

## RESUMEN

**Propuesta de control de áreas degradadas a partir de análisis de riesgo.** La presente propuesta de control de áreas degradadas a partir de análisis de riesgo, se realizó en la cuenca Chuta Kawa ubicada a 7 km al nor-oeste de la ciudad de Cochabamba, dentro del Municipio Tiquipaya. La razón de realizarse este estudio es resultado de un proceso de priorización realizado por el Servicio Departamental de Cuencas (SDC). El principal problema en la cuenca, es la erosión y degradación generada por causas naturales, fenómenos climáticos y por procesos antrópicos como prácticas inadecuadas en el laboreo de los suelos; entre ellas está la erosión hídrica en forma laminar, en surcos y en cárcavas en terrenos productivos, provocando el ensanche de ríos y quebradas. A este proceso se suma el pastoreo de rastrojos y como consecuencia se tiene la degradación del suelo con pérdida de fertilidad. Para este trabajo se elaboró un mapa de áreas degradadas, a partir del mapa de riesgos de erosión y degradación de la cuenca Chuta Kawa, indicando la ubicación y descripción de cada riesgo (moderado, alto y muy alto). Se propuso también medidas de control de áreas degradadas en base al análisis de riesgo; separadas en control de cabeceras donde se implementarán 75 ml de zanjas de infiltración, 1.270 ml de zanjas de desviación y 217,53 m<sup>3</sup> de muros de piedra a un costo referencial total de Bs. 1.278.439,21 y en control de cárcavas y taludes se implementarán 58,91 m<sup>3</sup> de diques de piedra, 34,26 m<sup>2</sup> de diques de madera simple, 104 piezas de biotrampas, 109 piezas de banquinas, 50 piezas de fajinas y 3.151 plantas para plantaciones en hoyos, teniendo un costo referencial de Bs. 82.147,93. Se elaboró treinta y tres fichas técnicas donde se visualiza las medidas de control, las características, dimensiones y ubicación espacial en un mapa para cada área identificada.

**Palabras clave:** Medio Ambiente, Degradación Ambiental, Erosión, Cabeceras, Cárcavas.

## ABSTRACT

**Proposal to control degraded areas based on risk analysis.** The present proposal for the control of degraded areas based on risk analysis was carried out in the Chuta Kawa basin located 7 km north-west of the city of Cochabamba, within the Tiquipaya Municipality. The reason for carrying out this study is the result of a prioritization process carried out by the Departmental Watershed Service (SDC). The main problem in the basin is the erosion and degradation generated by natural causes, climatic phenomena and by anthropic processes such as inappropriate practices in the tillage of the soils; among them is laminar water erosion, in furrows and gullies in productive lands, causing the widening of rivers and streams. Stubble grazing is added to this process and as a consequence there is soil degradation with loss of fertility. For this work, a map of degraded areas was prepared, based on the erosion and degradation risks map of the Chuta Kawa basin, indicating the location and description of each risk (moderate, high and very high). Control measures for degraded areas were also proposed based on risk analysis; separated in headwaters control where 75 ml of infiltration ditches, 1,270 ml of diversion ditches and 217.53 m<sup>3</sup> of stone walls will be implemented at a total referential cost of Bs. 1,278,439.21 and in control of gullies and slopes 58.91 m<sup>3</sup> of stone dikes, 34.26 m<sup>2</sup> of simple wooden dikes, 104 pieces of biotrap, 109 pieces of shoulders, 50 pieces of fajinas and 3,151 plants for hole plantations will be implemented, with a referential cost of Bs. 82,147.93. Thirty-three technical sheets were prepared where control measures, characteristics, dimensions and spatial location are displayed on a map for each identified area.

**Keywords:** Environment, Environmental Degradation, Erosion, Headwaters, Cárcavas.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo	Tema	Nº de página
<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1.	Objetivos.....	3
1.1.1.	Objetivo general.....	3
1.1.2.	Objetivos específicos.....	3
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1.	Degradación.....	4
2.2.	Cuenca.....	4
2.3.	Riesgo.....	5
2.4.	Análisis de riesgo.....	5
2.4.1.	Identificación del riesgo.....	6
2.4.2.	Análisis de riesgo.....	6
2.4.3.	Valoración del riesgo.....	6
2.5.	Riesgo de Degradación.....	6
2.6.	Erosión.....	7
2.6.1.	Tipos de erosiones.....	7
2.6.1.1.	Erosión en cárcavas.....	7
2.6.1.2.	Erosión en surcos.....	8
2.6.1.3.	Erosión laminar.....	8
2.7.	Riesgo de Erosión.....	9
2.8.	Imagen satelital.....	9
2.9.	Sistemas de Información Geográfica.....	10
2.10.	Mapas temáticos.....	11
2.11.	Factores principales que contribuyen a la formación de cárcavas.....	11

