



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE
VÍAS NO PAVIMENTADAS APLICANDO LAS METODOLOGÍAS
DE MTC, MOP Y URCI PARA EL MANTENIMIENTO VIAL DE
LA RUTA PU 905 (CALLEJÓN - RAMIS), TARACO, 2023**

TESIS

PRESENTADA POR:

JOSE LUIS CALLATA VILCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE VÍAS NO PAVIMENTADAS APLICANDO LAS METODOLOGÍAS DE MTC, MOP Y URCI PARA EL MANTENIMIENTO VIAL DE LA RUTA PU 905 (CALLEJÓN - RAMIS), TARACO, 2023

AUTOR

JOSE LUIS CALLATA VILCA

RECuento DE PALABRAS

17647 Words

RECuento DE CARACTERES

95020 Characters

RECuento DE PÁGINAS

97 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.9MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 1, 2024 7:40 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 1, 2024 7:42 AM GMT-5

● **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

VºBº
10 de julio 2024

Ing. Jaime Medina Leiva
DOCENTE UNIVERSITARIO
COD. UNA N° 910545
SUB DIRECCION INVESTIGACION EPIK

VºBº

Ing. Emilio Castillo Aroni
DOCENTE UNIVERSITARIO
COD. UNA N° 920514



DEDICATORIA

A Dios, por permitirme gozar de su amor puro, mostrarme el camino correcto y que siempre me ha brindado fuerzas para poder culminar el presente trabajo.

A mis padres Santos Callata Vilca y Yolanda Vilca Quispe en reconocimiento a su sacrificio, su amor sincero, consejos y apoyo incondicional quienes siempre fueron mi inspiración en todo momento para cumplir este objetivo, ellos son mi motivo y razón para seguir adelante y cumplir mis metas.

A mi hermana Maribel Yaneth Callata Vilca por el gran cariño, confianza y apoyo que me ha brindado, y que me impulsó a ser mejor cada día y me ayudó a levantarme dándome ánimos constantes en cada caída.

Jose Luis Callata Vilca



AGRADECIMIENTOS

A la prestigiosa Universidad Nacional del Altiplano de Puno, por ser la primera casa de estudios y darme la oportunidad de formarme profesionalmente y haber permitido adquirir conocimientos, crecer y desarrollarnos a nivel profesional.

A la prestigiosa Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por la excelencia académica y la calidad de los docentes que me ayudaron a formarme profesionalmente.

A mi asesor Ing. Emilio Castillo Aroni, quien con su paciencia logró orientarme, aconsejarme y guiarme, así como su predisposición para el desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación.

A mis jurados Ingenieros Samuel Huaquisto Cáceres, Cesar Edwin Guerra Ramos, y Nicolas Luza Flores por su disponibilidad y haberme guiado en el desarrollo y culminación de la presente investigación.

Jose Luis Callata Vilca



ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|---|-----------|
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTOS | |
| ÍNDICE GENERAL | |
| ÍNDICE DE FIGURAS | |
| ÍNDICE DE TABLAS | |
| ACRÓNIMOS | |
| RESUMEN | 14 |
| ABSTRACT..... | 15 |
| CAPÍTULO I | |
| INTRODUCCIÓN | |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 16 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 17 |
| 1.2.1. Problema general..... | 17 |
| 1.2.2. Problemas específicos | 17 |
| 1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN | 18 |
| 1.3.1. Hipótesis general | 18 |
| 1.3.2. Hipótesis específicas | 18 |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO | 19 |
| 1.4.1. Justificación técnica | 19 |
| 1.4.2. Justificación social | 19 |
| 1.4.3. Justificación económica | 20 |
| 1.4.4. Justificación ambiental..... | 20 |
| 1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 20 |



| | |
|------------------------------------|----|
| 1.5.1. Objetivo general | 20 |
| 1.5.2. Objetivos específicos | 21 |

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

| | |
|---|-----------|
| 2.1. ANTECEDENTES | 22 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales | 22 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales | 24 |
| 2.1.3. Antecedentes locales | 27 |
| 2.2. MARCO TEÓRICO | 28 |
| 2.2.1. Sistema Vial del Perú | 28 |
| 2.2.2. Vías no Pavimentadas | 30 |
| 2.2.3. Evaluación de la Vía | 34 |
| 2.2.4. Condición de la vía no pavimentada | 35 |
| 2.2.5. Mantenimiento vial | 41 |
| 2.2.6. Eficacia, Eficiencia y Efectividad | 43 |
| 2.2.7. Indicadores de eficacia, eficiencia y efectividad..... | 44 |

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | |
|---|-----------|
| 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO..... | 45 |
| 3.1.1. Ubicación Geográfica..... | 45 |
| 3.1.2. Ubicación Política | 46 |
| 3.1.3. Accesibilidad..... | 48 |
| 3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO | 48 |
| 3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 48 |
| 3.3.1. Tipo de investigación | 48 |
| 3.3.2. Nivel de investigación..... | 48 |



| | |
|--|-----------|
| 3.3.3. Diseño de investigación | 49 |
| 3.3.4. Enfoque de la investigación | 49 |
| 3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO | 49 |
| 3.4.1. Población..... | 49 |
| 3.4.2. Muestra..... | 49 |
| 3.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS | 50 |
| 3.5.1. Técnicas de recolección de datos | 50 |
| 3.5.2. Instrumentos de recolección de datos | 50 |
| 3.6. EVALUACIÓN MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL – MTC | 54 |
| 3.6.1. Selección de unidades de muestreo según la metodología..... | 54 |
| 3.6.2. Levantamiento de fallas en la vía según la metodología..... | 54 |
| 3.6.3. Cálculo de la calificación de condición de la vía..... | 56 |
| 3.7. EVALUACIÓN MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE POLÍTICA DE CONSERVACIÓN VIAL - MOP | 59 |
| 3.7.1. Selección de Unidades de Muestreo según la Metodología..... | 59 |
| 3.7.2. Levantamiento de Fallas según la Metodología..... | 60 |
| 3.7.3. Cálculo del valor ICNP de las unidades de muestreo | 61 |
| 3.8. EVALUACIÓN MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE MANUAL TÉCNICO UNSURFACED ROAD MAINTENANCE MANAGEMENT – URCI | 62 |
| 3.8.1. Selección de Unidades de muestreo según la Metodología | 62 |
| 3.8.2. Levantamiento de fallas según la metodología | 63 |
| 3.8.3. Cálculo del URCI de las unidades de muestreo | 63 |



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | |
|---|-----------|
| 4.1. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SEGÚN LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL – MTC | 68 |
| 4.1.1. Datos recolectados según la metodología del MTC..... | 68 |
| 4.1.2. Resultados según la Metodología del MTC | 68 |
| 4.2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SEGÚN LA METODOLOGÍA DE POLÍTICA DE CONSERVACIÓN VIAL - MOP..... | 71 |
| 4.2.1. Datos Recolectados según la Metodología del MOP..... | 71 |
| 4.2.2. Resultados según la Metodología del MOP | 71 |
| 4.3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SEGÚN LA METODOLOGÍA DEL MANUAL TÉCNICO UNSURFACED ROAD MAINTENANCE MANAGEMENT – URCI | 73 |
| 4.3.1. Datos Recolectados según la Metodología del URCI..... | 73 |
| 4.3.2. Resultados según la Metodología del URCI..... | 74 |
| 4.4. COMPARACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS..... | 76 |
| 4.5. PROPUESTA PARA EL MANTENIMIENTO VIAL..... | 82 |
| 4.6. DISCUSIÓN..... | 86 |
| V. CONCLUSIONES..... | 89 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 90 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 91 |
| ANEXOS..... | 95 |

Tema: Conservación y Mantenimiento Vial

Área: Transportes

Línea de Investigación: Transportes y Gestión Vial

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 04 de julio del 2024



ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1 Símbolos del sistema vial..... | 29 |
| Figura 2 Sección de una vía no pavimentada típica | 31 |
| Figura 3 Deterioro de las vías no pavimentadas conforme el paso de los años. | 33 |
| Figura 4 Deformación | 36 |
| Figura 5 Erosión | 37 |
| Figura 6 Baches (huecos) | 37 |
| Figura 7 Encalaminado..... | 38 |
| Figura 8 Lodazal..... | 39 |
| Figura 9 Cruce de agua..... | 39 |
| Figura 10 Polvo | 40 |
| Figura 11 Agregado suelto (pérdida de agregados)..... | 41 |
| Figura 12 Indicadores de eficacia, eficiencia y efectividad | 44 |
| Figura 13 Ubicación geográfica del estudio..... | 45 |
| Figura 14 Ubicación política a nivel departamental..... | 46 |
| Figura 15 Ubicación política a nivel provincial | 47 |
| Figura 16 Ubicación política a nivel distrital | 47 |
| Figura 17 Ficha de evaluación para vías no pavimentadas - MTC | 51 |
| Figura 18 Ficha de evaluación para vías no pavimentadas - MOP | 52 |
| Figura 19 Ficha de evaluación para vías no pavimentadas - URCI | 53 |
| Figura 20 Unidades de muestreo para la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis) - MTC..... | 54 |
| Figura 21 Levantamiento de las fallas - MTC..... | 55 |
| Figura 22 Cálculo de porcentaje de extensión del deterioro o falla | 56 |



| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 23 | Cálculo de extensión promedio ponderado..... | 57 |
| Figura 24 | Cálculo de puntaje de condición resultante | 58 |
| Figura 25 | Ilustración de las unidades de muestra para la vía no Pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis) - MOP..... | 60 |
| Figura 26 | Levantamiento de las fallas - MOP..... | 60 |
| Figura 27 | Unidades de muestreo para la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis) - URCI..... | 62 |
| Figura 28 | Levantamiento de las fallas – URCI..... | 63 |
| Figura 29 | Cálculo de la densidad porcentual individual | 64 |
| Figura 30 | Cálculo del valor deducible en ábaco de sección transversal incorrecta | 65 |
| Figura 31 | Cálculo de valores deducibles..... | 66 |
| Figura 32 | Cálculo del valor deducible total (TVD) y el valor de (q)..... | 66 |
| Figura 33 | Cálculo del índice de condición de la vía no pavimentada - URCI..... | 67 |
| Figura 34 | Tipos de daños en la vía no pavimentada según la metodología del MTC de la ruta PU 905 (Callejón -Ramis)..... | 69 |
| Figura 35 | Tipos de daños en la vía no pavimentada según la metodología del MOP de la ruta PU 905 (Callejón -Ramis)..... | 71 |
| Figura 36 | Tipos de daños en la vía no pavimentada según la metodología del URCI de la ruta PU 905 (Callejón -Ramis)..... | 74 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|----------|---|
| Tabla 1 | Infraestructura vial del SINAC - 2023 30 |
| Tabla 2 | Etapas del ciclo normal de una vía no pavimentada 33 |
| Tabla 3 | Accesibilidad al lugar del estudio 48 |
| Tabla 4 | Resultados según la metodología del MTC de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis) 70 |
| Tabla 5 | Calificación condición promedio según MTC de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis) 70 |
| Tabla 6 | Resultados según la metodología del MOP de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis) 72 |
| Tabla 7 | Calificación condición promedio según MOP de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis) 73 |
| Tabla 8 | Resultados según la metodología del manual URCI de la ruta PU 905 (Callejón -Ramis) 75 |
| Tabla 9 | Calificación condición promedio según URCI de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis) 75 |
| Tabla 10 | Comparación de parámetros de las metodologías MTC, MOP y URCI..... 76 |
| Tabla 11 | Descripción de los indicadores de las metodologías MTC, MOP y URCI.. 78 |
| Tabla 12 | Eficacia, eficiencia y efectividad de las metodologías MTC, MOP y URCI 78 |
| Tabla 13 | Comparación de las metodologías MTC, MOP y URCI en la ruta 905 (Callejón -Ramis) 80 |
| Tabla 14 | Calificación promedio y condición según las metodologías MTC, MOP y URCI 81 |



| | | |
|----------|--|----|
| Tabla 15 | Medidas correctivas para la conservación según MTC para la ruta PU 905 (Callejón - Ramis)..... | 82 |
| Tabla 16 | Acciones asociadas para la conservación según MOP para la ruta PU 905 (Callejón - Ramis)..... | 82 |
| Tabla 17 | Alternativas de mantenimiento según URCI para la ruta PU 905 (Callejón - Ramis)..... | 83 |
| Tabla 18 | Propuesta de presupuesto de mantenimiento rutinario de la ruta 905 (Callejón - Ramis)..... | 84 |



ACRÓNIMOS

| | |
|--------|--|
| ICNP: | Índice de Condición de Estado de Caminos no Pavimentados |
| MTC: | Ministerio de Transportes y Comunicaciones |
| MOP: | Ministerio de Obras Públicas |
| OMS: | Organización Mundial de Salud |
| PCI: | Índice de Condición del Pavimento |
| SINAC: | Sistema Nacional de Carreteras |
| TDV: | Valor Deducible Total |
| URCI: | Unsurfaced Road Maintenance Management |
| H: | Alto |
| M: | Medio |
| L: | Bajo |



RESUMEN

En la actualidad la ruta PU 905 (Callejón – Ramis) viene presentando deterioros en la vía donde la causa principal es el deficiente mantenimiento vial puesto que se realizan sin alguna previa evaluación del estado en que se encuentran, generando problemas de servicialidad y confort en los usuarios. Teniendo en cuenta lo anterior, el presente estudio se realizó con la finalidad de evaluar y comparar el estado superficial de vías no pavimentadas aplicando las metodologías de MTC, MOP y URCI para el mantenimiento vial de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis), Taraco, 2023. La investigación es de tipo aplicada y de nivel descriptivo con diseño de la investigación no experimental-transversal. La población y muestra estuvo representada por la red vial vecinal de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis) con una longitud total de 3 Km. El sistema de recopilación de datos utilizado es la evaluación visual y el registro de datos según los formatos que corresponden a las metodologías de MTC, MOP y URCI. Como resultado se obtuvo según la metodología del MTC una calificación promedio de 406.37 que corresponde a un estado de condición bueno, según la metodología del MOP, un valor ICNP promedio de 6.59 que corresponde a un estado de condición bueno y según la metodología URCI, un valor de URCI promedio de 63.17 que corresponde a una clasificación de condición buena. Finalmente se concluyó que la vía no pavimentada según las metodologías del MTC, MOP y URCI, tiene un estado de condición BUENO, BUENO y BUENA respectivamente y requiere actividades de mantenimiento rutinario que tendrá un costo total de S/. 83,263.44 para que la vía preserve su nivel de servicio, seguridad y confort para el usuario.

Palabras clave: Camino vecinal, Evaluación superficial, Estado de condición, Inventario vial, Mantenimiento rutinario, Mantenimiento vial, Vía no pavimentada.



ABSTRACT

Currently, route PU 905 (Callejón – Ramis) is showing deterioration on the road where the main cause is poor road maintenance since they are carried out without any prior evaluation of the state in which they are located, generating problems of service and comfort in the users. Taking into account the above, the present study was carried out with the purpose of evaluating and comparing the surface condition of unpaved roads applying the MTC, MOP and URCI methodologies for the road maintenance of route PU 905 (Callejón - Ramis), Taraco. , 2023. The research is of an applied type and at a descriptive level with a non-experimental-cross-sectional research design. The population and sample were represented by the neighborhood road network of route PU 905 (Callejón – Ramis) with a total length of 3 km. The data collection system used is visual evaluation and data recording according to the corresponding formats. to the MTC, MOP and URCI methodologies. As a result, according to the MTC methodology, an average score of 406.37 was obtained, which corresponds to a good state of condition, according to the MOP methodology, an average ICNP value of 6.59, which corresponds to a good state of condition, and according to the URCI methodology, a average URCI value of 63.17 which corresponds to a good condition classification. Finally, it was concluded that the unpaved road according to the MTC, MOP and URCI methodologies, has a GOOD, GOOD and GOOD condition status respectively and requires routine maintenance activities that will have a total cost of S/. 83,263.44 so that the road preserves its level of service, safety and comfort for the user.

Keywords: Local roads, Surface evaluation, Condition status, Road inventory, Routine maintenance, Road maintenance, Unpaved roads.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el mundo existen diferentes tipos de vías, donde estas pueden ser vías pavimentadas y no pavimentadas, donde la mayoría de las vías se encuentran en mal estado provocando accidentes y otros inconvenientes.

