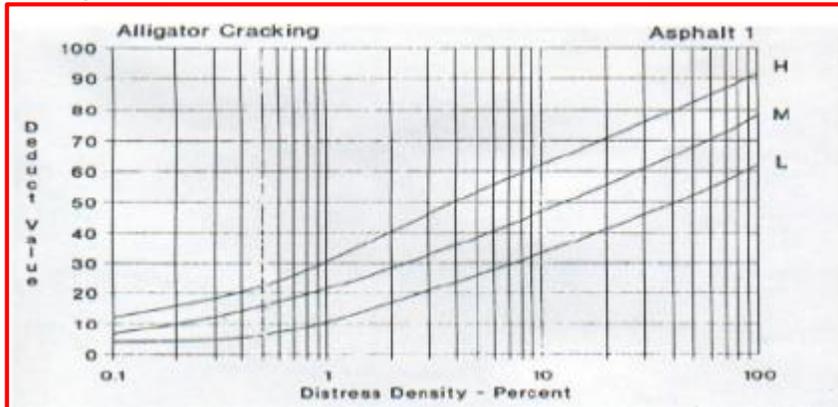
**Anexo n° 5:** Metrado de las fallas existentes por severidad de la vía Paucará – Patoccocha.

| Item | Tipo de falla                     | Unidad | Nivel de severidad | Metrado |
|------|-----------------------------------|--------|--------------------|---------|
| 1    | PIEL DE COCODRILO                 | m2     | L                  | 192.82  |
|      |                                   |        | M                  | 127.92  |
|      |                                   |        | H                  | 30.95   |
| 2    | EXUDACION                         | m2     | L                  | 7.165   |
|      |                                   |        | M                  | 0       |
|      |                                   |        | H                  | 0       |
| 3    | AGRIETAMIENTO EN BLOQUE           | m2     | L                  | 16.11   |
|      |                                   |        | M                  | 0       |
|      |                                   |        | H                  | 0.29    |
| 4    | ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO        | m2     | L                  | 260.47  |
|      |                                   |        | M                  | 7.9     |
|      |                                   |        | H                  | 1.2     |
| 5    | CORRUGACION                       | m2     | L                  | 0       |
|      |                                   |        | M                  | 0       |
|      |                                   |        | H                  | 0       |
| 6    | DEPRESION                         | m2     | L                  | 0       |
|      |                                   |        | M                  | 0       |
|      |                                   |        | H                  | 0       |
| 7    | GRIETAS DE BORDE                  | m      | L                  | 432.08  |
|      |                                   |        | M                  | 970.77  |
|      |                                   |        | H                  | 419.21  |
| 8    | GRIETAS DE REFLEXION DE JUNTAS    | m      | L                  | 0       |
|      |                                   |        | M                  | 0       |
|      |                                   |        | H                  | 0       |
| 9    | DESNIVEL CARRIL BERMA             | m      | L                  | 2015.08 |
|      |                                   |        | M                  | 285.91  |
|      |                                   |        | H                  | 12.82   |
| 10   | GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL | m      | L                  | 203.15  |
|      |                                   |        | M                  | 166.19  |
|      |                                   |        | H                  | 46.32   |
| 11   | PARCHEO                           | m2     | L                  | 497.47  |
|      |                                   |        | M                  | 368.86  |
|      |                                   |        | H                  | 145.04  |

|    |                                   |     |   |          |
|----|-----------------------------------|-----|---|----------|
| 12 | PULIMIENTO DE<br>AGREGADOS        | m2  | L | 0        |
|    |                                   |     | M | 0        |
|    |                                   |     | H | 0        |
| 13 | BACHES                            | und | L | 189      |
|    |                                   |     | M | 124      |
|    |                                   |     | H | 201      |
| 14 | CRUCE DE VIA<br>FERREA            | m2  | L | 0        |
|    |                                   |     | M | 0        |
|    |                                   |     | H | 0        |
| 15 | AHUELLAMIENTO                     | m2  | L | 132.33   |
|    |                                   |     | M | 15       |
|    |                                   |     | H | 1.75     |
| 16 | DESPLAZAMIENTO                    | m2  | L | 4.442    |
|    |                                   |     | M | 0        |
|    |                                   |     | H | 0        |
| 17 | GRIETA<br>PARABOLICA              | m2  | L | 7        |
|    |                                   |     | M | 0.96     |
|    |                                   |     | H | 0        |
| 18 | HINCHAMIENTO                      | m2  | L | 0        |
|    |                                   |     | M | 0        |
|    |                                   |     | H | 0        |
| 19 | DESPERENDIMIEN<br>TO DE AGREGADOS | m2  | L | 17436.79 |
|    |                                   |     | M | 608.536  |
|    |                                   |     | H | 473.2    |

