

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



**CARACTERIZACION MORFOMETRICA CON FINES DE
ORDENAMIENTO Y RESTAURACION: CASO SUBCUENCA
SAN PEDRO, PROVINCIA CERCADO - TARIJA**

POR:

MARIA ELIZABETH ACEBEY FLORES

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

TARIJA- BOLIVIA

2024

V°B°

.....
Ing. Silvia Yazmini Ruiz Ruiz

DOCENTE GUÍA

.....
M. Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguín

DECANO

FACULTAD DE CIENCIAS

AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
M. Sc. Ing. Víctor Enrique Zenteno López

VICEDECANO

FACULTAD DE CIENCIAS

AGRÍCOLAS Y FORESTALES

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
M. Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguín

TRIBUNAL

.....
M. Sc. Ing. Edwin Fernando Hiza Sánchez

TRIBUNAL

.....
M. Sc. Ing. Fidel Ibarra Martínez

TRIBUNAL

El Tribunal Calificador del presente trabajo, no se solidarizan con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esta responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi madre, mi abuelo mi esposo e hijos, por su gran apoyo y ser la fuente de mi inspiración.

A mis hermanos, tíos y primos por el apoyo incondicional, y motivación para llevar a cabo el logro de este trabajo.

Y en memoria de mi querido tío Willy Flores, quien estuvo presente en los momentos más importantes de mi vida.

AGRADECIMIENTO:

Agradezco primeramente a Dios por el don de la vida, por la fortaleza, perseverancia y sabiduría que me otorgó en la realización de este trabajo

Agradezco a mi madre y familiares que estuvieron apoyándome tanto moral, anímica y económicamente.

A mis docentes tribunales de defensa por sus aportes en las correcciones y revisión del presente documento.

A mi profesor guía por su valioso tiempo, entusiasmo y paciencia que me brindó en la realización de mi trabajo de Tesis. Ing. Silvia Ruiz. Y a todos mis amigos que fueron parte en el proceso

PENSAMIENTO.

Todos pueden superar sus circunstancias y alcanzar el éxito si tienen perseverancia, fortaleza y pasión por lo que hacen.

Nelson Mandela

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
PENSAMIENTO	v
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN.	1
Justificación.	2
Objetivos.	2
Objetivo general.	2
Objetivos específicos.	3
CAPÍTULO I: MARCO TEORICO	
1. CUENCAS HIDROGRÁFICAS.	4
1.1. Definición de cuenca hidrográfica.	4
1.1.2. Importancia de la cuenca hidrográfica.	4
1.1.3. División espacial de una cuenca hidrográfica.	5
1.1.4. Zonas y partes de una cuenca hidrográfica.	5
1.1.4.1. Parte alta o zona de recarga.	5
1.1.4.2. Parte media o zona de laderas.	5
1.1.4.3. Zona de riberas o ribereña.	6
1.1.4.4. Zona baja tierra plana (valle).	6
1.2. La tierra y los recursos de la tierra.	6
1.2.1. El manejo de los recursos tierra.	7
1.3. Cobertura vegetal.	7
1.3.1. Cambios en la cobertura vegetal.	7

1.3.2.	Importancia de la cobertura vegetal.	8
1.4.	La cobertura vegetal en los procesos de erosión.	9
1.4.1.	Prevención de la erosión: la cobertura vegetal.	9
1.4.2.	Efectos de la cobertura vegetal en la erosión.	10
1.5.	Uso del suelo.	10
1.5.1.	Conversión en el uso del suelo.	11
1.5.2.	Capacidad de uso del suelo.	11
1.5.3.	Uso actual de la tierra.	12
1.6.	Degradación del suelo.	12
1.6.1.	Erosión de suelos.	12
1.6.1.1.	Procesos de erosión.	12
1.6.1.2.	Formas de erosión.	13
1.6.1.3.	Grado de erosión.	13
1.7.	Riesgo de erosión actual y erosión potencial.	14
1.8.	Cambio de cobertura vegetal y uso del suelo.	15
1.9.	Corine land cover (clc).	16
1.10.	Análisis de imagen.	16
1.11.	Teledetección y sensores remotos.	18
1.11.1.	Usos de la tecnología de los sensores remotos en los estudios del territorio.	19
1.12.	La fotointerpretación.	19
1.13.	Escáneres multiespectrales.	20
1.14.	Sistemas de información geográfica (sig).	20
1.14.1.	SIG y geografía.	21