2.11.1.	Mal uso de la tierra-----	11
2.11.2.	Carácter de los suelos-----	11
2.11.3.	Pendiente-----	12
2.11.4.	Tipo de vegetación-----	12
2.11.5.	Precipitaciones-----	12
2.12.	Concepto de cárcavas-----	12
2.13.	Control de cabeceras-----	13
2.14.	Control de taludes-----	13
2.15.	Resiliencia-----	14
2.16.	Manejo integral de cuencas-----	14
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
3.1.	Ubicación-----	15
3.1.1.	Localización-----	16
3.1.2.	Característica socioeconómica-----	16
3.1.2.1.	Datos generales-----	16
3.1.3.	Características Biofísicas-----	16
3.1.3.1.	Geología-----	16
3.1.3.2.	Geomorfología-----	17
3.1.3.3.	Uso de la tierra-----	17
3.1.3.4.	Erosión-----	17
3.1.3.5.	Pendientes-----	18
3.1.3.6.	Características climáticas-----	18
3.1.3.7.	Precipitación-----	19
3.1.3.8.	Vegetación-----	20
3.2.	Materiales-----	20

3.2.1.	Materiales de gabinete -----	20
3.2.2.	Materiales de campo -----	21
3.3.	Métodos-----	21
3.3.1.	Fase 1 -----	23
3.3.1.1.	Recopilación de información -----	23
3.3.1.2.	Reconocimiento del área de estudio -----	23
3.3.1.3.	Preparación de material para campo -----	23
3.3.2.	Fase 2 -----	24
3.3.2.1.	Análisis de la información recopilada -----	24
3.3.2.2.	Evaluación y caracterización de la zona de intervención -----	24
3.3.3.	Fase 3 -----	24
3.3.3.1.	Propuesta de medidas de intervención-----	24
a)	Zanjas de infiltración-----	25
b)	Zanjas de desviación o coronación-----	26
c)	Muros de piedra-----	26
d)	Diques de piedra-----	27
e)	Diques de madera del tipo krainer -----	28
f)	Biotrampas -----	29
g)	Fajinas-----	30
h)	Banquinas-----	30
i)	Plantación en Hoyos -----	31
3.3.3.2.	Delimitación de medidas y acciones de intervención-----	31
3.3.3.3.	Propuesta final -----	32
a)	Cronograma -----	32
b)	Presupuesto -----	32

<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
4.1.	Resultado 1. Elaborar un mapa de áreas degradadas a partir del mapa de Riesgos de Erosión y Degradación de la cuenca Chuta Kawa.-----	33
4.1.1.	Zonas de riesgo muy alto-----	34
4.1.2.	Zonas de alto riesgo-----	35
4.1.3.	Zonas de riesgo moderado-----	37
4.2.	Resultado 2. Proponer posibles soluciones o medidas de control de áreas degradadas en base al análisis de riesgo en la cuenca Chuta Kawa-----	38
4.2.1.	Control de cabeceras-----	39
4.2.1.1.	Muros de piedra-----	39
4.2.1.2.	Zanjas de desviación-----	41
4.2.1.3.	Zanjas de infiltración-----	42
4.2.2.	Control de cárcavas y taludes-----	43
4.2.2.1.	Diques de piedra-----	44
4.2.2.2.	Diques simples de madera-----	46
4.2.2.3.	Biotrampas-----	47
4.2.2.4.	Banquinas-----	48
4.2.2.5.	Fajinas-----	49
4.2.2.6.	Plantación en hoyos-----	51
4.2.2.7.	Inversión total-----	53
4.2.2.8.	Cronograma-----	55
4.3.	Resultado 3. Elaboración de Fichas Técnicas-----	56
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	N° de página
<b>Figura 1.</b> Imágenes de erosión en cárcavas -----	8
<b>Figura 2.</b> Imagen de erosión en surcos -----	8
<b>Figura 3.</b> Imagen de erosión laminar -----	9
<b>Figura 4.</b> Ubicación de la cuenca Chuta Kawa-----	15
<b>Figura 5.</b> Flujograma metodológico por fases-----	22
<b>Figura 6.</b> Sección transversal y representativa de zanjas de infiltración-----	25
<b>Figura 7.</b> Sección transversal y representativa de la zanja de desviación o coronación --	26
<b>Figura 8.</b> Sección transversal y representativa de muro de piedra-----	27
<b>Figura 9.</b> Sección transversal y representativa de diques de piedra -----	27
<b>Figura 10.</b> Sección transversal y representativa de diques dobles de madera -----	28
<b>Figura 11.</b> Sección transversal y representativa de diques simples de madera -----	29
<b>Figura 12.</b> Sección transversal y representativa de biotrampas-----	29
<b>Figura 13.</b> Sección transversal y representativa de fajinas -----	30
<b>Figura 14.</b> Imagen representativa de banquinas -----	31
<b>Figura 15.</b> Sección transversal y representativa de plantación en hoyos -----	31
<b>Figura 16.</b> Mapa de parcelas de intervención con grado de riesgo de erosión y degradación -----	33
<b>Figura 17.</b> Mapa de parcelas de intervención con grado de riesgo muy alto de erosión y degradación -----	35