Según la infraestructura vial del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) en el 2023 el Perú consta de una Red Vial Total de 173, 894.80 Km aproximadamente, constituye la red vial nacional, departamental y vecinal, de las cuales 31,890.90 Km aproximadamente se encuentran pavimentadas y 142,003.90 Km aproximadamente se encuentran no pavimentadas. Una gran parte de la red vial en Perú está constituida por vías no pavimentadas las cuales se encuentran en mal estado por muchos factores y puesto que estas vías tienen una mala práctica del mantenimiento vial.

Las vías no pavimentadas en la región Puno, traen consigo el problema de la condición deplorable en la mayoría de sus extensiones, mostrando deficiencias en la transitabilidad. Según Mamani (2019) en la jurisdicción regional la inadecuada atención de los programas de mantenimiento es ocasionada por una descoordinación entre las entidades responsables de la conservación vial, destinándose limitados recursos financieros con ausencia de proyectos de gestión vial lo que genera un creciente deterioro de las características físicas de las vías.

En el contexto local, en el distrito de Taraco los mantenimientos en las vías urbanas y rurales no pavimentadas por parte de la entidad se realizan sin alguna previa evaluación del estado en que se encuentran estas vías; y por ende el mantenimiento



realizado en estas vías es inadecuado afectando a la población usuaria y realizando una inversión inadecuada en estas vías.

Debido a las condiciones especiales que presentan las vías no pavimentadas, es de suma importancia llevar a cabo un proceso continuo de evaluación y debido a la existencia de distintas metodologías para determinar el estado superficial de las vías es necesario un estudio comparativo para determinar la metodología con mayor criterio técnico y mayor eficaz para la evaluación, con el fin de garantizar un correcto programa de mantenimiento o conservación.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es el estado superficial de vías no pavimentadas aplicando las metodologías de MTC, MOP y URCI, para el mantenimiento vial de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis), Taraco, 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la condición de vías no pavimentadas de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis), según la metodología de Mantenimiento o Conservación vial del MTC?
- ¿Cuál es el índice de condición de estado de vías no pavimentadas de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis), según la metodología de Política de Conservación Vial del MOP?
- ¿Cuál es el índice de estado de vías no pavimentadas de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis), según la metodología del Manual Técnico Unsurfaced Road Maintenance Management - URCI?



- ¿Cuál es la metodología más eficaz al comparar las metodologías de MTC, MOP y URCI, para la evaluación del estado superficial de vías no pavimentadas de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis), Taraco?
- ¿Cuál es el tipo de mantenimiento vial en función al estado superficial de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis)?

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Hipótesis general

- El estado superficial de vías no pavimentadas aplicando las metodologías de MTC, MOP y URCI, para el mantenimiento vial de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis) es determinado como Bueno.

1.3.2. Hipótesis específicas

- La condición de vías no pavimentadas de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis), según la metodología de Mantenimiento o Conservación vial del MTC tiene condición Bueno.
- El índice de condición de estado de vías no pavimentadas de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis), según la metodología de Política de Conservación Vial del MOP tiene índice de condición de estado Bueno.
- El índice de estado de vías no pavimentadas de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis), según la metodología del Manual Técnico Unsurfaced Road Maintenance Management (URCI) tiene índice de estado Buena.
- Al comparar las metodologías de MTC, MOP y URCI, la metodología URCI es más eficaz para la evaluación de vías no pavimentadas.



- El mantenimiento vial en función al estado superficial de la vía no pavimentada es con actividades de mantenimiento rutinario de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis).

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.4.1. Justificación técnica

En la actualidad, la poca importancia y el desconocimiento en la evaluación de las vías no pavimentadas, estas se encuentran con una transitabilidad inadecuada que afecta a la población usuaria aumentando los tiempos de viaje, la acelerada depreciación de los vehículos y la inseguridad vial, donde estas vías no tienen el mantenimiento adecuado según las características físicas de la vía.

Por lo tanto, la presente investigación busca dar en conocimiento, cuál de las metodologías está acorde para analizar y evaluar con mayor eficacia y con criterio técnico las vías no pavimentadas para proponer el mantenimiento vial de la vía en estudio y así fomentar las nuevas metodologías para la evaluación de las vías no pavimentadas con el fin de poder realizar un correcto programa de mantenimiento vial.

1.4.2. Justificación social

Al evaluar la superficie de las vías no pavimentadas y proponer el mantenimiento vial apropiado según su estado de condición de la vía, se toma en consideración el impacto que tendrán las mejoras de la infraestructura vial para fomentar el desarrollo y la conectividad de las comunidades locales para el



bienestar general de sus visitantes optimizando así la movilidad y el entorno circunstancial de tránsito y confort.

1.4.3. Justificación económica

La evaluación busca que las instituciones dedicadas en el mantenimiento vial inviertan de forma adecuada en los respectivos mantenimientos viales, en base al estado de condición y la jerarquía de las vías, dando un ahorro en los costos de evaluación y el mantenimiento respectivo, ya que las vías tienen un gran valor para la sociedad y el desarrollo.

1.4.4. Justificación ambiental

La evaluación superficial para un adecuado mantenimiento vial tiene como objetivo asegurar que la vía esté en buenas condiciones para salvaguardar y mejorar eficazmente las vías y es fundamental por razones ambientales, mitigando así las consecuencias del polvo, la erosión y la degradación de la superficie que tienen efectos adversos sobre el ecosistema circundante y local.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general

- Evaluar y comparar el estado superficial de vías no pavimentadas aplicando las metodologías de MTC, MOP y URCI para el mantenimiento vial de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis), Taraco, 2023.



1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la condición de vías no pavimentadas de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis), según la metodología de Mantenimiento o Conservación vial del MTC.
- Determinar el índice de condición de estado de vías no pavimentadas de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis), según la metodología de Política de Conservación Vial del MOP.
- Determinar el índice de estado de vías no pavimentadas de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis), según la metodología del Manual Técnico Unsurfaced Road Maintenance Management - URCI.
- Comparar y determinar la metodología más eficaz para la evaluación del estado superficial de vías no pavimentadas.
- Proponer una alternativa para el mantenimiento vial en función al estado superficial de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis).



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes internacionales

Soares, Baracuy, & Vitórias (2020) investigaron, con el objetivo de verificar las condiciones de una vía sin asfaltar, a partir de la aplicación del método (URCI). La investigación es cualitativa-cuantitativa. El estudio se realizó en Santa Maria da Boa Vista, un pequeño pueblo en el noreste de Brasil, ubicado a 611 km de la capital Recife -PE, donde identificaron y analizaron la densidad y nivel de severidad presentado en las fallas, permitiendo la clasificación del estado en el que se encuentra la vía. Obtuvieron como resultado un valor promedio de URCI = 59,2 la cual según la clasificación URCI de la vía, es de condición BUENA. Concluyeron que la metodología URCI ha demostrado ser fácil de implementar y es una buena herramienta para ayudar a gestionar las vías.

Pletsch (2020) en su investigación tuvo como objetivo evaluar las condiciones de un tramo de camino rural en los municipios de Ijuí, en el estado de Rio Grande do Sul, Brasil, con base en el Índice de Condición de Caminos No Pavimentados (URCI), utilizando también estudios de caracterización de suelos y volumen de tráfico para una mejor comprensión del comportamiento vial. La investigación tiene abordaje cuantitativo, explicativa y experimental. Tomó como población y muestra un tramo de la vía rural en los municipios de Ijuí, en el estado de Rio Grande do Sul, Brasil. Obtuvo como resultado que el tramo de la vía rural no pavimentada evaluada mediante índice URCI se clasificó como regular, sin



sistema de drenaje, mal abombamiento de la sección transversal, hoyos y ondulaciones en la vía, inicio de erosión, polvo ligero y gran cantidad de material granular segregado en la pista. Concluyó que la vía estudiada necesita mantenimiento correctivo y las intervenciones a realizar en este tramo es en relación con el talud de la sección transversal y la implementación de un sistema de drenaje capaz de drenar las aguas superficiales, evitando que queden retenidas en la calzada y acentuando los defectos encontrados, así como no favoreciendo la aparición de nuevos defectos. comodidad y seguridad.

Chavarría (2019) en su investigación tuvo como objetivo elaborar una metodología para la obtención alternativa del ICNP, utilizando la grabación de caminos con un sistema de cámaras de alta definición, junto con el desarrollo de directrices para la identificación y asignación de valores estimados de los deterioros/factores presentes en vías no pavimentadas. Realizó 60 mediciones en 4 regiones centrales del país para recolectar las fallas medidos en el campo junto con el registro de unidades de muestra. Se utilizó la metodología del ICNP para determinar los valores de los deterioros al visualizar imágenes con brillo y contraste mejorados. Luego desarrolló un análisis estadístico comparativo de los resultados de las dos metodologías (ICNPMOP e ICNPCAM versus ICNPCAM) para evaluar si existía una relación, seguido de pruebas de reproducibilidad y repetitividad para la validación estadística. Concluyó que la metodología ICNPCAM es adecuada para la verificación a nivel de red de vías no pavimentadas. Siempre se debe tener en cuenta que la experiencia del evaluador, puesto que es un factor importante en la discrepancia entre la elección correcta o incorrecta de una acción particular de mejoramiento/conservación para las vías.



2.1.2. Antecedentes nacionales

Depaz (2022) efectuó la investigación con el objetivo de determinar el grado de condición vial de la carretera vecinal no pavimentada Huaraz-Rataquenua, aplicando los métodos Unsurfaced Road Maintenance Management y Manual de Carreteras - Mantenimiento o Conservación Vial del MTC, con fines de intervención en mantenimiento. Evaluó 8 submuestras por cada método y determinó el grado de condición superficial de la calzada de la vía. Al aplicar el método URMM obtuvo el valor URCI de 38.44 que califica a la vía en condición pobre y al aplicar el método del MTC obtuvo un valor de calificación de 224.00, que califica el grado de condición de la vía como regular. Concluyó que, el grado de condición vial de la carretera Huaraz - Rataquenua, según el método de evaluación URCI se encuentra en condición pobre y con el método de evaluación del Manual de carreteras de mantenimiento y/o conservación vial se encuentra en condición regular, y requiere de una intervención de mantenimiento periódico.

Rospigliosi & Yarasca (2022) efectuaron la investigación con el objetivo de evaluar la superficie de rodadura de la Ruta IC - 611 para determinar el tipo de intervención aplicando una metodología adecuada. Su investigación tuvo un enfoque cuantitativo, siendo de tipo aplicada y de nivel descriptivo. Tomó una muestra de 500 metros de la zona más afectada de la red vial vecinal IC - 611 que tiene una longitud total de 5530 metros, ubicado en Villacurí, en el distrito de Salas, provincia y departamento de Ica. Obtuvieron resultados según el método URCI cuyo valor es de 67.70 siendo su estado bueno, mientras que el método MTC resultó con un índice de condición de 400 que indica un estado regular. Concluyeron que, el método más sencillo de evaluación para la condición vial es



el de URCI, y que la ruta IC-611 se encuentra en un estado de condición bueno, siendo necesario realizar mantenimiento rutinario.

Meza (2020) en su investigación tuvo como objetivo analizar, aplicar y comparar las metodologías de Mantenimiento o Conservación Vial (MTC) y Unsurfaced road Maintenance Management (URMM) en la calificación del índice de condición mediante las fallas de vías no pavimentadas para definir la metodología con criterio técnico superior en la Provincia y Departamento de Pasco – 2019. Es una investigación Descriptiva – No Experimental donde la población y muestra estaba conformado por la vía departamental PA -105. Obtuvo los siguientes resultados: Tuvo como resultado que, según el Manual de Conservación Vial, el 68 % es de condición REGULAR y el 32 % de la vía es BUENO, mientras tanto, empleando la metodología de Unsurfaced Road Maintenance Management, estimó que el 69% es de condición JUSTA, el 19 % es de condición BUENA, 12 % es de condición MUY BUENA. Concluyó que la metodología Unsurfaced road Maintenance Management (URMM) tiene un criterio técnico superior para evaluación de las vías no pavimentadas de la ciudad de Pasco.

Urbano & Vargas (2019) investigaron, con el objetivo de analizar los métodos MTC, URCI y TMH-12 para determinar el estado de condición de la vía no pavimentada y el método más simple para establecer el tipo de intervención de la ruta vecinal LM-580. La investigación tuvo un enfoque cualitativo con una orientación aplicada, el tipo de investigación fue descriptiva y el diseño fue transversal descriptivo. La muestra estaba comprendida de 5 km de la ruta vecinal LM-580, que se encuentra ubicado en la Comunidad La Florida-Pampas,



Provincia de Huaral. Determinaron que evaluando con el método del MTC el índice de condición es 438.317 que corresponde en estado bueno, con el Método URCI cuyo valor es 50 que corresponde en estado pobre y con Método TMH -12 es grado 4 que corresponde en estado pobre. Concluyeron que la ruta LM- 580 se encuentra en estado pobre y es necesario realizar un mantenimiento periódico y también menciona que el método URCI es más práctico de aplicar y sencillo, puesto que considera las fallas más relevantes con sus niveles de severidad y es precisa a diferencia de los otros métodos.

Alburqueque & Menacho (2022) en su investigación tuvo como objetivo general aplicar el método URCI (Unsurfed Road Condition Index) para evaluar el estado de condición de la vía no pavimentada Pte. Paraje – Tondopa, tomando en consideración las pautas establecidas en el manual técnico TM 5-626. La metodología aplicada en su investigación fue descriptivo y aplicativo, donde identificó 52 unidades de muestra. Obtuvo como resultado, un valor URCI promedio de 42.98 que corresponde a un estado de condición regular, de donde un 61.54 % es de condición regular y un 38.46 % en condición pobre. Concluyó que la aplicación del método URCI para la evaluación de una vía no pavimentada, representa una herramienta para poder realizar un correcto programa de conservación, que atienda de modo adecuado las necesidades de la vía, con los mejores niveles de serviciabilidad y confort para el usuario.



2.1.3. Antecedentes locales

Quispe (2022) en su investigación tuvo como objetivo realizar la evaluación del mantenimiento vial de la vía vecinal Samán Mocco - dv Quejon Mocco, Distrito de Samán y proponer una alternativa de intervención vial. Utilizó los formatos referenciados en la guía del MTC para el cumplimiento de la meta 40. La vía evaluada tuvo un ancho de 4.50 metros constante y una longitud de 9.90 km y realizó en secciones de tramos de 500 metros respectivamente. Identificó que los deterioros más frecuentes son la deformación, erosión, baches, encalaminado con una gravedad de media a alta, que tienen una incidencia considerable en la vía. Finalmente, determinó que el nivel de condición superficial de la vía, es de condición regular y planteó una propuesta de mantenimiento periódico y rutinario mediante diversas actividades para preservar y garantizar sus óptimas condiciones de la vía.

Mamani (2019) efectuó la investigación con el objetivo de ejecutar la evaluación del mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo Huarza-Colque-Unión del distrito de Pucara-Lampa-Puno-2017. La investigación es de tipo básica de nivel descriptivo, explicativo y evaluativo y corresponde a un diseño descriptivo simple, cuantitativo, prospectivo y transversal. La población y muestra estaba dado por los 44 tramos de 500 m (22.00Km) tramo Huarza-Colque-Unión. Utilizó las fichas proporcionadas por la guía del MTC. Llegó a un resultado que el estado de transitabilidad del tramo Huarza - Colque - Unión es regular y el nivel de intervención de la ruta vecinal es que se debería realizar el mantenimiento periódico.



2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Sistema Vial del Perú

El sistema vial en Perú es conocido como el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) y se jerarquiza en las siguientes 3 redes viales: Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural, aprobado con Decreto Supremo N° 017-2007-MTC del 26 de mayo de 2007.

2.2.1.1. Red Vial Nacional

Corresponde a las vías de interés nacional conformada por los principales ejes longitudinales y transversales, que sirve como elemento receptor de las vías departamentales o regionales y de las vías vecinales o rurales y está a cargo del gobierno central a través del MTC, quien es responsable de la gestión de infraestructura y servicios de transporte de ámbito nacional (MTC, 2007).

2.2.1.2. Red Vial Departamental o Regional

Está conformada por las vías que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un gobierno regional, que articula básicamente a la red vial nacional con la red vial vecinal o rural y está a cargo de los gobiernos regionales, quienes son responsables de la gestión de la infraestructura y servicios de transporte en el ámbito departamental (MTC, 2007).

