

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DEPARTAMENTO**

**TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**



**“EVALUACION DE ESTADO EN CAMINOS DE REDES  
DEPARTAMENTALES Y MUNICIPALES NO PAVIMENTADAS SU  
APLICABILIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA”**

**POR:**

**CARLOS SANDRO TERRAZAS ARANIBAR**

Proyecto de grado, presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

**Semestre II - 2018**

**TARIJA – BOLIVIA**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado sin lugar a duda a DIOS, por haberme dado el regalo de la vida y ser mi fortaleza para poder cumplir mis metas. A mis padres, por todo el sacrificio, amor, apoyo y por darme los valores y ejemplos para salir adelante. A mi hermano; Fernando Terrazas Aranibar (Q.E.P.D) por todo el apoyo y la confianza. Brindada e inculcarme la perseverancia para cumplir con mis metas.

## INDICE

**ADVERTENCIA**

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

### **CAPITULO I**

#### **INTRODUCCION**

	Pág.
1.1.- INTRODUCCION.....	1
1.2.- JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3.1.- Situación problemica.....	2
1.3.2.- Problema.....	2
1.4.- OBJETIVOS:.....	2
1.4.1.- Objetivo general.....	2
1.4.2.- Objetivos específicos.....	2
1.5.- HIPOTESIS.....	3
1.5.1.- Definición de variables conceptuales y operacionales.....	3
1.6.- DISEÑO METODOLÓGICO.....	3
1.6.1.- Unidad y zonas de muestreo.....	3
1.6.2.- Unidad de estudio.....	3
1.6.3.- Población.....	3
1.6.4.- Muestra.....	3
1.6.5.- Muestreo.....	3
1.6.6.- Tipo de estudio.....	3
1.6.7.- Tamaño mínimo de muestra.....	3
1.7.- MÉTODOS.....	4
1.7.1.- Técnicas.....	5

	Pág.
1.7.2.- Tratamiento estadístico .....	5
1.7.3.- Alcance del estudio.....	7

## CAPITULO II

### ASPECTOS GENERALES SOBRE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

	Pág.
2.1.- CARRETERAS NO PAVIMENTADAS .....	8
2.2.- TIPOS DE CARRETERAS.....	8
2.2.1.- Carreteras de tierra.....	8
2.2.2.- Carreteras gravosas.....	8
2.2.3.- Carreteras afirmadas.....	8
2.3.- CLASIFICACION DE LAS CARRETERAS.....	8
2.3.1.- Por su transitabilidad.....	8
2.3.2.- Por su condicion tecnica.....	9
2.3.3.- Por su administracion.....	10
2.4.- CLASIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODADURA.....	10
2.4.1- Con superficie de rodadura no pavimentada.....	10
2.4.2.- Con superficie de rodadura pavimentada.....	12
2.5.- DETERIORO EN CARRETERAS SIN PAVIMENTAR.....	13
2.5.1.- Descripción del mecanismo de deterioro.....	13
2.5.2.- Defectos comunes en vías sin pavimentar.....	13
2.5.2.1.- Sección transversal impropia.....	14
2.5.2.2.- Drenaje inadecuado.....	14
2.5.2.3.- Ondulaciones.....	15
2.5.2.4.- Exceso de polvo.....	15
2.5.2.5.- Baches .....	16
2.5.2.6.- Surcos de rueda o ahuellamiento.....	16
2.5.2.7.- Segregación de agregados.....	17
2.6.- EVALUACIÓN DE CARRETERAS.....	17
2.7.- PARÁMETROS DE DETERIORO CONSIDERADOS.....	19
2.8.- EVALUACION DE LA CONDICION DE ESTADOS POR UN PANEL	

	Pág.
DE EXPERTOS.....	22
2.9.- METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE CARRETERAS	
NO PAVIMENTADOS.....	22
2.9.1.- Límites de asignación de estado por tipo de camino.....	24
2.9.2.- Escalas de clasificación del ICNP.....	24
2.10.- PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN.....	26
2.11.- TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN PARA CAMINOS NO	
PAVIMENTADOS.....	27
2.11.1.- Conservación rutinaria.....	27
2.11.2.- Escarificado y riego.....	28
2.11.3.- Reperfilado con compactación.....	28
2.11.4.- Reperfilado con compactación de calzada con adición de	
Material Plástico.....	29
2.11.5.- Bacheo de capas de rodadura granulares.....	30
2.12.- CONSERVACIÓN PERIÓDICA.....	30
2.12.1.- Reparación de areas inestables.....	31
2.12.2.- Recebo de capas de rodadura y bermas granulares.....	32
2.12.4.- Reparación de la calzada con material integral.....	33
2.13.- CAMBIO DE ESTÁNDAR.....	34
2.13.1.- Cambio de estándar de tierra a ripio.....	34
2.13.2.- Cambio de estándar de ripio a pavimento.....	34

