

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES

POSGRADO

TÍTULO DE TESIS

**REHABILITACIÓN DE LA MICROCUENCA MIC-CUMBRE
ATRAVES DEL COMPONENTE DE AREAS DEGRADAS EN LA
CUENCA NOVILLERO- AIQUILE**



Responsable:

Ing. Fabio Mihael La Torre Fernandez

Tutor:

Ing. Msc. Tatiana Espinoza Baldi

COCHABAMBA – BOLIVIA

2024

RESÚMEN

El Viceministerio de Medio Ambiente y Aguas (VMAA) permite la protección de nacientes de agua para el aprovechamiento del agua y mejorar las condiciones del municipio de Aiquile, es así que la falta de agua es una preocupación crítica tanto para el consumo humano como para la agricultura. Ante este escenario, es necesario establecer una nueva base de datos que permita generar mapas multitemporales para monitorear las variaciones en la zona durante los últimos cuatro años y evaluar los cambios en la cuenca.

El caso de estudio, la microcuenca MIC-Cumbre, ubicada en la parte alta de la cuenca Novillero, es un área crítica que requiere atención especial. Esta microcuenca presenta desafíos específicos debido a la degradación ambiental y la escasez de agua. La generación de nueva cartografía y la actualización de los datos obtenidos en campo son esenciales para intervenir adecuadamente y establecer una “cuenca de zonas prioritarias”. Este enfoque permitirá un mejor control de la cuenca, facilitando la relación entre las comunidades y mejorando la producción a través de organismos de cuenca. Sin embargo, la coordinación entre las diferentes partes interesadas puede ser desafiante, y la ejecución de acuerdos requiere un seguimiento riguroso.

Por tanto, el estudio subraya la necesidad de un enfoque integral y colaborativo para el manejo de la MIC-Cumbre. La generación de una base de datos geográficos y la creación de cartografía multitemporales y la identificación de áreas prioritarias son pasos esenciales para desarrollar estrategias de manejo sostenible. Así mismo la participación comunitaria, la evaluación de impactos ambientales y la gobernanza efectiva son componentes clave para lograr una gestión exitosa y resiliente de la cuenca. Esta investigación no solo proporciona un marco para el manejo sostenible de la Cuenca Novillero, sino que también puede servir como modelo para otras cuencas en Bolivia y América Latina, promoviendo un desarrollo rural sostenible y resiliente al cambio climático.

Palabras clave: 4 a 6 palabras o grupos de palabras que describan a grandes rasgos a la investigación

Cuenca Novillero

MIC- Cumbre

Gobernanza

Mapas Temáticos

VMAA

TÍTULO DE LA TESIS:

REHABILITACIÓN DE LA MICROCUENCA MIC-CUMBRE ATRAVÉS DEL COMPONENTE DE ÁREAS DEGRADADAS EN LA CUENCA NOVILLERO- AIQUILE.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Aiquile, situado en la región de Cochabamba, Bolivia, alberga diversas cuencas hidrográficas que desempeñan un papel crucial en el sustento ecológico y socioeconómico de la región. En particular, la Cuenca del Novillero, desarrollada bajo el proyecto de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS), ha identificado la necesidad urgente de realizar un estudio detallado de la microcuenca MIC- Cumbre, ubicada en la parte alta de la MIC-Cumbre.

En la región alta de la microcuenca, se observan suelos erosionados como indicadores de deterioro ambiental. La erosión del suelo, ocasionada por prácticas agrícolas inapropiadas o cambios en el uso del suelo, afecta la infiltración del agua y la recarga de acuíferos, teniendo un impacto directo en la disponibilidad de agua (Belmonte Ingenieros S.R.L., 2018)

Por otro lado, la existencia de vertientes de agua en esta área es esencial para el abastecimiento hídrico de la región, siendo imperativo proteger y conservar estas fuentes naturales para asegurar un suministro continuo de agua (Matus, O., Faustino, J.; Jiménez, F., 2009)

En relación a las zonas degradadas, la deforestación, la contaminación del agua y la pérdida de biodiversidad son problemáticas asociadas con el deterioro ambiental en la microcuenca. Estos procesos tienen un impacto negativo en la disponibilidad de agua, la calidad del suelo y la salud de los ecosistemas locales (Navarro, G.; Maldonado, M., 2002).

