



**PAISAJES
RESILIENTES**
Juntos cuidemos nuestra cuenca



Delimitación de Unidades de Paisaje para la Planificación de Gestión Territorial

Septiembre, 2023



Implementada por:
giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



AKUT
Partner

GAMC GOBIERNO
AUTÓNOMO
MUNICIPAL
CONCEPCIÓN

La presente publicación: *"Delimitación de Unidades de Paisaje para la Planificación de Gestión Territorial"* ha sido elaborada con el apoyo financiero de la Unión Europea y la Cooperación Alemana a través de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y su proyecto "Paisajes Resilientes en la Chiquitania, Santa Cruz".

El contenido es responsabilidad exclusiva de GIZ - AKUT y no refleja necesariamente los puntos de vista de la Unión Europea.

Todos los derechos reservados. El presente documento es únicamente de uso educativo e informativo. Se autoriza la reproducción parcial o total sin fines comerciales citando adecuadamente la fuente.

Autores: Lia Escobar, Miguel Gómez

Revisores: Nicole Stuber, Jörg Fisher, Daniel Leguia, Boris Hinojosa, Miriam Seemann

Diseño y diagramación: Hanan Callejas, Carol Soto

Paisajes Resilientes – GIZ Bolivia

Fotografías: © Archivo GIZ Bolivia

Santa Cruz, Bolivia

Septiembre, 2023

Impreso en Bolivia

CONTENIDO

Resumen

Abstract

1.	Introducción.....	1
2.	Metodología.....	4
i.	Proceso 1: Zonas de Vida	4
ii.	Proceso 2: Zonas Biogeográficas.....	10
iii.	Proceso 3: Zonas Sociales	12
iv.	Proceso 4: Matriz de vulnerabilidad	16
v.	Proceso 5: Identificación de Unidades de Paisaje	17
vi.	Proceso 6: Validación territorial	20
3.	Resultados.....	21
4.	Discusión.....	24
5.	Conclusiones.....	26
6.	Referencias bibliográficas.....	27

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.	3
Mapa 2: Evapotranspiración potencial en las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.	6
Mapa 3: Biotemperatura Basal promedio anual en las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.	7
Mapa 4: Zonas biogeográficas en las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.	11
Mapa 5: Áreas de vulnerabilidad identificadas en las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.	16
Mapa 6: Categorización de áreas vulnerables identificadas en las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.	21
Mapa 7: Unidades de Paisaje en las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rango de provincias de humedad.	8
Tabla 2: Actualización de Zonas de vida de Holdridge según Alcaráz Ariza (2008).	9
Tabla 3: Sectores biogeográficos existentes en las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.	10
Tabla 4: Valores estimados según la susceptibilidad del área de estudio*.	11
Tabla 5: Ponderaciones según el grado de susceptibilidad del territorio.	12
Tabla 6: Valoración de importancia y estimación de radio circulares según el rango poblacional.	13
Tabla 7: Valoración de importancia y estimación de radio circulares según la autoidentificación.	13
Tabla 8: Valores estimados según la amenaza del área de estudio*.	14
Tabla 9: Ponderaciones según el grado de amenaza de cambio de uso de suelo.	14
Tabla 10: Matriz de vulnerabilidad.	16
Tabla 11: Clasificación del Plan de uso de suelo.	19
Tabla 12: Aspectos considerados para la identificación y denominación de Unidades de Paisajes.	20
Tabla 13: Denominación de Unidades de Paisaje en las cuencas Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó.	22
Tabla 14: Estandarización según nivel de importancia en áreas territorializadas.	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema del proceso metodológico para la determinación de las Unidades de Paisaje para la Chiquitania, Bolivia.	4
Figura 2: Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge.	9
Figura 3: Análisis de aspectos biofísicos según su nivel de susceptibilidad en una unidad preliminar seleccionada.	17
Figura 4: Análisis de aspectos sociales, productivos y culturales según su nivel de amenaza.	18
Figura 5: Categorías de funciones ambientales según servicios potenciales.	19

RESUMEN

Los paisajes poseen una cierta homogeneidad al analizar la interacción entre sus características biofísicas (medio ambiente natural) y socioeconómicas (medio ambiente humano). La interconexión intrínseca entre estas características crea un ecosistema complejo, generador de bienes y servicios, por lo cual, una planificación no orientada al desarrollo sostenible en los territorios limita la disponibilidad de los recursos y beneficios del medio ambiente para el adecuado desenvolvimiento social y productivo.

Una planificación en base a Unidades de Paisaje tiene el fin de impulsar un desarrollo socio productivo cultural en equilibrio a la recuperación y fortalecimiento de los servicios ecosistémicos. El presente artículo desarrolla una propuesta metodológica sencilla y práctica para la delimitación e identificación de dichas unidades en la región Chiquitana de Santa Cruz, Bolivia, con un enfoque de seguridad hídrica y gestión integral del paisaje. Las unidades brindan información de macro localización de áreas prioritarias de gestión, mediante un análisis integral de vulnerabilidades existentes en el territorio de estudio, generando una clasificación de áreas según su principal actividad productiva y potencial ambiental. Pretendiendo visibilizar su fácil aplicabilidad y escalabilidad se ejemplifica la territorialización de la metodología en una Unidad de Paisaje identificada, mostrando que puede ser usada como un insumo básico de planificación territorial para los instrumentos y estrategias de gestión.

Con el uso de herramientas territorializadas avanzamos en la búsqueda de sociedades cohesivas y resilientes con mejor y mayor accesibilidad a los servicios y beneficios ambientales.

Palabras clave: Territorio, vulnerabilidad, gestión integral del paisaje, planificación, resiliencia, seguridad hídrica.

ABSTRACT

Landscapes own a certain homogeneity when analyzing their interactions between biophysical (natural environment) and socioeconomic (human environment) characteristics. The intrinsic interconnections between these characteristics create a complex ecosystem that generates goods and services. This is why territorial planning oriented towards sustainable development should consider the availability of environmental resources and benefits for an adequate social and economic development.

Planning based on Landscape Units aims to promote cultural socio-productive development in balance with recovering and strengthening ecosystem services. This article develops a simple and practical methodological proposal with a focus on water security and integrated landscape management for the delimitation and identification of these units in the Chiquitania region of Santa Cruz, Bolivia. Through an integrated analysis of existing vulnerabilities and a classification of areas according to their main productive activity and environmental potential, the landscape units provide information of the macro location and prioritize intervention areas.

To demonstrate its easy applicability and scalability, an identified Landscape Unit examples the territorialization of the methodology, showing that it can be used as a basic territorial planning tool for the design and implementation of different resources management instruments and strategies.

With the use of territorialized tools, we move forward in the pursue for cohesive and resilient societies with improved and increased accessibility to environmental services and benefits.

Key words: Territorial planning, vulnerability, integrated landscape management, adaptation and resilience, water security.

1. INTRODUCCIÓN

La palabra paisaje tiene innumerables definiciones según el campo de estudio y es analizado en las últimas décadas, teniendo una evolución significativa. Sin embargo, implícitamente todas decantan en que el paisaje es la percepción de la dinámica de todos los elementos que lo integran, con dos objetos principales, el espectador o agente analizador (valor extrínseco) y el área delimitada a ser analizada (valor intrínseco).

El paisaje, así entendido, representa un concepto que permite integrar conjuntamente las variables naturales y antrópicas y, sobre todo, la dimensión espacial de las mismas. Este último enfoque permite abordar el concepto de "Unidad de Paisaje", considerada como una herramienta conceptual y metodológica básica de los estudios sistémicos del paisaje (Perez-Chacón, 1999).

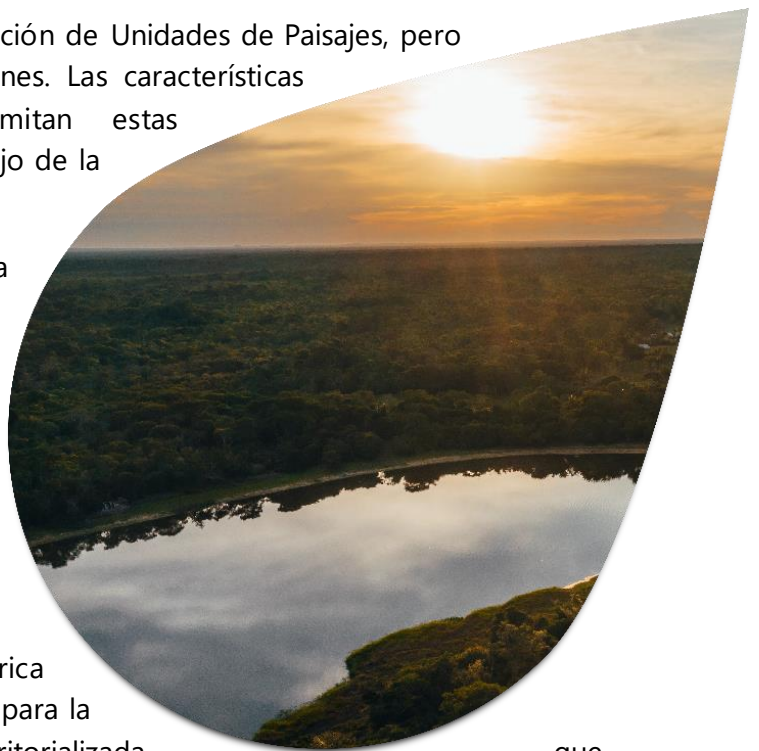
Existen varias metodologías para la determinación de Unidades de Paisajes, pero muy pocas son replicables para otras regiones. Las características singulares sociales o biográficas, delimitan estas metodologías en cuanto a la exactitud y reflejo de la realidad.

La gestión integrada del paisaje ayuda a comprender holísticamente estas unidades, analizando las necesidades de los actores involucrados y los factores de riesgo que conlleva satisfacerlas, principalmente el agua considerada uno de los recursos más afectados por el cambio climático y el principal elemento conector de las dinámicas de un territorio.