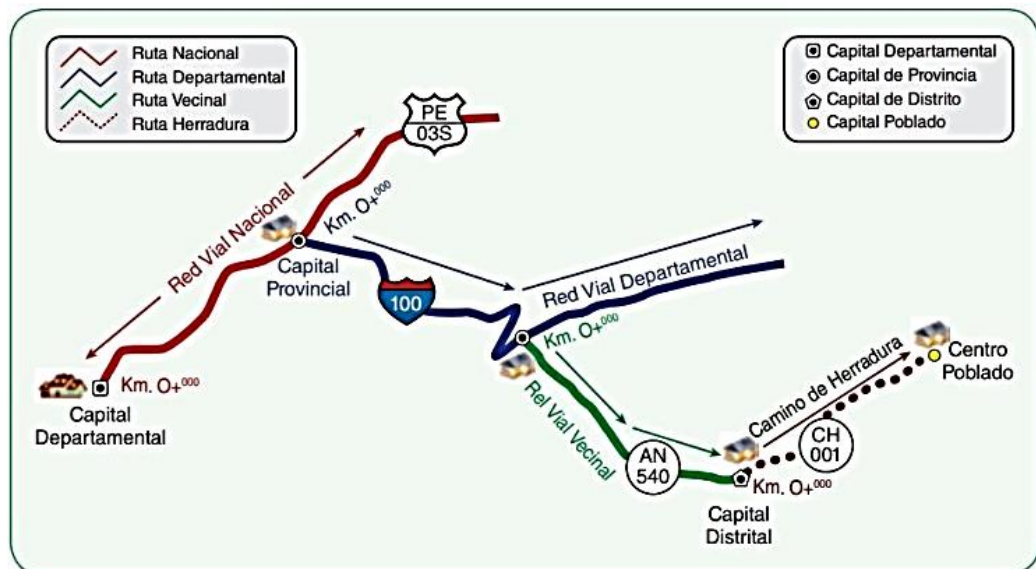
2.2.1.3. Red Vial Vecinal o Rural

Está conformada por las vías que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstos entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional y está a cargo de los gobiernos locales, quienes son responsables de la infraestructura y servicios de transporte de ámbito local (provincial, distrital, urbano) (MTC, 2007).

En la figura 1 se pueden identificar estas vías según a la red vial y el código de ruta.

Figura 1

Símbolos del sistema vial



Nota: Extraído de II compendio de buenas prácticas en gestión vial descentralizada (Masias & Palomino, 2014)

Según los datos estadísticos de Transportes de la Infraestructura Vial del SINAC al 31 de julio del 2023, las vías alcanzan las siguientes longitudes según tipo de red vial como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1

Infraestructura vial del SINAC - 2023

| | Nacional | Departamental | Vecinal | Total |
|----------------------------------|------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| | Km | Km | Km | Km |
| 1. Carretera Existente | 27,441.20 | 27,729.80 | 118,723.80 | 173,894.80 |
| Pavimentada | 22,692.70 | 5,858.10 | 3,340.20 | 31,890.90 |
| Asfaltada | 15,319.70 | 3,635.70 | 2,768.80 | 21,724.20 |
| Asfaltada con solución básica | 7,373.00 | 2,222.40 | 571.40 | 10,166.70 |
| No pavimentada | 4,748.60 | 21,871.70 | 115,383.60 | 142,003.90 |
| Afirmada | 2,868.90 | 13,486.90 | 30,952.60 | 47,308.50 |
| Sin Afirmar | 744.40 | 4,936.00 | 30,941.90 | 36,622.30 |
| Trocha | 1,135.20 | 3,448.70 | 53,489.10 | 58,073.10 |
| 2. Carretera proyectada | 1,860.30 | 4,614.10 | 109.30 | 6,583.80 |
| Total | 29,301.60 | 32,343.90 | 118,833.10 | 180,478.60 |

Nota: Adaptado al Anexo 1 - Mapa de Infraestructura Vial del Compendio de Mapas – (MTC, 2023)

2.2.2. Vías no Pavimentadas

Las vías no pavimentadas son aquellas vías que tienen una superficie de rodadura conformado por materiales granulares y que hayan sido sometidos a tratamientos superficiales, con trabajos previos de alineación, con apropiada sección transversal y longitudinal, y drenaje adecuado; o los que han sido trabajados sin ningún tratamiento alguno tales como los caminos de herradura o trochas que son construidos que son construidos por la necesidad de acceder a zonas remotas (Sosa, 2018).

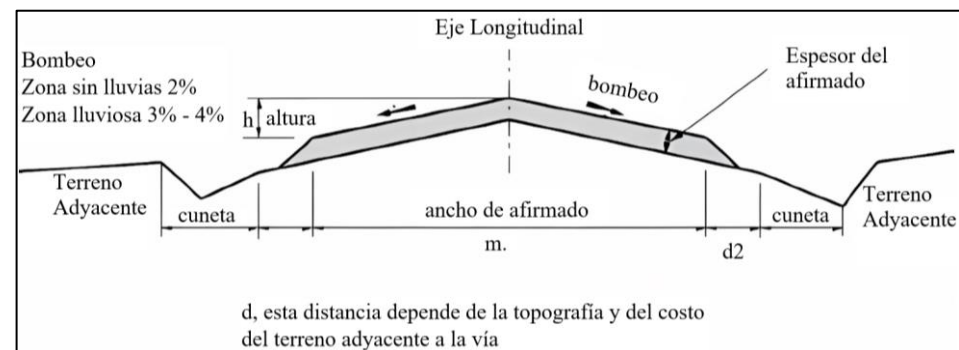
2.2.2.1. Elementos de las vías no pavimentadas

Según Meza (2020) “los elementos que comprenden la vía no pavimentada son: Capa de rodadura y obras de drenaje”.

- Capa de rodadura: Es la capa que funciona para la circulación de los vehículos y estas son las encargadas de soportar las cargas del tráfico y el correcto drenaje de la vía (bombeo entre el 2% y 3%) (Meza, 2020).
- Obras de drenaje: Se encargan de impedir que el agua se infiltre a las capas inferiores de la vía, que puede generar daños estructurales y superficiales. Los componentes del sistema de drenaje son: bombeo de la vía, cunetas, zanjas de coronación, drenes, etc (Meza, 2020).

Figura 2

Sección de una vía no pavimentada típica



Nota: Adaptado de (Meza, 2020)

2.2.2.2. Clasificación de vías no pavimentadas

Las vías con la superficie de rodadura no pavimentada, según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014) en el Manual de carreteras: Suelos, geología, geotécnica y pavimentos, clasifica la vía de la siguiente manera:



- Caminos de grava (Lastrados): Es aquel constituido por una capa de revestimiento con material natural pétreo seleccionado manualmente o por zarandeo con tamaños máximos de 75 mm.
- Caminos de tierra: Es aquella vía constituida por un suelo natural y mejorado en su capacidad con grava seleccionada por zarandeo.
- Caminos afirmados: Es aquella vía constituida por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificados naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta directamente de tres tipos de material como arena, piedra y finos, siendo el tamaño máximo deseable del material 25 mm.
- Caminos afirmados con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales: son aquellas vías no pavimentadas que han sido afirmados con materiales como asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros.

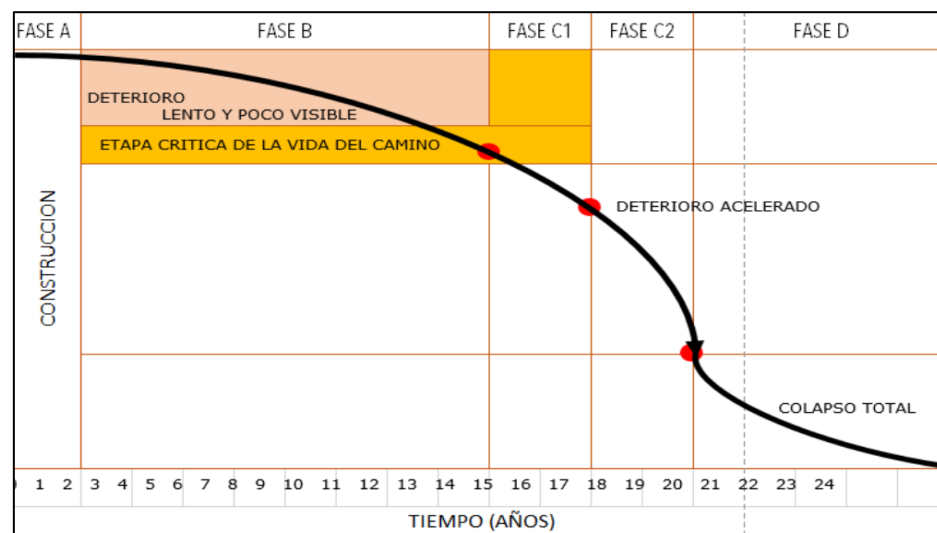
2.2.2.3. Ciclo de vida de las vías no pavimentadas

El ciclo de vida de las vías no pavimentadas debe contar con un mantenimiento mayor a las pavimentadas, porque las acciones de conservación deben de programarse para que de esta manera no exista un deterioro excesivo o destructivo de la estructura conformada para estas carreteras (Gutierrez, 2017).

Según Watson (2009) las vías no pavimentadas tienen un ciclo normal de vida, el cual consta de cuatro etapas, las cuales se describirán a continuación y se pueden apreciar en la siguiente figura 4 y en la tabla 2:

Figura 3

Deterioro de las vías no pavimentadas conforme el paso de los años.



Nota: (Carpio, 2017)

Tabla 2

Etapas del ciclo normal de una vía no pavimentada

| Etapas | Descripción |
|-----------------------------------|--|
| Fase A: Construcción | Donde ejecuta la construcción solida de la vía. Fase donde la satisfacción del usuario es al 100%. |
| Fase B: Deterioro lento y visible | Donde después de varios años la vía comienza a presentar su desgaste. Este desgaste es consecuencia del incremento de los vehículos, tanto livianos y pesados que circulan por la vía. |
| Fase C: Deterioro acelerado | Donde se da el comienzo acelerado del deterioro con el paso del tiempo y uso. Los daños son más visibles en la capa de rodamiento y en la estructura básica. |
| Fase D: Descomposición total | Donde la capacidad y funcionalidad se reducen al mínimo, y el deterioro es total. Esto produce que los vehículos se les dificulte el paso por la vía. |

Nota: Adoptado de (Watson, 2009)



2.2.3. Evaluación de la Vía

Según Meza (2020) “es un procedimiento que permite conocer el estado actual de la vía que sirven a los mantenimientos de conservación a realizar en la misma, toda vez que se preserve el nivel de servicio, la seguridad y confort hacia al usuario”.

En tanto las evaluaciones son de tipo:

2.2.3.1. Evaluación Superficial

La evaluación superficial se define como la observación periódica del mismo, con el fin de determinar la naturaleza y extensión de los deterioros en el pavimento existente (Meza, 2020).

Asimismo, Montejo (2002) la conceptualiza como una condición superficial de la vía, englobando tanto la superficie de la vía como su entorno, este último abarcando diversos elementos relacionados con la superficie de rodadura, ya sea de manera directa o indirecta, aspectos fundamentales en este ámbito incluyen la conveniencia y la protección del usuario, destacándose como elementos esenciales en esta consideración.

2.2.3.2. Evaluación Funcional

La evaluación funcional es la inspección superficial realizada en una vía, con el objetivo de determinar los deterioros que afectan al usuario, pero que no comprometen la capacidad estructural de la vía (Meza, 2020).

Por otro lado, Gutiérrez (2016) señala que “esta evaluación proporciona información muy importante como el estado actual de la vía

en estudio, como también las causas que puedan generar esos problemas como sus soluciones potenciales”.

2.2.3.3. Evaluación Estructural

La evaluación estructural se refiere a una apreciación de los tramos cuyo estado de deterioro ha decaído hasta un nivel en el cual el pavimento ha reducido su capacidad de resistir cargas; y cualquier programa de mantenimiento tradicional ya no es factible (Meza, 2020).

La evaluación estructural se trata de una fase de análisis cuyo propósito radica en establecer la aptitud estructural o de carga que tiene el pavimento en cualquier fase de su vida útil. Principalmente, la evaluación se desarrolla a fin de detectar y determinar la urgencia de implementar mantenimiento o rehabilitación en la vía (Rondón & Reyes, 2015).

2.2.4. Condición de la vía no pavimentada

Es el nivel de degradación como resultado del proceso de deterioro; para determinar el estado situacional de la estructura, se mide el grado de condición de la vía, como la funcionalidad que este debe ofrecer ante la seguridad y comodidad de los usuarios (Depaz, 2022).

Es el grado de medición de defectos en la superficie de una vía como deformaciones permanentes, irregularidades en la longitud, deflexión recuperable, capacidad estructural del pavimento, sollicitaciones de tráfico y adherencia entre la rueda y el pavimento, donde las evaluaciones necesarias son la superficial, estructural, adherencia, funcional, y de tráfico (Becerra & Sánchez, 2018).

2.2.4.1. Tipos de deterioros /fallas en vías no pavimentadas

Según el Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial del MTC (2014) se tiene los siguientes tipos de deterioros o fallas.

a) Deformación

Es una depresión superficial en la trayectoria de la rueda que es paralela al eje de la vía, puede ser debido a la deformación de la capa de grava y/o de la subrasante en las huellas del tráfico, debido al desgaste superficial en las huellas del tráfico o la pérdida de capacidad de soporte de la subrasante (MTC, 2014).

Figura 4

Deformación



Nota: (Urbano & Vargas, 2019)

b) Erosión

Son los surcos erosivos creados por los escurrimientos de agua aproximadamente paralelos al eje de la vía. Los surcos son causados por las fuertes pendientes y por el drenaje deficiente la superficie de la vía (MTC, 2014).

Figura 5

Erosión



Nota: Extraído del MTC (2014)

c) Baches (huecos)

Los baches son depresiones en forma de cuenco en la superficie de la vía y se producen cuando por acción del tráfico, se desgasta pequeñas piezas de la superficie de la vía y crecen más rápido cuando el agua se acumula dentro del bache (URCI, 1995).

Figura 6

Baches (huecos)



Nota: (Urbano & Vargas, 2019)

d) Encalaminado

Los encalaminados son ondulaciones de la superficie que son perpendiculares a la dirección del tráfico. Resultan de la acción de las vibraciones transmitidas por los vehículos sobre los agregados del material granular (MTC, 2014).

Figura 7

Encalaminado



Nota: (Urbano & Vargas, 2019)

e) Lodazal y Cruce de Agua

Es una sección de suelo fino que se caracteriza por su transitabilidad baja o intransitabilidad durante épocas de lluvia. En épocas secas, si no se realizan las tareas de mantenimiento requeridas, los vehículos tienen dificultades debidas a las deformaciones del material, donde ambos deterioros o fallas resultan de un drenaje deficiente (MTC, 2014).

Figura 8

Lodazal



Nota: Extraído del MTC (2014)

Figura 9

Cruce de agua



Nota: Extraído del MTC (2014)

Según el Manual Técnico - URCI (1995), También considera otros tipos de fallas como se muestran a continuación:

a) Polvo

Es el desgaste producido por el tráfico en vías no pavimentadas, eventualmente afloja las partículas más grandes del aglomerante de suelo. A medida que pasa el tráfico las nubes de polvo crean un peligro para los

vehículos que van detrás o los que pasan y causan problemas ambientales significativos (Urbano & Vargas, 2019).

Figura 10

Polvo



Nota: (Urbano & Vargas, 2019)

b) Agregado suelto (Pérdida de agregados)

Es el desgaste producido por el tráfico en vías no pavimentadas que eventualmente afloja las partículas de agregado del aglomerante del suelo y esto conduce a desligar partículas de agregado en la superficie de la vía (URCI, 1995). El tráfico aleja las partículas de agregados sueltos de la ruta normal de las ruedas de la vía a las áreas menos transitadas (Meza, 2020).

Figura 11

Agregado suelto (pérdida de agregados)



Nota: (Urbano & Vargas, 2019)

2.2.5. Mantenimiento vial

El mantenimiento vial, es el conjunto de actividades que se realizan para conservar en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen la vía y, de esta manera, garantizar que el transporte sea cómodo, seguro y económico (MTC, 2006).

Las actividades de mantenimiento vial se han venido implementando a través del tiempo para conservar las vías en buenas condiciones y preservar las inversiones realizadas en su construcción o rehabilitación; los mantenimientos viales se clasifican generalmente en rutinarias y periódicas, dependiendo de la frecuencia con la cual se realice (Perafán, 2013).