Para abordar estos desafíos, es necesario implementar medidas de conservación y restauración, como prácticas sostenibles de manejo del suelo y reforestación, involucrando activamente a las comunidades locales en estas iniciativas (Rivas-Martínez, 2009).

El monitoreo y la evaluación continua de las intervenciones son cruciales para ajustar las estrategias según sea necesario. El uso de tecnologías de información geográfica (SIG) y teledetección puede proporcionar datos precisos y actualizados sobre la cobertura vegetal, el uso del suelo y la disponibilidad de agua, facilitando una gestión adaptativa y basada en evidencias.

La implementación de estrategias de conservación del suelo y el agua, la reforestación, la participación comunitaria y el fomento de prácticas agroecológicas son esenciales para promover un desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la microcuenca MIC-Cumbre.

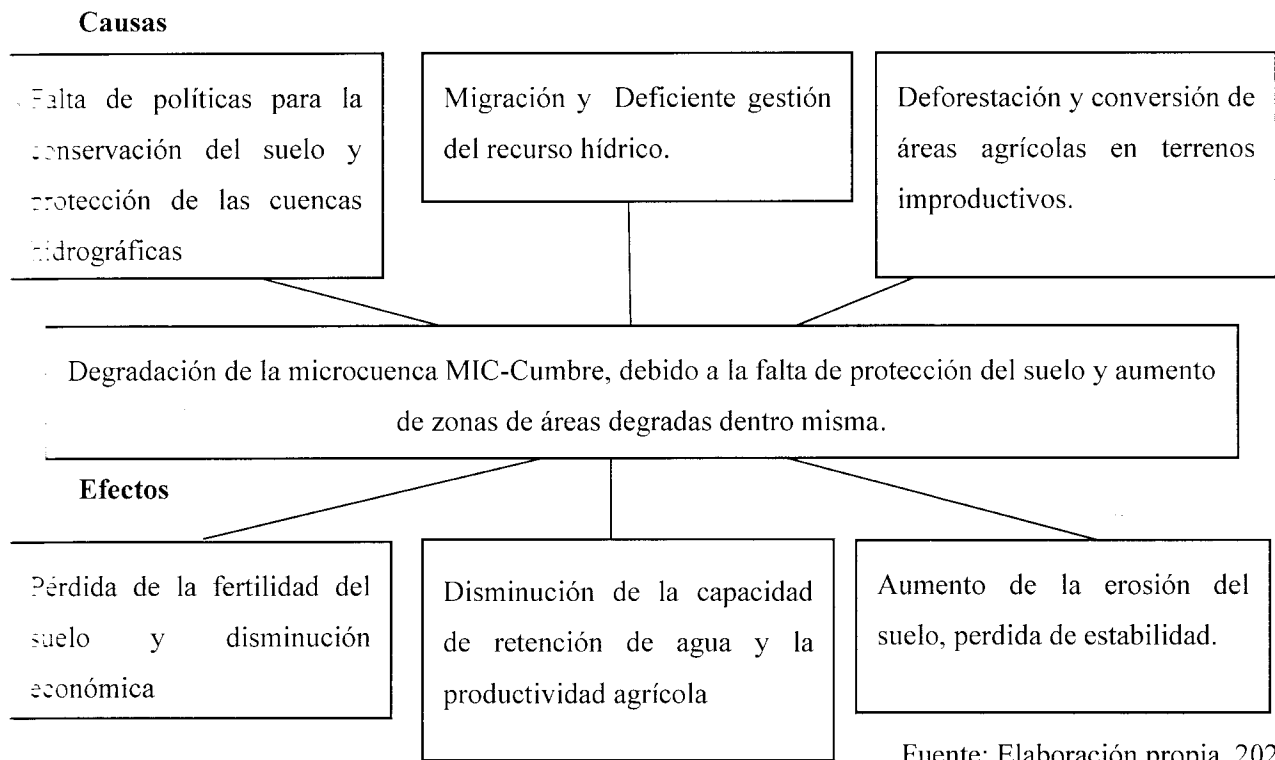
1.1 Planteamiento del problema

El cambio climático ha generado que el patrón climatológico pueda adelantarse o retrasarse, haciendo que los periodos de lluvia y la temperatura cambien bruscamente, como consecuencia se puede observar pérdidas en la producción agrícola, por la falta o escasez del agua por estos fenómenos, como consecuencia podemos mencionar migración, inseguridad alimentaria, pérdidas económicas, etc. Es en ese sentido que varios municipios de nuestro departamento está sufriendo por la falta de este líquido elemento, haciendo que el Municipio de Aiquile sea uno de estos afectados y necesite agua para el consumo humano y la agricultura, debido a la falta de agua que está generando alerta en la población actualmente, por el aumento de la temperatura y la falta de lluvias, hace que sea necesaria establecer una nueva base de datos que permita generar mapas temáticos, para observar cómo la caracterización y ponderación del riesgo, para la identificación de zonas prioritarias dentro del área de estudio para nuestro se tomó la comunidad Cumbre dentro de la parte alta de la microcuenca.

Por ende el municipio de Aiquile, requiere atención en el manejo de microcuencas para la generación de nueva cartografía y actualización de datos de campo y generar la intervención necesaria para la protección de la MIC-Cumbre y establecer mayor control sobre la misma, permitiendo una relación entre comunidades y así mismo mejorar la producción de la zona a través de los organismos de microcuencas, debido a que estos puede generar dificultades para lograr la coordinación entre ellos y así mismo generar acuerdos establecidos entre partes interesadas, así mismo se observara a través de los mapas esta información y nos brindará fortalecimientos dentro de los componentes de la microcuenca, haciendo que esa sea dinámica y así misma permita la evaluación de los impactos ambientales como son las medidas de mitigación, reducción y eliminación ya que estos estos impactos representa un reto constante para cada uno de estos procesos (Chávez, 2020).