1.14.2. Los componentes de los SIG. Hardware y software.	22
1.14.3. Formato ráster y vectorial.	23
1.15. Interpretación de los datos.	25
1.15.1. Interpretación visual de imágenes.	25
1.15.2. Interpretación digital de las imágenes.	25
1.15.2.1. Clasificación digital.	25
1.15.2.2. Clasificación supervisada.	25
1.15.2.3. Clasificación no supervisada.	25
1.16. Software Ilwis (sistema de la información integral de tierra y agua)	26
CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOLOGÍA	
2.1. Zona de estudio	27
2.1.1. Ubicación	27
2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA	29
2.2.1. Geológica y Geomorfológica:	29
2.2.2. Características Edáficas	29
2.2.3. Características Climáticas	30
2.2.4. Hidrografía	30
2.2.5. Vegetación	31
2.2.6. Sistemas productivos	31
2.3. Materiales	32
2.3.1. Materiales de campo	32
2.3.2. Material de escritorio	32
2.4. Metodología	32
2.4.1. En la primera etapa (Recopilación de información de la zona)	33
a) Realización de Mapas	33
2.4.2. En la Segunda Etapa (Reconocimiento de campo)	34

2.4.3. En la tercera etapa (Validación de la información)	34
2.5. Métodos a desarrollarse las Características morfométricas	34
2.5.1. Determinación de los Parámetros Morfométricos de la Subcuenca de San Pedro:	34
2.5.1.1. Área:	34
2.5.1.2. Perímetro	35
2.5.1.3. Parámetros de Forma	35
2.5.1.4. Parámetros relativos al Sistema de Drenaje	37
a) Densidad de Drenaje (Km/Km ²)	37
b) Extensión media del escurrimiento superficial	38
2.5.1.5. Parámetro relativo a las variaciones altitudinales	39
a) Altitud media de la Subcuenca (msnm)	39
b) Curva Hipsométrica	39
c) Rectángulo Equivalente	40
2.5.1.6. Parámetros relacionados con la declividad	41
2.5.1.7. Parámetros relativos al relieve:	42
2.6. Metodología para la zonificación de la Quebrada San Pedro	43
2.6.1. Mapa de pendiente	44
2.6.2. Mapa de cobertura vegetal	44
2.6.3. Mapa de uso actual	46
2.6.4. Mapa de erosión	47
CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSION	
3. RESULTADOS	49
3.1. Parámetros Morfométricos:	49

3.1.1. Área:	50
3.1.2. Perímetro:	50
3.1.3. Parámetro de Forma	50
3.1.4. Parámetros relativos al Sistema de drenaje	53
3.1.5. Parámetro relativo a las variaciones altitudinales	54
a) Altitud media de la Subcuenca (msnm)	54
b) Curva Hipsométrica	54
3.1.6. Parámetros relacionados con la declividad	56
3.1.7. Parámetros relativos al relieve	56
3.2. Zonificación de la quebrada san pedro	59
3.2.1. Descripción del Mapa de pendiente:	59
3.2.2. Descripción Mapa de cobertura vegetal Bosque ralo a semidenso mayormente caducifolio semideciduo montano:	61
3.2.3. Descripción del Mapa de uso actual	63
3.2.4. Descripción del Mapa de erosión	65
3.2.5. Reclasificación según la Zonificación de la Sub cuenca de San Pedro:	67
3.2.5.1. Zona de riego bajo:	68
3.2.5.2. Zona de riesgo moderado:	69
3.2.5.3. Zona de riesgo alto:	71
3.2.5.4. Zona Urbana:	73
3.3. DISCUSIÓN	75
 CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.1. CONCLUSIONES	77
4.2. RECOMENDACIONES	79

BIBLIOGRAFÍA.	80
ANEXOS	86

INDICE DE MAPAS

Mapa N°1. Localización la Sub Cuenca el San Pedro	28
Mapa N° 2. Parámetros Morfométricos y Curva Hipsométrica	58
Mapa N° 3. Zonificación de la Sub cuenca San Pedro	74