2.2.5.1. Mantenimiento rutinario

Es el conjunto de actividades de carácter preventivo que se ejecutan permanentemente a lo largo de la vía y que se realizan diariamente con la finalidad principal de preservar todos los elementos viales con la mínima



cantidad de alteraciones o de daños (Ferreyra, 2012). 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 (MTC, 2006).

Las actividades de mantenimiento rutinario según el sistema GEMA (Gestión del Mantenimiento Vial) de Provias Descentralizado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones basados en el D.U. - 070 – 2020 son las siguientes:

- Limpieza de Calzada
- Bacheo
- Desquinche
- Remoción de Derrumbes
- Perfilado de la superficie sin aporte de material
- Limpieza de Cunetas
- Limpieza de Alcantarilla
- Limpieza de Badén
- Limpieza de Zanjas de Coronación
- Limpieza de Pontones
- Encauzamiento de Pequeños Cursos de Agua
- Roce y Limpieza
- Conservación de Señales
- Reforestación
- Vigilancia y Control



- Reparación de Muros Secos
- Reparación de Pontones

2.2.5.2. 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 (MTC, 2006).

2.2.6. Eficacia, Eficiencia y Efectividad

2.2.6.1. Eficacia

Es el logro de los atributos del producto que satisface las necesidades, deseos y demandas de los clientes, en lo relativo a: calidad, cumplimiento, oportunidad, confiabilidad (Paco, 2019). La eficacia no revisa cómo fue hecho, simplemente se limita a tener en cuenta el resultado deseado, aunque ello haya requerido mayor costo y uso de diversos recursos (Cardenas, 2022).

2.2.6.2. Eficiencia

Según Mejía (2007) la eficiencia “es el logro de un objetivo al menor costo unitario posible, donde se busca un uso óptimo de los recursos disponibles para lograr los objetivos deseados”. Es utilizar adecuadamente los recursos y de la mejor manera posible, recursos como los materiales, maquinaria, mano de obra, medio logístico, tiempo y dinero (Paco, 2019).

2.2.6.3. Efectividad

Según Paco (2019) “es la competencia de lograr el mejor resultado con la menor cantidad de recursos y en el menor tiempo posible. Es decir, la efectividad no es más que la unión de la eficiencia (tiempo) con la eficacia (calidad)”.

2.2.7. Indicadores de eficacia, eficiencia y efectividad

Los indicadores de eficacia, eficiencia y efectividad son susceptibles de ser utilizados en distintas áreas de una organización. El resultado de estas variables como son el costo y el tiempo, permiten medir objetivamente el grado de efectividad de un área de una organización, y hacer comparaciones entre áreas aún disímiles en el contenido de la labor (Paco, 2019).

Según Mejía (2007) se emplean las siguientes fórmulas y calificaciones para realizar las evaluaciones, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 12

Indicadores de eficacia, eficiencia y efectividad

| EFICACIA | | EFICIENCIA | | EFFECTIVIDAD |
|----------------|--------|---|--------|---|
| RA / RE | | $\frac{(RA / CA * TA)}{(RE / CE * TE)}$ | | $\frac{\left(\begin{array}{c} \text{Puntaje eficiencia} \\ + \\ \text{Puntaje eficacia} \end{array} \right)}{2}$ |
| Máximo puntaje | | | | |
| RANGOS | PUNTOS | RANGOS | PUNTOS | La efectividad se expresa en porcentaje (%) |
| 0 – 20% | 0 | Muy eficiente > 1 | 5 | |
| 21 – 40% | 1 | Eficiente = 1 | 3 | |
| 41 – 60% | 2 | | | |
| 61 – 80% | 3 | Ineficiente < 1 | 1 | |
| 81 – 90% | 4 | | | |
| >91% | 5 | | | |

Nota: RA = Resultado alcanzado, RE = Resultado esperado, CA = Costo alcanzado, CE = Costo esperado, TA = Tiempo alcanzado TE = Tiempo esperado Fuente: (Mejía, 2007)

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

3.1.1. Ubicación Geográfica

El inicio de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis), está situado en la comunidad de Tuni Grande del distrito de Taraco denominada como Callejón, cuyas coordenadas son: UTM WGS84: 8312151.00N, 405142.00E con una altitud de 3819.00 msnm. El final de la ruta está situado en el centro poblado de Ramis del distrito de Taraco, cuyas coordenadas son: UTM WGS84: 8310533.00N, 407606.00E y tiene una altitud de aproximada de 3825.42 msnm.

Figura 13

Ubicación geográfica del estudio



Nota: Adaptado del Google Earth

3.1.2. Ubicación Política

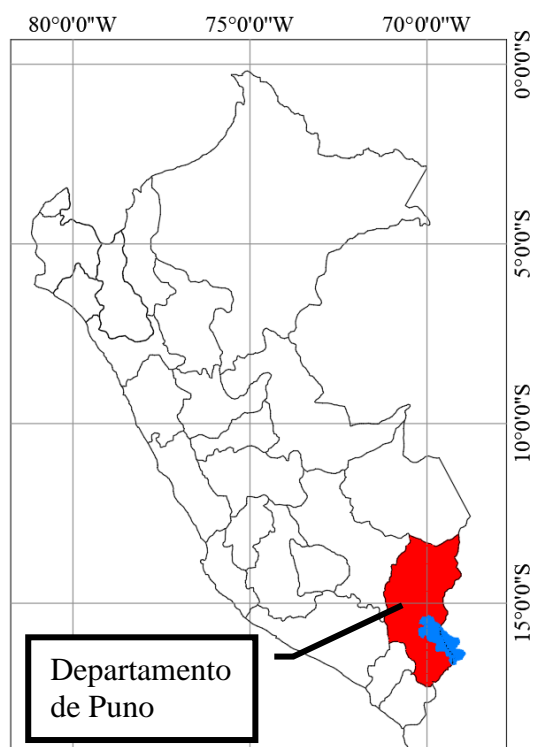
Departamento : Puno

Provincia : Huancané

Distrito : Taraco

Figura 14

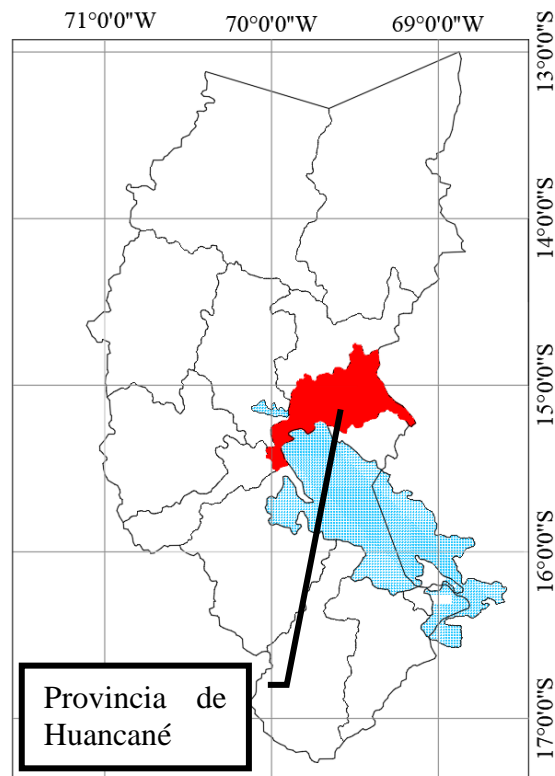
Ubicación política a nivel departamental



Nota: Elaboración propia

Figura 15

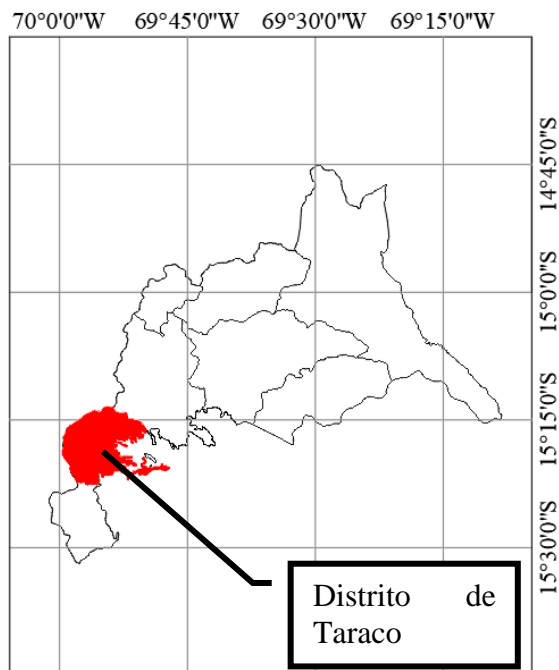
Ubicación política a nivel provincial



Nota: Elaboración propia

Figura 16

Ubicación política a nivel distrital



Nota: Elaboración propia

3.1.3. Accesibilidad

El acceso al lugar de estudio, considerando como punto de referencia desde la ciudad de Puno, se tiene que recorrer una longitud de 86.4 km con un tiempo aproximado de 1 hora con 55 minutos de viaje por la vía asfaltada, como se muestra con más detalle en la tabla 3.

Tabla 3

Accesibilidad al lugar del estudio

| De | Hasta | Longitud (Km) | Tiempo | Tipo de Superficie |
|---------|----------------|---------------|--------|--------------------|
| Puno | Juliaca | 43.3 | 55 Min | Asfaltada |
| Juliaca | Taraco | 31.7 | 47 Min | Asfaltada |
| Taraco | Callejón-Ramis | 11.4 | 13 Min | Asfaltada |

Nota: Elaboración propia

3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio realizado de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis) del Km. 00+000 al 03+000, se realizó durante los meses de septiembre y octubre del año 2023.

3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es APLICADA debido a que se utiliza y/o aplica el uso de los conocimientos adquiridos para evaluar las vías en estudio.

3.3.2. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es descriptivo porque establece una descripción completa del estado actual de las vías no pavimentadas según las



metodologías de MTC, MOP y URCI para proponer un mantenimiento de la vía en estudio.

3.3.3. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental, porque no se modifica las variables en estudio y transversal porque se obtuvo los datos tal como se muestran en el entorno natural y se recopilarán en un periodo establecido.

3.3.4. Enfoque de la investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, porque se hizo la recopilación de datos para probar las hipótesis basadas en mediciones numéricas y análisis estadísticos, se prueban hipótesis previamente formuladas.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

3.4.1. Población

Según López (2014) la población es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación. Para el desarrollo del trabajo de investigación la población está comprendida por la red vial vecinal PU 905 (Callejón – Ramis) del distrito de Taraco, provincia de Huancané, departamento de Puno.

3.4.2. Muestra

El tipo de muestra es no probabilística, en donde la elección no depende de la probabilidad, si no de las características que tiene la investigación (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).



Se asume como muestra la ruta PU 905 (Callejón – Ramis) que consta de 3 Km de longitud total, donde se evaluó la longitud total de la vía.

3.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

El sistema de recolección de datos que se usó en la presente investigación es la evaluación visual y el registro de datos de la vía no pavimentada, según las metodologías de Mantenimiento o Conservación Vial - MTC, Política de Conservación Vial - MOP y el Manual Técnico Unsurfaced Road Maintenance Management – URCI, para determinar la calificación de condición y estimar el tipo de conservación para la vía en estudio.

Es importante mencionar que cada metodología analizada (MTC, MOP y URCI) cuenta con un procedimiento diferente para seleccionar las unidades de muestreo y la recolección de datos que son parte del procedimiento para la evaluación de la vía.

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento para la recolección de datos se realizará según los formatos que corresponden a cada metodología. En la figura 17, 18 y 19, se muestran las fichas para la evaluación de las vías no pavimentadas.

Figura 17

Ficha de evaluación para vías no pavimentadas - MTC

| 1-E: FICHA TÉCNICA DE CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIONES DE 500 m DE CARRETERAS AFIRMADAS O NO PAVIMENTADAS | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|---|---|----------------------------------|-------------------------------------|---|---|------------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------------|--|
| Código de daño | Deterioros / Fallas | Gravedad (G) | Medidas Área de deterioro Aij (m ²) Número de deterioros (Nij) Longitud de deterioro (Lij) | Ancho de la Sección Evaluada (m) | Longitud de la Sección Evaluada (m) | Área de la Sección Evaluada (m ²) As | Porcentaje de Extensión del deterioro / falla E _{fij} =(Aij/As)x100 | Extensión Promedio Ponderada | Puntaje de Condición Según Extensión de cada Tipo de Deterioro o Falla | | | Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro/Falla |
| | | | | | | | | | 0: Sin Deterioros o sin fallas | 1: Leve EFp = Menor a 10% | 2: Moderado EFp = entre 10% y 30% | |
| 1 | Deformación | 1: Huellas/hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm 2: Huellas/hundimientos entre 5 cm y 10 cm 3: Huellas/hundimientos >= 10 cm | | | | | | | | | | |
| 2 | Erosión | 1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm 3: Profundidad >= 10 cm | | | | | | | | | | |
| 3 | Baches (Huecos) | 1: Pueden repararse por conservación rutinaria 2: Se necesita una capa de material adicional 3: Se necesita una reconstrucción | | | | | | | | | | |
| 4 | Encalaminado | 1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm 3: Profundidad >= 10 cm | | | | | | | | | | |
| 5 y 6 | (5) Lodazal (6) Cruces de agua | 1: Transiliabilidad baja o intransiliabilidad en épocas de lluvia 1: Transiliabilidad baja o intransiliabilidad en épocas de lluvia | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN | | |

Nota: Extraído del Manual de Carreteras - Mantenimiento o Conservación Vial (2014)



Figura 19

Ficha de evaluación para vías no pavimentadas - URCI

| HOJA DE INSPECCIÓN DE VÍA NO PAVIMENTADA | | | | | | | | |
|---|--------------|------------------------|---------------------|--|------------------|----|----|----|
| 1. RUTA | | 2. TRAMO | | | 3. FECHA | | | |
| 4. UNIDAD DE MUESTRA | | 5. AREA DE LA MUESTRA | | | 6. INSPECTOR | | | |
| 7. DIAGRAMA | | | | TIPOS DE FALLAS 81. Sección tansversal incorrecta (ml) 82. Drenaje inadecuado al borde de la vía (ml) 83. Corrugaciones (m2) 84. Polvo 85. Baches (número) 86. Surcos (m2) 87-Agregado suelto (ml) | | | | |
| 8. CANTIDAD Y NIVEL DE SEVERIDAD DE FALLA | | | | | | | | |
| TIPO | | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 |
| CANTIDAD Y NIVEL DE SEVERIDAD | L | | | | | | | |
| | M | | | | | | | |
| | H | | | | | | | |
| 9. CALCULO URCI | | | | | | | | |
| TIPO DE FALLA (a) | DENSIDAD (b) | NIVEL DE SEVERIDAD (c) | VALOR DEDUCIBLE (d) | 10. OBSERVACIONES | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| e. VALOR TOTAL DEDUCIBLE | | f. q= | g. URCI | | h. CLASIFICACIÓN | | | |

Nota: Adaptado al Manual Técnico 5-626 Unsurfaced Road Maintenance Management

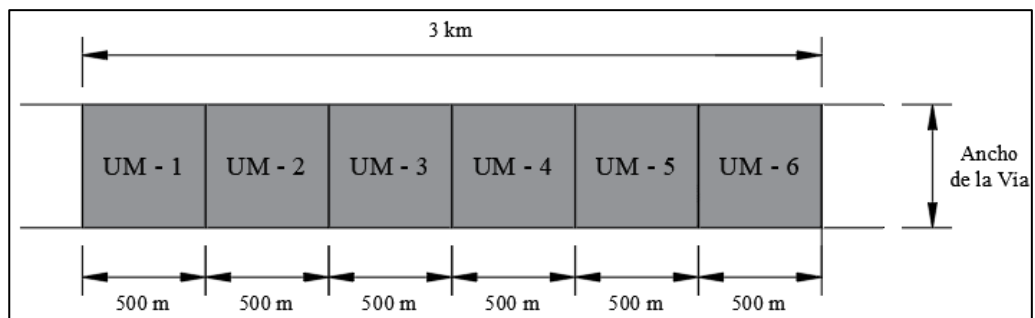
3.6. EVALUACIÓN MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL – MTC

3.6.1. Selección de unidades de muestreo según la metodología

Las unidades de muestreo se realizaron en función a la metodología de Mantenimiento o Conservación Vial – MTC para las vías no pavimentadas, se seleccionó las unidades de muestreo para los 3+000 km de largo de la vía y 5m de ancho promedio de la vía. La metodología indica que la longitud de la unidad de muestreo debe ser de 500m, en la cual se ha dividido en 6 unidades de muestreo de 500m en toda la longitud de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis).