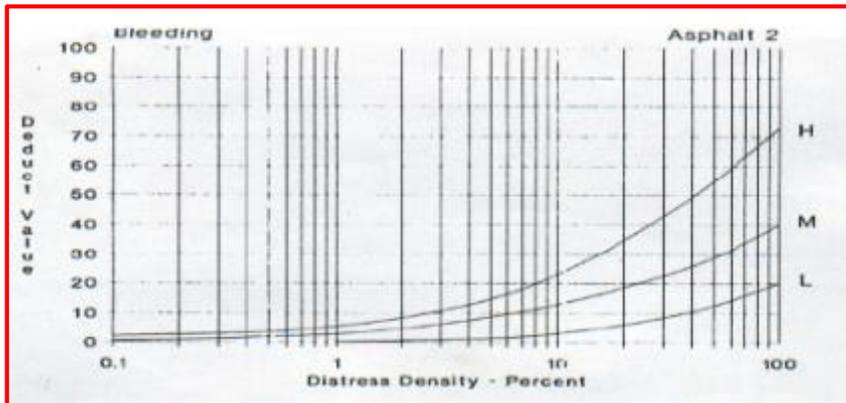
**Anexo n° 6:** Curvas de valores deducidos para pavimento asfáltico:

1) Falla piel de cocodrilo



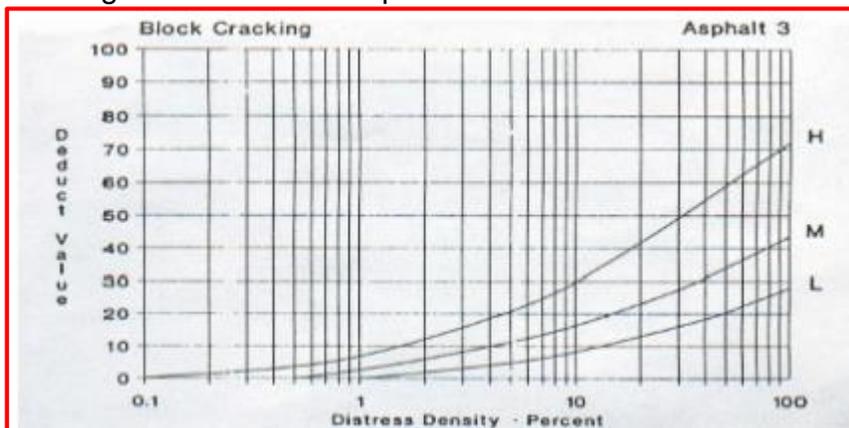
Fuente: (Vasquez, 2002)

2) Falla exudación:



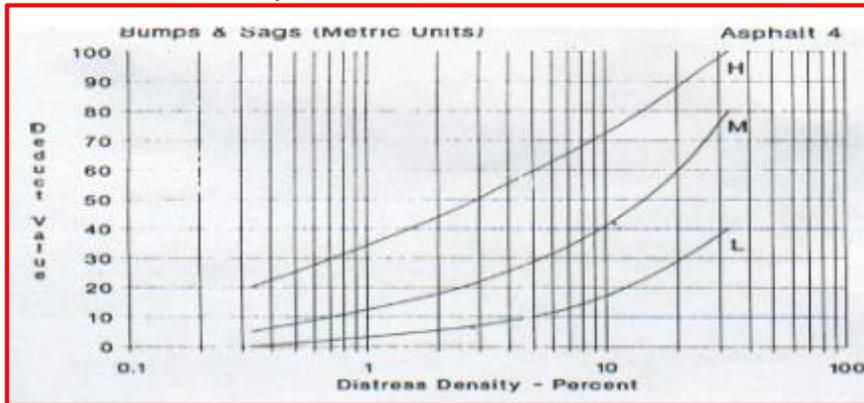
Fuente: (Vasquez, 2002)

3) Falla agrietamiento en bloque:



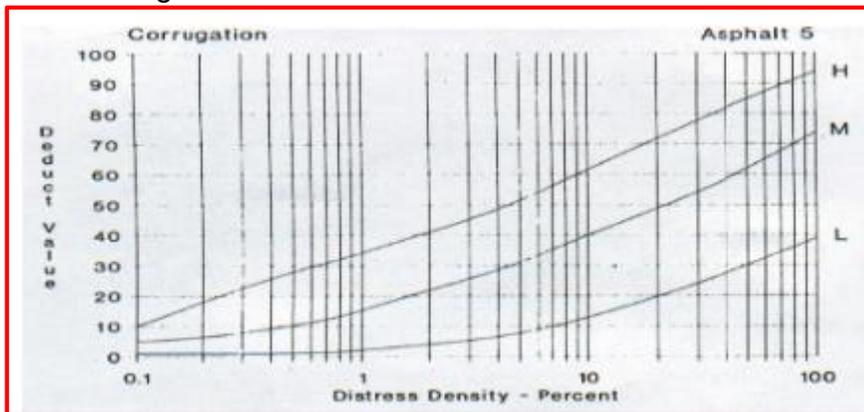
Fuente: (Vasquez, 2002)