La gestión integral de paisaje y la seguridad hídrica son las dos principales estrategias abordadas para la concepción de la siguiente metodología territorializada, que ayuda a identificar áreas prioritarias de análisis e intervención, buscando un equilibrio en la recuperación y fortalecimiento de los servicios ecosistémicos y el desarrollo socio productivo del área de estudio.

Para la delimitación de unidades y resaltando la importancia del agua, se consideró un enfoque de cuencas, que permite una planificación más eficiente y la implementación de acciones teniendo en cuenta la relación entre las zonas altas y bajas de una cuenca, así como la identificación de las interacciones de los diferentes ecosistemas que ofrece el territorio (Báez & Santos, 2017).

El área de estudio en el cual se contextualizó la metodología fue seleccionada por ser una de las zonas más afectadas por los incendios forestales de los últimos años en el departamento de Santa Cruz, Bolivia. Adicionalmente, son cuencas altamente vulnerables al cambio climático,



sujetas a importantes presiones antrópicas, y al mismo tiempo con alto valor de conservación de la biodiversidad (GIZ, 2022b).

El presente documento tiene el objetivo de desarrollar una metodología adaptada a la región que sea sencilla, práctica y replicable para la delimitación de Unidades de Paisaje que sirvan como herramienta de planificación a diversos niveles y/o escalas, lo cual será de mucha utilidad para una planificación y toma de decisión participativa y estratégica. Se plasman insumos importantes de análisis y la macro localización de áreas prioritarias de gestión, para la mitigación de impactos y protección de áreas de conservación, con una visión homeostática ecológica y productiva.

Para su aplicación se consideró como área de estudio las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó de la región Chiquitana, extendiéndose latitudinalmente, entre las 12°47'32"S y 16°30'45"S y longitudinalmente entre- 63°48'17"O y 59°56'59"O. Las cuencas limitan al Norte con el departamento del Beni, aunque una porción de las cuencas Paraguá y San Martín se encuentran en la provincia Iténez del mismo departamento. Al Este limita con la República de Brasil (siendo la cuenca Paraguá una cuenca transfronteriza), al Sur limita con la provincia de Chiquitos y al Oeste con la provincia de Guarayos.

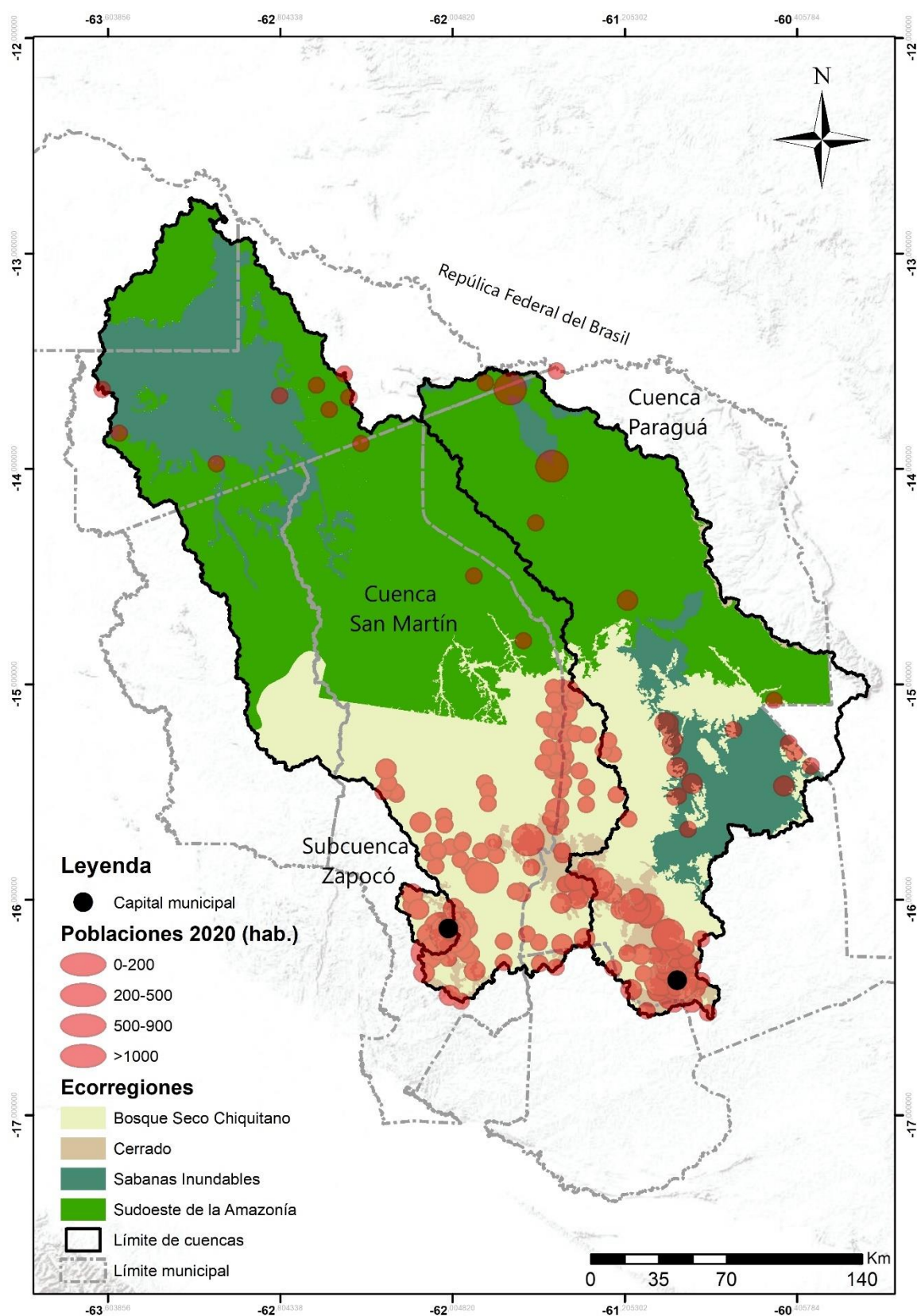
Las cuencas tienen una superficie de 78.233 km² con una población de 86.769 habitantes aproximadamente, valor proyectado para el año 2020, en base a datos del Censo de Población y vivienda INE (2012), y una vocación productiva variada, donde sobresalen las actividades ganaderas, agrícolas y forestales. Su dinámica sociocultural es igualmente variada, conviviendo más de tres culturas o auto identificaciones en el territorio. En cuanto a su ecorregión, se pueden identificar dos ecorregiones principales, la región chiquitana y la amazónica (Mapa 1).

El análisis presentado en este artículo es resultado del apoyo técnico brindado por el proyecto "Paisajes Resilientes en la Chiquitania, Santa Cruz" cofinanciado por la Unión Europea y la Cooperación Alemana, implementado por la GIZ, y con el aporte de técnicos de los municipios locales.

El presente documento desarrolla una metodología para la identificación de Unidades de Paisaje adaptada a la región chiquitana, que tienen como características principales: la flexibilidad de adaptación a otras regiones de estudio, la fácil y concreta replicación con el objetivo de brindar una herramienta básica conceptual y metodológica para la toma de decisiones y planificaciones de desarrollo sostenible.

Los resultados de los análisis generados fueron considerados para el desarrollo de un Programa de Gestión de Cuencas en la cuenca San Martín y la subcuenca Zapocó del municipio de Concepción, para la identificación de proyectos y acciones necesarias a corto, mediano y largo plazo.

Mapa 1: Cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.

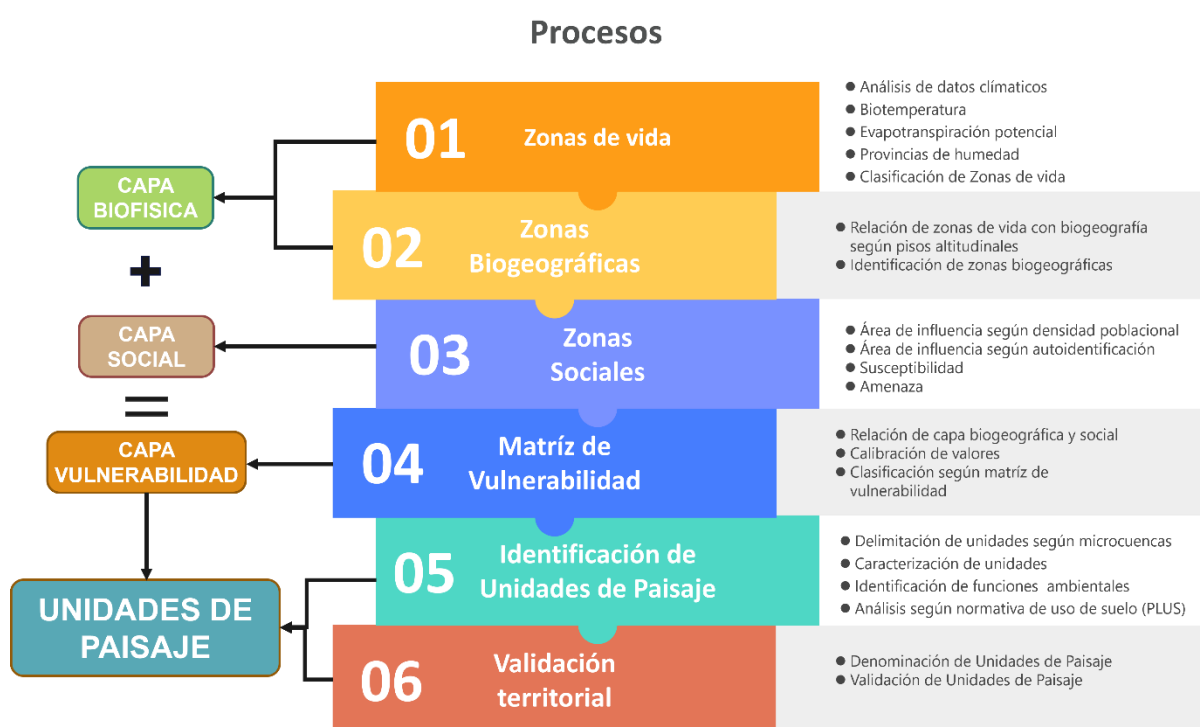


Fuente: Elaboración propia basada en la información del proyecto de Paisajes Resilientes en la Chiquitania.

