

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



**IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RECARGA HÍDRICA
POTENCIAL DE LOS ACUÍFEROS EN LA CUENCA
CAMPANARIO “RÍO GRANDE”
PROVINCIA ARCE - TARIJA**

POR:

SILVIA YAZMINI RUIZ RUIZ

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

VB°

.....
M. Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía

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. Luis Arandia Mendivil

TRIBUNAL

.....
M. Sc. Ing. Orlando Erazo Campos

TRIBUNAL

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

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

A mi abuela *Sixta Ruiz (+)*, quien me enseñó a creer que hasta el más humilde, puede triunfar y cumplir sus sueños más anhelados; gracias Mamita.

A mis padres *Alejandro e Irma Ruiz*, mi mejor ejemplo de vida, fortaleza y perseverancia, me enseñaron que se puede construir una vida mejor con empeño, dedicación y sobre todo que vale luchar por eso, por su amor y esfuerzo que me han permitido llegar hasta aquí.

A los dos hombres de mi vida, a mi hijo *Cesar Eduardo*, quien es mi motivación para seguir adelante, llena mi corazón de mucho amor y felicidad, a quien quiero dejar un legado de vida; y mi pareja *Damián Romero*, gracias por ser mi amigo, confidente y compañero de vida.

A mis hermanas *Lourdes e Ilsen Ruiz*, por estar presentes en cada momento, son la razón de sentirme orgullosa y las detonantes de mis ganas de buscar lo mejor para mi futuro.

A mis sobrinos *Zaleth y Nair* mis pequeños grandes corazones de mi vida, que siempre serán los niños de mis ojos.

AGRADECIMIENTO:

A *Dios Padre Todopoderoso* por ser mi guía en todo momento y por darme fuerzas para lograr la culminación de mis estudios.

A mi *familia* a cada uno de los miembros de ella por sus consejos oportunos para conocer el camino que debía llevarme hasta donde estoy y quiero ser. Gracias por confiar en mí.

Al ingeniero *Sebastián Ramos* y *Edwin Hiza*; por su apoyo incondicional brindado durante la elaboración del presente trabajo.

A mis *docentes tribunales* de defensa por los comentarios, críticas y revisión del presente documento.

A todos mis amigos, compañeros y docentes por su amistad, compañerismo y lecciones aprendidas.

MUCHAS GRACIAS!!!

Preocúpate más por tu conciencia que por tu reputación, porque tu conciencia es lo que eres, y tu reputación es lo que otros piensan de ti. Lo que los otros piensen de ti, es problema de ellos.

Albert Einstein

ÍNDICE

Dedicatoria	
Agradecimiento	
Resumen	

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCION ¹	
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Hipótesis de la investigación.....	3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
2.1. Ciclo hidrológico	4
2.1.1. Precipitación.....	4
2.1.2. Evaporación.....	4
2.1.3. Condensación.....	4
2.1.4. Transpiración.....	4
2.1.5. Escoorrentía superficial.....	5
2.1.6. Escoorrentía superficial.....	5
2.2. Definición de Cuenca.....	5
2.3. Cuenca hidrográfica y su importancia.....	5
2.4. Elementos de la Cuenca o Componentes principales de la cuenca.....	5
2.5. Partes de una Cuenca.....	6
2.6. Manejo integral de cuencas (MIC).....	6

2.7. Zonas de recarga hídrica.....	7
2.8. Oferta y demanda del agua para uso humano	7
2.9. Factores que afectan la recarga hídrica.....	8
2.10. Acuífero.....	8
2.11. Balance Hídrico.....	8
2.12. Balance hídrico y su importancia en el estudio de la cuenca	8
2.13. Estimación de balance hídrico.....	8
2.14. Año hidrológico.....	9
2.15. Morfometría de cuencas hidrográficas	9

