

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



**IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE LOS PROCESOS DE
EROSIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA PEDAGÓGICA YESERA
MUNICIPIO DE CERCADO –TARIJA**

POR:

DILAN RODRIGO MUÑOZ DURAN

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

**Gestión 2022
TARIJA – BOLIVIA**

V°B°

.....
DOCENTE GUÍA

Ing. Lisbeht Espinoza Mendez.

.....
M. Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía
**DECANO a. i. FACULTAD CIENCIAS
AGRICOLAS Y FORESTALES**

.....
M. Sc. Ing. Edwin Dellmis Florez Segovia
**VICEDECANO a. i.
FACULTAD CIENCIAS AGRICOLAS
Y FORESTALES**

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
M. Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez.

.....
M.Sc. Ing. Luis Arandia Mendivil

.....
M.Sc. Ing. Wilfredo Benitez

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 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 mi Tía. Julia Duran y Tío Fernando Duran 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.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos, por apoyarme cuando más los necesitaba, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias.

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. por su apoyo y colaboración, 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.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación realizado en la cuenca pedagógica Yesera del Municipio de Cercado – Tarija, se ha llevado a cabo con los objetivos de: Identificar y caracterizar las formas y procesos de erosión hídrica que afectan a los suelos por paisaje fisiográfico e Identificar en el terreno las prácticas biológicas y mecánicas para prevenir o controlar las diferentes formas y procesos de erosión que afectan los suelos en la Cuenca de Yesera, de esta manera contribuir con información para futuros proyectos de control de sedimentos orientados a conservar la vida útil de las represas, empleando métodos de teledetección y Sistemas de Información geográfica y métodos de campo, generando una base de datos cartográfica mediante digitalización de mapas temáticos de fisiografía, a partir de los cuales y aplicando el método supervisado se obtuvo el mapa de erosión hídrica actual por paisaje fisiográfico con el fin de contribuir con información.

Las prácticas para prevenir y/o controlar los procesos de erosión de manejo recomendadas son: Para la erosión hídrica laminar: Cerramiento de áreas seriamente afectadas con el fin de favorecer la regeneración natural, plantaciones forestales con fines de conservación y producción, Implementación de medias lunas, zanjas de infiltración y cortinas rompe viento. Erosión en surcos: Construcción de barreras vivas, barreras de piedras y construcción de terrazas de formación sucesivas. Erosión en cárcavas: Construcción de gaviones, implementación de trampas de sedimento con: geocostales, de llantas, piedras y zanjas derivadoras de escorrentías de sedimentos.

INDICE

EROSIÓN DEL SUELO.....	6
PROCESOS DE EROSIÓN HÍDRICA.....	6
1.1.1 Meteorización.....	6
1.1.2 Transporte	7
1.1.3 Sedimentación.....	7
CLASES DE EROSIÓN.....	8
1.1.4 Erosión Hídrica	8
1.1.5 Erosión Eólica	8
FORMAS DE EROSIÓN HÍDRICA.....	9
1.1.6 Erosión Laminar.....	9
1.1.7 Erosión en Surcos.....	9
1.1.8 Erosión en Cárcavas.....	10
1.1.9 Movimiento en Masa.....	10
TIPOS DE CÁRCAVAS	10
1.1.10 Cárcavas continuas alargadas.....	10
1.1.11 Cárcavas alargadas con escarpe vertical superior	11
1.1.12 Cárcavas anchas	11
1.1.13 Cárcavas ramificadas	11
FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA EROSIÓN HÍDRICA	11
1.1.14 Lluvia	12
1.1.15 Cobertura vegetal	12
1.1.16 Topografía.....	12
1.1.17 Suelos	13
1.1.18 Erodabilidad	13
EFFECTOS DE LA EROSIÓN HÍDRICA	13
1.1.19 Degradación del Suelo	13
1.1.20 Pérdida de Nutrientes	14
1.1.21 Factores humanos.....	14
PRÁCTICAS DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELO.....	14
1.1.22 Prácticas para prevenir y/o controlar la erosión hídrica laminar.....	14
1.1.22.1 Cerramiento con plantaciones forestales.....	14
1.1.22.2 Cortinas rompe vientos	15
1.1.23 Prácticas para prevenir y/o controlar la erosión hídrica en surcos.....	15
1.1.23.1 Terrazas de formación sucesiva	15
1.1.23.2 Barreras vivas.....	16
1.1.23.3 Barreras de piedras	16
1.1.24 Prácticas para prevenir y/o controlar la erosión hídrica en cárcavas ..	16
1.1.24.1 Espaciamiento entre presas	16
1.1.24.2 Presa de Geo costales	17
1.1.24.3 Construcción de presas con llantas	17
1.1.24.4 Zanjas derivadoras de escorrentía	17