Es importante establecer canales de comunicación entre todos los actores para construir una visión compartida de la microcuenca y fomentar una cultura de interacción y cooperación. Esto puede ser logrado a través de foros de discusión, reuniones de intercambio de conocimientos, talleres de capacitación, entre otros. Una vez establecido este diálogo, los actores pueden trabajar conjuntamente para establecer planes de acción para el uso, manejo y conservación del agua y el ambiente de manera eficiente y sostenible (Palomeque de la Cruz, 2021).

Figura 1
Árbol de Problemas



Fuente: Elaboración propia, 2023

1.2 Justificación

El agua es un recurso esencial y limitado, que actúa como un indicador de calidad dentro del ecosistema, indispensable para la vida. Su cuidado es imperativo, especialmente considerando los problemas de degradación y erosión de suelos que afectan directamente el manejo de cuencas hidrográficas. Estas condiciones climatológicas y ambientales requieren intervenciones apropiadas que aseguren un manejo sostenible de las microcuencas.

Históricamente, programas como PROMIC, aunque ya no vigentes, han aportado valiosas guías y estudios aplicables al control de la erosión y la degradación de suelos. La falta de conocimiento actualizado y la ausencia de tecnologías modernas, combinadas con la desestimación de saberes ancestrales, han generado una pérdida de recursos naturales que impactan de forma negativa en la sociedad, la economía y el medio ambiente. Es fundamental establecer zonas de intervención que permitan mitigar estas condiciones y promover una gestión adecuada de las cuencas.

La rehabilitación de áreas degradadas en las cuencas hidrográficas es un tema crítico en la gestión sostenible del agua y del medio ambiente. La degradación de las áreas en una cuenca hidrográfica puede tener un impacto significativo en la salud del ecosistema, la calidad del agua y la seguridad alimentaria. Por lo tanto, la rehabilitación de estas áreas es esencial para restaurar la capacidad de la microcuencas, para retener y filtrar el agua, reducir la erosión del suelo y promover la biodiversidad (Barchuk, 2019).

La utilización de Cartografía Temática, es una herramienta valiosa para la planificación y el monitoreo de la rehabilitación de áreas degradadas en cuencas hidrográficas. Estas herramientas permiten la representación visual de la información, la identificación de patrones espaciales y la evaluación de los cambios a lo largo del tiempo (Bonilla, 2018).

Además, que estos mapas contienen contenido específico que puede ayudar a detectar cualquier retroceso en la rehabilitación y tomar medidas para corregir el problema. En cuencas hidrográficas es esencial para promover la sostenibilidad del agua y del medio ambiente. Por tanto la utilización de estas herramientas temáticas es efectiva para la planificación y el monitoreo de los esfuerzos en la rehabilitación.

