

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL PARA UNA GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE LA
PROVINCIA CERCADO”**

Por:

MARTINEZ CHUMACERO ALVARO

SEMESTRE II – 2024

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL PARA UNA GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE LA
PROVINCIA CERCADO”**

Por:

MARTINEZ CHUMACERO ALVARO

Proyecto elaborado en la asignatura CIV 502, presentado a consideración de la
UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para
optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE II - 2024

TARIJA - BOLIVIA

DEDICATORIAS:

A mis padres, Demetrio Martínez y Celia Chumacero, cuyo amor y sacrificio han sido la base de todos mis logros.

A mis hermanos, Miguel, Robin, Beatriz y Demetrio Martínez, por su constante apoyo y motivación en cada paso del camino.

A mi esposa, Nelly Flores, cuya paciencia y amor incondicional me han dado la fortaleza para seguir adelante.

Y en especial a mi hija, Valentina Martinez, por ser la luz que ilumina mis días y la fuerza que me impulsa a alcanzar nuevas alturas.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

DISEÑO TEÓRICO

	Pág.
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	1
1.3. Justificación	3
1.3.1. Justificación académica	3
1.3.2. Justificación Técnica.....	3
1.3.3. Justificación e importancia Social	4
1.4. Planteamiento del problema.....	4
1.4.1. Situación problemática	4
1.4.2. Formulación del Problema.....	5
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo general.....	5
1.5.2. Objetivos Específicos	5
1.6. Hipótesis.....	6
1.7. Conceptualización de la variable	6
1.8. Alcance y tipo de investigación.....	6

CAPÍTULO II

ESTADO DE CONOCIMIENTO

2.1. Caminos no pavimentados	7
2.2. Tipos de carreteras.....	7
2.2.1. Caminos de tierra.....	7
2.2.2. Caminos gravosos.....	8
2.2.3. Caminos afirmados	8
2.3. Clasificación de carreteras de acuerdo a su importancia.....	8
2.3.1. Carreteras de la red fundamental	8
2.3.2. Carretera de la Red Departamental.....	8
2.3.3. Carretera de la Red Municipal	9
2.4. Gestión de infraestructura vial de carreteras	9
2.4.1. Gestión y análisis del ciclo de vida normal de los caminos no pavimentados	9
2.4.2. Ciclo de vida normal de los caminos	9
2.4.3. Planeación.....	11
2.4.4. Programación.....	11
2.4.5. Ejecución y control	11
2.4.6. Evaluación de resultados	12
2.5. Tipos de fallas en caminos no pavimentados	12
2.6. Metodologías de evaluación superficial	12
2.7. Unsurfaced Road Condition Index (URCI).....	13
2.7.1. Medición de fallas y niveles de severidad	13
2.7.2. Procedimiento de inspección	18

2.7.3. Índice de condición.....	21
2.7.4. Procedimiento de cálculo del URCI	21
2.7.5. Curvas de valores deducibles por daño para vías no pavimentadas	22
2.8. Índice de Condición No Pavimentada (ICNP)	26
2.8.1. Unidades de muestra a nivel de proyecto	26
2.8.2. Parámetros de deterioro considerados	27
2.8.3. Ecuación de estado	30
2.8.4. Límites de asignación de estado	31
2.8.5. Escalas de clasificación del ICNP	31
2.8.6. Procedimiento de evaluación	33
2.8.7. Umbrales de intervención	34
2.9. Metodología de evaluación visual VIZIRET	36
2.9.1. Unidad de muestra	47
2.10. Marco normativo	50
2.11. Marco referencial	50
2.12. Análisis del aporte teórico	51

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO Y RELEVAMIENTO

DE LA INFORMACIÓN

	Pág.
3.1. Ubicación de los tramos en estudio.....	52
3.1.1. Ubicación y descripción “Carlazo – Comunidad de Canchones”	53
3.1.2. Ubicación y descripción “Santa Ana la Vieja – Laderas Norte”	54

3.1.3. Ubicación y descripción “San Pedro de Buena Vista – Sella Quebradas” ...	55
3.1.4. Ubicación y descripción “Bella Vista – Pinos Sud”	56
3.1.5. Ubicación y descripción “San Jacinto Sud – Abra de Mullicancha”	57
3.1.6. Ubicación y descripción “La Tablada – Turumayo”	58
3.2. Diseño metodológico	59
3.2.1. Unidad de muestra	59
3.2.2. Población	60
3.2.3. Muestra	61
3.2.4. Descripción de las unidades de muestra	63
3.3. Control de las actividades de medición.....	69
3.3.1. Factores climáticos	70
3.3.2. Calibración de los equipos.....	70
3.3.3. Operador	71
3.3.4. Materiales y equipos	72
3.4. Resultados	73
3.4.1. Resumen de resultados URCI	73
3.4.2. Resumen de resultados ICNP	74
3.4.3. Resumen de resultados VIZIRET	75