1.1.24.5	Presas de gaviones.....	17
1.1.24.6	Presas de mampostería	18
2	CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	20
	ASPECTOS BIOFÍSICOS	21
2.1.1	Clima.....	21
2.1.2	Escurrimiento	22
2.1.3	Uso actual del recurso hídrico.....	22
2.1.4	Geología	22
	PALEOZOICO	24
2.1.5	Devónico	24
2.1.6	Carbonífero	25
2.1.7	Silúrico	25
	CENOZOICO.....	25
2.1.8	Cuaternario.....	25
2.1.9	Cordillera oriental	27
2.1.10	Serranías.....	27
2.1.11	Colinas	27
2.1.12	Piedemontes	28
2.1.13	Llanuras.....	28
2.1.14	Suelos	30
	ASOCIACIÓN LEPTOSOL - CAMBISOL – PHAEOZEM	30
	ASOCIACIÓN CAMBISOL – LEPTOSOL.....	31
	ASOCIACIÓN CALCISOL – LIXISOL	31
	VEGETACIÓN.....	32
	TIPO, COBERTURA Y MANEJO DE LA VEGETACIÓN	32
	FAUNA	33
	USO DE LA TIERRA.....	33
2.1.15	Aspectos Socio-demográficos.....	35
	MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
2.1.16	Material de gabinete	37
2.1.17	Materiales de campo	37
3	METODOLOGÍA	37
	DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE LA METODOLOGÍA	39
4.1.1.	FASE DE PRE CAMPO	39
3.1.1.1	Delimitación del área de estudio	39
3.1.1.2	Recopilación de información secundaria	39
3.1.2	Correcciones Geométrica de Imágenes satelitales	39
3.1.3	Vectorización de la información	40
3.1.4	Interpretación fisiográfica y de suelo.....	40
3.1.5	Elaboración de los instrumentos para el levantamiento de datos de campo	
	41	
	FASE DE CAMPO	41

3.1.6	Verificación del paisaje fisiográfico	42
3.1.7	Identificación de las características del suelo	42
3.1.8	Identificación de las características de la vegetación.....	42
	IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE LAS FORMAS DE EROSIÓN HÍDRICA	43
3.1.9	Erosión hídrica laminar	43
3.1.10	Identificación de prácticas de control de la erosión hídrica laminar ...	43
3.1.11	Erosión hídrica en surcos	43
3.1.11.1	Identificación de prácticas de control de la erosión en surcos	44
3.1.12	Erosión hídrica en cárcavas.....	44
3.1.12.1	Identificación de prácticas de control de la erosión en cárcavas....	44
	FASE DE POST CAMPO	44
3.1.13	Depuración de las planillas de campo.....	44
3.1.14	Procesamiento de los datos de campo.....	45
3.1.15	Interpretación y elaboración del mapa de erosión actual por paisaje..	45
	DESCRIPCIÓN DEL MAPA FISIOGRÁFICO, SUELOS Y EROSIÓN.....	47
3.1.15.1	Ladera muy disectada, símbolo en el mapa: 1	50
3.1.15.2	Ladera disectada. , símbolo en el mapa: 2	50
3.1.15.3	Ladera moderadamente disectada. , símbolo en el mapa: 3.....	50
3.1.16	Paisaje de Serranía baja con disección moderada. , símbolo en el mapa: 4	51
3.1.17	Ladera poco disectada, Símbolo en el mapa: 5	51
3.1.18	Colina sin disección a poco disectada Símbolo en el mapa:6.....	51
3.1.19	Llanura Fluvio – Lacustre con disección media ondulada Símbolo en el mapa: 7	52
3.1.20	Llanura fluvio lacustre no disectada Símbolo en el mapa: 8	52
3.1.21	Llanura aluvial sin disección, Símbolo en el mapa: 9.....	52
3.1.21.1	Erosión laminar	53
3.1.21.2	Erosión en cárcavas.....	53
3.1.22	Serranía baja con disección ligera.....	54
3.1.22.1	Erosión laminar	54
3.1.22.2	Erosión en surcos	55
3.1.22.3	Erosión en cárcavas.....	55
3.1.22.4	Erosión laminar	56
3.1.22.5	Discusión.....	57
3.1.22.6	Erosión en surcos	58
	DISCUSIÓN	59
	EROSIÓN EN CÁRCAVAS.	60
3.1.22.7	Discusión:.....	62
3.1.23	Suelos del piedemonte coluvio aluvial sin disección.....	64
	PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y/O CONTROLAR LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO, LAMINAR EN SURCOS Y CÁRCAVAS.....	64
	CAPÍTULO IV	67
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67

CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	70
4 BIBLIOGRAFÍA.....	72
ANEXO N° 1.....	75
PLANILLAS DE CAMPO	75
<u>IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE DATOS DE LOS COMPONENTES</u>	
<u>FÍSICOS DEL PAISAJE - CALDERA GRANDE.....</u>	76
PAISAJE:	76
RELIEVE:	76
PLANILLA N° 2. IDENTIFICACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL	
SUELO	77
CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DEL SUELO (SITIO DE MUESTREO).....	77
PLANILLA 4. IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS DE EROSIÓN HÍDRICA....	79
EROSIÓN LAMINAR:	79
EROSIÓN EN SURCOS:	80
4.1.1 Erosión en cárcavas:.....	81
MOVIMIENTO EN MASA:	82
PROPUESTA DE PRÁCTICAS DE CONTROL DE EROSIÓN:.....	82
<u>4.1 IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE DATOS DE LOS COMPONENTES</u>	
<u>FÍSICOS DEL PAISAJE - YESERA CENTRO.....</u>	83
PAISAJE:	83
RELIEVE:	83
PLANILLA N° 2. IDENTIFICACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL	
SUELO	84
CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DEL SUELO (SITIO DE MUESTREO).....	84
PLANILLA 4. IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS DE EROSIÓN HÍDRICA....	86
EROSIÓN LAMINAR:	86
EROSIÓN EN SURCOS:	87
4.1.1.1 Erosión en cárcavas:.....	87
MOVIMIENTO EN MASA:	88
PROPUESTA DE PRÁCTICAS DE CONTROL DE EROSIÓN:.....	88
<u>4.2 IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE DATOS DE LOS COMPONENTES</u>	
<u>FÍSICOS DEL PAISAJE - CHIGUAYPOLLA.....</u>	89
PAISAJE:	89
RELIEVE:	89
PLANILLA N° 2. IDENTIFICACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL	
SUELO	91
CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DEL SUELO (SITIO DE MUESTREO).....	91
PLANILLA 4. IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS DE EROSIÓN HÍDRICA....	93
EROSIÓN LAMINAR:	93
EROSIÓN EN SURCOS:	94
4.2.1 Erosión en cárcavas:.....	94

4.3 <u>IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE DATOS DE LOS COMPONENTES FÍSICOS DEL PAISAJE – SAN SEBASTIAN</u>	96
PAISAJE:.....	96
RELIEVE:.....	96
PLANILLA N° 2. IDENTIFICACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL SUELO.....	97
CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DEL SUELO (SITIO DE MUESTREO).....	97
PLANILLA 4. IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS DE EROSIÓN HÍDRICA.....	99
EROSIÓN LAMINAR:.....	99
EROSIÓN EN SURCOS:.....	100
4.3.1.1 Erosión en cárcavas:.....	100
4.4 <u>IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE DATOS DE LOS COMPONENTES FÍSICOS DEL PAISAJE – YESERA NORTE</u>	102
PAISAJE:.....	102
RELIEVE:.....	102
PLANILLA N° 2. IDENTIFICACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL SUELO.....	103
CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DEL SUELO (SITIO DE MUESTREO).....	103
4.1 PLANILLA 4. IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS DE EROSIÓN HÍDRICA	
105	
EROSIÓN LAMINAR:.....	105
EROSIÓN EN SURCOS:.....	106
EROSIÓN EN CÁRCAVAS:.....	106
4.2 <u>IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE DATOS DE LOS COMPONENTES FÍSICOS DEL PAISAJE – YESERA SUR</u>	108
PAISAJE:.....	108
RELIEVE:.....	108
PLANILLA N° 2. IDENTIFICACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL SUELO.....	109
CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DEL SUELO (SITIO DE MUESTREO).....	109
4.1 PLANILLA 4. IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS DE EROSIÓN HÍDRICA	
111	
EROSIÓN LAMINAR:.....	111
EROSIÓN EN SURCOS:.....	112
4.1.1.1 Erosión en cárcavas:.....	113
ANEXO N° 2 ANEXO DE FOTOGRAFÍAS	114
ANEXOS DE FOTOS.....	115

INDICE DE TABLAS

TABLA 1.	FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE EROSIÓN 8	
TABLA 2.	DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA	23
TABLA 3.	GEOLOGÍA DE LA CUENCA PEDAGÓGICA DE YESERA	23
TABLA 4.	COLUMNA CRONOESTRATIGRAFÍA	26
TABLA 5.	FISIOGRAFÍA DE LA CUENCA PEDAGÓGICA DE YESERA	28
TABLA 6.	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN LA TAXONOMÍA DE LA FAO 30	
TABLA 7.	ESPECIES FORESTALES MÁS COMUNES.....	32
TABLA 8.	FAUNA.....	33
TABLA 9.	USO ACTUAL DE LA TIERRA	34
TABLA 10.	POBLACIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO	35
TABLA 11.	PRINCIPALES ACTIVIDADES EN LA CUENCA PEDAGÓGICA DE YESERA 36	
TABLA 12.	MARCO METODOLÓGICO DE TRABAJO	38
FIGURA 1.	ÁREA DE ESTUDIO	20
FIGURA 2.	GEOLOGÍA DE LA CUENCA PEDAGÓGICA DE YESERA	24
FIGURA 3.	GEOLOGÍA DE LA CUENCA PEDAGÓGICA DE YESERA	
FIGURA 4.	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA FISIOGRAFÍA	28
FIGURA 5.	.FISIOGRAFÍA DE LA CUENCA PEDAGÓGICA DE YESERA ...	29