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOLOGIA

3.1. Zona de estudio.....	10
3.1.1. Ubicación	10
3.2. Características generales de la zona1.....	12
3.2.1. Geológica y Geomorfológica:.....	12
3.2.2. Características Edáficas	12
3.2.3. Características Climáticas.....	12
3.2.4. Características de la flora y fauna	13
3.2.4.1. Flora	13
3.2.4.2. Fauna.....	13
3.3. Materiales.....	14
3.3.1. Materiales de campo	14
3.3.2. Material de escritorio	14
3.4. Metodología	14
3.4.1. Descripción y determinación de los parámetros morfométricos de la cuenca.	14
3.4.1.1. Área	14
3.4.1.2. Perímetro	15
3.4.1.3. Parámetro de Forma	15

3.4.1.4. Parámetros relativos al relieve	17
3.4.2. Determinación de la recarga hídrica.....	21
3.4.2.1. Mapa de cobertura y uso de la tierra	23
3.4.2.2. Mapa de pendientes	24
3.4.2.3. Mapa de texturas de suelo	25
3.4.2.4. Mapa geológico	27
3.4.2.5. Mapa de Cobertura permanente	28
3.4.3. Determinación del balance hidrico potencial	29
3.4.3.1. Método Holdridge	30
3.4.3.2. Determinación del balance hídrico.....	31

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS	32
4.1. Parametros Morfometricos.....	32
4.1.1. Área.....	33
4.1.2. Perimetro.....	33
4.1.3. Longitud del Cauce Principal.....	33
4.1.4. Parametro de Forma	33
4.1.5. Parametros relativos al relieve	36
4.2. Zona de Recarga Hidrica de la Cuenca.....	40
4.2.1. Descripcion del Mapa del Uso Actual de la Tierra.....	42
4.2.2. Descripcion del Mapa de Pendiente.....	46
4.2.3. Descripcion del Mapa de Textura de Suelo	49
4.2.4. Descripcion del Mapa Geologico.....	53
4.2.5. Descripcion del Mapa de Vegetacion	57
4.2.6. Descripcion Zonas Potenciales de Recarga Hidrica	59
4.3. Balance Hídrico	70
4.3.1. Metodo Holdrige.....	70

4.3.2. Determinacion del balance hidrico	71
4.4. Discusion.....	76

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES	77
5.2. RECOMENDACIONES	79
5.3. BIBLIOGRAFIA.....	80

INDICE DE CUADRO

Cuadro N°1: Tamaño de Cuencas	14
Cuadro N°2: Valores de Cc	16
Cuadro N°3: Índice de alargamiento	17
Cuadro N°4: Clasificación de la pendiente media de la cuenca	18
Cuadro N°5: Clasificación de la pendiente del cauce principal	19
Cuadro N°6: Clasificación de la densidad de drenaje	20
Cuadro N°7: Uso de la Tierra	24
Cuadro N°8: Relieve	25
Cuadro N°9: Texturas de suelos	25
Cuadro N°10: Textura	26
Cuadro N°11: Rocas	27
Cuadro N°12: Cobertura Permanente	28
Cuadro N°13: Matriz para la determinación del potencial de recarga hídrica .	29
Cuadro N°14: Parámetros	32
Cuadro N°15: Recarga Hídrica de la Cuenca	55
Cuadro N°16: Datos de Balance de la Cuenca Campanario Rio Grande	72

INDICE DE FIGURA

Figura N°1: Curva Hipsométrica	20
Figura N°2: Esquema Metodológico, propuesto a seguir para caracterización e identificación de las zonas potenciales de recarga hídricas	22
Figura N°3: Clasificación de los valores de factor de forma	34
Figura N°4: Porcentaje de Recarga Hídrica	56
Figura N°5: Balance Hídrico de la Cuenca Campanario promedio (1997-2017)	72

INDICE DE MAPA

Mapa N°1: Localización la Cuenca Campanario-Rio Grande-Padcaya	11
Mapa N°2: Parámetros Morfométricos y Curva Hipsométrica	39
Mapa N°3: Uso de La Tierra	41
Mapa N°4: Relieve (Pendiente)	45
Mapa N°5: Textura del Suelo	48
Mapa N°6: Tipo de Rocas (Geológico)	52
Mapa N°7: Cobertura Vegetal Permanente	56
Mapa N°8: Recarga Hídrica	69
Mapa N°10: Balance Hídrico	75