### CAPITULO III

#### APLICACIÓN PRÁCTICA SOBRE EVALUACION DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

	Pag.
3.1.- UBICACIÓN DE LOS TRAMOS EN ESTUDIO.....	36
3.1.1.- Ubicación del tramo en estudio caminos municipales.....	36
3.1.2.- Ubicación del tramo en estudio caminos departamentales.....	39
3.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAMOS EN ESTUDIO.....	41
3.2.1.- Características caminos municipales.....	41

	Pag.
3.2.2.- Características caminos departamentales.....	43
3.3.- EVALUACIÓN DE LOS TRAMOS DE ESTUDIO .....	45
3.3.1.- Definición de tramos de evaluación.....	45
3.3.2.- Proceso de evaluación en campo .....	45
3.3.2.1.-Tramos caminos municipales.....	46
3.3.2.2.- Tramos caminos departamentales.....	54
3.3.2.3.- Fichas de inspección .....	62
3.3.2.4.- Perfiles transversales.....	66
3.3.3.- Procesamiento de informacion de campo .....	70
3.3.4.- Resultados de la evaluación.....	74
3.4.- ESTADÍSTICA DE RESULTADOS .....	75
3.4.1.-Tramo caminos municipales .....	75
3.4.2.-Tramo caminos departamentales .....	78
3.5.- ANALISIS DE RESULTADOS.....	81

#### CAPITULO IV

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pag.
4.1.- CONCLUSIONES.....	88
4.2.- RECOMENDACIONES.....	89

#### BIBLIOGRAFIA

ANEXO N°1.- Fichas de inspección

ANEXO N°2.- Levantamiento perfiles transversales

ANEXO N°3.- Carta solicitud equipo topográfico

ANEXO N°4.- Especificaciones técnicas

ANEXO N°5.- Presupuesto económico

ANEXO N°6.- Cronograma

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura N°1: Unidad y zona de muestreo.....	4
Figura N°2: Camino no asfaltado.....	11
Figura N°3: Camino asfaltado.....	12
Figura N°4: Características básicas de la geometría de la carretera .....	13
Figura N°5: Sección transversal impropia .....	14
Figura N°6: Drenaje inadecuado.....	14
Figura N°7: Ondulaciones.....	15
Figura N°8: Exceso de polvo .....	15
Figura N°9: Baches .....	16
Figura N°10: Ahuellamiento.....	16
Figura N°11: Perdida de agregados .....	17
Figura N°12: Esquema unidades y zonas de muestreo a nivel de red.....	18
Figura N°13: Esquema unidades y zonas de muestreo a nivel de proyecto.....	18
Figura N°14: Escala de clasificación del Índice de Condición del Camino No Pavimentado (ICNP) según clima seco.....	24
Figura N°15: Escala de Clasificación del Índice de Condición del Camino No Pavimentado (ICNP) según clima mediterráneo.....	25
Figura N°16: Escala de Clasificación del Índice de Condición del Camino No Pavimentado (ICNP) según clima húmedo.....	25
Figura N°17: Reperfilado.....	28
Figura N°18: Riego .....	29
Figura N°19: Compactación.....	29
Figura N°20: Reparación de áreas inestables.....	32
Figura N°21: Recebo granular .....	33
Figura N°22: Reparación de calzada con material integral.....	34
Figura N°23: Mapa político del estado plurinacional de Bolivia.....	36
Figura N°24: Mapa político del departamento de Tarija y del tramo en estudio “San Pedro de buena vista - Rumicancha”.....	37
Figura N°25: Mapa provincia cercado del departamento de Tarija ubicacion tramo	

