

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



**“EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN LA
SUB-CUENCA PAPACHACRA EMPLEANDO EL MODELO USLE Y
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA”**

Por:

MARCO ANTONIO TEJERINA VALLEJOS

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

**GESTIÓN 2016
TARIJA – BOLIVIA**

V°B°

.....
Ing. Edwin F. Hiza Sanchez
DOCENTE GUÍA

.....
MSc. Ing. Linder Espinoza Márquez
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
MSc. Ing. Henri Valdez Huanca
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
MSc. Ing. Linder Espinoza Márquez

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

.....
MSc. Ing. Luis Arandia Mendevil

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidarizan con los términos de forma, los modos y las expresiones empleadas en la elaboración del presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

AGRADECIMIENTOS

A mis queridos padres Marcos Tejerina y Corina Vallejos, por el apoyo moral que sin su ayuda hubiese sido difícil elaborar el presente trabajo.

A todos mis docentes que me brindaron sus conocimientos en mi formación como profesional.

Agradecer al Ing. Edwin F. Hiza Sánchez por haberme ayudado a concluir mi trabajo de grado y a mis compañeros por el apoyo por brindarme su amistad.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a:

Mi padre Marcos, al que debo lo que soy, que siempre fue un guía en mi camino.

Mi madre Corina, por el apoyo, comprensión y colaboración que siempre me brinda.

Y mis hermanos que están apoyando en los buenos y malos momentos.

INTRODUCCIÓN

página

Introducción	1
Justificación	2
Objetivos	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Manejo de cuencas hidrográficas	4
1.2. Conservación de suelos	4
1.2.1. Topografía	4
1.2.2. Profundidad	5
1.2.3. Permeabilidad	5
1.2.4. Fertilidad	5
1.3. Los bosques y la erosión	5
1.3.1. Bienes y servicios que presenta el bosque	5
1.3.2. Cobertura vegetal	6
1.4. Componentes del ciclo hidrológico	6
1.4.1. Erosión	6
1.4.2. ciclo hidrológico	7
1.4.3. Infiltración	8
1.4.4. Erosión hídrica	9
1.5. Tipos de erosión hídrica	9
1.5.1. Esguerramiento 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. Terracetas o patas de vaca	11
1.5.2. Erosión eólica	11
1.6. Factores que originan la erosión hídrica	11
1.6.1. Factores climático	11
1.6.2. La topografía	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)	13
1.8.2. Longitud de inclinación de pendientes (factor L)	14
1.8.3. Grado de pendiente (factor S)	14
1.8.4. Cobertura de suelo (factor C)	15
1.8.5. Coeficiente de erosividad (factor R)	15
1.8.6. Coeficiente de erodabilidad (factor K)	15
1.9. efecto de la cobertura vegetal	15
1.9.1. Índices de vegetación	16
1.10. Teledetección	17
1.10.1. Sistema de información geográfica	17
1.10.2. Geomántica	17
1.10.3. Programa espacial Landsat	18
1.10.4. Sensor operational land imager (OLI)	19
1.10.5. Wordlclim	19

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2. Ubicación	20
2.1. Características biofísicas	21
2.1.2. Aspectos físicos naturales	21
2.1.3. Paisaje	21
2.1.3. Clima	21
2.2. Geología	22
2.2.1. Suelo	22
2.2.2. Vegetación natural	23
2.3. Uso del suelo	23
2.3.1. Medio económico social	23

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3. Software	25
3.1. Materiales	25
3.1.1. Cartografía digital base utilizada	25
3.2. Metodología	25
3.2.1. Determinación del proceso de estudio	25

3.3. Procesamiento de las imágenes satelitales	25
3.3.1. Tipos de datos empleado en la elaboración de los mapas	26
3.3.2. Información vectorial	26
3.3.3. Información raster	26
3.3.4. Slope (pendiente)	26
3.3.5. Flow direction (dirección del flujo)	26
3.3.6. Flow accumulation (acumulación del flujo)	26
3.3.7. Rater calculator (calculadora raster)	27
3.3.8. Algebra de mapas	27
3.3.9. Análisis de las imágenes satelitales	28
3.3.10. Corrección geométrica	28
3.4. Metodología para el cálculo de erosión	29
3.4.1. Factor R de erosividad de la lluvia	30
3.4.2. Factor K de erosionabilidad del suelo	31
3.4.3. Factor LS de longitud y grado de la pendiente	32
3.4.4. Factor C de índice de cobertura vegetal	33
3.5. Índices de vegetación (NDVI)	33
3.5.1. Análisis de vegetación	33
3.5.2. Análisis de cambio de uso	34
3.5.3. Análisis de cambio de uso y cobertura del suelo	34
3.5.4. Índices de vegetación NDVI 2011 Y NDVI 2015	35

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1.1. Factor R	36
4.1.2. Factor K	37
4.1.3. Factor LS	38
4.1.4. Factor C	38
4.1.5. Resultado de pérdida de suelo	39
4.2. Mapas de índice de vegetación NDVI	41
4.2.1. NDVI 2011	41
4.2.2. NDVI 2015	41
4.3. Discusiones de los resultados	42

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

CAPITULO VI
RECOMENDACIONES

VI Recomendaciones	45
--------------------	----

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía consultada	46
-------------------------	----

ANEXOS 1
CUADROS

ANEXOS 2
IMÁGENES