

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**



**IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS  
DE EROSIÓN ACTUAL EN LA CUENCA PEDAGÓGICA  
YESERA MUNICIPIO DE CERCADO –TARIJA**

**POR:**

**MEDARDO ROBLES BALDERRAMA**

Tesis presentada a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Forestal.

**Gestión 2020**

**TARIJA – BOLIVIA**

**VºBº**

.....

**DOCENTE GUÍA**

M. Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez.

.....

M. Sc. Ing. Henry Valdez Huanca  
**DECANO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRICOLAS Y  
FORESTALES**

.....

M. Sc. Ing. Juan Oscar Hiza Zuñiga  
**VICEDECANO DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS AGRICOLAS Y  
FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....

M.Sc. Ing. Fidel Ibarra Martínez

.....

M.Sc. Ing. Luis Arandia Mendivil

.....

M.Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del (la) autor (a).

## **DEDICATORIA**

A dios. Al creador de todas las cosas, por darme la vida, una familia, la fortaleza para continuar cuando estoy a punto de caer, por permitirme despertar día con día, por estar siempre conmigo y no abandonarme a pesar de todo, por ayudarme a culminar una de mis metas en la vida y haberme ayudado a terminar esta etapa en mi vida.

A mis padres. Salustriano Robles y Norma Balderrama por sus sabios consejos, sus valores y su amor incondicional, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre lo mejor para mí.

A mis hermanos. Por ser el sustento incondicional en el transcurso de mi carrera profesional, otorgándome su apoyo moral, sin importar la distancia que nos separaba, siempre estando al cuidado de mí, ¡¡¡los quiero mucho!!!

A mi novia. Mariana Aban por todo el tiempo que hemos compartido Gracias por el apoyo que me has brindado en cada momento que lo he necesitado, también por estar a mi lado Te amo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la oportunidad de disfrutar una vida llena de bendiciones. Por permitirme terminar mi carrera y poder darles esta satisfacción a mis padres

Mis más sinceros agradecimientos a mi profesor guía Ing. Linder Espinoza M. por su apoyo y colaboración, al Ing. Edwin Hiza por su ayuda y amistad, A los tribunales por su apoyo, colaboración y amistad. Muchas gracias por el apoyo brindado para la realización de este trabajo, el conocimiento, experiencias y su valioso tiempo el cual fue fundamental en el proceso de este proyecto.

## ÍNDICE

Dedicatoria	
Agradecimiento	
Resumen	
Introducción-----	1
Definición del problema y justificación -----	2
OBJETIVOS -----	3
Objetivo General-----	3
Objetivos Específicos -----	3

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Erosión del suelo-----	4
1.2 Procesos de erosión hídrica -----	4
1.2.1 Meteorización -----	4
1.2.2 Transporte-----	5
1.2.3 Sedimentación-----	5
1.3 Clases de erosión-----	6
1.3.1 Erosión Hídrica -----	6
1.3.2 Erosión Eólica-----	6
1.4 Formas de erosión hídrica -----	7
1.4.1 Erosión Laminar -----	7
1.4.2 Erosión en Surcos-----	8
1.4.3 Erosión en Cárcavas-----	9
1.4.4 Movimiento en Masa-----	10

1.5 Tipos de cárcavas -----	10
1.5.1 Cárcavas continuas alargadas -----	10
1.5.2 Cárcavas alargadas con escarpe vertical superior -----	11
1.5.3 Cárcavas anchas-----	11
1.5.4 Cárcavas ramificadas -----	11
1.6 Factores que intervienen en la erosión hídrica -----	12
1.6.1 Lluvia -----	12
1.6.2 Cobertura vegetal -----	12
1.6.3 Topografía-----	12
1.6.4 Suelos -----	13
1.6.5 Erodabilidad -----	13
1.7 Efectos de la erosión hídrica -----	13
1.7.1 Degradación del Suelo-----	14
1.7.2 Pérdida de Nutrientes -----	14
1.7.3 Factores humanos-----	14
1.8 Prácticas de manejo y conservación de suelo-----	14
1.8.1 Prácticas para prevenir y/o controlar la erosión hídrica laminar -----	15
1.8.1.1 Zanjas de infiltración -----	15
1.8.1.2 barreras de piedra acomodada en curvas a nivel -----	16
1.8.1.3 Medias lunas -----	17
1.8.1.4 Cerramiento con plantaciones forestales-----	18
1.8.1.5 Cortinas rompe vientos-----	18
1.8.2 Prácticas para prevenir y/o controlar la erosión hídrica en surcos -----	19
1.8.2.1 Barreras vivas -----	19
1.8.2.2 Barreras de piedras-----	19
1.8.3 Prácticas para prevenir y/o controlar la erosión hídrica en cárcavas -----	20
1.8.3.1 Espaciamiento entre presas-----	20
1.8.3.2 Presa de Geocostales-----	20
1.8.3.3 Construcción de presas con llantas-----	21
1.8.3.4 Zanjas derivadoras de esorrentía-----	22