2. METODOLOGÍA

La concepción de la presente metodología surgió por la necesidad de delimitar áreas según las funciones ambientales y localizar áreas prioritarias de gestión, en el marco del dinamismo entre el potencial productivo, el uso de suelo y el entorno ecológico en el cual se desarrolla la sociedad. Los territorios poseen una cierta homogeneidad al analizar la interacción entre sus características biofísicas y sociales. En la Figura 1, se muestra el proceso metodológico seguido para determinar las Unidades de Paisaje. En resumen, fue necesario generar una capa biofísica y una capa social con la cual se estableció una capa de vulnerabilidad, para finalmente consolidar las Unidades de Paisajes. Datos de entrada y el proceso se explica a continuación.

Figura 1: Esquema del proceso metodológico para la determinación de las Unidades de Paisaje para la Chiquitania, Bolivia.



Fuente: Elaboración propia.

i. Proceso 1: Zonas de vida

Si bien existe una clasificación de zonas de vida para Bolivia, el producto es muy ambiguo y no presenta el detalle que se requiere para el objetivo del presente estudio, por lo cual se vio la necesidad de desarrollar una metodología con ciertas adaptaciones que se explican a lo largo del documento.

Existen diversas metodologías para una clasificación ecológica, pero como el objetivo es tener una metodología práctica y replicable, se consideró el sistema de clasificación de Holdridge porque emplea datos climáticos fácilmente disponibles "open source", que lo hace más adecuado en comparación con otros modelos mecánicos y biogeográficos reconocidos que demandarían muchos más datos (SENAMHI, 2019).

Los datos de precipitación y temperatura son variables indispensables para describir las condiciones climáticas del área de estudio. Con ambas variables se pueden obtener además parámetros complementarios como índices de sequía y períodos de helada, para lo que se requirió como mínimo una serie histórica de 30 años de datos meteorológicos de las estaciones que tengan influencia directa¹ o indirecta² con el área de estudio. Las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó cuentan con 15 estaciones meteorológicas con influencia directa, donde siete son administradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), tres administradas por la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano (FCBC), que tienen menos de dos años de implementación, cinco pertenecientes a la Agencia Nacional del Agua y Saneamiento (ANA) y cinco estaciones con influencia indirecta, ubicadas en la República de Brasil y administradas por (ANA-Brasil).

Considerando el periodo de análisis de datos en un intervalo desde 1980 hasta el año 2018, se obtuvo información de precipitaciones de las estaciones anteriormente mencionadas. En el caso de las temperaturas el análisis se vio sesgado por largos intervalos de lagunas de datos y errores de registro de datos, por lo que se descartó el uso de dicha información. Se utilizaron las bases de datos meteorológicas de WordClim³ con una resolución espacial de 1 km.

El proceso metodológico aplicado en la determinación de las zonas de vida (Figura 1), se detallan de la siguiente manera:

- **Biotemperatura promedio anual**

Según Holdridge, la temperatura del aire aproximadamente entre 0°C y 30°C, permite el desarrollo de los procesos fisiológicos de las plantas y una evaporación directa del agua contenida en el suelo y en la vegetación (INRENA, 1995). Por lo tanto, los registros inferiores o superiores al rango mencionado fueron corregidos en sus valores promedios mensuales (TPM). Una vez reemplazadas las temperaturas superiores a 30°C por 30 y los inferiores a 0°C por 0 (Ecuación E1), se determinó la Biotemperatura promedio mensual (BPM), posteriormente se promedió anualmente el histórico de datos para la obtención de la biotemperatura promedio anual (BPA) (Ecuación E2), obteniendo una BPA plasmada en el mapa 2. La BPM para todas las áreas de estudio es mayor a 24°C.

$$BPM = [(TPM \leq 0) * 0 + (TPM > 0) * TPM] + [(TPM \leq 30) * TPM + (TPM > 30) * 30] \quad (E1)$$

$$BPA = \sum_{x=1}^{12} BPM_x / 12 \quad (E2)$$

¹ Influencia directa: Estaciones meteorológicas que se encuentren dentro de un área de estudio o colindantes de sus límites.

² Influencia indirecta: Estaciones meteorológicas que se encuentren fuera del área de estudio, pero cercanas a sus límites.

³ Base de datos meteorológicos y climáticos globales de alta resolución espacial, <https://www.worldclim.org/data/index.html>

- **Precipitación promedio anual**

Para la capa de precipitación promedio anual (PPA) no se requieren correcciones, más que el cálculo del promedio anual en caso de contar con datos mensuales.

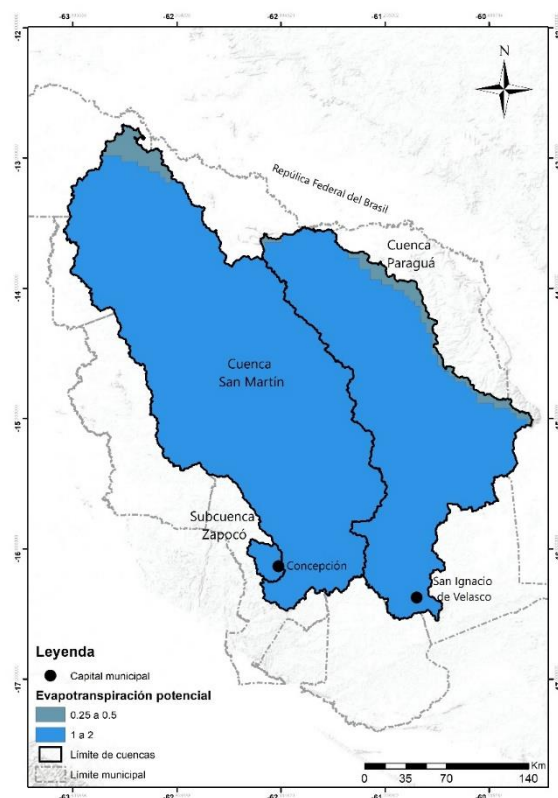
$$PPA = \sum_{X=1}^{12} PPMx / 12 \quad (E3)$$

- **Evapotranspiración potencial**

La evapotranspiración potencial es la que determina la cantidad de agua que se evapora o podría evaporar en un ecosistema (Thornthwaite, 1948). Es una relación directa entre la biotemperatura y la precipitación y como resultado a dicha interpretación Holdridge definió un coeficiente de correlación (Ecuación E4). El resultado de la operación se muestra en el mapa 2.

$$EVP = BPA * (58.93/PPA) \quad (E4)$$

Mapa 2: Evapotranspiración potencial en las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.



Fuente: Elaboración propia basada en la información del proyecto de Paisajes Resilientes en la Chiquitania.

- **Biotemperatura Basal promedio anual**

La biotemperatura basal promedio anual es la biotemperatura considerada a nivel del mar, para la obtención de estos valores se realizó una transformación, aplicando una tasa de gradiente vertical global, usada por Holdridge (1967) con un valor de 6°C/km. La tasa se aplicó

a cada temperatura promedio mensual (TPM_x) del histórico de datos, incluyendo un DEM⁴ de 90 m de resolución (Ecuación E5). La operación dio como resultado a la temperatura basal promedio mensual (TBPM), las cuales fueron corregidas nuevamente al rango anteriormente mencionado (0°C – 30°C; Ecuación E6), resultando la Biotemperatura Basal Promedio Mensual (BBPM_x) y finalmente el promedio anual (BBPA; Ecuación E7).

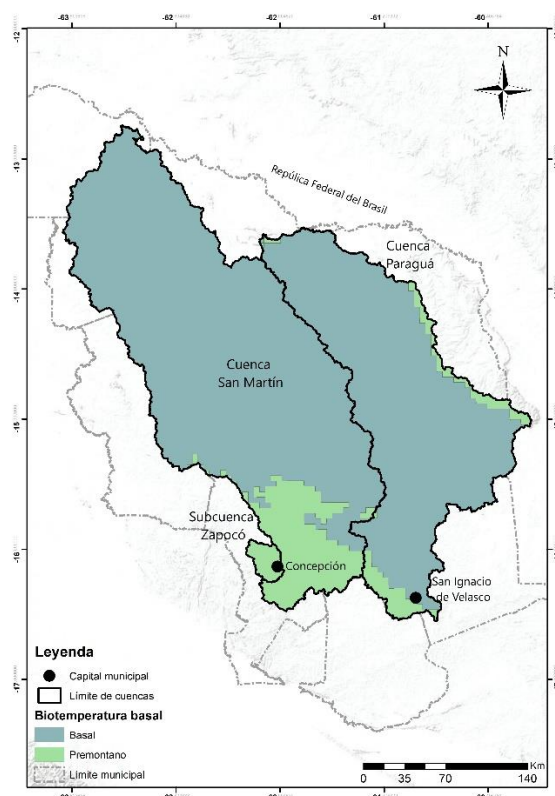
$$TBPM = (0.006 * DEM) + TPM_x \quad (E5)$$

$$BPM = [(TBPM \leq 0) * 0 + (TBPM > 0) * TBPM] + [(TBPM \leq 30) * TBPM + (TBPM > 30) * 30] \quad (E6)$$

$$BPA = \sum_{X=1}^{12} BBPM_x / 12 \quad (E7)$$

Mediante la Biotemperatura Basal Promedio Anual (mapa 3) se identificó las fajas latitudinales como una de las variables principales de la pirámide de clasificación de las zonas de vida.

Mapa 3: Biotemperatura Basal promedio anual en las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.



Fuente: Elaboración propia basada en la información del proyecto de Paisajes Resilientes en la Chiquitania.