Figura 20

Unidades de muestreo para la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis) - MTC



Nota: Elaboración propia

3.6.2. Levantamiento de fallas en la vía según la metodología

Se realizó la evaluación de las fallas o deterioros para determinar el tipo, gravedad y cantidad o extensión según la metodología de Mantenimiento o Conservación Vial – MTC, registrando esta información en la ficha de evaluación dada por la metodología. Teniendo en cuenta las definiciones y el método de

medición de cada falla descritos en el anexo 1 del presente trabajo de investigación.

A modo ilustrativo, para la recolección de datos de la vía y determinar la calificación de condición de la vía no pavimentada se toma primera unidad de muestreo.

En la figura 21, se muestra los tipos de fallas o deterioros que son en total 6 fallas o deterioros, también la gravedad y cantidad por cada tipo de fallas existentes en la unidad de muestreo.

Figura 21

Levantamiento de las fallas - MTC

| Código de daño | Deterioros / Fallas | Gravedad (G) | Medidas | | |
|----------------|---------------------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | | | Area de deterioro Aij (m2) | Número de deterioros (Nij) | Longitud de deterioro (Lij) |
| 1 | Deformación | 1: Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cm | 16.13 | | |
| | | 2: Huellas/hundimientos entre 5 cm y 10 cm | 0.00 | | |
| | | 3: Huellas/hundimientos >= 10 cm | 0.00 | | |
| 2 | Erosión | 1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm | 0.00 | | |
| | | 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm | 0.00 | | |
| | | 3: Profundidad >= 10 cm | 0.00 | | |
| 3 | Baches (Huecos) | 1: Pueden repararse por conservación rutinaria | 15.00 | | |
| | | 2: Se necesita una capa de material adicional | 3.00 | | |
| | | 3: Se necesita una reconstrucción | 0.00 | | |
| 4 | Encalaminado | 1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm | 39.60 | | |
| | | 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm | 0.00 | | |
| | | 3: Profundidad >= 10 cm | 0.00 | | |
| 5 y 6 | (5) Lodazal | 1: Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia | 0.00 | | |
| | (6) Cruce de agua | 1: Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia | 0.00 | | |

Nota: Elaboración propia

Este proceso se repitió para cada unidad de muestreo a inspeccionar.

3.6.3. Cálculo de la calificación de condición de la vía

a) Cálculo de porcentaje de extensión del deterioro o falla

Se realiza los cálculos del porcentaje de extensión para cada tipo de deterioro o falla aplicando la ecuación de porcentaje de extensión del deterioro o falla:

$$EF_{11} = \frac{A_{ij}}{A_s} \times 100$$

En la Figura 22 se muestran los resultados de porcentaje de extensión para cada tipo de deterioro o falla y su gravedad de la unidad de muestreo.

Figura 22

Cálculo de porcentaje de extensión del deterioro o falla

| Código de daño | Deterioros / Fallas | Gravedad (G) | Medidas | | Ancho de la Sección Evaluada (m) | Longitud de la Sección Evaluada (m) | Area de la Sección Evaluada (m ²) As | Porcentaje de Extensión del deterioro / falla Efij=(Aij/As)x100 |
|----------------|---------------------|--------------|---|---|----------------------------------|-------------------------------------|---|--|
| | | | Area de deterioro Aij (m ²) | Número de deterioros (Nij) Longitud de deterioro (Lij) | | | | |
| 1 | Deformación | 1: Huellas/ | 16.13 | | 5.00 | 500.00 | 2500.00 | 0.65 |
| | | 2: Huellas/ | 0.00 | | 0.00 | 500.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 3: Huellas/ | 0.00 | | 0.00 | 500.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | Erosión | 1: Sensible | 0.00 | | 0.00 | 500.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 2: Profundi | 0.00 | | 0.00 | 500.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 3: Profundi | 0.00 | | 0.00 | 500.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | Baches (Huecos) | 1: Pueden | 15.00 | | | | | |
| | | 2: Se nece | 3.00 | | | | | |
| | | 3: Se nece | 0.00 | | | | | |
| 4 | Encalaminado | 1: Sensible | 39.60 | | 5.00 | 500.00 | 2500.00 | 1.58 |
| | | 2: Profundi | 0.00 | | 0.00 | 500.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 3: Profundi | 0.00 | | 0.00 | 500.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 y 6 | (5) Lodazal | 1: Transita | 0.00 | | 0.00 | 500.00 | 0.00 | 0.00 |
| | (6) Cruce de agua | 1: Transita | 0.00 | | 0.00 | 500.00 | 0.00 | 0.00 |

Nota: Elaboración propia

b) Cálculo de extensión promedio ponderado

Con el valor del área del daño de la sección evaluada y el porcentaje de extensión del deterioro o falla se determina la extensión promedio ponderada con la siguiente ecuación:

$$EFp = \frac{EF_{i1} \times A_{i1} + EF_{i2} \times A_{i2} + EF_{i3} \times A_{i3}}{A_{i1} + A_{i2} + A_{i3}}$$

A excepción de la falla Baches (Huecos) la extensión promedio ponderada se determina con la siguiente ecuación:

$$EFp = N_{31} + N_{32} + N_{33}$$

En la Figura 23 se muestran los resultados de la extensión promedio ponderada para cada tipo de falla en la unidad de muestreo.

Figura 23

Cálculo de extensión promedio ponderado

| Código de daño | Deterioros / Fallas | Gravedad (G) | Medidas Área de deterioro Aij (m2) Número de deterioros (Nij) Longitud de deterioro (Lij) | Área de la Sección Evaluada (m2) As | Porcentaje de Extensión del deterioro / falla Efij=(Aij/As)x100 | Extensión Promedio Ponderada |
|----------------|---------------------|--------------|--|--|--|------------------------------|
| 1 | Deformación | 1: Huellas/ | 16.13 | 2500.00 | 0.65 | 0.65 |
| | | 2: Huellas/ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | | 3: Huellas/ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 2 | Erosión | 1: Sensible | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 2: Profundi | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | | 3: Profundi | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 3 | Baches (Huecos) | 1: Pueden | 15.00 | | | 18.00 |
| | | 2: Se nece | 3.00 | | | |
| | | 3: Se nece | 0.00 | | | |
| 4 | Encalaminado | 1: Sensible | 39.60 | 2500.00 | 1.58 | 1.58 |
| | | 2: Profundi | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | | 3: Profundi | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 5 y 6 | (5) Lodazal | 1: Transita | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | (6) Cruce de agua | 1: Transita | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Nota: Elaboración propia

c) Cálculo de puntaje de condición resultante

Para calcular la calificación de condición de la vía no pavimentada se utiliza el resultado de extensión promedio ponderado, para dar el puntaje de condición, según el porcentaje de extensión calculada y según el tipo de falla o deterioro y sus intervalos de puntaje.

A modo ilustrativo, se tiene código de daño 1, deterioro o falla: deformación, con una extensión promedio ponderado de 0.65%, como el promedio ponderado es menor a 10%, entonces el puntaje debe estar en el intervalo de mayor a 0 y menor a 40 puntos para este tipo de falla, en nuestro caso sería 1.29 como se puede ver en la Figura 24 para los intervalos de puntaje por tipo de falla.

Figura 24

Cálculo de puntaje de condición resultante

| Código de daño | Deterioros / Fallas | Gravedad (G) | Extensión Promedio Ponderada | Puntaje de Condición Según Extensión de cada Tipo | | | | Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla |
|----------------------------------|---------------------|--|------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--|
| | | | | 0: Sin Deterioros o sin fallas | 1: Leve EFp = Menor a 10% | 2: Moderado EFp = entre 10% y 30% | 3: Severo EFp = mayor a 30% | |
| 1 | Deformación | 1: Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cm | | | | | | 1.29 |
| | | 2: Huellas/ | 0.65 | 0.00 | 1.29 | 0.00 | 0.00 | |
| | | 3: Huellas/hundimientos >= 10 cm | | | | | | |
| 2 | Erosión | 1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm | | | | | | 0.00 |
| | | 2: Profundi | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | | 3: Profundidad >= 10 cm | | | | | | |
| 3 | Baches (Huecos) | 1: Pueden repararse por conservación rutinaria | | | | | | 84.00 |
| | | 2: Se nece | 18.00 | 0.00 | 0.00 | 84.00 | 0.00 | |
| | | 3: Se necesita una reconstrucción | | | | | | |
| 4 | Encalaminado | 1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm | | | | | | 3.17 |
| | | 2: Profundi | 1.58 | 0.00 | 3.17 | 0.00 | 0.00 | |
| | | 3: Profundidad >= 10 cm | | | | | | |
| 5 y 6 | (5) Lodazal | 1: Transita | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | (6) Cruce de agua | 1: Transita | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN | | | | | | | 88.46 | |

Nota: Elaboración propia



Se suma el puntaje de condición total de cada puntaje de condición resultante por cada tipo de deterioro o falla, para luego calcular la calificación de condición con la siguiente ecuación.

$$CC = 500 - \text{SUMA DE PUNTAJE DE CONDICIÓN}$$

$$CC = 500 - 88.46$$

$$CC = 411.54$$

Entonces según a la calificación de condición, se tiene una vía en una CONDICIÓN BUENO y según esta calificación de condición de la vía se puede estimar que el tipo de conservación a realizar en la sección de 500m de longitud sería de tipo CONSERVACION RUTINARIA.

El procedimiento dado se realizó para todas las unidades de muestreo de la vía no pavimentada de la ruta PU – 905 (Callejón - Ramis).

3.7. EVALUACIÓN MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE POLÍTICA DE CONSERVACIÓN VIAL - MOP

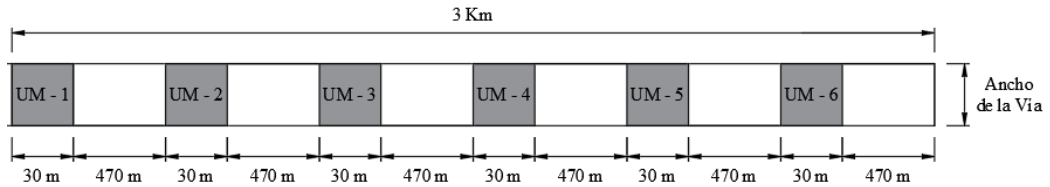
3.7.1. Selección de Unidades de Muestreo según la Metodología

Para la aplicación de la metodología de Política de Conservación Vial - MOP en la vía no pavimentada, se calculó las unidades de muestreo para 3+000 km de largo de la vía y 5m de ancho promedio de la vía. La metodología indica tomar la unidad de muestreo de un área rectangular de ancho igual al ancho de la vía y de largo 30 metros y por cada kilómetro evaluado se tiene que medir 2 unidades de muestreo, por ende, se ha dividido en 6 unidades de muestreo de 30m en toda la longitud de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis).

Figura 25

Ilustración de las unidades de muestra para la vía no Pavimentada de la ruta

PU 905 (Callejón - Ramis) - MOP



Nota: Elaboración propia

3.7.2. Levantamiento de Fallas según la Metodología

Se realizó la recopilación de datos del tipo de superficie de la vía y el clima característico de la vía para la evaluación de las fallas y determinar el tipo, cantidad o extensión según la metodología de Política de Conservación Vial - MOP, registrando esta información en la ficha de evaluación dada por la metodología. Teniendo en cuenta las definiciones y el método de medición de cada falla descritos en el anexo 2 del presente trabajo de investigación.

Figura 26

Levantamiento de las fallas - MOP

| Unidad de Muestreo | KI | KF | Superficie (T,R,E) | Clima (S,M,H) | Drenaje (0 0.5 ó 1) | Calaminas (cm) | Ahuellamiento (cm) | Camino Pedroso (0 ó 1) | Baches (m ² m) | Erosión (0 ó 1) |
|--------------------|----------|----------|--------------------|---------------|---------------------|----------------|--------------------|------------------------|---------------------------|-----------------|
| 1 | 0+000.00 | 0+030.00 | R | M | 0.5 | 0 | 0 | 1 | 0.0065 | 0 |
| 2 | 0+500.00 | 0+530.00 | R | M | 0.5 | 0 | 4.1 | 1 | 0.10125 | 0 |
| 3 | 1+000.00 | 1+030.00 | R | M | 0.5 | 0 | 4.2 | 1 | 0.17625 | 0 |
| 4 | 1+500.00 | 1+530.00 | R | M | 0.5 | 0 | 3 | 1 | 0.09216 | 0 |
| 5 | 2+000.00 | 2+030.00 | R | M | 0.5 | 0 | 0 | 1 | 0.0672 | 0 |
| 6 | 2+500.00 | 2+530.00 | R | M | 0.5 | 0 | 0 | 1 | 0.0209 | 0 |

Nota: Elaboración propia



3.7.3. Cálculo del valor ICNP de las unidades de muestreo

A modo ilustrativo se utilizará la primera unidad de muestreo para explicar la forma del cálculo del INCP, con las indicaciones y la ayuda del formato de la metodología de Política de Conservación Vial - MOP.

Se calcula el valor ICNP según la ecuación dada por la regresión ajustada y los estadísticos de correlación de la metodología MOP, para definir el estado considerando los resultados de los valores promedio de cada tipo de falla o deterioro: calamina, baches, erosión, ahuellamiento, camino pedregoso y bombeo (drenaje).

$$\begin{aligned} ICNP = 10 - 1.15 * (1.01 \textit{ Calamina} + 1.96 \textit{ Baches} + 1.28 \textit{ Erosión} \\ + 0.29 \textit{ Ahuellamiento} + 1.36 \textit{ Camino Pedregoso} \\ + 1.37 \textit{ Bombeo}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ICNP = 10 - 1,15 * (1,01x0 + 1,96x0 + 1,28x0 + 0,29x0.00975 \\ + 1,36x1 + 1,37x0.5) \end{aligned}$$

$$ICNP = 7.63$$

Según la ecuación se obtuvo como resultado que el valor ICNP = 7.63 y considerando el tipo de clima y tipo de vía, entonces la clasificación según los límites de asignación del ICNP obtenido es “BUENO”.

En función a esta calificación de estado se estima la macroacción de conservación a realizar en la unidad de muestreo sería de tipo “CONSERVACIÓN RUTINARIA”.

El procedimiento dado se realizó para todas las unidades de muestreo de la vía no pavimentada de la ruta PU – 905 (Callejón - Ramis).

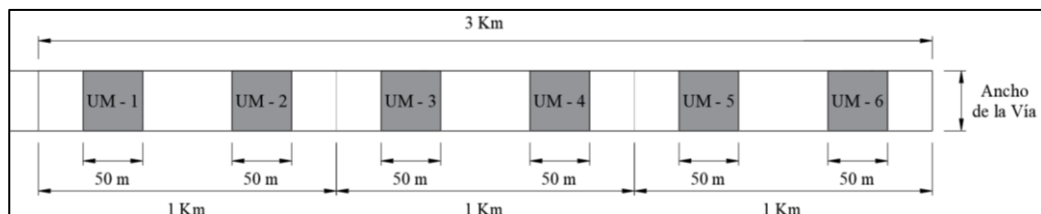
3.8. EVALUACIÓN MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE MANUAL TÉCNICO UNSURFACED ROAD MAINTENANCE MANAGEMENT – URCI

3.8.1. Selección de Unidades de muestreo según la Metodología

La selección de las unidades de muestreo se realizó en función a la metodología del Manual Técnico Unsurfaced Road Maintenance Management – URCI, donde el área a evaluar es de un rango de 140 a 325 m² y es necesario medir dos unidades de muestra por 1 km. Se calculó las unidades de muestreo para la ruta PU 905 (Callejón – Ramis) que tiene 3+000 km de largo y 5m de ancho promedio de la vía, donde se tomó como unidad de muestreo una longitud de 50m de la vía, ya que la vía tiene un ancho aprox. de 5 m de ancho, por lo tanto, se tendría un área aproximadamente 250 m² cumpliendo lo establecido y se ha dividido en 6 muestras en toda la longitud de la vía.

Figura 27

Unidades de muestreo para la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis) - URCI



Nota: Elaboración propia

3.8.2. Levantamiento de fallas según la metodología

Se realizó la evaluación de las fallas para determinar el tipo, cantidad o extensión y nivel de severidad según la metodología del Manual Técnico Unsurfaced Road Maintenance Management – URCI, registrando esta información en la ficha de evaluación dada por la metodología. Teniendo en cuenta las definiciones y el método de medición de cada falla descritos en el anexo 3 del presente trabajo de investigación.