4) Falla abultamiento y hundimiento:



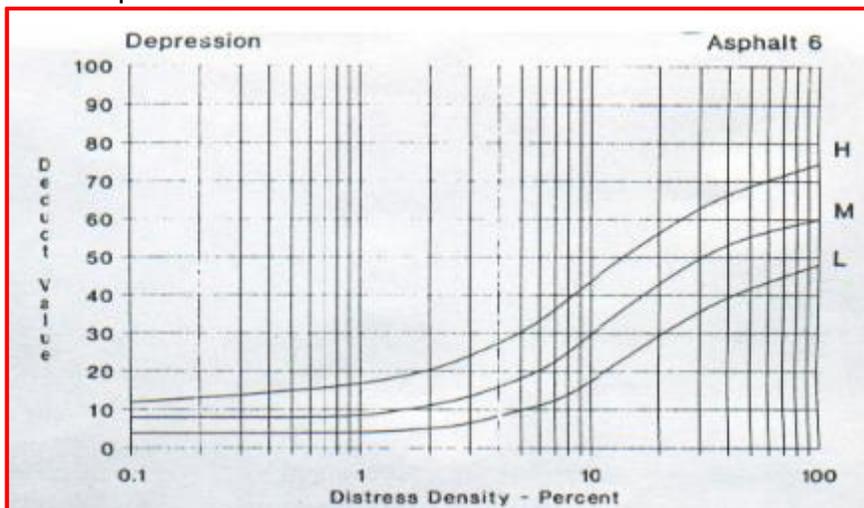
Fuente: (Vasquez, 2002)

5) Falla corrugación:



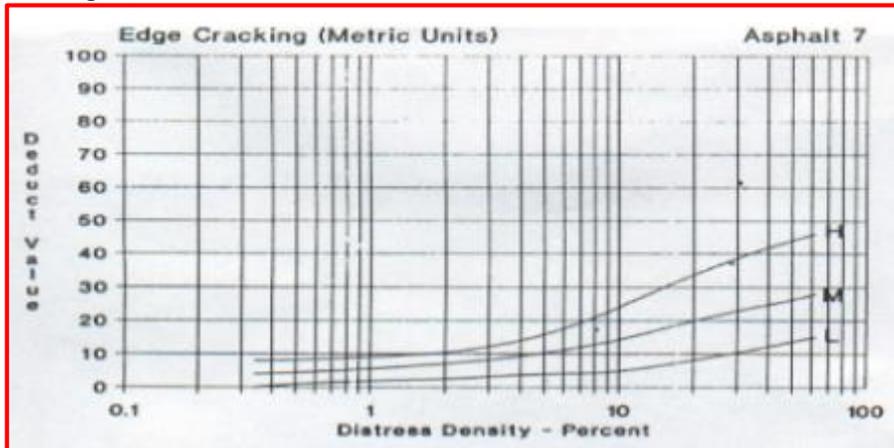
Fuente: (Vasquez, 2002)

6) Falla depresión:



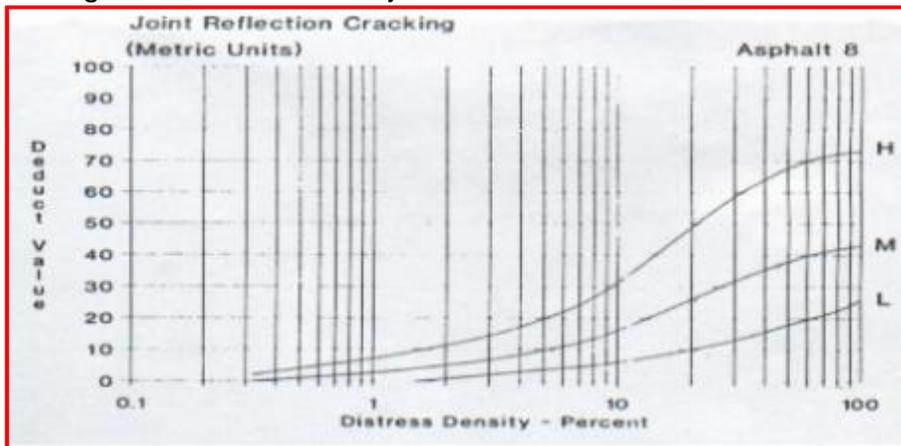
Fuente; (Vasquez, 2002)