1.8.3.5 Presas de gaviones -----	22
1.8.3.6 Presas de mampostería -----	22

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

2.1 Localización del área de estudio -----	23
2.2 Características biofísicas -----	25
2.2.1 Temperaturas -----	25
2.2.2 Precipitaciones -----	25
2.3 Características físicas-----	27
2.3.1 Geología -----	27
2.3.2 Geomorfología -----	27
2.3.3 Fisiografía -----	27
2.3.4 Hidrología -----	28
2.3.5 Suelos. -----	
2.4 Características bióticas-----	29
2.4.1 Cobertura Vegetal -----	29
2.5 Características socioeconómicas-----	30
2.5.1 Población -----	30
2.5.2 Usos de la tierra -----	30
2.6 MATERIALES Y MÉTODOS -----	31
2.6.1 Material de gabinete-----	31
2.6.2 Materiales de campo -----	31
2.7 METODOLOGÍA-----	32
2.7.1 Fase de pre campo -----	33
2.7.2 Delimitación del área de estudio-----	33
2.7.3 Recopilación de información secundaria-----	33
2.7.4 Procesamientos digital básico de la imagen de satélite-----	33



2.7.5 Correcciones Geométrica de Imágenes satelitales -----	33
2.7.6 Vectorización de la información básica -----	34
2.7.7 Elaboración de mapas, fisiográfico y de suelo -----	34
2.7.8 Elaboración del mapa de erosión hídrica actual del suelo -----	34
2.7.9. Elaboración de los instrumentos para el levantamiento de datos de campo ---	35
2.8 Fase de campo -----	35
2.8.1. Identificación del paisaje fisiográfico-----	36
2.8.2 Identificación de las clases de suelos -----	36
2.8.3 Identificación de las características de la vegetación -----	36
2.8.4 Identificación y registro de las formas de erosión hídrica -----	37
2.8.4.1 Erosión hídrica laminar -----	37
2.8.4.1.1 Identificación de prácticas de control de la erosión hídrica laminar -----	37
2.8.4.2 Erosión hídrica en surcos -----	37
2.8.4.2.1 Identificación de prácticas de control de la erosión en surcos -----	38
2.8.4.3 Erosión hídrica en cárcavas -----	38
2.8.4.3.1 Identificación de prácticas de control de la erosión en cárcavas-----	38
2.9 Fase de post campo -----	39

### **CAPÍTULO III**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

3.1 Descripción del mapa fisiográfico y de suelos -----	40
3.1.1 Paisaje de Serranía media -----	41
3.1.1.1 Paisaje de Serranía media con disección fuerte. Símbolo Sm F_Ca-----	46
3.1.1.2 Paisaje de Serranía media con disección moderada. Símbolo Sm M_Cb -----	46
3.1.2 Paisajes de Serranía baja -----	46
3.1.2.1 Paisaje de Serranía baja con disección moderada. Símbolo Sb M_Cc-----	46
3.1.2.2 Paisaje de Serranía baja con disección ligera. Símbolo Sb L_Lp-----	47
3.1.3 Paisajes de pie de monte coluvio aluvial. -----	47