	Pág.
en estudio "San Pedro de buena vista - Rumicancha" .....	37
Figura N°26: Mapa político del departamento de Tarija y del tramo en estudio "Tomatitas – Obrajes " .....	38
Figura N°27: Mapa provincia cercado del departamento de Tarija ubicacion tramo en estudio "San Pedro de Buena Vista - Rumicancha" .....	38
Figura N°28: Mapa político del departamento de Tarija y del tramo en estudio " Tomatas Grande – Huancoiro " .....	39
Figura N°29: Mapa provincia Méndez del departamento de Tarija ubicación tramo en estudio " Tomatas Grande – Huancoiro" .....	39
Figura N°30: Mapa político del departamento de Tarija y del tramo en estudio " Tomatas Grande – Huancoiro " .....	40
Figura N°31: Mapa provincia Arce y Aviles del departamento de Tarija ubicacion tramo en estudio " San José de Charaja – Chaguaya" .....	40
Figura N°32: Imagen tramo en estudio "San Pedro de Buena Vista-Rumicancha" .....	41
Figura N°33: Imagen tramo en estudio " Tomatitas – Obrajes " .....	42
Figura N°34: Imagen tramo en estudio " Tomatas Grande – Huancoiro " .....	43
Figura N°35: Imagen tramo en estudio "San José de Charaja – Chaguaya " .....	44
Figura N°36: Unidad y zona de muestreo tramo. "San Pedro de Buena Vista – Rumicancha" .....	45
Figura N°37: Imagen satelital del tramo. "San Pedro de Buena Vista – Rumicancha" .....	47
Figura N°38: Imagen satelital del tramo en estudio zona 1 "San Pedro de Buena Vista – Rumicancha" U.M. unidades muéstrales (1-10) .....	48
Figura N°39: Imagen satelital del tramo en estudio zona 2 "San Pedro de Buena Vista – Rumicancha" U.M. unidades muéstrales (10-20) .....	49
Figura N°40: Unidad y zona de muestreo tramo "Tomatitas – Obrajes" .....	50
Figura N°41: Imagen satelital del tramo. "Tomatitas – Obrajes" longitud 4km.....	51
Figura N°42: Imagen satelital del tramo en estudio zona 1 " Tomatitas – Obrajes " U.M. unidades muéstrales (1-10) .....	52
Figura N°43: Imagen satelital del tramo en estudio zona 2 " Tomatitas – Obrajes "	



	Pag
U.M. unidades muéstrales (10-20).....	53
Figura N°44: Unidad y zona de muestreo tramo”Tomatas Grande – Huancoiro”.....	54
Figura N°45: Imagen satelital del tramo “Tomatas Grande – Huancoiro” longitud 4km .....	55
Figura N°46: Imagen satelital del tramo en estudio zona 1 “Tomatas Grande – Huancoiro “ U.M. unidades muéstrales (1-10).....	56
Figura N°47: Imagen satelital del tramo en estudio zona 2 “Tomatas Grande – Huancoiro “ U.M. unidades muéstrales (10-20).....	57
Figura N°48: Unidad y zona de muestreo “San José de Charaja – Chaguaya” .....	58
Figura N°49: Imagen satelital del tramo “San José de Charaja – Chaguaya” Longitud 4km .....	59
Figura N°50: Imagen satelital del tramo en estudio zona 1 “San José de Charaja – Chaguaya “ U.M. unidades muéstrales (1-10) .....	60
Figura N°51: Imagen satelital del tramo en estudio zona 2 “ San José de Charaja - Chaguaya “ U.M. unidades muéstrales (10-20).....	61
Figura N°52: Levantamientos perfil transversal .....	66