Debido a que estos mapas pueden proporcionar información valiosa para identificar las áreas prioritarias para la rehabilitación, planificar estrategias efectivas y monitorear el éxito de los esfuerzos de rehabilitación. Por lo cual es necesario el desarrollar estrategias y políticas efectivas para la recuperación y preservación de la calidad ambiental y la salud del ecosistema dentro del MIC Cumbre (Matus, O., Faustino, J.; Jiménez, F., 2009).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Mejorar las capacidades técnicas en las áreas degradadas de la zona de intervención para la rehabilitación de La MIC-Cumbre, con el apoyo de mapas temáticos.

1.3.2 Objetivos específicos

Caracterizar los aspectos biofisicos de la microcuenca MIC-Cumbre a través de mapas temáticos.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivos	4
<i>1.3.1 Objetivo General.....</i>	<i>4</i>
<i>1.3.2 Objetivos específicos</i>	<i>4</i>
1.4 Hipótesis / Pregunta de investigación	5
<i>Hipótesis / Pregunta de investigación (Objetivo General)</i>	<i>5</i>
<i>Pregunta de investigación.....</i>	<i>5</i>
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
2.1. MARCO CONTEXTUAL	7
<i>2.1.1. Contextualización del objeto de investigación.....</i>	<i>7</i>
<i>2.1.2. Análisis de las tendencias teórico-metodológicas relacionadas con el tema de investigación.....</i>	<i>7</i>
2.2. MARCO NORMATIVO.....	7
<i>2.2.1. Nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, 2009</i>	<i>7</i>
<i>2.2.3. Ley N° 1333, 1992. Ley de Medio Ambiente y Agua</i>	<i>8</i>
<i>2.2.4. Ley N° 300 Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral Para Vivir Bien Agua Para la Vida (2012)</i>	<i>8</i>
2.3. MARCO TEÓRICO.....	9
<i>2.3.1. Cuenca.....</i>	<i>9</i>
<i>2.3.2 Gestion Integral de Recursos Hídricos</i>	<i>9</i>
<i>2.3.3. Introducción al manejo de cuencas</i>	<i>10</i>
<i>2.3.4. Caracterización biofísica</i>	<i>10</i>
<i>2.3.5. Medidas y estrategias de mitigación</i>	<i>11</i>
<i>2.3.6. Áreas degradadas.....</i>	<i>11</i>
<i>2.3.7. Cálculo de erosión.....</i>	<i>12</i>

2.3.8. Erosión	13
2.3.9. Erosión y degradación del suelo	13
2.3.10. Rehabilitación de cuencas.....	14
2.3.11. Evaluación de las medidas de rehabilitación.....	14
2.3.12. Mapas Temáticos y Sistemas de Información Geográfica	15
2.4. ESTADO DEL ARTE	15
2.4.1. Análisis de los antecedentes investigativos	15
2.4.2. Aportes hechos por otros trabajos similares al objeto de estudio	17
2.4.3. Análisis de la degradación de las cuencas hidrográficas en Bolivia social	19
3. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	20
3.1. MARCO REFERENCIAL	20
3.1.1. Antecedentes de la institución, comunidad o espacio donde se realiza la investigación.....	20
3.1.2. Características biofísicas de La Microcuenca MIC-Cumbre	20
3.1.3. Dinámicas socioeconómicas y migratorias.....	21
3.1.4. Recursos hídricos y agricultura	21
3.1.5. Desafíos y estrategias de manejo	22
3.1.6. Ubicación geográfica del lugar donde se desarrolla el trabajo	23
3.2. Materiales.....	25
3.3. METODOLOGÍA (Caracterización biofísica de la microcuenca MIC-Cumbre)	27
3.3.1. Recopilación de información.....	27
3.3.2. Toma de datos de campo	27
3.3.3. Entrevista actores principales.....	28
3.3.4. Procesamiento e imágenes satelitales.....	32
3.3.5. Generación de Mapas Temáticos, Análisis e interpretación.....	32
3.4. METODOLOGÍA (Identificación de áreas de riesgo en la microcuenca)	34
3.4.1 Generación de mapas base.....	34
3.4.2 Generación del mapa de degradación y erosión.....	34
3.4.3 Ponderación de los riesgos de mapas temáticos.....	36
3.4.4. Matriz de Confusión.....	37

