

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



**APLICACIÓN DEL MÉTODO PROMETHEE PARA LA PRIORIZACIÓN DE
ZONAS DE INTERVENCIÓN EN LA SUBCUENCA DE YESERA**

POR:

YESSICA ALEJANDRA ROLLANO VACA

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

Gestión 2023

TARIJA - BOLIVA

V°B°

.....
M.Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía
PROFESOR GUÍA

.....
M.Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguin
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRICOLAS Y FORESTALES

.....
M.Sc. Ing. Victor Enrique Zenteno Lopez
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRICOLAS Y FORESTALES

APROBADO POR:
TRIBUNAL:

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

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

.....
Ing. Barbarita Liliana Segovia Ortega

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

DEDICATORIA

Primeramente, agradecer a Dios por la vida, por haberme dado una familia unida y amigos, que siempre me impulsaron a seguir adelante. También agradecerle por darme fuerzas cada mañana en los días difíciles, gracias porque si no, no hubiera logrado una de mis metas trazadas.

A mi Abuelo Hugo Vaca Pérez, por darme su apoyo, sus valores y su amor incondicional, que fueron mi motivación día a día para poder culminar esta etapa tan importante en mi vida, Gracias Papito.

A mis dos Mamas, Hermanos, Nalita, Tíos, Primos, y mi sobrina que siempre estuvieron apoyándome moralmente para que no desvaneciera, sin importar que tan lejos estaban de mí.

A mis amigos Ing. Fidel y Marianita por impulsarme a seguir adelante desde el primer día que nos conocimos y más aún en los días difíciles, gracias, los voy a extrañar.

Finalmente agradecer a mis amigos, compañeros y docentes de la Universidad por haberme apoyado y brindado una mano cuando la necesitaba, mil gracias.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios por permitirme cumplir con una etapa más en mi vida, a mi Abuelo y Hermana por su apoyo incondicional, su amor infinito y por creer en mí.

Al Ing. Fidel Ibarra por su apoyo, enseñanza y amistad en esta etapa académica. Y fuera de lo académico también, gracias Compadre.

Por otra parte, agradecer a mi profesor guía M.Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía. Por compartirme su conocimiento y brindarme su apoyo. También agradecer al Ing. Edwin Hiza por su apoyo moral y por su conocimiento en el área que se desempeña. A mis tribunales gracias por el apoyo brindado, el conocimiento, experiencias y su valioso tiempo el cual fue fundamental en el proceso de este trabajo de tesis.

PENSAMIENTO:

Al ponerle fecha a un sueño

Se convierte en meta.

Una meta dividida por pasos

Se convierte en un plan.

Y un plan apoyado por acciones

Se vuelve **REALIDAD.**

Dr. Pablo Reyes Burneo

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de identificar las zonas prioritarias de intervención, empleando el análisis multicriterio de PROMETHEE, en base a parámetros biofísicos, socioeconómicos y de potencialidad de aprovechamiento de los suelos en la Subcuenca de Yesera, el mismo que consistió en priorizar al interior de los subsistemas de la Subcuenca como ser: la Zona Alta, Zona Media y Zona Baja, que representan los objetivos a alcanzar para establecer el orden de jerarquía.

Se priorizaron primero los criterios considerados como: Potencial de Aprovechamiento de los Suelos, Receptividad de la Población Rural, Densidad de la Población Rural, Existencia de Proyectos o Infraestructura, Accesibilidad, Fuentes de Agua y Disponibilidad y Tamaño del subsistema, conforme a los rangos y aspectos temáticos, luego de obtener los puntajes de los criterios, éstos fueron integrados en la matriz de Priorización de PROMETHEE a través de los Índices de Priorización, resultantes de la comparación entre los subsistemas.

Los resultados obtenidos para el Flujo Positivo, señalan Subsistema Prioritario a la Zona Baja con un resultado de 1,28; con Media Prioridad esta la Zona Media y Alta con 1,14, estos resultados atienden el hecho de que esta clasificación jerárquica pretende alcanzar los objetivos del Manejo Integrado de Cuencas.

De acuerdo a los resultados obtenidos para el Flujo Negativo, señalan Subsistema Prioritario a la Zona Alta con un resultado de 1,28; con Media Prioridad esta la Zona Media y Baja con 1,14, este orden está orientado a revertir los aspectos negativos de Equidad, Eficiencia, Sostenibilidad y Aceptación, dentro de los objetivos del Manejo Integrado de Subcuencas.