● Línea de temperatura crítica

Como última variable para el sistema de clasificación de zonas de vida, se identificó la línea de temperatura crítica o línea de helada (18°C), considerada la máxima biotemperatura a la que se registran heladas, es decir, aquellas áreas con alturas inferiores a 1.000 m.s.n.m donde

⁴ DEM: Modelo Digital de Elevación (DEM, por sus siglas en inglés), obtenida de CGIAR-CSI, Consorcio para la Información Espacial (<https://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/>)

existan estaciones meteorológicas y se registran temperaturas menores a 0°C al menos una vez al año consecutivamente durante el rango de años analizados.

En el caso de las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó, al tener una altura inferior a los 600 m.s.n.m en toda su extensión, no se hallaron registros consecutivos de heladas. Si bien existen temperaturas bajas en ciertos años, estos son aislados, por lo cual se consideró como temperatura crítica los 18°C definidos según Holdridge (1967).

● Provincias de humedad

Previo a analizar el sistema de clasificación de zonas de vida, se adoptó la metodología de Holdridge con la ecuación E8, utilizada en la metodología de caracterización hidrogeológica desarrollada por Toledo (2020). Se relaciona la evapotranspiración potencial (EVP) con la precipitación promedio anual (PPA) para identificar las posibles provincias de humedad, considerándose, provincias de humedad (Php) preliminares, para corroborar posteriormente con los valores establecidos por Holdridge, que se detalla en la Tabla 1.

$$Php = EVP/PPA \quad (E8)$$

Tabla 1: Rango de provincias de humedad.

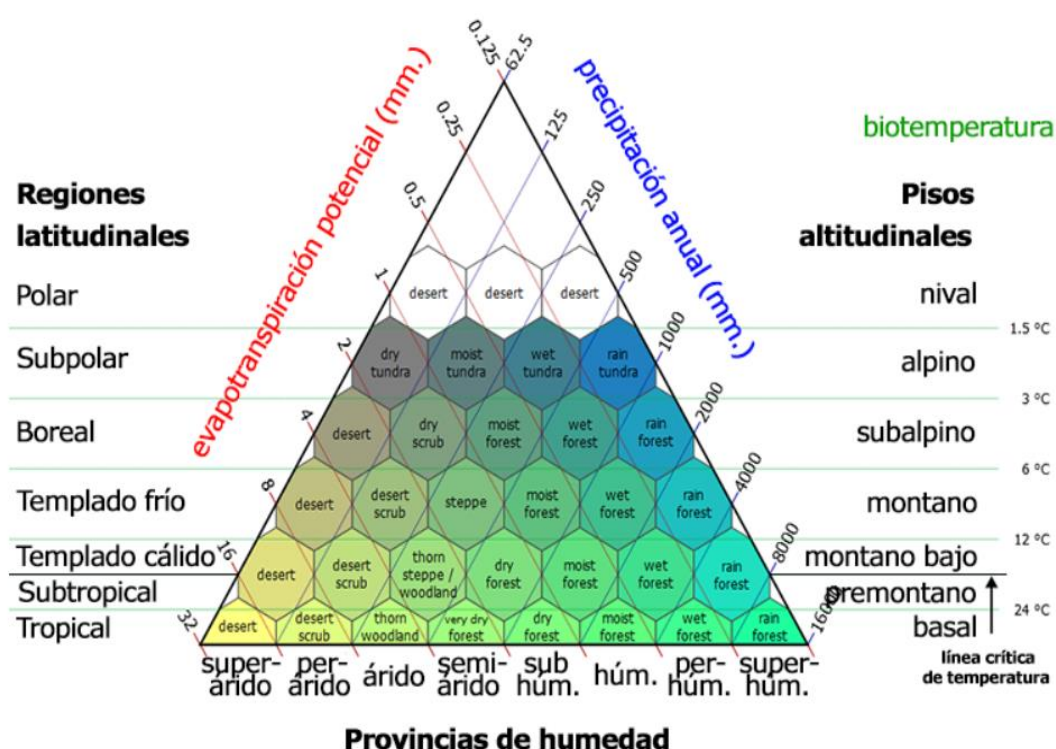
Provincias de Humedad	Relación entre ETP/PP (*)
Saturado	<0.0625
Semi saturado	0.0625-0.125
Super húmedo	0.125-0.25
Per húmedo	0.25-0.50
Húmedo	0.50-1.00
Subhúmedo	1.00-2.00
Semiárido	2.00-4.00
Árido	4.00-8.00
Per árido	8.00-16.00
Super árido	16.00-32.00
Desecado	32.0-64.00

Fuente: (Holdridge, 1982)

Las variables anteriormente procesadas fueron categorizadas según los rangos logarítmicos propuestos por Holdridge, y convertidas en formato vectorial para su geoproceto y obtención de las provincias de humedad.

En la relación de las capas se presentaron valores de transición entre las provincias de humedad. Para la clasificación de estas áreas se realizó una clasificación supervisada, aplicando algoritmos de mínimas distancias entre las fajas latitudinales y pisos altitudinales. Cabe mencionar que de la categorización vectorial de la Biotemperatura Basal promedio anual (BBPA) surgen las regiones latitudinales, y de la Biotemperatura promedio anual (BPA) se manifiestan los pisos altitudinales que se detallan en la figura 2:

Figura 2: Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge.



Fuente: (Derguy, 2019).

Otra forma de representar el sistema de clasificación de Holdridge y validar con mayor facilidad las zonas de vida fue mediante la actualización realizada en el 2008 por Alcaráz Ariza, quien plasmó las diferentes clasificaciones en un formato 2D, relacionando las variables principales anteriormente generadas.

Tabla 2: Actualización de Zonas de vida de Holdridge según Alcaráz Ariza (2008).

Precipitación Anual (mm.)	Temperaturas						
	<1.5	1.5-3	3-6	6-12	12-18	18-24	>24
<125	Polar	Tundra seca	Desierto boreal	Desierto templado frío	Desierto templado cálido	Desierto subtropical	Desierto tropical
125-250		Tundra húmeda	Matorral seco	Desierto arbustivo templado frío	Desierto arbustivo templado cálido	Desierto arbustivo subtropical	Desierto arbustivo tropical
250-500		Tundra muy húmeda	Bosque húmedo	Estepa	Estepa espinosa	Matorral espinoso subtropical	Matorral espinoso tropical
500-1.000		Tundra pluvial	Bosque muy húmedo (páramo)	Bosque húmedo templado frío	Bosque seco templado cálido	Bosque seco subtropical	Bosque muy seco
1.000-2.000			Bosque pluvial (páramo pluvial)	Bosque muy húmedo templado frío	Bosque húmedo templado cálido	Bosque húmedo subtropical	Bosque tropical seco

Precipitación Anual (mm.)	Temperaturas						
	<1.5	1.5-3	3-6	6-12	12-18	18-24	>24
2.000-4.000				Pluviselva templada fría	Bosque muy húmedo templado cálido	Bosque muy húmedo subtropical	Bosque húmedo tropical
4.000-8.000					Pluviselva templada cálida	Pluviselva subtropical	Bosque tropical muy húmedo
>8.000							Pluviselva tropical

Fuente: (Alcaráz, 2008).

ii. Proceso 2: Zonas biogeográficas

Las zonas de vida identificadas estaban acorde a las condiciones climáticas existentes en el área de estudio, considerando conveniente relacionarlas con el producto biogeográfico de Bolivia, que cuenta con información más detallada de las comunidades naturales y su dinámica ecológica en las mismas condiciones climáticas. Los sectores biogeográficos ya se encontraban validados. Al reconocer que ambos productos compartían los pisos altitudinales como insumo, permitió relacionarlos mediante el geo proceso de intersección.

El geoproceto fue una adaptación a la metodología inicial, para lograr reflejar la realidad de las cuencas. La clasificación de los diferentes sectores biogeográficos existentes en las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó, se encuentran detalladas en la tabla 2.

Tabla 3: Sectores biogeográficos existentes en las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.

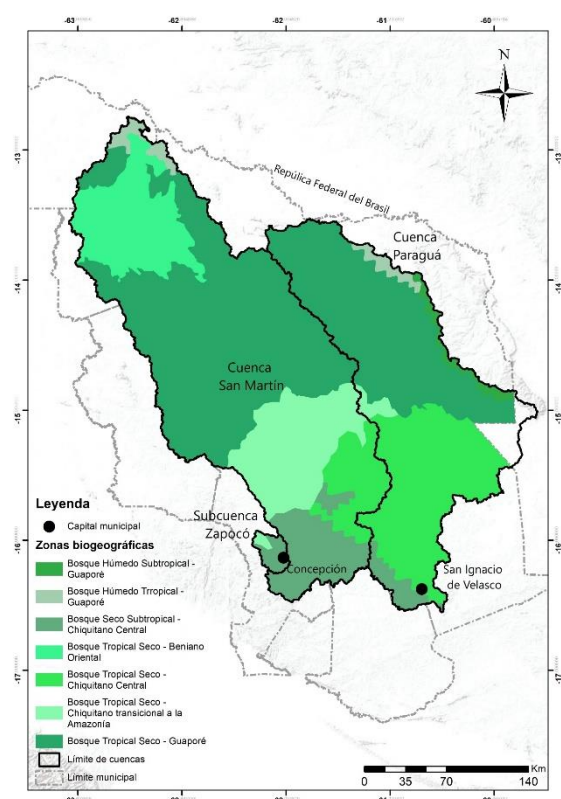
Región	Provincia	Sector
Amazónica	Amazónica Centro-Sureña (Madeira-Tapajós)	2b. Guaporé
Brasileño-Paranense	Beniana	4b. Beniano Oriental
Brasileño-Paranense	Cerradense Occidental	3a. Chiquitano transicional a la Amazonía
Brasileño-Paranense	Cerradense Occidental	3b. Chiquitano Central

Fuente: (Navarro & Ferreira, 2009).