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

	Pág.
4.1. Análisis comparativo.....	76
4.1.1. Comparación de metodologías URCI e ICNP	76

4.1.2. Comparación de metodologías URCI y VIZIRET	78
4.1.3. Índice de condición.....	80
4.1.4. Comparación de resultado métodos URCI – ICNP	81
4.1.5. Comparación de resultado métodos URCI – VIZIRET.....	83
4.1.6. Validación de resultados URCI.....	86
4.2. Análisis descriptivo	88
4.3. Medidas de tendencia central y medidas de dispersión	94
4.3.1. Media	94
4.3.2. Moda.....	94
4.3.3. Mediana	95
4.3.4. Desviación estándar	95
4.3.5. Varianza	95
4.3.6. Rango.....	95
4.3.7. Coeficiente de Variación	95
4.4. Estadística de inferencial.....	97
4.4.1. Prueba de Hipótesis	97
4.5. Propuesta de gestión de mantenimiento en caminos no pavimentados.....	102
4.5.1. Evaluación superficial	102
4.5.2. Priorización de fallas	102
4.5.3. Actividades de mantenimiento según el tipo de falla	105
4.5.4. Actividades de mantenimiento según la severidad	106

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pág.
5.1. Conclusiones	108
5.2. Recomendaciones.....	110
Bibliografía	
Anexos	

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Descripción grafica común de una carretera no pavimentada.....	7
Figura 2. Condición de la vía sin mantenimiento	10
Figura 3. Fases de un sistema de gestión	11
Figura 4. Niveles de severidad de la falla sección transversal inadecuada.....	14
Figura 5. Niveles de severidad de la falla drenaje lateral inadecuado	15
Figura 6. Niveles de severidad de la falla Calaminado	15
Figura 7. Niveles de severidad de la falla polvo.....	16
Figura 8. Niveles de severidad de la falla baches.....	17
Figura 9. Niveles de severidad de la falla ahuellamiento	17
Figura 10. Niveles de severidad de la falla agregado suelto.....	18
Figura 11. Hoja de inspección para vías no pavimentadas	20
Figura 12. Gráfica escala URCI e índice de condición.....	21
Figura 13. Curva de sección transversal inadecuada	22
Figura 14. Curva drenaje inadecuado	23
Figura 15. Curva de calaminado	23
Figura 16. Valores deducidos para polvo.....	24
Figura 17. Curva de Baches.....	24
Figura 18. Curva de ahuellamiento.....	25

Figura 19. Curva de agregado suelto	25
Figura 20. Curva de valores deducidos totales	26
Figura 21. Esquema de unidades y zonas de muestreo a nivel de red	27
Figura 22. Escala de clasificación del ICNP según clima seco	32
Figura 23. Escala de clasificación ICNP según clima mediterráneo	32
Figura 24. Escala de clasificación ICNP según clima mediterráneo	33
Figura 25. Clasificación de los deterioros de los afirmados	36
Figura 26. Perdida de grava	37
Figura 27. Ahuellamiento	38
Figura 28. Hundimiento.....	38
Figura 29. Falla de baches	41
Figura 30. Ondulaciones.....	42
Figura 31. Surcos longitudinales	43
Figura 32. Surcos transversales	44
Figura 33. Lodazales.....	45
Figura 34. Cabezas duras	45
Figura 35. Erosión u obstrucción de cunetas	46
Figura 36. Hoja niveladora remolcadora	48
Figura 37. Mapa Departamental de Tarija.....	52
Figura 38. Mapa de rutas y tramos en estudio de la provincia Cercado Tarija	53

Figura 39.	Tramo 1 Carlazo – Comunidad de Canchones	54
Figura 40.	Tramo 2 Santa Ana la Vieja – Laderas Norte	55
Figura 41.	Tramo 3 San Pedro de Buena Vista – Sella Quebradas	56
Figura 42.	Tramo 4 Bella Vista – Pinos Sud.....	57
Figura 43.	Tramo 5 San Jacinto Sud – Abra de Mullicancha	58
Figura 44.	Tramo 6 La Tablada - Turumayo.....	59
Figura 45.	Tramo 1: Carlazo – Comunidad canchones	63
Figura 46.	Tramo 2: Santa Ana la Vieja – Laderas Norte	65
Figura 47.	Tramo 3: San Pedro de Buena Vista – Sella Quebradas.....	66
Figura 48.	Tramo 4: Bella Vista – Pinos Sud.....	67
Figura 49.	Tramo 5: San Jacinto Sud – Abra de Mullicancha	68
Figura 50.	Tramo 6: La Tablada – Turumayo	69
Figura 51.	Gráfico de URCI por unidad de muestra para el tramo 1.....	88
Figura 52.	Gráfico de porcentajes de condición tramo 1	89
Figura 53.	Gráfico de URCI por unidad de muestra para el tramo 2.....	89
Figura 54.	Gráfico de porcentajes de condición tramo 2	90
Figura 55.	Gráfico de URCI por unidad de muestra para el tramo 3.....	90
Figura 56.	Gráfico de porcentajes de condición tramo 3.....	91
Figura 57.	Gráfico de URCI por unidad de muestra para el tramo 4.....	91
Figura 58.	Gráfico de porcentajes de condición tramo 4.....	92