3.5. METODOLOGÍA (Propuesta de medidas de mitigación en la microcuenca)	39
3.5.1. <i>Identificación de zonas prioritarias de intervención</i>	39
3.5.2 <i>Identificación de posibles medidas de mitigación</i>	42
3.5.3 <i>Selección de medidas de mitigación</i>	42
3.5.4. <i>Descripción de la medida de mitigación seleccionada</i>	44
3.6. ANÁLISIS DE DATOS	45
3.6.1. <i>Técnicas de recolección de datos (para cada objetivo)</i>	45
3.6.2. <i>Variables de respuesta y modelo matemático (si corresponde)</i>	46
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1. RESULTADOS DEL OBJETIVO 1	47
4.1.1. <i>Caracterización Geomorfológica</i>	47
4.1.2. <i>Caracterización Geología</i>	48
4.1.3. <i>Caracterización Uso de suelo</i>	49
4.1.4. <i>Caracterización Pendientes</i>	51
4.1.5. <i>Descripción de Mapas Temáticos: Fase Crítica del Análisis</i>	52
4.5.6. <i>Encuesta actores principales</i>	53
4.2. RESULTADOS DEL OBJETIVO 2	63
4.2.1. <i>Erosión y Degradación</i>	63
4.2.2 <i>Zonas de riesgo Según el mapa de riesgo ANEXOS III y II el mapa indica el análisis indica tres zonas de riesgo principales:</i>	69
4.2.3 <i>Mapas de ponderación de riesgos de mapas temáticos</i>	69
4.3. RESULTADOS DEL OBJETIVO 3	82
4.3.1 <i>Zonas prioritarias de intervención</i>	82
4.3.2 <i>Medidas de mitigación identificadas</i>	83
4.3.3 <i>Planteamiento de la medida de mitigación- propuesta</i>	83
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
5.1. CONCLUSIONES	85
5.2. RECOMENDACIONES	85
BIBLIOGRAFIA	86

ANEXO I: Mapas Complementarios.....	1
ANEXOS II: Tablas de superficie afectada y caracterización temática MIC- Cumbre y mapa de vegetación.....	4
ANEXOS III: Mapas temáticos respecto a la ponderación de Riesgo, zonas de Intervención y mapa de reforestación altitudinal	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de confusión)	38
Tabla 2 Unidad Gemorfológica, superficie y ponderación de riesgos	5
Tabla 3 Unidad Geológica Superficie y ponderación de riesgos:	6
Tabla 4 Caracterización de mapa de uso, superficie y ponderación de riesgos.....	6
Tabla 5 Caracterización del mapa de pendientes, superficie y ponderación de riesgos	7
Tabla 6 Caracterización del mapa de erosión y degradación- Cumbre, superficie y ponderación de riesgos	8

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Árbol de Problemas	3
Figura 2 Ubicación Geográfica	23
Figura 3 Unidades Geomorfológicas-Cumbre	70
Figura 4 Mapa de Geomorfología- Cumbre	45
Figura 5 Caracterización del mapa de Geología	49
Figura 6 Mapa de Geomorfología- Cumbre	48
Figura 7 Caracterización del mapa de Uso.....	49
Figura 8 Mapa de uso – cumbre	50
Figura 9 Mapa de Pendientes	52
Figura 10 Unidades de Erosión y Degradación -Cumbre.....	79
Figura 11 Mapa de Erosión y Degradación de Suelos- Cumbre	54

ÍNDICE DE FLUJOGRAMA

Flujograma 1 Procedimiento para la Identificación de zonas prioritarias	40
Flujograma 2 Procedimiento para la Identificación de zonas	66

ABREVIACIONES USADAS EN EL ESTUDIO

A continuación, se presentan las abreviaturas dentro del documento:

CIPCA (Centro de Investigación y Promoción del Campesinado)

EMAGUA (Entidad ejecutora de Medio Ambiente y Aguas)

GIRH (Gestión Integral de Recursos Hídricos)

IBIF (Instituto Boliviano de Investigación Forestal)

VMAA (Viceministerio de Medio Ambiente y Aguas)

PNC (Plan Nacional de Cuencas)

VIAPSAB (Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico)

VMABCCDF (Viceministerio para el Medio Ambiente, biodiversidad, Cambio Climático y Desarrollo forestal)

VRHR (Viceministerio para los Recursos Hídricos y Riego)

VMAPSB (Viceministerio de Saneamiento Básico)