

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



**“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EROSIÓN HÍDRICA EN LA
SUBCUENCA YESERA EMPLEANDO EL MODELO USLE
Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA”**

Por:

MAURICIO ERICK ALCOBA AVILA

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

**GESTIÓN 2023
TARIJA – BOLIVIA**

.....
MSc. Ing. Sebastián Ramos Mejía
DOCENTE GUÍA

.....
MSc. Ing. Henry E. Valdez Huanca
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
MSc. Ing. Juan O. Hiza Zuñiga
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
MSc. Ing. Edwin Hiza Sanchez

.....
MSc. Ing. Wilfredo Benítez Ordoñez

.....
MSc. Ing. Luis Arandia Mendivil

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

DEDICATORIA:

El presente trabajo está dedicado a:
Mi madre Lily, por no haberme
soltado nunca entre tanto viento
para que yo pueda continuar,
siempre fue mi guía e hizo lo mejor
que pudo en su labor como madre a
ella le debo lo que soy, y admiro
por su fuerza y valentía.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, a mi madre por el apoyo para poder continuar con mis estudios y al ingeniero Sebastián Ramos por brindarme su amistad y ayudarme a concluir este trabajo.

«¡Tú y solo tú tendrás estrellas
que saben reír!». Cuando mires al
cielo, por la noche, como yo
habitaré en una de ellas [las
estrellas], como yo reiré en una de
ellas, será para ti como si rieran
todas las estrellas.

El principito – Antoine Saint
Exupery.

Love me harder – Ariana Grande

INDICE

Dedicatoria

Agradecimiento

Pensamiento

Página

Introducción.....	1
Justificación.....	3
Objetivos.....	4
Objetivo general.....	4
Objetivo general.....	4

CAPÍTULO I

Revisión bibliográfica

1.1. Manejo de cuencas hidrográficas.....	5
1.2. Conservación de suelos.....	5
1.2.1. Topografía.....	6
1.2.2. Profundidad.....	6
1.2.3. Permeabilidad	6
1.2.4. Fertilidad	7
1.3. Los bosques y la erosión	7
1.3.1. Bienes y servicios que presta el bosque.....	7
1.3.2. Cobertura vegetal.....	7
1.4. Componentes del ciclo hidrológico.....	8
1.4.1. Ciclo hidrológico	8

1.4.2. Infiltración	8
1.4.3. Erosión hídrica.....	9
1.5. Tipos de erosión hídrica.....	9
1.5.1. Escurrimiento difuso.....	9
1.5.2. Erosión laminar.....	10
1.5.3. Erosión en surcos.....	10
1.5.4. Erosión en cárcavas	10
1.5.5. Erosión regresiva o remotante.....	10
1.5.6. Terracetos o patas de vaca.....	11
1.5.2. Erosión eólica.....	11
1.6. Factores que originan la erosión hídrica.....	11
1.6.1. Factores climáticos.....	11
1.7. Factores que inciden sobre la erosión	12
• Erodabilidad.....	12
• Erosividad.....	12
1.8. Modelo USLE.....	13
1.8.1. Erodabilidad (Factor K).....	15
1.8.2. Longitud de inclinación de pendientes (Factor L).....	16
1.8.3. Grado de pendiente (Factor S).....	16
1.8.4. Cobertura de suelo (Factor C)	17
1.8.5. Coeficiente de erosividad (Factor R).....	17
1.8.6. Coeficiente de erodabilidad (Factor K).....	18
1.9. Efecto de la cobertura vegetal.....	18
1.9.1. Índices de vegetación.....	19
1.10. Teledetección.....	19
1.10.1. Sistemas de información geográfica	20
1.10.2. Geomática	20
1.10.3. Programa espacial Landsat 8.....	21
1.10.4. Sensor Operational Land Imager (OLI).....	21