• Identificación de zonas biogeográficas

Obteniendo la relación de ambos insumos, se generó una capa vectorial con información mezclada, la cual requirió de una clasificación supervisada con imágenes satelitales actualizadas, según los cambios de vegetación visibles en ambas épocas del año, al igual que, la relación entre los pisos altitudinales y sus similitudes en la temperatura, precipitación y evapotranspiración. Se definió las diferentes zonas biogeográficas según la mayor extensión en cada zona analizada.

Mapa 4: Zonas biogeográficas en las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.



Fuente: Elaboración propia basada en la información del proyecto de Paisajes Resilientes en la Chiquitania.

Para la consolidación de la **"capa biofísica"**, se relacionaron las zonas biogeográficas con las ecorregiones de Bolivia (FAN, 2003) y las zonas de inundación del Iténez o Guaporé (Damme, Maldonado, Pouilly, & Doria, 2012), requiriendo para ello una ponderación de valores.

• Ponderación de valores estimados

Las ponderaciones se basaron en el criterio de los analistas. Como se mencionó anteriormente, los paisajes cuentan con dos categorías de percepción: el espectador exterior (extrínseca) y la percepción interior (intrínseca), siendo valores subjetivos tendieron a ser sobreestimados o infravalorados y requirieron una etapa de estandarización y calibración.

La estandarización se basó en 5 valores de importancia, analizando la susceptibilidad de transformación del entorno natural.

Tabla 4: Valores estimados según la susceptibilidad del área de estudio*.

Susceptibilidad de transformación ("Capa Biofísica")	
Valor	Descripción
1	No susceptible / No transformable
2	Susceptibilidad baja del territorio a ser transformado
3	Susceptibilidad media del territorio a ser transformado
4	Susceptibilidad alta del territorio a ser transformado
5	Susceptibilidad muy alta del territorio a ser transformado

Fuente: Elaboración propia en base a información (Oyola, 2016.)

*La tabla de valoraciones fue adaptada al dinamismo socioambiental del área de estudio.

- **Susceptibilidad**

Es indispensable comprender que las ponderaciones dependen del analista y su nivel de conocimiento del territorio, por lo cual, el proceso requirió de varios cambios para reflejar la realidad de área de estudio. En la tabla 5 se detallan los atributos que se tomaron en cuenta para las ponderaciones.

Tabla 5: Ponderaciones según el grado de susceptibilidad del territorio.

CAPA BIOFÍSICA		
	Atributo	VALOR
ZONAS BIOGEOGRÁFICAS	Bosque Tropical Seco - Beniano Oriental	3
	Bosque Húmedo Tropical - Guaporé	
	Bosque Húmedo Subtropical - Guaporé	
	Bosque Tropical Seco - Guaporé	
	Bosque Tropical Seco - Chiquitano transicional a la Amazonía	5
	Bosque Tropical Seco - Chiquitano Central	
	Bosque Seco Subtropical - Chiquitano Central	
ECORREGIONES	Cerrado	4
	Bosque Seco Chiquitano	5
	Sabanas Inundables	4
	Sudoeste de la Amazonía	3
ZONAS DE INUNDACIÓN	Precambico alto	4
	Precambioco serrania	4
	Precambico bajo	3
	Meseta	3
	Escudo brasileiro alto	3
	Xerica	3
	Iténez inundable	1
	Llanura aluvial	4
VALLES DE INUNDACIÓN	Iténez inundable	5

Fuente: Elaboración propia basada en la información del proyecto de Paisajes Resilientes en la Chiquitania.

- **Consolidación de la capa biofísica**

Estandarizados los valores, se procedió a la relación de los insumos, mediante la calculadora vectorial (ecuación E9), logrando consolidar la "Capa biofísica".

$$CB = 0.30 * Zona Biogeográfica + 0.30 * Ecorregión + 0.25 * Áreas de inundación + 0.15 * Valles de inundación \quad (E9)$$

iii. Proceso 3: Zonas sociales

Para determinar el nivel de interacción existente entre las actividades antrópicas y el entorno natural de las cuencas, se consideraron dos factores relevantes:

- Área de influencia poblacional

b) Área de influencia de autoidentificación.

- **Área de influencia según densidad poblacional**

El desarrollo social y económico son factores determinantes para el cambio y alteración del paisaje y todos los elementos que lo componen, lo que depende mucho del número de habitantes de los centros poblados y la cercanía entre unos y otros. Con el apoyo de los geoprocesos *buffer wizzard* y *kernel density* se generaron circunferencias de influencia, donde el radio en kilómetros varió según la densidad poblacional. Para la determinación de los radios utilizados en los geoprocesos, se estableció un valor unitario según el nivel de importancia a ciertos rangos poblacionales, que se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: Valoración de importancia y estimación de radio circulares según el rango poblacional.

Número de habitantes (2020) proyectado según datos (INE,2012)	Valor según nivel de importancia	Radio en Km según Buffer Wizzard
0-200	2	4
200-500	3	5
500-900	4	8
> 1000	5	10

Fuente: Elaboración propia en base a datos (INE, 2012).

- **Área de influencia según la autoidentificación**

Si bien el número de habitantes define el avance acelerado o aletargado del cambio de uso de suelo, la cultura y autoidentificación, son factores predominantes que influyen ese proceso; en las cuencas de estudio se distinguieron cuatro auto identificaciones (Tabla 7).

Se estandarizaron en valores de 1 al 5 según el grado de ocurrencia del cambio de uso de suelo y con el apoyo de los geoprocesos *buffer wizzard* y *kernel density* se generaron circunferencias de influencia, donde el radio en kilómetros varió según la autoidentificación y sus valores estandarizados, que se muestra en la tabla 7.

Tabla 7: Valoración de importancia y estimación de radio circulares según la autoidentificación.

Autoidentificación poblacional	Valor según nivel de importancia	Radio en Km según Buffer Wizzard
Chiquitano	2	4
Indígena	3	5
Intercultural	5	10
Menonita	4	8

Fuente: Elaboración propia en base a datos (GLZ, 2022a).

- **Consolidación de la capa social**

La "capa social" se consolidó con la relación de las áreas de influencia poblacional, autoidentificación, uso actual de la tierra (Viceministerio de Tierras, 2010) y las unidades de vegetación (GLZ, 2023), requiriendo una ponderación de valores que se explica a continuación.

- **Ponderación de valores estimados**

Como se mencionó anteriormente, los valores fueron subjetivos y tendieron a ser sobreestimados o infravalorados requiriendo una etapa de estandarización y calibración.

La estandarización se basó en 5 valores de importancia, analizando la amenaza del cambio de uso de suelo.

Tabla 8: Valores estimados según la amenaza del área de estudio*.

Amenaza de cambio de uso de suelo ("Capa Social")	
Valor	Descripción
1	No amenazado
2	Amenaza baja de cambio de uso de suelo
3	Amenaza media de cambio de uso de suelo
4	Amenaza alta de cambio de uso de suelo
5	Amenaza muy alta de cambio de uso de suelo

Fuente: Elaboración propia en base a información (Oyola, 2016.)

*La tabla de valoraciones fue adaptada al dinamismo socioambiental del área de estudio.

En la tabla 9 se detallan los atributos que se tomaron en cuenta para las ponderaciones.

- **Amenaza**

Tabla 9: Ponderaciones según el grado de amenaza de cambio de uso de suelo.

CAPA SOCIAL		
COBERTURA	ATRIBUTO	VALOR
USO DE SUELO	Extractivo forestal: extracción de productos forestales maderable y no maderable; en pequeña escala; caza y pesca de subsistencia; vida silvestre	3
	Extractivo forestal: maderable y no maderable	4
	Extractivo minero: explotación de yacimientos mineros, pastoreo, ramoneo	5
	Mixtos o combinados: residencial, servicios, industria, otros.	5
	Productivo agropecuario, extractivo forestal: productos maderables y no maderables; cultivos alimenticios, pastoreo por sectores.	4
	Productivo agropecuario: en sectores, cultivos alimenticios, pastoreo y ramoneo.	4
	Productivo aguas superficiales mixto: generación de energía eléctrica agua para riego, pesca, captación de agua potable, transporte fluvial	5
	Productivo ganadero y extractivo forestal minero: pastoreo directo por sectores, leña, carbón y combustibles fósiles	5
	Productivo ganadero: pastoreo directo, forrajeo de aves.	4

CAPA SOCIAL		
COBERTURA	ATRIBUTO	VALOR
	Productivo ganadero: pastoreo directo, ramoneo, extracción de leña	4
	Productivo: agroindustrial y exportación.	5
	Productivo: alimenticios de consumo, subsistencia y mercado local.	4
	Recreativo: escénico, turístico.	1
AUTOIDENTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN	Chiquitano	2
	indígena	3
	Intercultural	5
	Menonita	4
DENSIDAD POBLACIONAL (N° habitantes)	0-200	2
	200-500	3
	500-900	4
	> 1000	5
UNIDADES DE VEGETACIÓN	Bosque amazónico de pie de meseta	1
	Bosque de Igapó	1
	Bosque ribereño	1
	Bosque seco chiquitano	3
	Cerrado	2
	Cerrado sensu stricto	2
	Cerrado de mesetas y serranías	1
	Sabana abierta	1
	Sabana inundable y vegetación acuática y palustre	1
	Suelo desnudo	4
	Urbano	5
	Minería	5
	Cuerpo de agua	2
	Afloramiento rocoso	1
	Campo de Murundus	1
	Campo limpo estacionalmente inundado	2
	Bosque de transición amazónico-chiquitano	2
	Bosque amazónico de tierra firme	2
	Agropecuario	5

Fuente: Elaboración propia basada en la información del proyecto de Paisajes Resilientes en la Chiquitania.