ÍNDICE

Pág

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1	Introducción.....	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Planteamiento del problema	2
1.4	Objetivos.....	2
1.4.1	Objetivo General	2
1.4.2	Objetivos Específicos.....	2
1.5	Hipótesis (Descriptiva).....	3

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Cuenca Hidrográfica.....	4
2.2	Subcuenca.....	5
2.3	Microcuenca	5
2.4	Manejo de Cuencas y Desarrollo Sustentable	5
2.5	Ordenación de cuenca.....	6
2.6	Priorización de Cuencas Hidrográficas	6
2.6.1	Métodos y Pasos a Seguir en la Priorización de Cuencas.....	7
2.6.2	Definiciones.....	8
2.7	Definición de Cuenca Hidrográfica.....	8
2.8	Elementos Básicos de una Cuenca Hidrográfica.....	10
2.9	Partes de una Cuenca.....	12
2.10	La Importancia del Manejo y Priorización de Cuencas en el Desarrollo Socioeconómico y la Estabilidad del Medioambiente.....	13

2.11 Plan Nacional de cuencas	13
2.12 Manejo integral de Microcuenca en el desarrollo sostenible.....	14
2.13 Método PROMETHEE.....	14
2.14 SIG y geografía.....	14
2.14.1 Los componentes de los SIG hardware y software.....	15
2.14.2 Formato raster y vectorial.....	16
2.15 ¿Qué es el DSEP?.....	18
2.16 MARCO LEGAL.....	19
2.16.1 Ley N.ª 1333, Ley del Medio Ambiente.....	19
2.16.2 Ley N.º 071, Ley de Derechos de la Madre Tierra.....	20
2.16.3 Ley N.ª 300, Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien	
21	
2.16.4 Estatuto Orgánico del Organismo de Gestión de Subcuenca “OGC-Yesera”	22

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Zona de estudio.....	25
3.1.1 Ubicación.....	25
3.2 Características generales de la zona	27
3.2.1 Características geológicas y geomorfológicas.....	27
3.2.2 Características edáficas.....	28
3.2.3 Características climáticas.....	32
3.2.4 Características de flora y fauna.....	34
3.3 Materiales	39
3.3.1 Materiales de campo.....	39
3.3.2 Materiales de escritorio.....	39
3.4 Metodología.....	39

3.4.1 Diagnóstico de la Subcuenca.....	39
3.5. Población y tamaño de la muestra	42
3.6 Enfoque Teórico de Promethee.....	44
3.6.4 Ránking de Alternativas.....	46
3.7 Metodología para Priorizar Subcuenca.....	47
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 Potencial de Aprovechamiento	57
4.2 Receptividad de la Población Rural.....	68
4.3 Densidad de la Población Rural.....	72
4.4 Existencia de Proyectos	74
4.5 Accesibilidad	76
4.6 Fuentes de Agua y Disponibilidad.....	81
4.7 Tamaño del Subsistema	85
4.8 Resultado de la Priorización a través del Método PROMETHEE	86
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 Conclusiones.....	92
5.2 Recomendaciones	93
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS.....	

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Representación Típica de la Cuenca Hidrográfica</i>	5
Figura 2 <i>Ubicación de Estudio</i>	26
Figura 3 <i>Mapa de Suelos</i>	30
Figura 4 <i>Cobertura Vegetal</i>	34
Figura 5 <i>Potencial de Acuerdo a su Uso para la Zona Alta</i>	57
Figura 6 <i>Características del Paisaje de la Zona Alta</i>	58
Figura 7 <i>Potencial de Acuerdo a su Uso para la Zona Media</i>	60
Figura 8 <i>Características del Paisaje de la Zona Media</i>	61
Figura 9 <i>Potencial de Acuerdo a su Uso para la Zona Baja</i>	63
Figura 10 <i>Características del Paisaje en la Zona Baja</i>	64
Figura 11 <i>Comparación del Puntaje Total del Potencial de Acuerdo a su Uso</i>	66
Figura 12 <i>Potencial de Acuerdo a su Uso “Yesera”</i>	67
Figura 14 <i>Comparación de la Receptividad de la Población Rural por Subsistemas</i>	70
Figura 14 <i>Participación de Comunarios y Autoridades de la Subcuenca Yesera</i>	71
Figura 15 <i>Comparación de la Densidad de Población Rural por Subsistemas</i>	73
Figura 16 <i>Comparación del Puntaje de Existencia de Proyectos por Subsistemas</i> ...	75
Figura 18 <i>Comparación del Puntaje Total del Criterio Accesibilidad</i>	79
Figura 19 <i>Mapa Acceso de Caminos</i>	80
Figura 20 <i>Sedimentación en el Rio de Yesera Norte</i>	81
Figura 21 <i>Puntaje del Criterio de Fuentes de Agua y Disponibilidad para los Subsistemas</i>	84
Figura 22 <i>Puntaje Total para el Criterio de Tamaño del Subsistema</i>	85
Figura 23 <i>Resultado de la Priorización por el Método PROMETHEE</i>	90