Figura 28

Levantamiento de las fallas – URCI

| TIPO | | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 |
|-------------------------------------|---|----|-----|----|----|----|------|-----|
| CANTIDAD Y NIVEL DE SEVERIDAD | L | 50 | 100 | | | 2 | | 100 |
| | M | | | | X | 1 | 8.40 | |
| | H | | | | | | | |

Nota: Elaboración propia

Este proceso se repitió para cada unidad de muestreo a inspeccionar.

3.8.3. Cálculo del URCI de las unidades de muestreo

Para determinar el valor URCI se utilizará la primera unidad de muestreo.

a) Cálculo de la Densidad

Se realiza los cálculos de la densidad para todas las fallas a excepción del polvo, debido a que la falla se evalúa de manera visual con la siguiente ecuación.

$$Densidad = \frac{Cantidad\ de\ Falla}{Area\ de\ la\ Unidad\ de\ Muestra} \times 100\%$$

$$Densidad = \frac{50}{250} \times 100\%$$

$$Densidad = 20\%$$

Los cálculos se realizan para cada unidad de muestreo, donde las fallas están en metros lineales y metros cuadrados según el tipo de falla.

Figura 29

Cálculo de la densidad porcentual individual

| TIPO DE FALLA (a) | DENSIDAD (b) |
|-------------------|--------------|
| 81 | 20.00 |
| 82 | 40.00 |
| 84 | - |
| 85 | 0.80 |
| 85 | 0.40 |
| 86 | 3.36 |
| 87 | 40.00 |

Nota: Elaboración propia

b) Cálculo del Valor Deducible

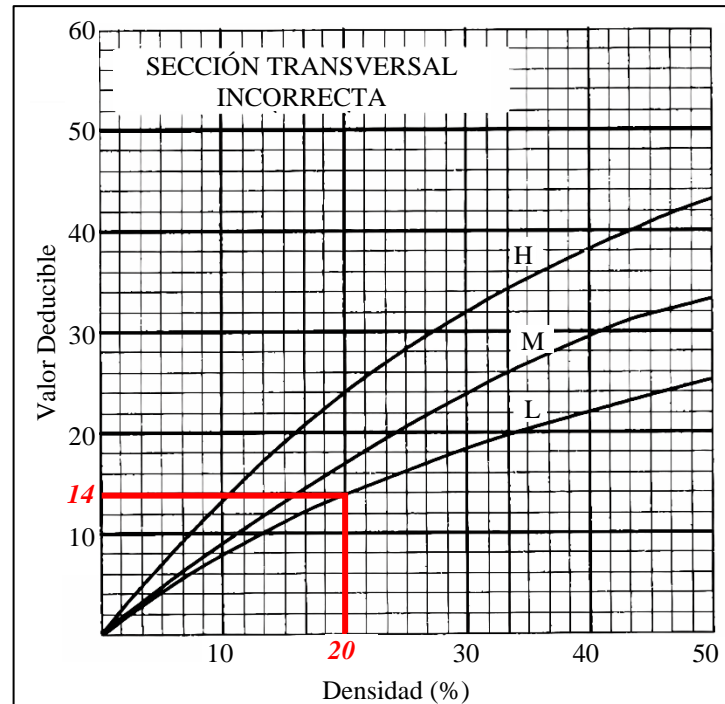
Calculamos el valor deducible por cada tipo de falla mediante el empleo de los ábacos de valores de deducción por cada tipo de falla o deterioro con sus respectivos niveles de severidad contenidos en el anexo 3.

A modo ilustrativo, según la Figura 29, el tipo de falla 81. sección transversal incorrecta tiene una densidad de 20 % y nivel de severidad (L),

utilizando los ábacos de la metodología URCI para dicha falla, se determina el valor deducible como se muestra en la figura 30.

Figura 30

Cálculo del valor deducible en ábaco de sección transversal incorrecta



Nota: Elaborado a partir del Manual Técnico - Unsurfaced Road Maintenance Management (1995)

Para cada tipo de falla, se aplica los ábacos de la metodología URCI, según la densidad y nivel de severidad de cada tipo de falla con precisión técnica.

Figura 31

Cálculo de valores deducibles

| TIPO DE FALLA (a) | DENSIDAD (b) | NIVEL DE SEVERIDAD (c) | VALOR DEDUCIBLE (d) |
|-------------------|--------------|------------------------|---------------------|
| 81 | 20.00 | L | 14.00 |
| 82 | 40.00 | L | 16.20 |
| 84 | - | M | 4.00 |
| 85 | 0.80 | L | 1.80 |
| 85 | 0.40 | M | 2.00 |
| 86 | 3.36 | M | 6.10 |
| 87 | 40.00 | L | 16.00 |

Nota: Elaboración propia

c) Cálculo del Valor Deducible Total (TDV)

Determinar el valor deducible total (TDV) sumando todos los valores de deducibles y también determinar el valor de q que es el número de valores deducibles individuales iguales o superiores a 5.

Figura 32

Cálculo del valor deducible total (TVD) y el valor de (q)

| TIPO DE FALLA (a) | DENSIDAD (b) | NIVEL DE SEVERIDAD (c) | VALOR DEDUCIBLE (d) |
|---------------------------------|--------------|------------------------|---------------------|
| 81 | 20.00 | L | 14.00 |
| 82 | 40.00 | L | 16.20 |
| 84 | - | M | 4.00 |
| 85 | 0.80 | L | 1.80 |
| 85 | 0.40 | M | 2.00 |
| 86 | 3.36 | M | 6.10 |
| 87 | 40.00 | L | 16.00 |
| e. VALOR TOTAL DEDUCIBLE | | | f. q= |
| 60.1 | | | 4 |

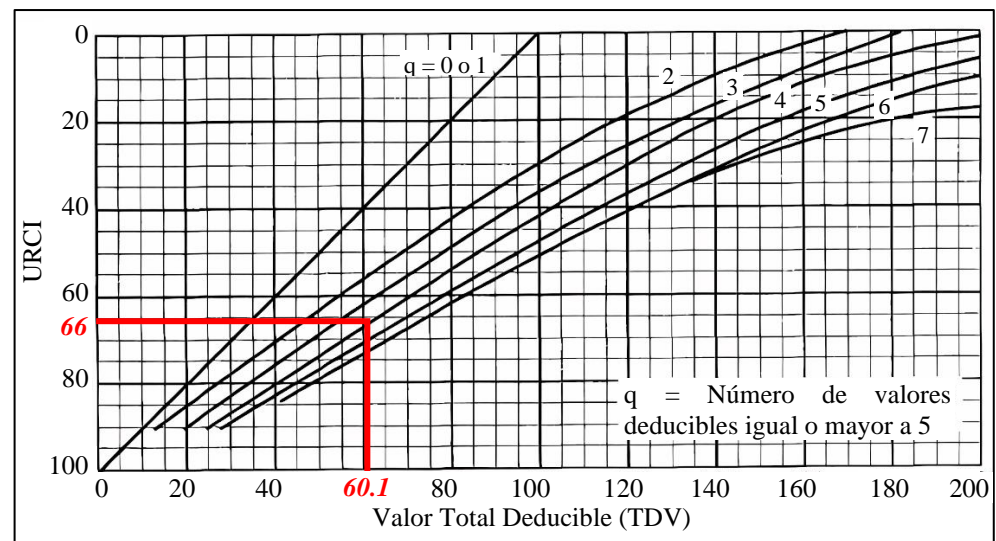
Nota: Elaboración propia

d) Cálculo del valor URCI

Determinar la clasificación de condición o estado de la vía no pavimentada, a partir del valor deducible total (TDV = 60.1) y el valor de $q = 4$ utilizando el ábaco mostrado en el anexo 3.

Figura 33

Cálculo del índice de condición de la vía no pavimentada - URCI



Nota: Elaborado a partir del Manual Técnico - Unsurfaced Road Maintenance Management (1995)

Según la Figura 33 se obtuvo como resultado que el valor URCI=66, entonces la clasificación de condición URCI obtenido es “BUENA”.

El procedimiento dado se realizó para todas las unidades de muestreo de la vía no pavimentada de la ruta PU – 905 (Callejón - Ramis).



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SEGÚN LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL – MTC

De la evaluación realizada según la metodología de Mantenimiento o Conservación Vial – MTC, se determinó la condición de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis).

4.1.1. Datos recolectados según la metodología del MTC

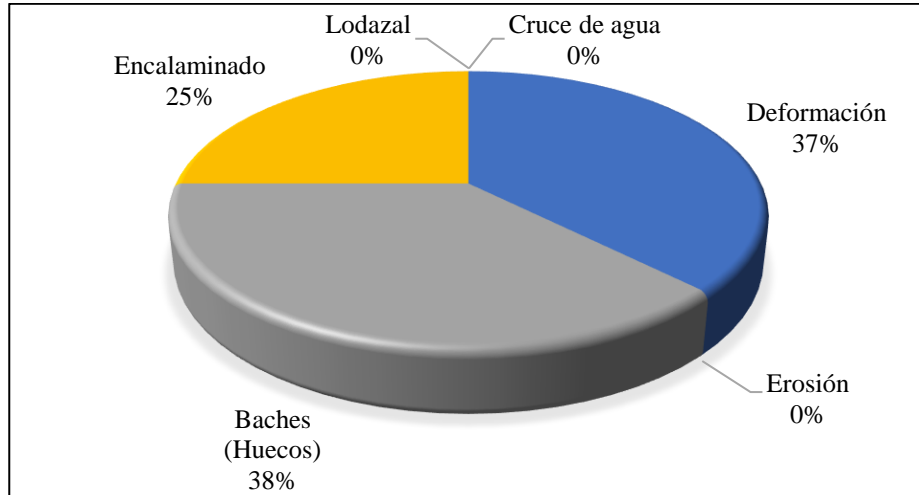
Los datos fueron recolectados según los formatos de evaluación de la metodología de Mantenimiento o Conservación Vial – MTC que se muestra en el Anexo 4.

4.1.2. Resultados según la Metodología del MTC

En el tramo evaluado de 3.00 km se registraron 6 unidades de muestreo, las cuales presentan daños representativos según la metodología de Mantenimiento o Conservación Vial (MTC), como se muestra en la siguiente figura.

Figura 34

Tipos de daños en la vía no pavimentada según la metodología del MTC de la ruta PU 905 (Callejón -Ramis)



Nota: Elaboración propia

En la figura 34 se muestra los tipos de daños representativos en el tramo de evaluado, los tipos de daños con mayor porcentaje en la vía no pavimentada de Ruta PU 905 (Callejón -Ramis) son: Baches (huecos) (38%), deformación (37%), encaminado (25%).

De acuerdo con la inspección y los cálculos realizados para las 6 unidades de muestreo según la metodología de Mantenimiento o Conservación Vial – MTC, en el siguiente cuadro se presenta los resultados obtenidos evidenciándose las unidades de muestreo, progresivas evaluadas y la condición de la vía no pavimentada de las unidades de muestreo (Tabla 4).

Tabla 4

Resultados según la metodología del MTC de la ruta PU 905 (Callejón -Ramis)

| Unidad de Muestreo | Progresiva | | Calificación MTC | Condición |
|--------------------|------------|----------|------------------|-----------|
| | Inicio | Final | | |
| 1 | 0+000.00 | 0+500.00 | 411.54 | Bueno |
| 2 | 0+500.00 | 1+000.00 | 392.96 | Regular |
| 3 | 1+000.00 | 1+500.00 | 390.39 | Regular |
| 4 | 1+500.00 | 2+000.00 | 393.94 | Regular |
| 5 | 2+000.00 | 2+500.00 | 429.25 | Bueno |
| 6 | 2+500.00 | 3+000.00 | 420.14 | Bueno |

Nota: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos, se determinó el valor de la calificación de condición promedio de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis) para obtener la calificación condición de la vía no pavimentada como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5

Calificación condición promedio según MTC de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis)

| Metodología | Calificación Promedio | Estado de Condición |
|-------------|-----------------------|---------------------|
| MTC | 406.37 | Bueno |

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 5, se determinó que la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis) según la metodología de Mantenimiento o Conservación Vial (MTC), presenta una calificación promedio de 406.37 que indica una calificación de condición “BUENO” de la vía.

4.2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SEGÚN LA METODOLOGÍA DE POLÍTICA DE CONSERVACIÓN VIAL - MOP

De la evaluación realizada según la metodología de Política de Conservación Vial - MOP se determinó el estado de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis).

4.2.1. Datos Recolectados según la Metodología del MOP

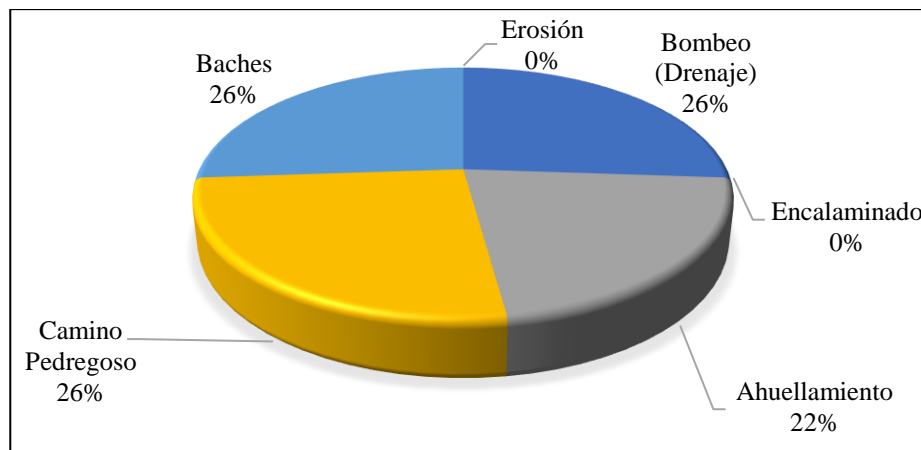
Los datos fueron recolectados según los formatos de evaluación de la metodología de Política de Conservación Vial – MOP que se muestra en el Anexo 5 del presente trabajo de investigación.

4.2.2. Resultados según la Metodología del MOP

En el tramo evaluado de 3.00 km se registraron 6 unidades de muestreo, las cuales presentan daños representativos según la metodología de Política de Conservación Vial - MOP, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 35

Tipos de daños en la vía no pavimentada según la metodología del MOP de la ruta PU 905 (Callejón -Ramis)



Nota: Elaboración propia

En la figura 35 se muestra los tipos de daños representativos en el tramo de evaluado, los tipos de daños con mayor porcentaje en la vía no pavimentada de Ruta PU 905 (Callejón -Ramis) son: Baches (26%), camino pedregoso (26%), bombeo (drenaje) (26%) y ahuellamiento (12%).

De acuerdo con la inspección y los cálculos realizados para las 6 unidades de muestreo según la metodología de Política de Conservación Vial - MOP, en la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos evidenciándose las unidades de muestreo, progresivas evaluadas, valor del ICNP y el estado de la vía no pavimentada según la metodología de las unidades de muestreo (Tabla 6).

Tabla 6

Resultados según la metodología del MOP de la ruta PU 905 (Callejón -Ramis)

| Unidad de Muestreo | Progresiva | | Valor ICNP | Estado |
|--------------------|------------|----------|------------|--------|
| | Inicio | Final | | |
| 1 | 0+280.00 | 0+310.00 | 6.46 | Bueno |
| 2 | 0+710.00 | 0+740.00 | 6.36 | Bueno |
| 3 | 1+330.00 | 1+360.00 | 5.89 | Bueno |
| 4 | 1+730.00 | 1+760.00 | 6.54 | Bueno |
| 5 | 2+000.00 | 2+030.00 | 7.50 | Bueno |
| 6 | 2+800.00 | 2+830.00 | 6.75 | Bueno |

Nota: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos, se determinó el valor del ICNP promedio de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis) para obtener el estado de la vía no pavimentada como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7

Calificación condición promedio según MOP de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis)

| Metodología | Valor ICNP | Estado |
|--------------------|-----------------------|---------------|
| MOP | 6.59 | Bueno |

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 7, se determinó que la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis), según la metodología de Política de Conservación Vial - MOP, presenta el valor de ICNP promedio de 6.59 que indica un estado “BUENO” de la vía.