Una vez determinados los valores estandarizados, se procedió a la relación de los insumos, mediante la calculadora vectorial (ecuación E10), logrando consolidar la "**Capa social (CS)**".

$$CS = 0.20 * \text{Uso de suelo} + 0.35 * \text{Vegetación} + 0.30 * \text{Densidad} + 0.15 * \text{Autoidentificación} \quad (E10)$$

iv. Proceso 4: Matriz de vulnerabilidad

• Relación de capa biofísica y social

Para construir la matriz de vulnerabilidad se unificaron las capas biofísica y social según la siguiente (Ecuación E11). Basándose en la estandarización de las susceptibilidades y amenazas asignadas a cada zona.

$$MV = CB * CS \quad (E11)$$

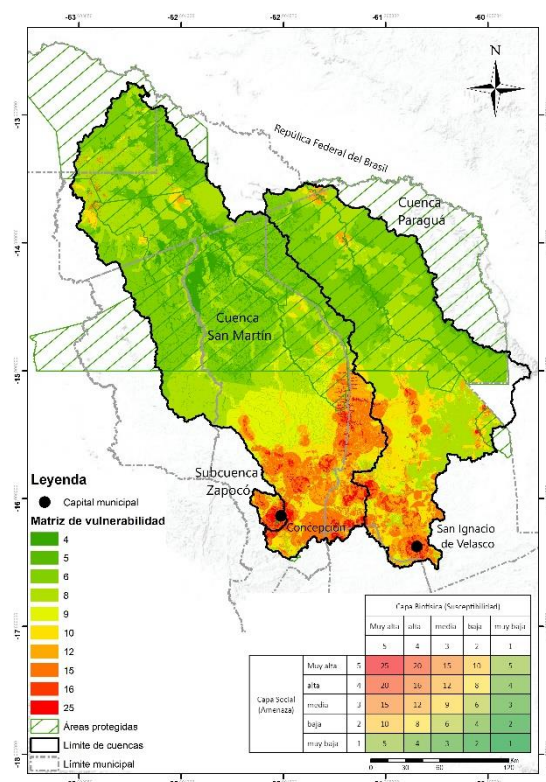
Con el apoyo de la calculadora vectorial, se obtuvo el resultado crudo de áreas de vulnerabilidad en un rango de 1 a 25 según la matriz de vulnerabilidad mostrado en tabla 8 y plasmado espacialmente en el Mapa 5.

Tabla 10: Matriz de vulnerabilidad.

			Capa Biofísica (Susceptibilidad)				
			Muy alta	alta	media	baja	muy baja
			5	4	3	2	1
Capa Social (Amenaza)	Muy alta	5	25	20	15	10	5
	alta	4	20	16	12	8	4
	media	3	15	12	9	6	3
	baja	2	10	8	6	4	2
	muy baja	1	5	4	3	2	1

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 5. Áreas de vulnerabilidad identificadas en las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.



Fuente: Elaboración propia basada en la información del proyecto de Paisajes Resilientes en la Chiquitania.

v. Proceso 5: Identificación de Unidades de Paisaje

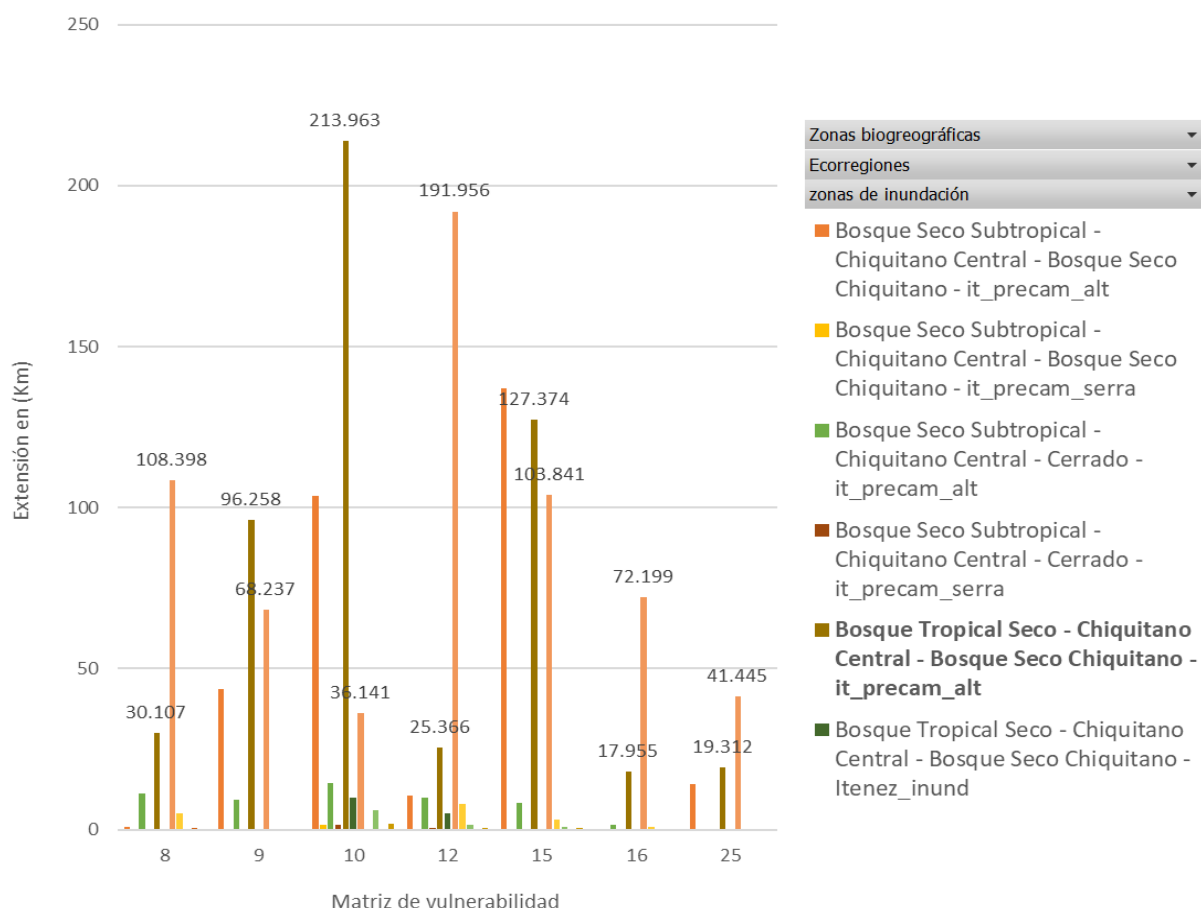
• Delimitación de unidades

Se definieron como unidades preliminares a las microcuencas, utilizando las herramientas "intersección" y "clip" sobre las áreas de vulnerabilidad y las microcuencas de nivel 8, se obtuvieron un total de 92 microcuencas a ser caracterizadas.

Para unificar unidades con características similares y definir las como unidades finales, se realizó un análisis integral mediante tablas dinámicas, analizando la capa social (amenazas), biofísica (susceptibilidad) y su nivel de vulnerabilidad por separado, resaltando los atributos con mayor presencia en km.

En la figura 4, se muestra el resultado del análisis realizado de forma ejemplar a una unidad preliminar seleccionada, donde se representaron las características sobresalientes de la capa biofísica, es decir, se denomina preliminarmente a la unidad según la relación con mayor presencia en km.

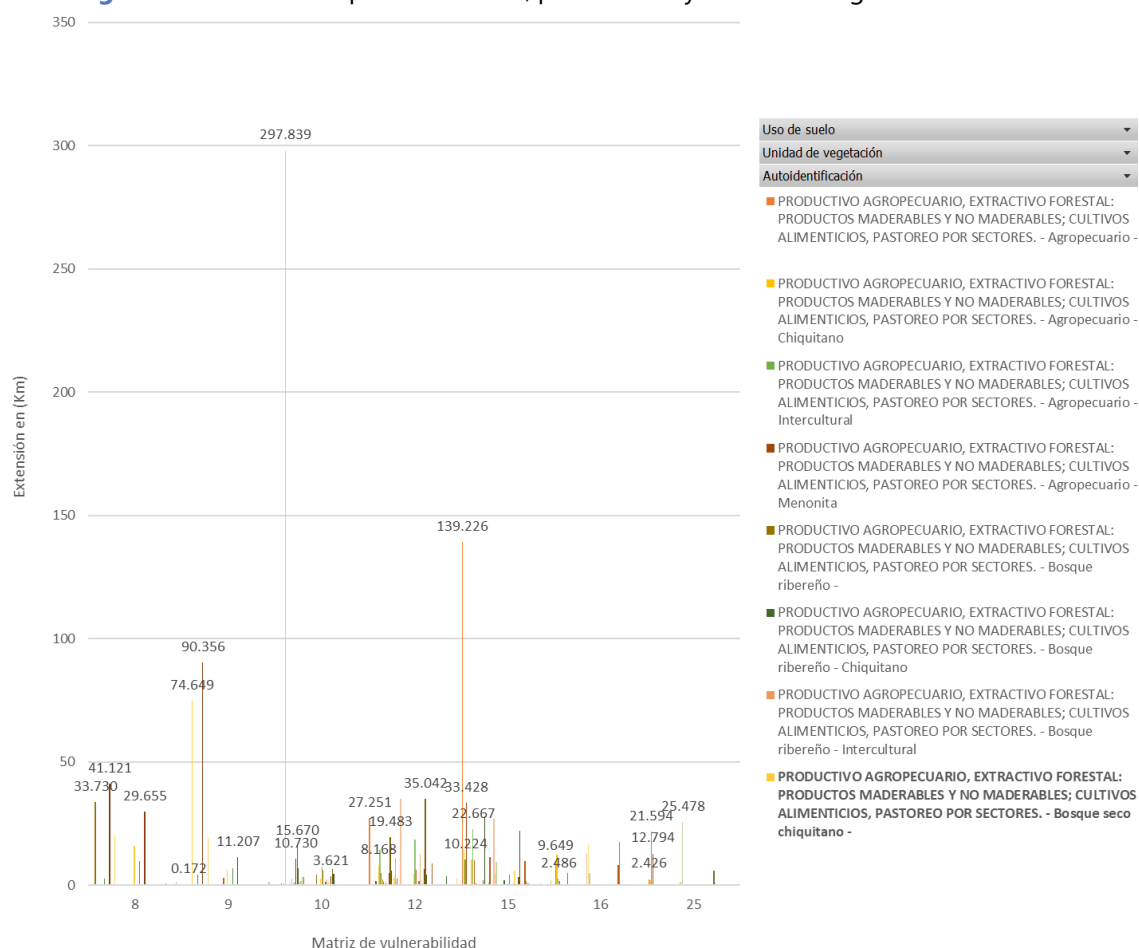
Figura 3: Análisis de aspectos biofísicos según su nivel de susceptibilidad en una unidad preliminar seleccionada.