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Rango de Áreas referenciales para las diferentes unidades hidrográficas..	10
Cuadro 2	Clasificación de Suelos Según FAO	28
Cuadro 3	Cobertura Vegetal Florística	36
Cuadro 4	Especies Forestales	36
Cuadro 5	Especies Gramineas.....	37
Cuadro 6	Importancia de las Plantas para el cuidado del Medio Ambiente	37
Cuadro 7	Fauna	38
Cuadro 8	Población de la Muestra	42
Cuadro 9	Matriz de Criterios y Alternativas	44
Cuadro 10	Matriz de Índices de Priorización Phi	45
Cuadro 11	Puntaje del Potencial Agrícola.....	48
Cuadro 12	Puntaje del Potencial Pecuario	49
Cuadro 13	Puntaje del Potencial Forestal.....	49
Cuadro 14	Valor Relativo del Parámetro.....	49
Cuadro 15	Puntaje de Receptividad de la Población Rural.....	50
Cuadro 16	Valor Relativo de la Receptividad	50
Cuadro 17	Valor Relativo de la Densidad de la Población Rural.....	51
Cuadro 18	Puntaje de la Existencia de Proyectos de Conservación de los Suelos, Aguas y Desarrollo Rural	52
Cuadro 19	Valor Relativo de Proyectos de Desarrollo Rural.....	52
Cuadro 20	Puntaje Según Tipo de Caminos.....	53
Cuadro 21	Valor Relativo de Tipo de Caminos.....	53
Cuadro 22	Puntaje Según Fuente de Agua y Disponibilidad	54
Cuadro 23	Valor Relativo de la Fuente de Agua y Disponibilidad	54
Cuadro 24	Valor Relativo del Tamaño del Subsistema	55
Cuadro 25	Cuadro Resumen para la Priorización de Subcuenca	56
Cuadro 26	Potencial de Acuerdo a su Uso para la Zona Alta.....	57
Cuadro 27	Puntaje para el Potencial de Uso Agrícola para la Zona Alta	59
Cuadro 28	Puntaje para el Potencial de Uso Pecuario para la Zona Alta.....	59
Cuadro 29	Puntaje para el Potencial de Uso Forestal para la Zona Alta.....	59

Cuadro 30	Puntaje Total del Potencial de Acuerdo a su Uso para la Zona Alta.....	60
Cuadro 31	Potencial de Acuerdo a su Uso para la Zona Media	60
Cuadro 32	Puntaje para el Potencial de Uso Agrícola para la Zona Media	62
Cuadro 33	Puntaje para el Potencial de Uso Pecuario para la Zona Media	62
Cuadro 34	Puntaje para el Potencial de Uso Forestal para la Zona Media	62
Cuadro 35	Puntaje Total del Potencial de Acuerdo a su Uso para la Zona Media	62
Cuadro 36	Potencial de Acuerdo a su Uso para la Zona Baja.....	63
Cuadro 37	Puntaje para el Potencial de Uso Agrícola para la Zona Baja	64
Cuadro 38	Puntaje para el Potencial de Uso Pecuario para la Zona Baja	64
Cuadro 39	Puntaje para el Potencial de Uso Forestal para la Zona Baja	65
Cuadro 40	Puntaje Total del Potencial de Acuerdo a su Uso para la Zona Baja.....	65
Cuadro 41	Comparación del Puntaje Total del Potencial de Acuerdo a su Uso.....	65
Cuadro 42	Receptividad de la Población Rural para la Zona Alta	68
Cuadro 43	Receptividad de la Población Rural para la Zona Media	69
Cuadro 44	Receptividad de la Población Rural para la Zona Baja	69
Cuadro 44	Comparación de la Receptividad de la Población Rural	70
Cuadro 46	Densidad de la Población Rural por Sistemas	72
Cuadro 47	Comparación de la Densidad de la Población Rural por Subsistemas	72
Cuadro 48	Existencia de Proyectos u Obras Hidráulicas por Subsistemas.....	74
Cuadro 49	Comparación del Puntaje de Existencia de Proyectos por Subsistemas...	75
Cuadro 50	Resultado del Inventario de Caminos por Subsistemas.....	76
Cuadro 51	Puntaje del Criterio Accesibilidad para la Zona Alta	77
Cuadro 52	Puntaje del Criterio Accesibilidad para la Zona Media.....	77
Cuadro 53	Puntaje del Criterio de Accesibilidad para la Zona Baja.....	78
Cuadro 54	Comparación del Puntaje Total del Criterio Accesibilidad por Subsistemas	78
Cuadro 55	Características de la Precipitación Media y el Caudal para el Criterio de Fuentes de Agua y Disponibilidad	81
Cuadro 56	Puntaje del Criterio de Fuentes de Agua y Disponibilidad para la Zona Alta	82
Cuadro 57	Puntaje del Criterio de Fuentes de Aguas y Disponibilidad para la Zona Media	82
Cuadro 58	Puntaje del Criterio de Fuentes de Aguas y Disponibilidad para la Zona Baja	83

Cuadro 59 Puntaje de Criterio de Fuentes de Agua y Disponibilidad para los Subsistemas	84
Cuadro 60 Puntaje Total para el Criterio de Tamaño del Subsistema	85
Cuadro 61 Resultados del Índice de Priorización para la Zona Alta.....	86
Cuadro 62 Resultado del Índice de Priorización para la Zona Media.....	87
Cuadro 63 Resultado del Índice de Priorización para la Zona Baja.....	88
Cuadro 64 Resultados de la Priorización por el Método PROMETHEE.....	89

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	<i>Encuesta de Campo</i>
Anexo 3	<i>Cálculos de las Isoyetas</i>
Anexo 4	<i>Mapa de Isoyetas de la Subcuenca Yesera</i>
Anexo 5	<i>Calculo de Caudales</i>
Anexo 6	<i>Fotografías de respaldo</i>