## INDICE DE GRAFICAS

	Pag.
Grafica N°1: Perfil transversal levantamiento en campo .....	66
Grafica N°2: Perfil transversal levantamiento en campo .....	67
Grafica N°3: Levantamiento perfil transversal .....	67
Grafica N°4: Levantamiento perfil transversal .....	67
Grafica N°5: Levantamiento perfil transversal .....	67
Grafica N°6: Levantamiento perfil transversal .....	68
Grafica N°7: Levantamiento perfil transversal .....	68
Grafica N°8: Levantamiento perfil transversal .....	68
Grafica N°9: Levantamiento perfil transversal .....	69
Grafica N°10: Levantamiento perfil transversal .....	69
Grafica N°11: Levantamiento perfil transversal .....	69
Grafica N°12: Variación del ICNP tramo “San Pedro de Buena Vista – Rumicancha” longitud del tramo 4km.....	82
Grafica N°13: Variación del ICNP tramo “Tomatitas - Obrajes” longitud del tramo 4km .....	83
Grafica N°14: Variación del ICNP tramo “Tomatas Grande - Huancoiro” longitud del tramo 4km .....	84
Grafica N°15: Variación del ICNP tramo “San jose de Charaja- Chaguaya” longitud del tramo 4 km .....	85
Grafica N°16: Variación del índice de condición de estado para caminos no pavimentados tramo San Pedro de Buena Vista – Rumicancha longitud 4km, tramo Tomatitas – Obrajes” longitud 4km, tramo Tomatas Grande - Huancoiro” longitud 4km tramo San Jose de Charaja – Chaguaya longitud 4km .....	86

## INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla N°1: Formato utilizado en la encuesta (caminos de ripio).....	22
Tabla N°2: Limites de asignacion de estado para caminos de ripio .....	24
Tabla N°3: Limites de asignacion de estado para caminos de tierra.....	24
Tabla N°4: Progresivas unidades muestrales. UM.....	46
Tabla N°5: Progresivas unidades muestrales. UM.....	47
Tabla N°6: Progresivas unidades muestrales. UM.....	50
Tabla N°7: Progresivas unidades muestrales. UM.....	51
Tabla N°8: Progresivas unidades muestrales. UM.....	54
Tabla N°9: Progresivas unidades muestrales. UM.....	55
Tabla N°10: Progresivas unidades muestrales. UM.....	58
Tabla N°11: Progresivas unidades muestrales. UM.....	59
Tabla N°12: Cálculo del método I.C.N.P. “San Pedro de Buena Vista – Rumicancha” longitud del tramo 4km .....	70
Tabla N°13: Cálculo del método I.C.N.P “Tomatitas – Obrajes” longitud del tramo 4km .....	71
Tabla N°14: Cálculo del método I.C.N.P “Tomatas Grande - Huancoiro” longitud del tramo 4km.....	72
Tabla N°15: Cálculo del método I.C.N.P “San jose de Charaja- Chaguaya” longitud del tramo 4km.....	73
Tabla N°16: Resultados parciales del método I.C.N.P índice de condición de estado para caminos no pavimentados ICNP, tramos San “Pedro de Buena Vista – Rumicancha” longitud 4km, Tramo “Tomatitas – Obrajes” longitud 4km, tramo “Tomatas Grande – Huancoiro” longitud 4km tramo “San Jose de Charaja - Chaguaya” longitud 4km .....	74
Tabla N°17: Análisis del conjunto de datos tramo. “San Pedro de Buena Vista - Rumicancha” longitud del tramo 4km .....	75
Tabla N°18: Resultados tramo. “San Pedro de Buena Vista – Rumicancha” .....	76
Tabla N°19: Análisis del conjunto de datos tramo “Tomatitas – Obrajes”	

	Pág.
longitud del tramo 4km.....	76
Tabla N°20: Resultados “Tomatitas – Obrajes” .....	77
Tabla N°21: Análisis del conjunto de datos tramo “Tomatas Grande - Huancoiro” longitud del tramo 4km.....	78
Tabla N°22: Resultados “Tomatas Grande – Huancoiro” .....	79
Tabla N°23: Análisis del conjunto de datos tramo “San Jose de Charaja- Chaguaya” longitud del tramo 4km.....	79ñ
Tabla N°24: Resultados “San José de Charaja – Chaguaya” .....	80
Tabla N°25: Coeficiente de variación para los diferentes tramos evaluados .....	81
Tabla N°26: Macroacciones de conservación asociadas a los distintos estados tramo “San Pedro de Buena Vista – Rumicancha” .....	82
Tabla N°27: Macroacciones de conservación asociadas a los distintos estados tramo “Tomatitas – Obrajes” .....	83
Tabla N°28: Macroacciones de conservación asociadas a los distintos estados tramo “Tomatas Grande – Huancoiro” .....	84
Tabla N°29: Macroacciones de conservación asociadas a los distintos estados tramo “San Jose de Charaja – Chaguaya” .....	85
Tabla N°30: Valor general del ICNP de todos los caminos evaluados.....	85
Tabla N°31: Resultados finales del método ICNP .....	88

