

**UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**



**“IMPLEMENTACIÓN METODOLÓGICA PARA LA  
EVALUACION DE ESTADO EN CAMINOS NO  
PAVIMENTADOS APLICADOS A LA RED VIAL  
DEPARTAMENTAL DE TARIJA”**

**POR:**

**SUSAN CAROL CHAVEZ CLAROS**

Proyecto de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar al Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**GESTIÓN 2015**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**

**“IMPLEMENTACIÓN METODOLÓGICA PARA LA  
EVALUACION DE ESTADO EN CAMINOS NO  
PAVIMENTADOS APLICADOS A LA RED VIAL  
DEPARTAMENTAL DE TARIJA”**

Por:

**SUSAN CAROL CHAVEZ CLAROS**

**GESTION 2015**

**TARIJA – BOLIVIA**

---

M. Sc. Ing. Trinidad Baldiviezo Montalvo

**DOCENTE CIV-502**

---

M. Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez

**DECANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y  
TECNOLOGIA**

---

M. Sc. Ing. Silvana Paz Ramírez

**VICEDECANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y  
TECNOLOGIA**

**TRIBUNAL:**

---

Ing. Wilson Yucra Rivera

**TRIBUNAL 1**

---

Ing. Ada López Rueda

**TRIBUNAL 2**

---

Ing. Ricardo Morales Retamozo

**TRIBUNAL 3**

El tribunal calificador del presente trabajo no se solidariza con la forma, modos y expresiones vertidas en el mismo: siendo ellos únicamente responsabilidad del autor.

Dedicatoria:

A mi familia que siempre me alentó  
a cumplir mis metas.

Agradecimiento:

A Dios por llenar mi vida de bendiciones, a mi familia, por su apoyo incondicional, a mis docentes por guiarme a lo largo de este camino, a mis amigos por acompañarme durante esta etapa de mi vida, y especialmente a mi hermana por ayudarme a cumplir esta meta.

## ÍNDICE

Dedicatoria  
Agradecimiento  
Resumen

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.	JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
	1.3.1. Situación Problémica.....	5
	1.3.2. Problema.....	5
1.4.	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	6
	1.4.1. Objetivo General.....	6
	1.4.2. Objetivos Específicos.....	6
1.5.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	7
	1.5.1. Componentes.....	7
	1.5.1.1. Unidad de estudio.....	7
	1.5.1.2. Población de estudio.....	7
	1.5.1.3. Unidad de muestra.....	7
	1.5.1.3.1. Muestreo.....	8
	1.5.2. Evaluación Preliminar.....	9
	1.5.2.1. Selección de camino de auscultar.....	9
	1.5.2.2. Método de inspección.....	10
	1.5.3. Técnicas.....	10
	1.5.4. Medios.....	15
	1.5.5. Proceso Metodológico.....	16
1.6.	ALCANCE.....	17

## CAPÍTULO II

### ASPECTOS GENERALES DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS Y EVALUACIÓN DE ESTADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

2.1.	DEFINICIÓN DE CARRETERA.....	19
2.2.	GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL.....	20
2.3.	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS CARRETERAS.....	21
	2.3.1. Sistema de Clasificación Funcional.....	21
2.4.	CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS DE ACUERDO A SU IMPORTANCIA Y NIVEL DE SERVICIO.....	22
	2.4.1. Carreteras de la Red Fundamental.....	23
	2.4.2. Carreteras de la Red Departamental.....	23
	2.4.3. Carreteras de la Red Municipal.....	24
2.5.	CLASIFICACIÓN SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	24
	2.5.1. Caminos Pavimentados.....	24
	2.5.2. Caminos no Pavimentados.....	25
	2.5.2.1. Deterioros en caminos no pavimentados.....	28
2.6.	EVALUACIÓN DE ESTADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS.....	30
	2.6.1. Metodologías Para la Determinación del Estado.....	31
	2.6.2. Metodología Empleada.....	32
	2.6.2.1. Método de inspección.....	36
2.7.	LIMITES DE ASIGNACIÓN DE ESTADO POR TIPO DE CAMINO Y TIPO DE AUSCULTACIÓN.....	38
2.8.	ESCALAS DE CLASIFICACIÓN DEL ICNP.....	39
2.9.	UMBRALES DE INTERVENCIÓN.....	40
	2.9.1. Umbrales de Intervención Adoptados para Caminos No Pavimentados.....	41