Fuente: Elaboración propia basada en la información del proyecto de Paisajes Resilientes en la Chiquitania.

Según el análisis realizado en la figura 3, se caracterizó al área preliminar seleccionada como unidad perteneciente al Bosque tropical seco, con valles de inundación y una vulnerabilidad alta al cambio de paisaje.

Figura 4: Análisis de aspectos sociales, productivos y culturales según su nivel de amenaza.



Fuente: Elaboración propia basada en la información del proyecto de Paisajes Resilientes en la Chiquitania.

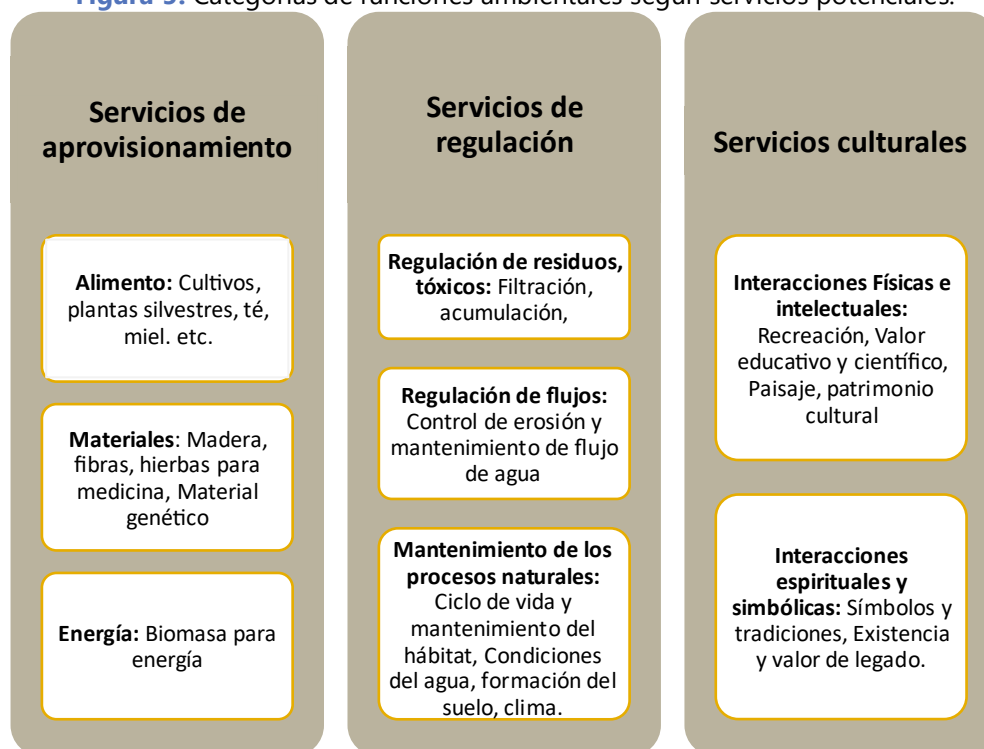
Según el análisis realizado en la Figura 4 para esta otra zona de ejemplo, se caracterizó el área como unidad potencialmente agropecuario y extractivo forestal, que se encuentra con una vulnerabilidad media.

• Identificación de funciones ambientales

Posteriormente, se realizó la identificación de las funciones ambientales potenciales, las cuales podrían ser recuperadas o fortalecidas, con visión de identificación de áreas prioritarias de protección o restauración.

La Figura 5, muestra el proceso de identificación de funciones ambientales y acciones direccionadoras, categorizándolas de forma simple y replicable en tres grandes aspectos.

Figura 5: Categorías de funciones ambientales según servicios potenciales.



Fuente: (LIFE VIVA GRASS, 2023).

- **Análisis de unidades según normativa de Plan de Uso de Suelo**

El geoproceto intersección relacionó las unidades identificadas con la clasificación de uso de suelo (tabla 11), para obtener unidades congruentes a la normativa vigente.

Tabla 11. Clasificación del Plan de uso de suelo.

Categoría	Descripción
Áreas naturales protegidas	Parque nacional
Agua	Lagunas
Tierras de uso forestal	Uso forestal y ganadero reglamentado
Tierras de uso agropecuario extensivo	Uso ganadero extensivo con manejo de bosque
Tierras de uso agrosilvopastoril	Uso silvopastoril
Tierras de uso agropecuario extensivo	Uso ganadero extensivo
Tierras de uso forestal	Bosque permanente de producción
Áreas naturales protegidas	Reservas departamentales
Tierras de uso agrosilvopastoril	Uso agrosilvopastoril

Fuente: (Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, 2009).

vi. Proceso 6: Validación territorial

• Validación de Unidades de Paisaje

Los aspectos biofísicos, matriz de vulnerabilidad, funciones ambientales y acciones direccionadoras consideradas para la denominación de las Unidades de Paisaje (Tabla 12) fueron revisadas y validadas por los articuladores locales, en reuniones y talleres participativos, apoyándose en su conocimiento e interacción constante con los aspectos sociales o biofísicos (Mapa 7).

Tabla 12: Aspectos considerados para la identificación y denominación de Unidades de Paisajes.

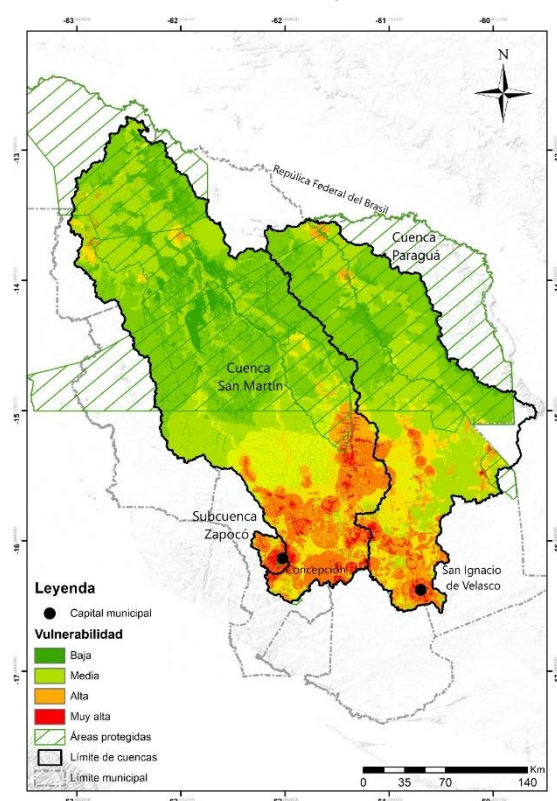
Susceptibilidad	Vulnerabilidad	Funciones Ambientales	Acciones Direccionadoras
Bosque Húmedo Subtropical - Guaporé	Muy Alta	Aprovisionamiento	Aprovisionamiento de alimentos
Bosque Húmedo Tropical - Guaporé	Alta	Regulación	Aprovisionamiento de materiales
Bosque Seco Subtropical - Chiquitano Central	Media	Cultural	Aprovisionamiento de energía
Bosque Tropical Seco - Beniano Oriental	Baja		Regulación de residuos
Bosque Tropical Seco - Chiquitano Central	Muy Baja		Regulación de flujos
Bosque Tropical Seco - Chiquitano transicional a la Amazonía			Regulación de procesos naturales
Bosque Tropical Seco - Guaporé			Servicios intelectuales
			Servicios espirituales

Fuente: Elaboración propia.

3. RESULTADOS

A partir de la relación estandarizada de las unidades según la susceptibilidad de transformación del territorio (biofísico) y amenaza de cambio de uso de suelo (social), se obtuvo la matriz de vulnerabilidad (Mapa 5), en las cuales se apreció las áreas de mayor impacto a causa de actividades antrópicas. Posteriormente se categorizaron los valores de la matriz en cinco niveles de vulnerabilidad como se detalló en la tabla 10 y se muestra en el siguiente mapa.

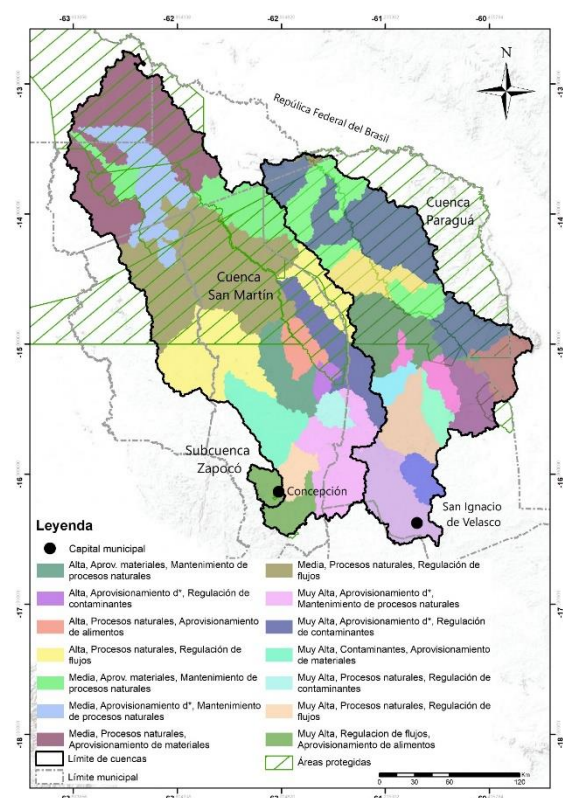
Mapa 6. Categorización de áreas vulnerables identificadas en las cuencas Paragvá, San Martín y la subcuenca Zapocó.