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Especies de vegetación de la quebrada San Pedro	31
Cuadro N° 2: Tamaño de Cuencas	35
Cuadro N° 3: Índice de alargamiento.	37
Cuadro N° 4: Clasificación de la densidad de drenaje	38
Cuadro N° 5. Clasificación de la pendiente del cauce principal	41
Cuadro N° 6: Clasificación de la pendiente media de la cuenca	43
Cuadro N° 7: Relieve – Pendiente	44
Cuadro N° 8. Clasificación de estrato vegetal	45
Cuadro N° 9: Vegetación	46
Cuadro N° 10: Uso Actual del suelo	47
Cuadro N° 11: Erosión	48
Cuadro N° 12: Parámetros Morfométricos	49
Cuadro N° 13: Clasificación de la Zonificación de la Sub cuenca San Pedro	67

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Curva Hipsométrica	40
---------------------------------	----

Figura N°2. Esquema Metodológico, propuesto a seguir para caracterización de la zonificación	43
Figura N° 3 Clasificación de los valores de factor de forma	51

ANEXOS

ANEXO N° 1: PARAMETROS MORFOMETRICOS:

MAPA N° 1: PARAMETROS DE LA SUBCUENCA

MAPA N° 2: RED DE DRENAJE

MAPA N° 3: CURVA HIPSOMETRICA

MAPA N° 4: PARTES DE LA CUENCA

MAPA N° 5: MAPA BASE

ANEXO N° 2: ZONIFICACION DE MAPAS TEMATICOS:

MAPA N° 1: VEGETACION

MAPA N° 2: USO ACTUAL

MAPA N° 3: PENDIENTE

MAPA N° 4: EROSION

ANEXO N° 3: Clasificación del tipo de vegetación basada en FAO-UNESCO 1973 (adaptada)

ANEXO N° 4: FOTOGRAFIAS:

FOTOGRAFIA N° 1: Elaboración de los mapas con la aplicación de Arcgis, delimitación de la quebrada San Pedro

FOTOGRAFIA N° 2: Calificación de la vegetación existente en la quebrada San Pedro.

FOTOGRAFIA N° 3: Realización de la clasificación del mapa de erosión de la Quebrada San Pedro

FOTOGRAFIA N° 4: Realización de la clasificación del mapa de uso de la tierra de la Quebrada San Pedro

- FOTOGRAFIA N°5: Vista panorámica de atajado de agua.
- FOTOGRAFIA N° 6: Vista panorámica de matorrales denso a ralo
- FOTOGRAFIA N°7: Imagen visualizando la actividad del levantamiento de datos en planillas de la vegetación y usos.
- FOTOGRAFIA N° 8: Visualización de un paisaje de la llanura fluvio lacustre de la quebrada san pedro
- FOTOGRAFIA N° 9: Visualización de un proceso de erosión en pie de monte.
- FOTOGRAFIA N° 10: Proceso de erosión en laderas de la sub cuenca de San Pedro
- FOTOGRAFIA N° 11: Imagen del proceso de la Erosión severa
- FOTOGRAFIA N° 12: Erosión en surcos
- FOTOGRAFIA N°13: Socavación de la quebrada san pedro en la parte baja
- FOTOGRAFIA N° 14: Vista panorámica de los meandros y proceso de socavación de la ribera de la quebrada
- FOTOGRAFIA N°15: Vista panorámica del proceso de erosión hídrica que existe en la parte media –baja de la sub cuenca San Pedro
- FOTOGRAFIA N° 16: Erosión hídrica en cárcavas producida por escorrentías del agua.
- FOTOGRAFIA N° 17: Percepción de la Erosión laminar que existe en la parte baja de la zona de estudio.
- FOTOGRAFIA N° 18: Imagen de referencia del pastoreo extensivo en la zona alta de las cuencas.
- FOTOGRAFIA N° 19: Pastoreo de caprinos en zonas altas de la cuenca (manejo sostenible de ganado)
- FOTOGRAFIA N° 20: Reforestación en líneas de especies forestales para la disminución de la erosión del suelo (imagen de referencia)
- FOTOGRAFIA N° 21: Roturación de los suelos endurecidos para mejorar la infiltración del agua en el suelo.
- FOTOGRAFIA N° 22: Imagen de Presas de morrillos para evitar la erosión de surcos y cárcavas.

FOTOGRAFIA N° 23: Zanjas de infiltración que se pueden realizar en la zona media y alta del área de estudio.

FOTOGRAFIA N° 24: Zanjas realizados con geocostales

FOTOGRAFIA N° 25: Imágenes de referencia de los jardines de lluvia para poder implementarse en la ciudad y cercanías del río San Pedro