4.3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SEGÚN LA METODOLOGÍA DEL MANUAL TÉCNICO UNSURFACED ROAD MAINTENANCE MANAGEMENT – URCI

De la evaluación realizada según la metodología del manual técnico Unsurfaced Road Maintenance Management – URCI, se determinó el estado de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis).

4.3.1. Datos Recolectados según la Metodología del URCI

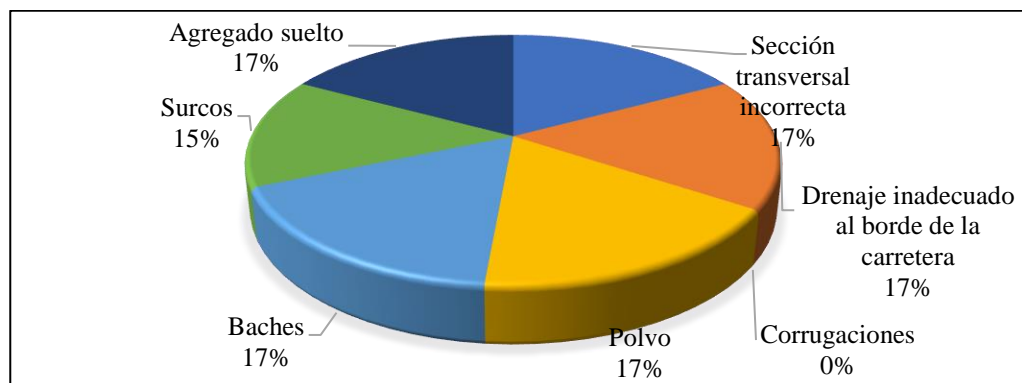
Los datos fueron recolectados según los formatos de evaluación de la metodología del manual técnico Unsurfaced Road Maintenance Management – URCI que se muestra en el Anexo 6.

4.3.2. Resultados según la Metodología del URCI

En el tramo evaluado de 3.00 km se registraron 6 unidades de muestreo, las cuales presentan daños representativos según del manual técnico Unsurfaced Road Maintenance Management – URCI, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 36

Tipos de daños en la vía no pavimentada según la metodología del URCI de la ruta PU 905 (Callejón -Ramis)



Nota: Elaboración propia

En la figura 36 se muestra los tipos de daños representativos en el tramo de evaluado, los tipos de daños con mayor porcentaje en la vía no pavimentada de Ruta PU 905 (Callejón -Ramis) son: Sección transversal incorrecta (17%), drenaje inadecuado al borde de la carretera (17%), polvo (17%), baches (17%), surcos (15%) y agregado suelto (17%).

De acuerdo con la inspección y los cálculos realizados para las 6 unidades de muestreo en función a la metodología del manual técnico Unsurfaced Road Maintenance Management – URCI, en el siguiente cuadro se presenta los resultados obtenidos evidenciándose de las unidades de muestreo, progresivas evaluadas, valor del URCI y la clasificación de condición de la vía no pavimentada de las unidades de muestreo (Tabla 8).

Tabla 8

Resultados según la metodología del manual URCI de la ruta PU 905 (Callejón -Ramis)

| Unidad de Muestreo | Progresiva | | Valor URCI | Clasificación de Condición |
|--------------------|------------|----------|------------|----------------------------|
| | Inicio | Final | | |
| 1 | 0+280.00 | 0+330.00 | 66.00 | Buena |
| 2 | 0+670.00 | 0+720.00 | 58.00 | Buena |
| 3 | 1+320.00 | 1+370.00 | 54.00 | Justa |
| 4 | 1+740.00 | 1+790.00 | 64.00 | Buena |
| 5 | 2+330.00 | 2+380.00 | 68.00 | Buena |
| 6 | 2+780.00 | 2+830.00 | 69.00 | Buena |

Nota: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos, se determinó el valor del URCI promedio de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis) para obtener la clasificación de condición de la vía no pavimentada como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9

Calificación condición promedio según URCI de la ruta PU 905 (Callejón - Ramis)

| Metodología | Valor URCI | Clasificación de Condición |
|-------------|------------|----------------------------|
| URCI | 63.17 | Buena |

Nota: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla 9, se determinó que la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis) según la metodología del manual técnico Unsurfaced Road Maintenance Management – URCI, presenta el valor de URCI promedio de 63.17 que indica un estado “BUENA” de la vía.

4.4. COMPARACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS

Para realizar la comparación de las metodologías, se elaboró la siguiente tabla 10 donde se asignó la comparación de los parámetros utilizados según las metodologías del MTC, MOP y URCI.

Tabla 10

Comparación de parámetros de las metodologías MTC, MOP y URCI

| Parámetros | MTC | MOP | URCI |
|--|--|---|---|
| Unidad de medida | Metros | Metros | Pies y/o Metros |
| Muestras | Las muestras son determinadas cada 500 metros para una vía no pavimentada | Selección de dos muestras de una longitud de 30 metros representativas por cada kilómetro | Selección de dos muestras por cada kilómetro, que deben de estar dentro del rango de 140 a 325 m2 con un promedio recomendado de 231 m2 |
| Tipos de Fallas | Deformación | Ahuellamiento | 86. Surcos (Ahuellamientos) |
| | Baches (Huecos) | Baches | 85. Baches |
| | Encalaminado | Calamina | 83. Ondulaciones (Encalaminados) |
| | Erosión | Erosión | 81. Sección transversal incorrecto |
| | Lodazal y Cruce de Agua | Bombeo (Drenaje) | 82. Drenaje inadecuado |
| | | Material Suelto | 87. Agregado suelto 84. Polvo |
| Niveles de Severidad | Leve (1) Moderado (2) Severo (3) | No considera niveles de severidad en la evaluación | Low o Baja (L) Medium o Media (M) High o Alta (H) |
| Escala de Calificación de la condición de la vía | <ul style="list-style-type: none"> • Bueno • Regular • Malo | <ul style="list-style-type: none"> • Muy bueno • Bueno • Regular • Malo • Muy malo | <ul style="list-style-type: none"> • Excelente • Muy bueno • Bueno • Justo • Pobre • Muy pobre • Fallo |
| Alternativas de Mantenimiento | <ul style="list-style-type: none"> • Rutinaria • Periódica • Rehabilitación | <ul style="list-style-type: none"> • Rutinaria • Rehabilitación • Reconstrucción | Plantea soluciones específicas según el nivel de severidad de cada tipo de falla |

Nota: Elaboración propia



De la tabla anterior, se puede apreciar que la metodología del MOP no considera los niveles de severidad que es de suma importancia en la evaluación de la vía para determinar los niveles de severidad en las fallas y no considera mayores criterios técnicos en la su forma de evaluación y no es confiable, por ende, esto puede generar errores en su análisis y dar resultados erróneos.

Para poder calcular la eficacia, eficiencia y la efectividad de las metodologías del MTC, MOP y URCI en la evaluación de vías no pavimentadas, utilizaremos las fórmulas que se muestran en el marco teórico en la figura 12 para determinar la eficacia, eficiencia y la efectividad, según los indicadores como los resultados, productividad, costo y tiempo para cada metodología aplicada en la evaluación de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis) que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11

Descripción de los indicadores de las metodologías MTC, MOP y URCI

| Descripción | UND | Metodología | | |
|-------------------------------|--------|-------------|----------|----------|
| | | MTC | MOP | URCI |
| Resultado esperado por día | Km | 1.50 | 1.50 | 1.50 |
| Resultado alcanzado por día | Km | 0.75 | 1.50 | 1.00 |
| Productividad esperado | Km/Día | 0.60 | 0.60 | 0.60 |
| Productividad alcanzado | Km/Día | 0.60 | 1.50 | 1.00 |
| Costo esperado | S/. | 1,115.00 | 1,115.00 | 1,115.00 |
| Costo alcanzado | S/. | 1,115.00 | 595.00 | 855.00 |
| Costo de Mano de Obra | | | | |
| Tesista | S/. | 980.00 | 460.00 | 720.00 |
| Peón | S/. | 800.00 | 400.00 | 600.00 |
| Costo de Equipos y Materiales | | | | |
| Wincha 50m | S/. | 60.00 | 60.00 | 60.00 |
| Flexómetro 5m | S/. | 25.00 | 25.00 | 25.00 |
| Barra de Aluminio | S/. | 50.00 | 50.00 | 50.00 |
| Tiempo esperado | día | 4.00 | 4.00 | 4.00 |
| Tiempo alcanzado | día | 4.00 | 2.00 | 3.00 |

Nota: Elaboración propia

Tabla 12

Eficacia, eficiencia y efectividad de las metodologías MTC, MOP y URCI

| Metodología | Eficacia | | Eficiencia | | Efectividad |
|-------------|----------|---------|------------|---------|-------------|
| | Valor | Puntaje | Valor | Puntaje | |
| MTC | 50.00% | 2 | 1.00 | 3 | 50.00% |
| MOP | 100.00% | 5 | 3.75 | 5 | 100.00% |
| URCI | 66.67% | 3 | 1.74 | 5 | 80.00% |

Nota: Elaboración propia



De la tabla 12, se puede apreciar que la metodología del MOP tiene mayor eficacia, eficiencia y efectividad en la evaluación de una vía no pavimentada, pero según la tabla 11, la metodología del MOP no considera en la evaluación los niveles de severidad que es de suma importancia en la evaluación de la vía para determinar los niveles de severidad en las fallas y no considera mayores criterios técnicos en su forma de evaluación y no es confiable, por ende, esto puede generar errores en su análisis y dar resultados erróneos, por ende la metodología con mayor eficacia, eficiencia y efectividad sería la metodología del URCI a comparación de las metodologías del MTC y MOP, puesto que requiere menos tiempo y menos costo en la evaluación sin afectar el resultado el estado superficial de vía no pavimentada considerando los tipos de fallas sumamente importantes de una vía y es práctica al aplicarla y es sumamente detallado el análisis considerando los niveles de severidad de los tipos de fallas.

Tabla 13

Comparación de las metodologías MTC, MOP y URCI en la ruta 905 (Callejón - Ramis)

| Progresiva | | | MTC | | Progresiva | | | MOP | | Progresiva | | | URCI | | | |
|------------|----------|--|---------------------|-----------|------------|----------|---------------|-----------|----------|------------|---------------|-----------|----------|----------|---------------|-----------|
| Inicial | Final | | Calificación MTC | Condición | Inicial | Final | Valor ICNP | Condición | Inicial | Final | Valor URCI | Condición | Inicial | Final | Valor URCI | Condición |
| 0+000.00 | 0+500.00 | | 411.54 | Bueno | 0+000.00 | 0+030.00 | 7.63 | Bueno | 0+280.00 | 0+330.00 | 66.00 | Buena | 0+280.00 | 0+330.00 | 66.00 | Buena |
| 0+500.00 | 1+000.00 | | 392.96 | Regular | 0+500.00 | 0+530.00 | 6.05 | Bueno | 0+670.00 | 0+720.00 | 58.00 | Buena | 0+670.00 | 0+720.00 | 58.00 | Buena |
| 1+000.00 | 1+500.00 | | 390.39 | Regular | 1+000.00 | 1+030.00 | 5.85 | Bueno | 1+320.00 | 1+370.00 | 54.00 | Justa | 1+320.00 | 1+370.00 | 54.00 | Justa |
| 1+500.00 | 2+000.00 | | 393.94 | Regular | 1+500.00 | 1+530.00 | 6.44 | Bueno | 1+740.00 | 1+790.00 | 64.00 | Buena | 1+740.00 | 1+790.00 | 64.00 | Buena |
| 2+000.00 | 2+500.00 | | 429.25 | Bueno | 2+000.00 | 2+030.00 | 7.50 | Bueno | 2+330.00 | 2+380.00 | 68.00 | Buena | 2+330.00 | 2+380.00 | 68.00 | Buena |
| 2+500.00 | 3+000.00 | | 420.14 | Bueno | 2+500.00 | 2+530.00 | 7.60 | Bueno | 2+780.00 | 2+830.00 | 69.00 | Buena | 2+780.00 | 2+830.00 | 69.00 | Buena |

Nota: Elaboración propia



En base a los resultados obtenidos de la tabla 13 se tiene la calificación promedio y la condición de la vía de según las metodologías de Mantenimiento o Conservación Vial - MTC, Política de Conservación Vial - MOP y el Manual Técnico Unsurfaced Road Maintenance Management – URCI.

Tabla 14

Calificación promedio y condición según las metodologías MTC, MOP y URCI

| Metodología | Calificación Promedio | Condición |
|--------------------|------------------------------|------------------|
| MTC | 406.37 | Bueno |
| MOP | 6.59 | Bueno |
| URCI | 63.17 | Buena |

Nota: Elaboración propia

Comparando las tres metodologías se puede apreciar que se obtiene un promedio similar en la condición de la muestra, en la metodología de Mantenimiento o Conservación Vial (MTC), se obtuvo como resultado de una calificación de condición “BUENO”, con la metodología de Política de Conservación Vial - MOP una calificación de condición de condición “BUENO” y con la metodología el Manual Técnico Unsurfaced Road Maintenance Management – URCI se obtiene una calificación de condición “BUENA”. Aunque los resultados promedio de las metodologías son similares, se observa que en los resultados parciales de las unidades de muestreo no son totalmente similares. Existen tramos evaluados que son similares y otros que son diferentes, esto muestra que existe diferencias entre las tres metodologías.

4.5. PROPUESTA PARA EL MANTENIMIENTO VIAL

Según la metodología de Mantenimiento o Conservación Vial – MTC, recomienda medidas correctivas según la gravedad de las fallas y su extensión, en tal sentido para la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón- Ramis) se muestra la siguiente tabla considerando las medidas correctivas para la vía.

Tabla 15

Medidas correctivas para la conservación según MTC para la ruta PU 905 (Callejón - Ramis)

| Tipo de Conservación | Medidas Correctivas |
|-----------------------------|--|
| Conservación Rutinaria | <ul style="list-style-type: none">• Perfilado con recapeo (regrava) parcial y compactación |

Nota: Elaboración propia

Según la metodología de Política de Conservación Vial - MOP recomienda “macroacciones” de conservación asociadas a los distintos estados basados en la condición actual de la vía, en tal sentido para la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón- Ramis) se muestra en la siguiente tabla las acciones a realizar según al estado de la vía.

Tabla 16

Acciones asociadas para la conservación según MOP para la ruta PU 905 (Callejón - Ramis)

| Macro acciones | Acciones Asociadas |
|-----------------------|--|
| Rutinaria | <ul style="list-style-type: none">• Limpieza de faja y fosos• Reperfilado |

Nota: Elaboración propia

Según la metodología del manual técnico Unsurfaced Road Maintenance Management – URCI, que nos brinda alternativas de intervención según las evaluaciones

de las fallas se muestra la siguiente tabla con descripción de las alternativas de mantenimiento para la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón- Ramis).

Tabla 17

Alternativas de mantenimiento según URCI para la ruta PU 905 (Callejón - Ramis)

| Falla | Código de Severidad | Código de Costo* | Descripción |
|--|----------------------------|-------------------------|---|
| 81- Sección transversal incorrecta | L | B | Solo enrasar |
| 82- Inadecuado drenaje al borde de carretera | L | B | Limpiar las cunetas cada 1-2 años. |
| 83 - Corrugaciones | L | B | Solo enrasar |
| 84- Polvo | L | C | Añadir agua |
| | M | C | Añadir estabilizador |
| 85- Baches | L | B | Solo enrasar |
| 86- Surcos | M | B/C | Solo enrasar/enrasar, añadir material y compactar |
| 87- Agregado Suelto | L | B | Solo enrasar |

Nota: Código de costo* A= mano de obra, gastos generales; B= mano de obra, equipo, gastos generales; C= mano de obra, equipo, materiales, gastos generales Fuente: Elaboración propia

Basándonos en los respectivos resultados obtenidos de las evaluaciones y las recomendaciones de mantenimiento o conservación según las metodologías MTC, MOP y URCI, se planteó una propuesta para el mantenimiento vial de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis), se estableció que la vía no pavimentada requiere de mantenimiento rutinario.