7) Falla grieta de borde:



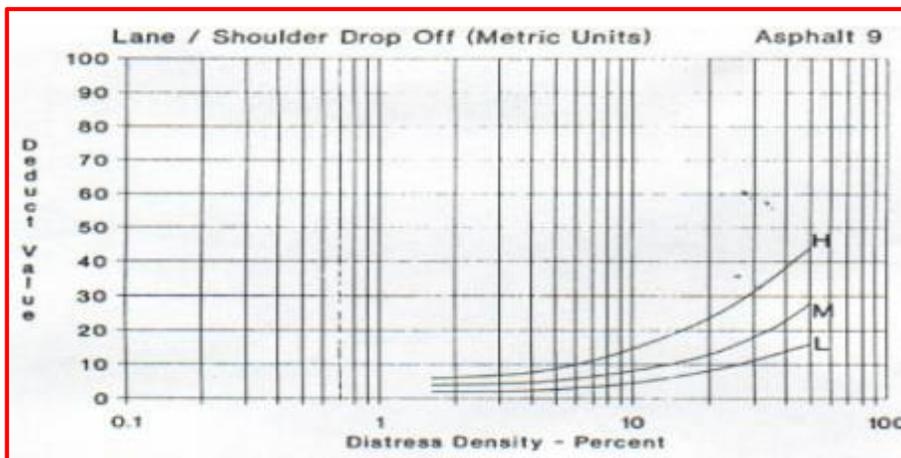
Fuente: (Vasquez, 2002)

8) Falla grieta de reflexión de juntas:



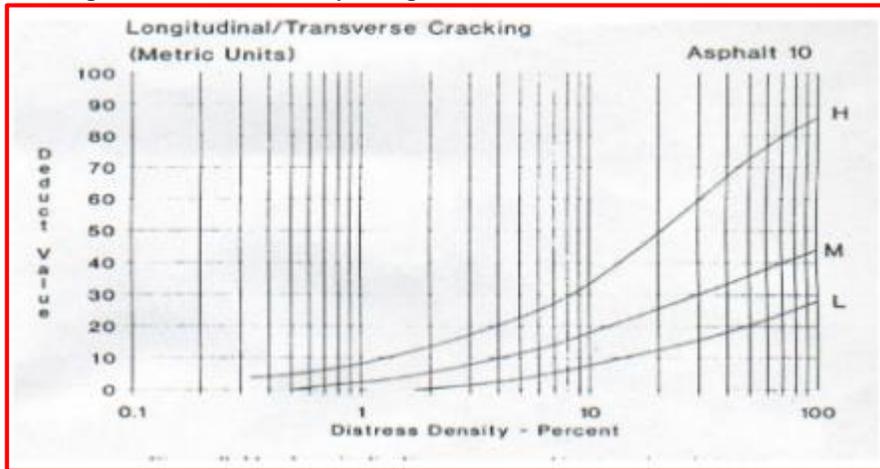
Fuente: (Vasquez, 2002)

9) Falla desnivel carril/berma:



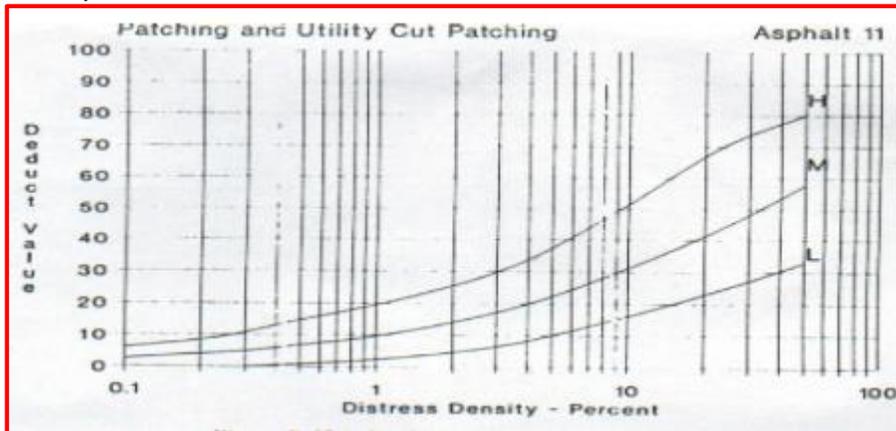
Fuente: (Vasquez, 2002)

10)Falla grieta transversal y longitudinal:



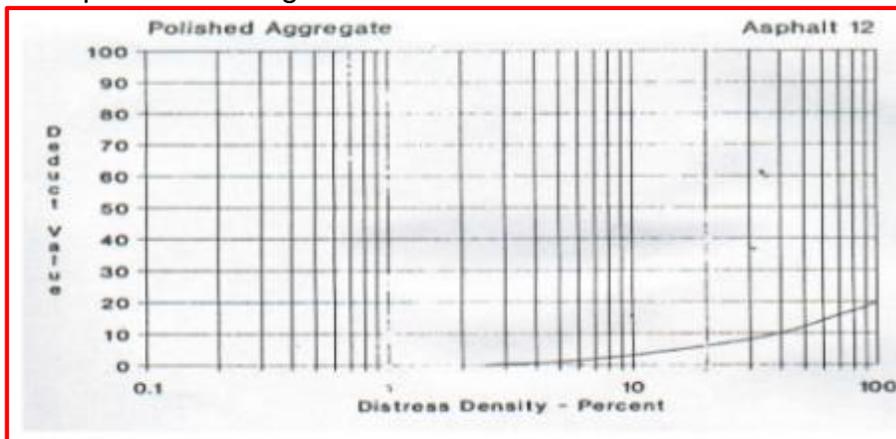
Fuente: (Vasquez, 2002)

11)Falla parcheo:



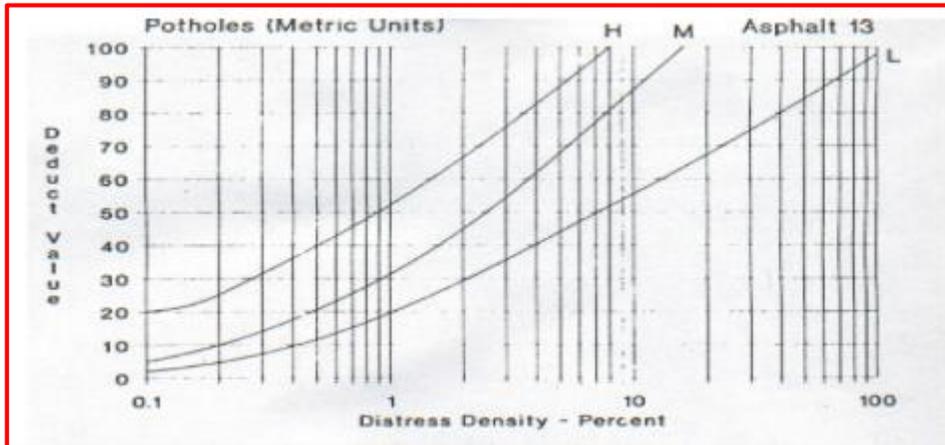
Fuente: (Vasquez, 2002)

12)Falla pulimiento de grietas:



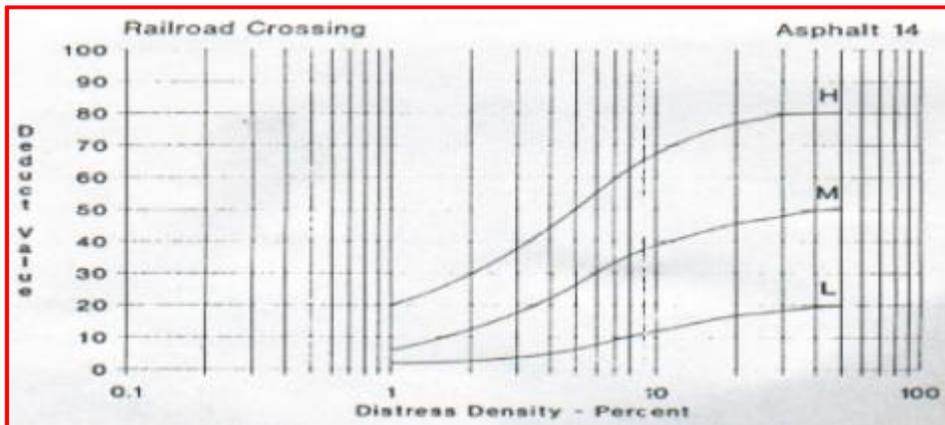
Fuente: (Vasquez, 2002)

13)Falla bache:



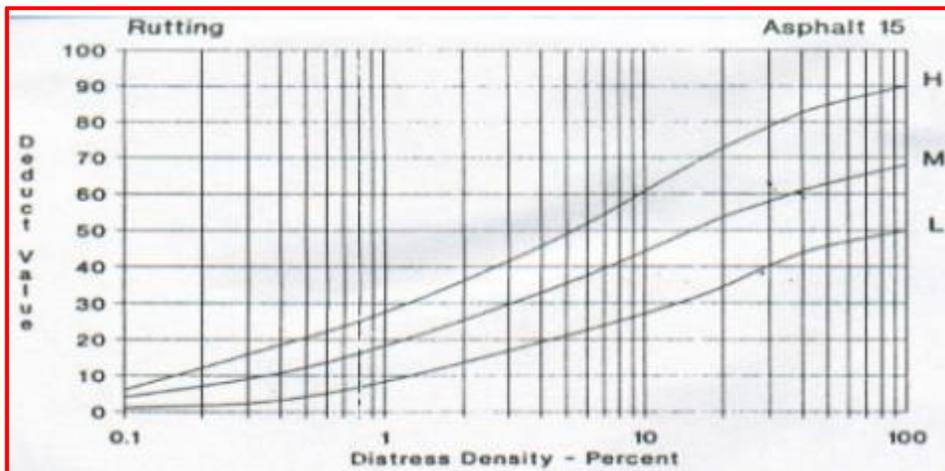
Fuente: (Vasquez, 2002)

14)Falla cruce de vías férreas:



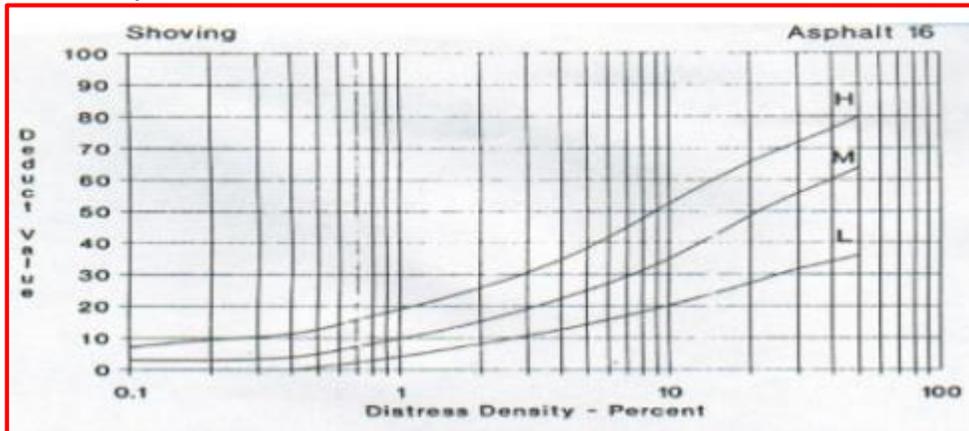
Fuente: (Vasquez, 2002)

15)Falla ahuellamiento:



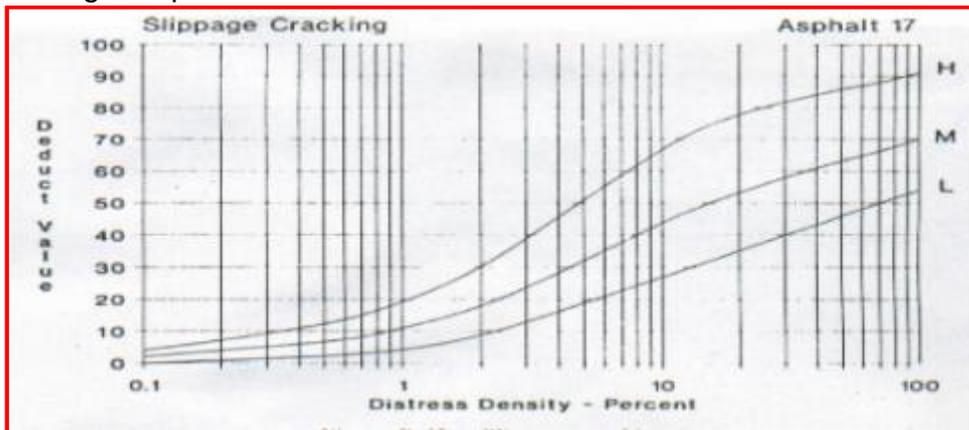
Fuente: (Vasquez, 2002)

16)Falla desplazamiento:



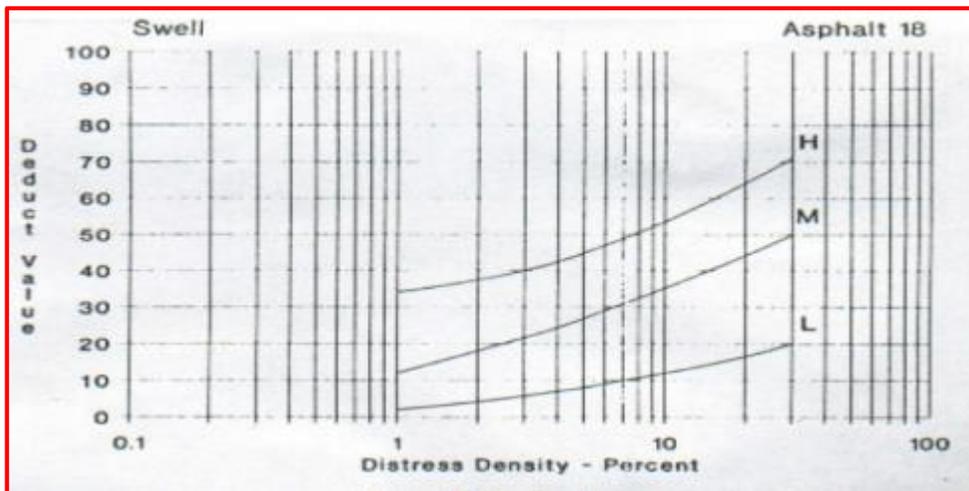
Fuente: (Vasquez, 2002)