3.1.3.1 Suelos del paisaje pie de Monte coluvio aluvial con disección moderada.	
Símbolo Pm M_Lx -----	47
3.1.3.2 Suelos del pie de Monte coluvio aluvial sin disección. Símbolo Pm S_Cc ---	48
3.1.4 Suelos de terrazas aluvial sin disección. Símbolo Ta S_Ls-----	48
3.2 Descripción del mapa de erosión actual del suelo por paisaje fisiográfico. -----	48
3.2.1 Paisaje serranía media con disección fuerte. Símbolo Sm F_Ca -----	51
3.2.2 Serranía media con disección moderada. Símbolo Sm M_Ca -----	51
3.2.3 Serranía baja con disección moderada. Sb M_Cc -----	52
3.2.3.1 Erosión laminar-----	52
3.2.3.2 Erosión en surcos-----	53
3.2.3.3 Erosión en cárcavas-----	54
3.2.4 Serranía baja con disección ligera. Símbolo Sb L_Lp -----	55
3.2.5 Paisaje pie de Monte coluvio aluvial con disección moderada. Símbolo Pm M_Lx-----	55
3.2.5.1 Erosión laminar-----	57
3.2.5.1.1 Discusión -----	58
3.2.5.2 Erosión en surcos-----	59
3.2.5.2.1 Discusión -----	60
3.2.5.3 Erosión en cárcavas. -----	61
3.2.5.3.1 Discusión: -----	63
3.2.6 Suelos del pie de Monte coluvio aluvial sin disección. Símbolo Pm S_Cc -----	65
3.2.7 Suelos de terrazas aluvial sin disección. Símbolo Ta S_Ls-----	65
3.2 Prácticas para prevenir y/o controlar la erosión hídrica del suelo, laminar en surcos y cárcavas-----	65

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES .....	72
4.2 RECOMENDACIONES.....	74
BIBLIOGRAFÍA .....	74

### ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro Nro.1 Resumen climatológico.....	26
Cuadro Nro. 2 Leyenda fisiográfica del mapa fisiográfico.....	43
Cuadro Nro. 3 Leyenda del mapa de suelo.....	45
Cuadro Nro. 4 Leyenda de erosión hídrica actual por paisaje fisiografico.....	50
Cuadro Nro. 5 Prácticas para el control de erosión y conservación de suelos por la erosión hídrica laminar.....	66
Cuadro Nro. 6 Prácticas para el control de erosión y conservación de suelos por la erosión en surcos .....	68
Cuadro Nro. 7 Prácticas para el control de erosión y conservación de suelos por la erosión en cárcavas.....	70

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nro. 1 Esquema del impacto de una gota de agua sobre la superficie del suelo .....	12
Figura Nro. 2 Erosión en surcos provocado por el flujo agua aumentando la capacidad de socavación y arrastre de sedimentos .....	9
Figura Nro. 3 Esquema de erosión retro sedente en una cárcava activa .....	10

Figura Nro. 4 Factores que intervienen en el proceso de erosión .....	6
Figura Nro. 5 Diseños de zanjas de infiltración .....	15
Figura Nro. 6 Barrera de piedra acomodada a curva nivel .....	17
Figura Nro. 7 Construcción de medias lunas .....	17
Figura Nro. 8 Presa de piedra acomodada construida bajo el criterio cabeza-pie .....	20
Figura Nro. 9 Diseño de presa de geocostales con delantal .....	21
Figura Nro. 10 Construcción de diques de gomas .....	21
Figura Nro. 11 Mapa de ubicación de la subcuenca Caldera Grande .....	24
Figura Nro. 12 Marco metodológico de trabajo.....	32
Figura Nro. 13 Ejemplo de intervención para medidas de control de erosión hídrica laminar.....	67
Figura Nro. 14 Ejemplo de intervención para medidas de control de erosión en surcos.....	69
Figura Nro. 15 Ejemplo de intervención para medidas de control de erosión en cárcavas.....	71

## **LISTA DE ANEXOS**

1. Planilla para la toma de datos de terreno y suelos
2. Planilla para la toma de datos de vegetación
3. Planilla para la toma de datos de procesos de erosión hídrica laminar, surcos y cárcavas
4. Fotos de procesos erosivos del suelo