### CAPÍTULO III

#### APLICACIÓN PRACTICA DE LA EVALUACIÓN DE ESTADO DE LOS TRAMOS: RUTA FUNDAMENTAL F11, RUTA DEPARTAMENTAL D685, RUTA DEPARTAMENTAL D661, CAMINO MUNICIPAL PRIMARIO M17, CAMINO MUNICIPAL SECUNDARIO MS19

3.1.	UBICACIÓN DE LOS TRAMOS DE ESTUDIO.....	43
	3.1.1. Red Vial Departamental de Tarija.....	43
	3.1.2. Características de los Tramos de Estudio.....	45
	3.1.3. Recopilación de Datos Históricos e Inventario Sobre Caminos de Estudio.....	47
3.2.	EVALUACIÓN PRELIMINAR.....	47
3.3.	EVALUACIONES EN TERRENO.....	48
	3.3.1. Toma de Información.....	49
	3.3.2. Medición de Deterioros.....	49
	3.3.3. Medición del IRI (Índice de Rugosidad Internacional).....	54
3.4.	LIMITES DE ASIGNACIÓN DE ESTADO POR TIPO DE CAMINO Y TIPO DE AUSCULTACIÓN.....	59
3.5.	ESTIMACIÓN DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS (ICNP).....	59
3.6.	VALIDACIÓN DE ECUACIONES Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	62
3.7.	UMBRALES DE INTERVENCIÓN.....	68
3.8.	ASIGNACIÓN DE ACCIONES DE CONSERVACIÓN.....	70
3.9.	DEFINICIÓN DE TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS.....	75

CAPÍTULO IV  
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.	CONCLUSIONES.....	78
4.2.	RECOMENDACIONES.....	80

BIBLIOGRAFÍA.....	82
-------------------	----

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Deterioros a ser considerados en la metodología.....	9
Tabla 2 Clasificación Funcional de Carreteras y Caminos.....	22
Tabla 3 Normativa Chilena - Normas del SEDECA.....	27
Tabla 4 Descripción de la Metodología Propuesta.....	33
Tabla 5 Deterioros a ser considerados en la metodología.....	34
Tabla 6 Resumen Deterioros ICNP.....	34
Tabla 7 Límites de Asignación de Estado para Caminos de Ripio.....	38
Tabla 8 Límites de Asignación de Estado para Caminos de Tierra.....	38
Tabla 9 Umbrales Adoptados Caminos de Ripio según ICNP.....	41
Tabla 10 Umbrales Adoptados Caminos de Tierra según ICNP.....	42
Tabla 11 Tramos testigos ubicados al Sureste de Villa Montes, en la llanura chaqueña.....	45
Tabla 12 Tramos testigos ubicados al Noreste de Villa Montes, en la llanura chaqueña.....	46
Tabla 13 Deterioros a ser considerados en la metodología.....	48
Tabla 14 Inspección de Caminos de ripio.....	48
Tabla 15 Inspección de Caminos de tierra.....	48
Tabla 16 Límites de Asignación de Estado para Caminos de Ripio.....	59
Tabla 17 Límites de Asignación de Estado para Caminos de Tierra.....	59
Tabla 18 Planilla de cálculo del ICNP F11.....	60
Tabla 19 Planilla de cálculo del ICNP D685.....	60
Tabla 20 Planilla de cálculo del ICNP D661.....	61
Tabla 21 Planilla de cálculo del ICNP M17.....	61
Tabla 22 Planilla de cálculo del ICNP MS19.....	62
Tabla 23 Análisis Estadístico en Validación de Ecuación de Estado para Camino de ripio F11 c/IRI .....	63
Tabla 24 Análisis Estadístico en Validación de Ecuación de Estado para Camino de ripio F11 s/IRI.....	63