17)Falla grieta parabólica:



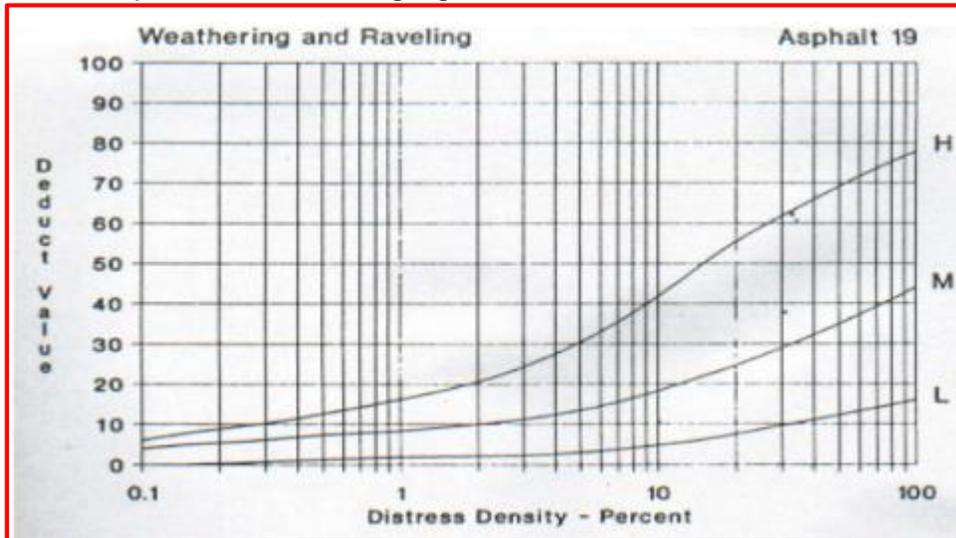
Fuente: (Vasquez, 2002)

18)Falla hinchamiento:



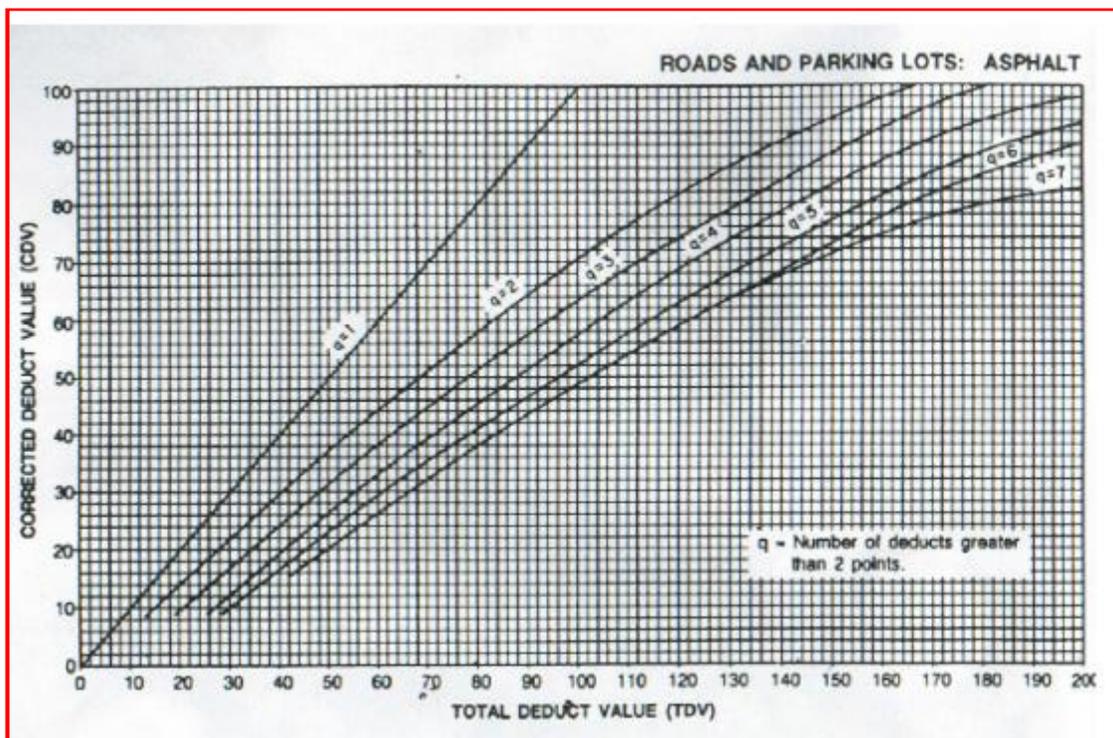
Fuente: (Vasquez, 2002)