<b>Figura 18.</b> Mapa de parcelas de intervención con grado de riesgo alto de erosión y degradación -----	37
<b>Figura 19.</b> Mapa de parcelas de intervención con grado de riesgo moderado de erosión y degradación -----	38
<b>Figura 20.</b> Vista de perfil de muros de piedra-----	39
<b>Figura 21.</b> Vista transversal de zanjas de desviación -----	41
<b>Figura 22.</b> Vista trasversal de zanjas de infiltración -----	42
<b>Figura 23.</b> Vista de perfil de diques de piedra.-----	44
<b>Figura 24.</b> Vista de perfil de diques simple de madera -----	46
<b>Figura 25.</b> Vista de perfil de biotrapas-----	47
<b>Figura 26.</b> Vista de perfil de banquetas -----	48
<b>Figura 27.</b> Vista de perfil de fajinas -----	50
<b>Figura 28.</b> Vista de perfil de plantaciones en hoyos -----	51
<b>Figura 29.</b> Ficha técnica de la Cuenca Alta -----	58
<b>Figura 30.</b> Ficha técnica de cuenca media alta-----	59
<b>Figura 31.</b> Ficha técnica de la cuenca media baja -----	60
<b>Figura 32.</b> Ficha técnica de cuenca baja -----	61

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>N° de página</b>
<b>Cuadro 1.</b> Ubicación del área de estudio.....	16
<b>Cuadro 2.</b> Características climáticas de la cuenca.....	19
<b>Cuadro 3.</b> Superficies total y de riesgos erosión y degradación.....	34
<b>Cuadro 4.</b> Medidas y costos correspondientes a los muros de piedra.....	40
<b>Cuadro 5.</b> Medidas y costos correspondientes a las zanjas de desviación.....	42
<b>Cuadro 6.</b> Medidas y costos correspondientes a las zanjas de infiltración.....	43
<b>Cuadro 7.</b> Medidas y costos correspondientes a los diques de piedra.....	45
<b>Cuadro 8.</b> Medidas y costos correspondientes a los diques simples de madera.....	46
<b>Cuadro 9.</b> Medidas y costos correspondientes a las biotrampas.....	48
<b>Cuadro 10.</b> Medidas y costos correspondientes a las banquetas.....	49
<b>Cuadro 11.</b> Medidas y costos correspondientes a las fajas.....	50
<b>Cuadro 12.</b> Medidas y costos correspondientes a las plantaciones en hoyos.....	52
<b>Cuadro 13.</b> Inversión total.....	53
<b>Cuadro 14.</b> Inversión para el año 1.....	54
<b>Cuadro 15.</b> Inversión para el año 2.....	54
<b>Cuadro 16.</b> Inversión para el año 3.....	55
<b>Cuadro 17.</b> Cronograma de control de áreas degradadas.....	56

## I. INTRODUCCIÓN

La conservación de los recursos naturales es críticamente importante para ser considerada una iniciativa de desarrollo sostenible. El manejo y conservación de agua es de especial importancia. En años recientes ha habido una investigación amplia que confirma la creciente carencia del agua para propósitos de consumo humano e irrigación. La principal causa es la deforestación continua y la contaminación de las cuencas hidrográficas que almacenan y producen agua en las tierras altas de América latina (SDC 2020).

La mayor parte del agua de una cuenca no está en los ríos y lagos, sino en el suelo mismo. Una cuenca saludable tiene un buen abastecimiento de agua limpia y una tierra rica en nutrientes. Los árboles y plantas, especialmente los pastos ubicados en la parte más alta de la cuenca, a lo largo de las riberas de los ríos y arroyos mejoran la calidad y cantidad de las aguas subterráneas.

En las cuencas se presentan muchos procesos degradativos, manifestándose en la baja fertilidad de los suelos, incidiendo en la economía de las familias que habitan en las cuencas.

Los suelos ya se encuentran pobres erosionados, la producción es escasa y de mala calidad, que a veces solo alcanza para el consumo familiar y se tiene poco o nada para la venta. También existen derrumbes en laderas y en ocasiones los ríos se comen los terrenos cultivables que se encuentran en las riberas del río (SDC 2020).