A continuación, se presenta el presupuesto del servicio del mantenimiento rutinario, según el sistema GEMA (Gestión del Mantenimiento Vial) de Provias Descentralizado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones basados en el D.U. - 070 – 2020 como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18

Propuesta de presupuesto de mantenimiento rutinario de la ruta 905 (Callejón - Ramis)

| Código | Actividad | Unidad | Carga de Trabajo | | Carga de Trabajo Total en 3KM | | PU | Costo | | Costo Total por Rubro |
|--|---|--------|------------------|-----|-------------------------------|-----|--------|-------|----------|-----------------------|
| | | | IB | S/. | IB | S/. | | IB | S/. | |
| MR - 100 CONSERVACION DE CALZADA | | | | | | | | | | |
| MR - 101 | Limpieza de Calzada | km | 0.40 | | 1.20 | | 332.50 | | 399.00 | |
| MR - 102 | Bacheo | m2 | 340.00 | | 1,020.00 | | 9.78 | | 9,975.35 | |
| MR - 103 | Desquinche | m3 | 0.00 | | 0.00 | | 26.25 | | 0.00 | |
| MR - 104 | Remoción de Derrumbes | m3 | 3.00 | | 9.00 | | 22.17 | | 199.50 | |
| Sec. 305 | Perfilado de la superficie sin aporte de material | m2 | 1,000.00 | | 3,000.00 | | 2.04 | | 6,110.40 | |
| MR - 200 LIMPIEZA DE OBRAS DE DRENAJE | | | | | | | | | | |
| MR - 201 | Limpieza de Cunetas | ml | 1,000.00 | | 3,000.00 | | 0.55 | | 1,640.63 | |
| MR - 202 | Limpieza de Alcantarilla | und | 1.00 | | 3.00 | | 99.75 | | 299.25 | |
| MR - 203 | Limpieza de Badén | m2 | 9.60 | | 28.80 | | 6.56 | | 189.00 | |
| MR - 204 | Limpieza de Zanjias de Coronación | ml | 5.00 | | 15.00 | | 0.55 | | 8.20 | |
| MR - 205 | Limpieza de Pontones | und | 25.00 | | 75.00 | | 131.25 | | 9,843.75 | |
| MR - 206 | Encauzamiento de Pequeños Cursos de Agua | ml | 35.00 | | 105.00 | | 3.33 | | 349.13 | |
| MR - 300 CONTROL DE VEGETACIÓN | | | | | | | | | | 448.88 |
| | | | | | | | | | | 16,684.25 |
| | | | | | | | | | | 12,329.95 |

| Código | Actividad | Unidad | Carga de Trabajo | | Carga de Trabajo Total en 3KM | | PU | Costo | | Costo Total por Rubro |
|-----------------|--|--------|------------------|----|-------------------------------|--------|----|------------|----|-----------------------|
| | | | IB | IB | IB | IB | | IB | IB | |
| MR - 301 | Roce y Limpieza | m2 | 900.00 | | 2,700.00 | 0.17 | | 448.88 | | |
| MR - 400 | SEGURIDAD VIAL | | | | | | | | | 69.93 |
| MR - 401 | Conservación de Señales | und | 1.50 | | 4.50 | 15.54 | | 69.93 | | |
| MR - 500 | MEDIO AMBIENTE | | | | | | | | | 0.00 |
| MR - 501 | Reforestación | und | 0.00 | | 0.00 | 0.65 | | 0.00 | | |
| MR - 600 | VIGILANCIA Y CONTROL | | | | | | | | | 319.68 |
| MR - 601 | Vigilancia y Control | km | 24.00 | | 72.00 | 4.44 | | 319.68 | | |
| MR - 700 | ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS | | | | | | | | | 306.32 |
| MR - 701 | Reparación de Muros Secos | m3 | 0.50 | | 1.50 | 54.25 | | 81.38 | | |
| MR - 702 | Reparación de Pontones | und | 0.15 | | 0.45 | 499.88 | | 224.95 | | |
| A. | COSTO DIRECTO | | | | | | | S/. | | 30,159.00 |
| B. | COSTO INDIRECTO | | | | | | | S/. | | 9,060.00 |
| C. | UTILIDAD | | | | | | | S/. | | 2,412.72 |
| D. | SUB - TOTAL | | | | | | | S/. | | 41,631.72 |
| F. | I.G.V. | | | | | | | S/. | | 41,631.72 |
| G. | TARIFA POR TIPO DE CAMINO Y NIVEL DE SERVICIO | | | | | | | S/. | | 83,263.44 |

Nota: Elaboración propia



Las presentes actividades están enmarcadas dentro del presupuesto de servicio de mantenimiento rutinario los cuales en su conjunto hacen un presupuesto total de 83,263.44 soles para el mantenimiento rutinario de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis).

4.6. DISCUSIÓN

Los resultados de la evaluación mediante la metodología de Mantenimiento o Conservación Vial – MTC, se determinó la condición de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis), obteniendo como resultado una calificación promedio de 406.37 que corresponde a un estado de condición BUENO. Depaz (2022), en su investigación concluyó que utilizando la metodología de Mantenimiento o Conservación Vial – MTC, se determinó el grado de condición de la superficie de la vía no pavimentada Huaraz – Rataquenua que para las 8 muestras obtuvo una calificación de condición regular. Y según la calificación promedio para toda la longitud de la vía obtiene un valor de calificación de condición de 224.00 que indica una condición regular de la vía.

Los resultados de la evaluación mediante la metodología de Política de Conservación Vial - MOP, se determinó la condición de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis), obteniendo como resultado un valor ICNP promedio de 6.59 que corresponde a un estado de condición BUENO. Chavarría (2019) en su investigación concluye que la metodología del MOP-ICNP es válida para la inspección de vías no pavimentadas, teniendo siempre presente que la experiencia del evaluador es el factor principal de la discrepancia entre una correcta o incorrecta elección de determinada acción de conservación o mejoramiento para el caso de las vías no pavimentadas.

Los resultados de la evaluación según la metodología del manual técnico Unsurfaced Road Maintenance Management – URCI, se determinó la condición de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis), obteniendo como resultado un



valor de URCI promedio de 63.17 que corresponde a una clasificación de condición BUENA. Depaz (2022), en su investigación concluyó que utilizando la metodología Unsurfaced Road Maintenance Management – URCI, determinó el grado de condición de la superficie de la vía no pavimentada Huaraz – Rataquenua que para las 8 muestras tienen valores URCI que califican a la vía en condición pobre y justa. Y según la calificación promedio para toda la longitud de la vía el valor URCI es de 38.44 que indica una calificación en condición pobre.

De los resultados obtenidos se puede afirmar que, la metodología URCI tiene mayor eficacia, eficiencia y efectividad en la evaluación de una vía no pavimentada a comparación de la metodología del MTC y MOP, puesto que requiere menos tiempo y menos costo en la evaluación sin afectar el resultado de estado de condición de la vía no pavimentada. Que es concordante con la conclusión a la que llegaron Rospigliosi & Yarasca (2022) que de la comparación de metodologías MTC y URCI, la metodología URCI es la metodología más precisa, puesto que considera patologías viales sumamente importantes en una vía no pavimentada, es práctica al aplicarla, el manual es sumamente detallado y sus niveles de severidad o gravedad no solo detallan intervalos numéricos, sino que también, describen textualmente hasta la más mínima presencia de las fallas.

Respecto a la propuesta de mantenimiento de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis) se planteó realizar actividades de mantenimiento rutinario, que comprende la conservación de calzada, limpieza de obras de drenaje, control de vegetación, seguridad vial, medio ambiente, vigilancia y control y actividades complementarias. Las actividades de mantenimiento rutinario tendrán un costo total de S/. 83,263.44, para que la vía no pavimentada preserve el nivel de servicio, la seguridad y confort hacia al usuario. Depaz (2022), en su investigación concluyó que las medidas



propuestas para la intervención en mantenimiento de la vía vecinal no pavimentada Huaraz – Rataquenua, involucran actividades tales como: perfilado de la superficie, reposición del afirmado y recomposición de la plataforma existente, para el componente principal de la vía (calzada); donde las obras de drenaje requieren de actividades tales como: limpieza de alcantarillas, reparaciones de obras de mampostería, limpieza de zanjas, reparaciones menores y mayores de zanjas de drenaje.



V. CONCLUSIONES

- De la evaluación realizada mediante la metodología de Mantenimiento o Conservación Vial – MTC, se determinó la condición de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis), obteniendo como resultado una calificación promedio de 406.37 que corresponde a un estado de condición BUENO.
- De la evaluación realizada mediante la metodología de Política de Conservación Vial - MOP, se determinó la condición de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis), obteniendo como resultado un valor ICNP promedio de 6.59 que corresponde a un estado de condición BUENO.
- De la evaluación realizada mediante la metodología del manual técnico Unsurfaced Road Maintenance Management (URCI), se determinó la condición de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis), obteniendo como resultado un valor de URCI promedio de 63.17 que corresponde a una clasificación de condición BUENA.
- De los resultados obtenidos se puede afirmar que, la metodología URCI tiene mayor eficacia, eficiencia y efectividad en la evaluación de una vía no pavimentada a comparación de la metodología del MTC y MOP, puesto que requiere menos tiempo y menos costo en la evaluación sin afectar el resultado de la evaluación de la vía.
- Para el mantenimiento de la vía no pavimentada de la ruta PU 905 (Callejón – Ramis) se tiene que realizar actividades de mantenimiento rutinario, que comprende la conservación de calzada, limpieza de obras de drenaje, control de vegetación, seguridad vial, medio ambiente, vigilancia y control y actividades complementarias y tendrá un costo total de S/. 83,263.44 para que la vía no pavimentada preserve el nivel de servicio, la seguridad y confort hacia al usuario.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el mantenimiento de la vía evaluada por las entidades correspondientes (Municipalidad Distrital de Taraco), para corregir las fallas o deterioros existentes utilizando la propuesta de mantenimiento rutinario planteada lo antes posible debido a la condición en que se encuentra la vía no pavimentada.
- Se recomienda evaluar las vías no pavimentadas para realizar un adecuado mantenimiento vial según a las condiciones de la vía, con la finalidad de optimizar el gasto público. Debido a que actualmente el mantenimiento vial se realiza a partir de una inspección visual simple. Siendo una opción recomendable implementar y priorizar la metodología del URCI en la evaluación de una vía pavimentada.
- Se recomienda considerar en la metodología del manual de Mantenimiento o Conservación Vial - MTC, los tipos de fallas o deterioros como el polvo y agregado suelto de la metodología Unsurfaced Road Maintenance Management (URCI), para mejorar la evaluación de las vías no pavimentadas.
- Al recolectar datos en campo, la inspección visual es una actividad riesgosa debido al alto tránsito en la vía, por lo que se recomienda utilizar equipos de seguridad como chalecos, cascos, mascarillas, cinta de seguridad, conos de seguridad, entre otros.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, R., & Menacho, A. (2022). *Aplicación del método URCI para la evaluación del estado de condición de una ruta no pavimentada*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/5604>
- Becerra, A., & Sánchez, P. (2018). *Evaluación de la condición del pavimento del sector el Valle y su marco sostenible*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30292>
- Cardenas, F. (2022). *Eficiencia y eficacia: diferencia y ejemplos de aplicación*. Obtenido de <https://blog.hubspot.es/sales/eficiencia-y-eficacia>
- Carpio, F. (2017). *Sistema institucional para la gestión de estrategias de planificación y conservación de caminos rurales en la provincia del Azuay*. [Tesis de maestría, Universidad de Cuenca]. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28465>
- Chavarría, C. (2019). *Metodología de Inspección de Caminos no Pavimentados a través de un Sistema de Cámaras de Bajo Costo*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnico Federico Santa María].
- Depaz, J. (2022). *Grado de condición de la carretera Huaraz – Rataquenua, con fines de intervención en mantenimiento*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5270>
- Ferreira, J. (2012). *Actividades de mantenimiento rutinario y periódico en una carretera del Perú*. [Tesis de maestría, Universidad de Piura]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/1996>
- Gutierrez, C. (2010). *Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio*. [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/116>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.



- Mamani, F. (2019). *Evaluación del mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo Huarza - Colque - Unión del distrito de Pucara - Lampa - Puno*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/14303>
- Masias, A., & Palomino, J. (2014). *II compendio de buenas prácticas en gestión vial descentralizada*.
- Mejía, C. (2007). *Indicadores de Eficiencia y Eficacia*. Colombia: Documentos Plannig.
- Meza, C. (2020). *Análisis comparativo de fallas en las vías no pavimentadas con las metodologías de mantenimiento o conservación vial (MTC) y Unsurfaced Road Maintenance Management (URMM) para calificación de índice de condición en la Provincia y Departamento de Pasco - 2*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion]. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1794>
- MOP. (2012). *Política de Conservación Vial - Etapa 3 – Caminos No Pavimentados*. Chile. Obtenido de https://planeamiento.mop.gob.cl/centrodedocumentacion/Documents/PoliticasyPolitica/Politica_conservacion_caminos_no_pavimentados.pdf
- MTC. (2006). *Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario para la Red Vial Departamental no Pavimentada*.
- MTC. (2007). *Reglamento de Jerarquización Vial*.
- MTC. (2014). *Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación vial*. Lima, Perú.
- Paco, K. (2019). *Sistema de Gestión de la Calidad y el Tiempo para Mejorar la Efectividad Durante la Ejecución de Obras Viales en Zonas Urbanas*. [Tesis de maestría, Universidad Privada de Tacna]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1145>
- Perafán, W. (2013). *Guía para el mantenimiento rutinario de vías no pavimentadas*. [Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Vías y Transporte, Universidad de Medellín].



- Pletsch, L. (2020). *Condições de Serventia de Estradas Rurais não Pavimentadas: Avaliação funcional da Superfície de Rolamento de um Trecho da Malha Viária do Município de Ijuí-RS*. [Tesis de pregrado, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul]. Obtenido de <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/6919>
- Quispe, M. (2022). *Evaluación del mantenimiento vial de la vía vecinal samán Mocco - DV Quejón Mocco, Distrito de Samán y propuesta de alternativa de intervención vial*. [Tesis de pregrado, Universidad Andina Nestor C'aceres Velasquez]. Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/9167>
- Rondón , H., & Reyes, F. (2015). *Pavimentos (Materiales, Construcción y Diseño)*. Bogotá: ECOE.
- Rospigliosi, M., & Yarasca, K. (2022). *Comparación de las metodologías URCI y la del MTC en evaluación de vías a nivel de afirmado, Villacurí, 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86744>
- Soares, A., Baracuy, D., & Vitórias, M. (2020). *Unpaved back roads: evaluation of traffic conditions on a stretch contained in a community in the Sertão de Pernambuco, Brazil*. [Tesis de pregrado, Universidade Estadual da Paraíba]. Obtenido de <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8652>
- Sosa, R. (2018). *Estabilización de suelos en la superficie de rodadura con el perma (Zyme 30X) de la carretera no pavimentada chupa – Arapa, Azangaro, Puno*. [Tesis de pregrado, Univerisidad de Peruana Unión]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12840/1691>
- Urbano, K., & Vargas, M. (2019). *El estado de condición de una carretera no pavimentada y los tipos de intervención, aplicando MTC, URCI, TMH-12 de la ruta LM -580*. [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2641>
- URCI. (1995). *Technical Manual - Unsurfaced Road Maintenance Management*. Washington EE.UU.



Watson, M. (2009). *Desarrollo de una metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial (MOPT)*. [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/2238/6067>



ANEXOS

- ANEXO 1:** Metodología del Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial (MTC)
- ANEXO 2:** Metodología de Política de Conservación Vial (MOP)
- ANEXO 3:** Metodología del Manual Técnico-Unsurfaced Road Maintenance Management (URCI) - Traducido
- ANEXO 4:** Resultados según la metodología del MTC
- ANEXO 5:** Resultados según la metodología MOP
- ANEXO 6:** Resultados según la metodología URCI
- ANEXO 7:** Inventario vial
- ANEXO 8:** Propuesta de mantenimiento vial
- ANEXO 9:** Plano Clave



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo JOSE LUIS COLLATA VILCA,
identificado con DNI 70321670 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE VÍAS NO PAVIMENTADAS
APLICANDO LAS METODOLOGÍAS DE HTC, MOP y URCL PARA EL MANTENIMIENTO
VIAL DE LA RUTA PUROS (COLLEJÓN - ROMIS), TAPACO, 2023 "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 21 de JUNIO del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo JOSE LUIS CALLOTA VILCA
identificado con DNI 70321670 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE VÍAS NO ADJUNTADAS APLICANDO LAS METODOLOGÍAS DE MTC, MOP Y URCI PARA EL MANTENIMIENTO VIAL DE LA RUTA PU 905 (COLLEJÓN-RMIS), TARDCO, 2023"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 21 de JUNIO del 2024


FIRMA (obligatoria)