Tabla 25 Análisis Estadístico en Validación de Ecuación de Estado para Camino de ripio D685 c/IRI.....	64
Tabla 26 Análisis Estadístico en Validación de Ecuación de Estado para Camino de ripioD685 s/IRI.....	64
Tabla 27 Análisis Estadístico en Validación de Ecuación de Estado para Camino de ripio D661 c/IRI .....	65
Tabla 28 Análisis Estadístico en Validación de Ecuación de Estado para Camino de ripio D661 s/IRI .....	65
Tabla 29 Análisis Estadístico en Validación de Ecuación de Estado para Camino de tierra M17 c/IRI .....	66
Tabla 30 Análisis Estadístico en Validación de Ecuación de Estado para Camino de tierra M17 s/IRI .....	66
Tabla 31 Análisis Estadístico en Validación de Ecuación de Estado para Camino de tierra MS19 c/IRI.....	67
Tabla 32 Análisis Estadístico en Validación de Ecuación de Estado para Camino de tierra MS19 s/IRI .....	67
Tabla 33 Umbrales Adoptados Caminos de Ripio según ICNP.....	68
Tabla 34 Umbrales Adoptados Caminos de Tierra según ICNP.....	69
Tabla 35 Análisis de umbrales de intervención para la ruta F11.....	69
Tabla 36 Análisis de umbrales de intervención para la ruta D685.....	69
Tabla 37 Análisis de umbrales de intervención para la ruta D661.....	70
Tabla 38 Análisis de umbrales de intervención para la ruta M17.....	70
Tabla 39 Análisis de umbrales de intervención para la ruta MS19.....	70
Tabla 40 Alternativas de operaciones según tipo y nivel de deterioro.....	71
Tabla 41 Alternativas de solución en nuestro medio.....	72
Tabla 42 Propuesta de alternativas de conservación en los tramos testigo.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Esquema de la Zona de Muestreo y Unidad de Muestreo a utilizar.....	8
Fig. 2 Formato utilizado en la Encuesta (Ej.: Caminos de Ripio, Auscultación Sin Equipos).....	14
Fig. 3 Escala de Clasificación del Índice de Condición del Camino No Pavimentado (ICNP) según Clima Seco.....	39
Fig. 4 Escala de Clasificación del Índice de Condición del Camino No Pavimentado (ICNP) según Clima Mediterráneo.....	39
Fig. 5 Escala de Clasificación del Índice de Condición del Camino No Pavimentado (ICNP) según Clima Húmedo.....	40
Fig. 6 Esquema de la Zona de Muestreo y Unidad de Muestreo a utilizar.....	53

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Red Vial Departamental de Tarija.....	43
Imagen 2 Croquis de ubicación Al Sureste de Villa Montes.....	44
Imagen 3 Croquis de ubicación Al Noreste de Villa Montes.....	45
Imagen 5 Obteniendo información de la sección transversal del tramo.....	49
Imagen 6 Medición de ahuellamiento.....	51
Imagen 7 Medición de la Unidad Muestral.....	53
Imagen 8 Realizando la Nivelación.....	54

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXO A

MEDICIONES DE DETERIOROS Y MEDICIÓN DE IRI  
EN LOS TRAMOS TESTIGO

### ANEXO B

DATOS TOPOGRÁFICOS DEL IRI  
PERFILES LONGITUDINALES DEL IRI

### ANEXO C

CÓMPUTOS MÉTRICOS - PRECIOS UNITARIOS  
Y PRESUPUESTO GENERAL DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CADA ACTIVIDAD

### ANEXO D

MEMORIA FOTOGRÁFICA