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°1

PARÁMETROS DE LA CUENCA

MAPA N° 1 PARAMETROS DE LA CUENCA	1
MAPA N° 2 RED DE DRENAJE.....	2
MAPA N° 3 CURVA HIPSOMETRICA	3
MAPA N° 4 PARTES DE LA CUENCA.....	4

ANEXO N° 2

RECARGA HIDRICA

MAPA N° 1 USO ACTUAL DE LA TIERRA.....	5
MAPA N° 2 PENDIENTE	6
MAPA N° 3 TEXTURA	7
MAPA N° 4 GEOLOGICO	8
MAPA N° 5 VEGETACION	9
MAPAS BIOFISICOS	
MAPA N° 6 MAPA BASE	10
MAPA N° 7 MAPA DE PERFILES DE SUELO.....	11

ANEXO N° 3

COMPOSICIÓN FLORISTICO

CUADRO N°1 COMPOSICION FLORISTICO DE OROZAS PROV ARCE	12
CUADRO N°2 COMPOSICION FLORISTICO DE SANTA CLARA Y RIO NEGRO PROV ARCE.....	13

ANEXOS N° 4
BALANCE HIDRICO

MAPA N° 1 VARIABLES CLIMATICAS MES DE ENERO	14
MAPA N° 2 VARIABLES CLIMATICAS MES DE FEBRERO.....	15
MAPA N° 3 VARIABLES CLIMATICAS MES DE MARZO	16
MAPA N° 4 VARIABLES CLIMATICAS MES DE ABRIL.....	17
MAPA N° 5 VARIABLES CLIMATICAS MES DE MAYO	18
MAPA N° 6 VARIABLES CLIMATICAS MES DE JUNIO	19
MAPA N° 7 VARIABLES CLIMATICAS MES DE JULIO.....	20
MAPA N° 8 VARIABLES CLIMATICAS MES DE AGOSTO	21
MAPA N° 9 VARIABLES CLIMATICAS MES DE SEPTIEMBRE	22
MAPA N° 10 VARIABLES CLIMATICAS MES DE OCTUBRE	23
MAPA N° 11 VARIABLES CLIMATICAS MES DE NOVIEMBRE	24
MAPA N° 12 VARIABLES CLIMATICAS MES DE DICIEMBRE.....	25

ANEXO N° 5
BALANCE HIDRICO MENSUAL

MAPA N° 1 BALANCE HIDRICO DEL MES DE ENERO.....	26
MAPA N° 2 BALANCE HIDRICO DEL MES DE FEBRERO	27
MAPA N° 3 BALANCE HIDRICO DEL MES DE MARZO.....	28
MAPA N° 4 BALANCE HIDRICO DEL MES DE ABRIL	29
MAPA N° 5 BALANCE HIDRICO DEL MES DE MAYO	30
MAPA N° 6 BALANCE HIDRICO DEL MES DE JUNIO.....	31
MAPA N° 7 BALANCE HIDRICO DEL MES DE JULIO	32
MAPA N° 8 BALANCE HIDRICO DEL MES DE AGOSTO	33
MAPA N° 9 BALANCE HIDRICO DEL MES DE SEPTIEMBRE	34
MAPA N° 10 BALANCE HIDRICO DEL MES DE OCTUBRE.....	35

MAPA N° 11 BALANCE HIDRICO DEL MES DE NOVIEMBRE	36
MAPA N° 12 BALANCE HIDRICO DEL MES DE DICIEMBRE	37

ANEXO N°6
FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA N° 1	38
FOTOGRAFIA N° 2	38
FOTOGRAFIA N° 3	39
FOTOGRAFIA N° 4	39
FOTOGRAFIA N° 5	40
FOTOGRAFIA N° 6	40
FOTOGRAFIA N° 7	41
FOTOGRAFIA N° 8	41
FOTOGRAFIA N° 9	42
FOTOGRAFIA N°10	42
FOTOGRAFIA N°11	43
FOTOGRAFIA N°12	44
FOTOGRAFIA N°13	45