Las cuencas sufren constantemente de problemas de factores naturales como la lluvia, la sequía, el viento y el granizo. Pero también sufren de factores producidos por el hombre como el mal uso de sus tierras y aguas, junto a la deforestación sobre todo en sus cabeceras y cauces, generan problemas de erosión eólica e hídrica, y las quemadas sin control que van afectando gravemente al futuro a los campesinos que viven dentro de ella y a las comunidades aledañas (SDC 2020).

Existen alternativas para el control de problemas de erosión y degradación del suelo, con medidas mecánicas y de forestación y reforestación, que permitirán la recuperación de los suelos mediante la implementación y aumento de cobertura vegetal.

La presencia de la vegetación en las cuencas es muy importante para evitar el aumento de la erosión y contribuir a estabilizar zonas de taludes con procesos de erosión superficiales,

así como también para la consolidación de obras mecánicas, regeneración y diversificación de la cobertura vegetal.

La ocupación del territorio por el hombre ha influido significativamente en las condiciones del ambiente humano. Los efectos negativos de la actividad humana se sintetizan en la degradación, deterioro y empobrecimiento del sistema territorial el cual está constituido por los subsistemas físicos, de poblamiento e infraestructura, población y actividades socioeconómicas y marco legal e institucional (Gómez 1999).

El riesgo de desastres es una construcción social, relacionada con el potencial de pérdidas o daños que puede ocurrir en una comunidad, los ecosistemas que le sustentan o sus medios de vida, como resultado de la convolución o mutuo condicionamiento entre amenaza y vulnerabilidad (Vera y Albarracín 2017).

El Ministerio de Medio Ambiente y Aguas (MMAyA 2015), cita que la Ley Forestal boliviana (promulgada en 1996) tiene por objeto normar la utilización sostenible y la protección de los bosques y tierras forestales en beneficio de la población boliviana, armonizando el interés social, económico y ecológico del país. Siendo el cambio de uso de suelo uno de los problemas más importantes para la degradación de la tierra en Bolivia, destacan artículos que se enfocan en reducir estos impactos negativos del manejo forestal en Bolivia. En el Artículo 2. la Ley menciona que entre los objetivos del desarrollo forestal sostenible se encuentran:

- a) Lograr rendimientos sostenibles y mejorados de los recursos forestales y garantizar la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y el medio ambiente;
- b) Proteger y rehabilitar las cuencas hidrográficas, prevenir y detener la erosión de la tierra y la degradación de los bosques, praderas, suelos y aguas, y promover la forestación y reforestación.

La presente propuesta de control de áreas degradadas a partir de análisis de riesgo, se realizará en la cuenca denominada Chuta Kawa ubicada a 7 km al noroeste de la ciudad de Cochabamba, dentro del Municipio de Tiquipaya. La razón de realizarse este estudio es resultado de un proceso de priorización realizado por el Servicio Departamental de Cuencas (SDC).

El principal problema en la cuenca es la erosión y degradación generada por causas naturales por fenómenos climáticos y por procesos antrópicos por prácticas inadecuadas

en el laboreo de los suelos entre ellas está la erosión hídrica del suelo en forma laminar, en surcos y en cárcavas en terrenos productivos, provocando el ensanche de ríos y quebradas. A este proceso se suma el pastoreo de rastrojos y como consecuencia se tiene la degradación del suelo con pérdida de fertilidad.

El riesgo que presenta la cuenca Chuta Kawa es la degradación y riesgo de inundación en épocas de lluvia (SDC 2005).

La cuenca Chuta Kawa no cuenta con un plan de manejo con el componente de áreas degradadas. Las familias asentadas en la misma se dedican a la producción florística, hortícola y frutícola, es por eso que es importante conocer el riesgo presente y futuro de la degradación existente, para evitar desastres futuros y aumentar la fertilidad y productividad natural del suelo.

La propuesta de control y manejo de áreas degradadas está basada en la información del diagnóstico biofísico, socioeconómico y rural participativo realizados a la cuenca Chuta Kawa como requerimientos básicos para la realización del plan de manejo.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

Elaborar una Propuesta de control de áreas degradadas con visión de cuenca, a partir de análisis de riesgo de erosión y degradación en la cuenca Chuta Kawa del Municipio de Tiquipaya-Cochabamba.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Elaborar mapas temáticos de áreas degradadas a partir del mapa de riesgos de erosión y degradación de la cuenca Chuta Kawa indicando la ubicación y descripción de cada grado de Riesgo.
- Proponer posibles soluciones o medidas de control de áreas degradadas en base al análisis de riesgo en la cuenca Chuta Kawa.
- Elaborar fichas técnicas donde se visualice las medidas de control, características, dimensiones y ubicación espacial en un mapa.