19)Falla desprendimiento de agregados:



Fuente: (Vasquez, 2002)

Curva para determinar los valores máximos corregidos PCI:



Fuente: (Vasquez, 2002)

**Anexo n° 7:** Panel fotográfico:

Evaluación PCI:

**Foto n° 1:** Falla desnivel carril/berma severidad M, UM-009 progresiva 63+520 – 63+460



**Foto n° 2:** Falla piel de cocodrilo con severidad M, UM-019 progresiva 62+920 – 62+860



**Foto n° 3:** Falla piel de cocodrilo con severidad M, UM-033 progresiva 62+080 – 62+020



**Foto n° 4:** Falla parcheo con severidad L, UM-041 progresiva 61+600 – 61+540



**Foto n° 5:** Falla desprendimiento de agregados con severidad L, UM-065 progresiva 60+160 – 60+100



**Foto n° 6:** Falla parcheo con severidad L, UM-071 progresiva 59+800 – 59+740



**Foto n° 7:** Falla bache con severidad L, UM-079 progresiva 59+320 – 59+260



**Foto n° 8:** Falla bache con severidad M, UM-083 progresiva 59+080 – 59+020



**Foto n° 9:** Falla bache con severidad M y L, UM-091 progresiva 58+600 – 58+540



**Foto n° 10:** falla bache con severidad L y M, UM-093 progresiva 58+480 – 58+420



**Foto n° 11:** falla parcheo con severidad L, UM-097 progresiva 58+240 – 58+180



**Foto n° 12:** Falla bache con severidad H, UM-107 progresiva 57+640 – 57+580



**Foto n° 13:** Falla grieta de borde con severidad H, UM-109 progresiva 57+520 – 57+460



**Foto n°14:** Falla parcheo con severidad L, UM-125 progresiva 56+560 – 56+500



**Foto n° 15:** falla bache y parcheo, UM-129 progresiva 56+320 – 56+260



**Foto n° 16:** Falla grieta de borde con severidad H, UM-165 progresiva 54+160 – 54+100



**Foto n° 17:** Falla desprendimiento de agregados con severidad H, UM-171 progresiva 53+800– 53+740



**Foto n° 18:** Falla desprendimiento de agregados, UM-177 progresiva 53+440– 53+380



**Foto n° 19:** falla piel de cocodrilo con severidad M, UM-193 progresiva 52+480–52+420



**Foto n° 20:** Falla bache con severidad H, UM-197 progresiva 52+240– 52+180



**Foto n° 21:** Falla bache con severidad H, UM-203 progresiva 51+880– 51+820



**Foto n° 22:** Falla desprendimiento de agregados, UM-207 progresiva 51+640– 51+580



**Foto n° 23:** Falla bache con severidad H, UM-217 progresiva 51+040 – 50+980



**Foto n° 24:** Falla desprendimiento de agregados, UM-218 progresiva 50+980 – 50+920



Evaluación del IRI:

**Foto n° 25:** Calibración del rugosímetro Merlín para empezar con la evaluación.



**Foto n° 26:** Tablero de marcación de los valores en el rugosímetro Merlín, marcando 25 para iniciar con la evaluación



**Foto n° 27:** Evaluación del IRI con el rugosímetro Merlín.



**Foto n° 28:** Evaluación del IRI en el kilómetro 57.



**Foto n° 29:** Evaluación del IRI del tramo Paucará – Patoccocha



**Foto n° 30:** Evaluación del IRI tramo Paucará – Patoccocha progresiva 51+000.



**Foto n° 31:** Vista del evaluador y asistente obteniendo los datos para el cálculo del IRI del tramo Paucará – Patoccocha.



**Foto n° 32:** Evaluación del IRI en el tramo Paucará – Patoccocha, donde se observa la falla bache.



**Foto n° 33:** Evaluación del IRI en el tramo Paucará – Patoccocha utilizando todos los implementos de seguridad.



**Foto n° 34:** Evaluación del IRI en el tramo Paucará – Patoccocha utilizando todos los implementos de seguridad.