1.10.5. Wordlclim.....	22
------------------------	----

CAPÍTULO II

Descripción del área de estudio

2. Ubicación.....	23
2.1. Características biofísicas	25
2.1.2. Aspectos físico – naturales.....	25
2.1.3. Paisaje.....	25
2.1.3. Clima.....	26
2.2. Geología.....	27
2.2.1. Suelos.....	27
2.2.2. Vegetación natural.....	28
2.3. Uso del suelo.....	28
2.3.1. Medio económico social	29

CAPÍTULO III

Materiales y métodos

3. Materiales.....	30
3.1. Software.....	30
3.1.2. Material de gabinete.....	30
3.1.3. Cartografía digital base utilizada	30
3.2. Metodología.....	31
3.3. Datos necesarios para la elaboración de mapas.....	31
3.3.1 Metodología para el procesamiento de imágenes satelitales.....	31
3.3.2. Información vectorial	31
3.3.3. Información ráster.....	31
3.3.4. Slope (Pendiente).....	32
3.3.5. Flow Direction (Dirección del flujo).....	32
3.3.6. Flow Accumulation (Acumulación del flujo).....	32

3.3.7. Ráster Calculator (Calculadora ráster)	32
3.3.8. Álgebra de mapas.....	33
3.3.9. Análisis de las imágenes satelitales	33
3.3.10. Corrección geométrica.....	33
3.4. Metodología para el cálculo de erosión.....	34
3.4.1. Factor R de erosividad de la lluvia.....	36
a) Precipitación máxima de diseño (24h) con Gumbel.....	38
b) Intensidad máxima de diseño para un tiempo menos a 24 horas (T<24h).....	39
c) Intensidad máxima de diseño para tiempos menores a una hora (t <1 hora)...	40
3.4.2. Factor K de Erosionabilidad del suelo.....	44
3.4.3. Factor S Grado de la pendiente.....	47
3.4.4 Factor L Longitud.....	47
3.4.5. Factor LS de Longitud y Grado de la pendiente.....	48
3.4.6. Factor C de Índice de cobertura vegetal.....	48
3.4.7. Factor P Prácticas de manejo	48
3.5. Aplicación de la ecuación USLE.....	49

CAPÍTULO IV

Resultados

4.1.1. Factor R.....	50
4.1.2. Factor K.....	61
4.1.3. Factor L.....	64
4.1.4 Factor S.....	67
4.1.5. Factor C.....	70
4.1.6 Factor P.....	72
4.1.7. Resultado de pérdida de suelo.....	73

CAPÍTULO V

Conclusiones.....	77
-------------------	----

CAPÍTULO VI

Recomendaciones.....	78
----------------------	----

BIBLIOGRAFÍA	79
--------------------	----

ANEXOS.....	85
-------------	----

Índice de figuras

	Página
Figura 1.....	14
Figura 2.....	23
Figura 3.....	24
Figura 4.....	26
Figura 5.....	27
Figura 6.....	28
Figura 7.....	34
Figura 8.....	35
Figura 9.....	50
Figura 10.....	61
Figura 11.....	64
Figura 12.....	67
Figura 13.....	70
Figura 14.....	73

Índice de Cuadros

	Página
Cuadro 1.....	37
Cuadro 2.....	39
Cuadro 3.....	40
Cuadro 4.....	41
Cuadro 5.....	42
Cuadro 6.....	43
Cuadro 7.....	43
Cuadro 8.....	46
Cuadro 9.....	46
Cuadro 10.....	49
Cuadro 11.....	51
Cuadro 12.....	52
Cuadro 13.....	53
Cuadro 14.....	54
Cuadro 15.....	55
Cuadro 16.....	56
Cuadro 17.....	57
Cuadro 18.....	58
Cuadro 19.....	59
Cuadro 20.....	59
Cuadro 21.....	62
Cuadro 22.....	63
Cuadro 23.....	63
Cuadro 24.....	69
Cuadro 25.....	72
Cuadro 26.....	75
Cuadro 27.....	76

Índice de Anexos

Anexo 1.	85
Anexo 2.	85