Figura 59. Gráfico de URCI por unidad de muestra para el tramo 5.....	92
Figura 60. Gráfico de porcentajes de condición tramo 5.....	93
Figura 61. Gráfico de URCI por unidad de muestra para el tramo 6.....	93
Figura 62. Gráfico de porcentajes de condición tramo 6.....	94
Figura 63. Gráfica de fallas encontradas en el tramo 1	102
Figura 64. Gráfica de fallas encontradas en el tramo 2	103
Figura 65. Gráfica de fallas encontradas en el tramo 3	103
Figura 66. Gráfica de fallas encontradas en el tramo 4	104
Figura 67. Gráfica de fallas encontradas en el tramo 5	104
Figura 68. Gráfica de fallas encontradas en el tramo 6	105

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos de fallas URCI.....	13
Tabla 2. Niveles de severidad para baches.....	16
Tabla 3. Límites de asignación de estado para caminos de ripio	31
Tabla 4. Umbrales adoptados caminos de ripio según ICNP	34
Tabla 5. Planilla de registro de datos ICNP	35
Tabla 6. Relación con el tipo de mantenimiento	47
Tabla 7. Hoja de inspección de inventario de deterioro en pavimento de afirmado ..	49
Tabla 8. Población del proyecto	60
Tabla 9. Valores de nivel de confianza y error	61
Tabla 10. Datos para el cálculo de tamaño de muestra	61
Tabla 11. Muestreo aleatorio estratificado proporcional.....	62
Tabla 12. Intervalo de muestreo	63
Tabla 13. Detalle de las unidades de muestra y sus coordenadas UTM	64
Tabla 14. Detalle de las unidades de muestra y sus coordenadas UTM	65
Tabla 15. Detalle de las unidades de muestra y sus coordenadas UTM	66
Tabla 16. Detalle de las unidades de muestra y sus coordenadas UTM	67
Tabla 17. Detalle de las unidades de muestra y sus coordenadas UTM	68
Tabla 18. Detalle de las unidades de muestra y sus coordenadas UTM	69

Tabla 19.	Resumen de resultados método URCI	73
Tabla 20.	Resumen de resultados método ICNP	74
Tabla 21.	Resumen de resultados método VIZIRET	75
Tabla 22.	Tipos de falla similitud y diferencias URCI - ICNP	76
Tabla 23.	Unidad de muestra diferencias URCI - ICNP	77
Tabla 24.	Magnitud según tipo de falla URCI - ICNP	77
Tabla 25.	Tipo de falla similitud y diferencias URCI - VIZIRET	78
Tabla 26.	Unidad de muestra diferencias URCI - VIZIRET	79
Tabla 27.	Magnitud según tipo de falla URCI - VIZIRET	80
Tabla 28.	Clasificación del índice de condición según metodología	81
Tabla 29.	Porcentaje de coincidencia tramo 1.....	81
Tabla 30.	Porcentaje de coincidencia tramo 2.....	82
Tabla 31.	Porcentaje de coincidencia tramo 3.....	82
Tabla 32.	Porcentaje de coincidencia tramo 4.....	82
Tabla 33.	Porcentaje de coincidencia tramo 5.....	83
Tabla 34.	Porcentaje de coincidencia tramo 6.....	83
Tabla 35.	Porcentaje de coincidencia tramo 1.....	83
Tabla 36.	Porcentaje de coincidencia tramo 2.....	84
Tabla 37.	Porcentaje de coincidencia tramo 3.....	84
Tabla 38.	Porcentaje de coincidencia tramo 4.....	85

Tabla 39.	Porcentaje de coincidencia tramo 5.....	85
Tabla 40.	Porcentaje de coincidencia tramo 6.....	86
Tabla 41.	Comparación de coincidencia	86
Tabla 42.	Medidas centrales y de dispersión.....	96
Tabla 43.	Estado de condición de las zonas de muestreo.....	97
Tabla 44.	Contingencia de datos observados	98
Tabla 45.	Contingencia de valores esperados	99
Tabla 46.	Valor chi – cuadrado calculado	100
Tabla 47.	Resumen de Valores de X^2	101
Tabla 48.	Actividades de mantenimiento y frecuencia	105
Tabla 49.	Alternativas de mantenimiento	106