Fuente: Elaboración propia basada en la información del proyecto de Paisajes Resilientes en la Chiquitania.

Con la unificación, denominación y validación de los cuatro aspectos principales (Tabla 10) se consolidaron las Unidades de Paisaje, áreas que proponen gestiones productivas sostenibles, con un enfoque de conservación, recuperación o fortalecimiento de servicios ambientales (Tabla 12).

Mapa 7: Unidades de Paisaje en las cuencas Paraguá, San Martín y la subcuenca Zapocó.



Fuente: Elaboración propia basada en la información del proyecto de Paisajes Resilientes en la Chiquitania.

La siguiente tabla muestra las unidades identificadas según la función ambiental mayoritaria y el posible direccionamiento productivo que conserve, recupere o fomente la función ambiental identificada, sugiriendo una vocación productiva que apoye a un portafolio de acciones a ser implementadas en la macro localización de áreas prioritarias de gestión.

Tabla 13. Denominación de Unidades de Paisaje en las cuencas Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó.

Tabla denominación			
Zonas de vida	Vulnerabilidad	Funciones ambientales	FA - Direccionamiento
Seco Subtropical	Muy Alta	Aprovechamiento	Aprovechamiento de alimentos
Seco subtropical	Muy Alta	Aprovechamiento	Aprovechamiento de materiales
Seco subtropical	Muy alta	Aprovechamiento	Aprovechamiento de energía
Seco subtropical	Muy alta	Aprovechamiento	Mantenimiento de procesos naturales
Seco subtropical	Muy alta	Aprovechamiento	Regulación de flujos
Seco subtropical	Muy Alta	Aprovechamiento	Servicios culturales
Seco tropical	Muy Alta	Aprovechamiento	Regulación de contaminación
Seco tropical	Muy Alta	Regulación	Aprovechamiento de alimentos
Seco tropical	Muy Alta	Regulación	Aprovechamiento de materiales
Seco tropical	Alta	Regulación	Aprovechamiento de energía
Seco tropical	Alta	Regulación	Mantenimiento de procesos naturales
Seco tropical	Alta	Regulación	Regulación de flujos
Seco tropical	Alta	Regulación	Servicios culturales
Seco tropical	Alta	Regulación	Regulación de contaminación
Seco tropical	Alta	Sostenimiento	Aprovechamiento de alimentos
Seco tropical	Muy Alta	Sostenimiento	Aprovechamiento de materiales

Tabla denominación			
Zonas de vida	Vulnerabilidad	Funciones ambientales	FA - Direccionamiento
Seco tropical	Alta	Sostenimiento	Aprovisionamiento de energía
Seco tropical	Muy Alta	Sostenimiento	Mantenimiento de procesos naturales
Seco tropical	Alta	Sostenimiento	Regulación de flujos
Seco tropical	Alta	Sostenimiento	Servicios culturales
Seco tropical	Media	Sostenimiento	Regulación de contaminación
Seco tropical	Alta	Culturales	Regulación de flujos
Seco tropical	Media	Culturales	Aprovisionamiento de alimentos
Seco tropical	Media	Culturales	Mantenimiento de procesos naturales
Seco tropical	Media	Culturales	Regulación de contaminación
Seco tropical	Media	Culturales	Aprovisionamiento de energía

Fuente: Elaboración propia basada en la información del proyecto de Paisajes Resilientes en la Chiquitania.

4. DISCUSIÓN

La metodología de Holdridge no puede ser aplicada si no se cuenta con una serie histórica de datos climáticos, mínimamente de 30 años de información concisa de las estaciones meteorológicas existentes en la región estudiada. La falencia de datos en largos periodos limita la aplicación de la metodología. Actualmente, este déficit de información puede ser subsanado con la disponibilidad de datos modelados a nivel mundial.

Para la generación de la capa social y biofísica, es recomendable un proceso de ponderaciones de cada uno de los atributos analizados, tomando en cuenta el riesgo de sobrestimación o desvalorización de estos. Es necesario tener un conocimiento previo del territorio, sus interacciones sociales, productivas y culturales. Al ser ponderaciones subjetivas se requiere una calibración de sus valores para obtener un resultado que represente o se asemeje a la realidad del área estudiada. La resolución temática también es una característica relevante que afecta las comparaciones de mapas (Lechner y Rhodes 2016) en el análisis del paisaje.

La coincidencia entre los mapas categorizados disminuye si se asignan diferentes categorías a los píxeles que son ambientalmente similares (Power et al. 2001, Pontious y Suedmeyer 2004). Para evitar errores es importante la validación de estos valores o el resultado con actores clave del área para garantizar la calidad de los productos. Aparte de los detalles cuantitativos es importante integrar una visión de paisaje.

El Mapa 6 de Vulnerabilidades, plasmó las áreas de mayor impacto antrópico, que permiten la macro localización de áreas prioritarias de gestión herramienta útil para los tomadores de decisión a nivel público - privado y sustentación de estrategias de planificación tanto social y productiva, en búsqueda de un desarrollo sostenible con visión de conservación.

La relación y análisis de resultados previos que se realizan para la denominación de las Unidades de Paisaje sugiere vocaciones productivas comparadas con la normativa de uso de suelo vigente, y direccionadas a un portafolio de acciones, buscando el fortalecimiento o mejoramiento de los beneficios existentes en cada unidad. Esta tiene un valor agregado para la planificación del territorio, al ser no solo una herramienta de orientación, si no también, un insumo base para la sustentación de implementación de acciones sostenibles.

Ejemplificando la implementación de los resultados de la presente metodología, se realizó la territorialización y determinación de áreas prioritarias de gestión, relacionando y estandarizando el nivel de importancia de dos productos: a) Vulnerabilidad (macro localización) con las áreas de mayor impacto y áreas prioritarias de gestión macro identificadas y b) Zonas con Potencial de Recarga Hídrica - ZPRH (GIZ, 2023), que muestran las principales áreas de recarga de agua subterránea considerándose como la micro localización según los valores estandarizados en la siguiente tabla.

Tabla 14: Estandarización según nivel de importancia en áreas territorializadas.

Vulnerabilidad		Zonas con Potencial de Recarga Hídrica	
Valor	Descripción	Valor	Descripción
1	Muy baja vulnerabilidad	1	Muy bajo potencial de recarga hídrica
2	Baja vulnerabilidad	2	Bajo potencial de recarga hídrica
3	Media vulnerabilidad	3	Medio potencial de recarga hídrica
4	Alta vulnerabilidad	4	Alto potencial de recarga hídrica
5	Muy alta vulnerabilidad	5	Muy alto potencial de recarga hídrica

Fuente: Elaboración propia.

Con la vulnerabilidad (macro localización) se identificaron las microcuencas a ser gestionadas. Las áreas que presentaban valores 3, 4 y 5 según la tabla 11, y con la ZPRH, se identificaron las hectáreas a ser gestionadas; ver los pixeles que tenían valores 3, 4 y 5 según la tabla 11.

De dicha selección y con el apoyo de las vocaciones productivas identificadas (Unidad de Paisaje), se determinaron posibles acciones a gestionarse para la conservación, recuperación o fortalecimiento de beneficios ambientales en base a talleres participativos con los actores clave de la región.

El objetivo del análisis fue la identificación de las áreas de mayor impacto natural a causa de las actividades antrópicas y las áreas más importantes por su potencial de recarga hídrica para su gestión prioritaria en planificaciones estratégicas.

5. CONCLUSIONES

Es importante el análisis de los datos climáticos de las estaciones existentes en el área de estudio, el cual mostrará su aplicabilidad o descarte para el uso en estudios o modelaciones.

Las ponderaciones de atributos de las capas biofísica y social, que dependen de un análisis cualitativo o descriptivo, deben ser necesariamente analizados por actores o técnicos conocedores del área. Además, debe ser apoyada con información secundaria para evitar errores de estimaciones y posteriores resultados erróneos de las áreas de estudio.

La identificación de las diversas Unidades de Paisaje apoya la implementación de una planificación informada, basada en la gestión integral del paisaje y seguridad hídrica, en búsqueda del fortalecimiento de los beneficios ambientales, su protección y aumento de la disponibilidad de calidad y cantidad de agua para todos sus usos.

La territorialización con el mapa de vulnerabilidad (macro localización) y las zonas potenciales de recarga hídrica (micro localización), y su comparación con las vocaciones productivas identificadas en las Unidades de Paisaje aporta a la posibilidad de identificar los potenciales beneficios ambientales, tanto ecosistémicos como productivos.

Con este insumo base se pueden generar acciones reguladoras que protejan y fortalezcan la interacción social y natural, con la creación de portafolios de oportunidades de inversión e identificación de áreas prioritarias de conservación o aprovechamiento sostenible, impulsando la seguridad hídrica. Un ejemplo de implementación de las Unidades de Paisaje se dio para la macro localización de áreas prioritarias de intervención del Programa de Gestión de Cuencas del municipio de Concepción, plasmando las áreas más vulnerables, su extensión y nivel de presión antrópica dentro de las cuencas San Martín y subcuenca Zapocó, en el cual según su vocación ambiental se determinaron acciones para la recuperación, conservación y protección del territorio buscando fortalecer/recuperar las funciones ambientales y obtener un desarrollo sostenible minimizando impactos en la calidad y cantidad de agua.

El entendimiento de la interacción social y natural es de gran importancia para la toma de decisiones informadas. El reconocimiento de las áreas más vulnerables, generan conciencia para el adecuado manejo del territorio, minimizando repercusiones futuras, como el desabastecimiento de agua o desequilibrio ecosistémico.

El enfoque de seguridad hídrica y gestión integral del paisaje brinda la oportunidad de analizar el territorio holísticamente, generar un consenso participativo para la toma de decisiones potencia el involucramiento y apropiación de los actores clave (sector público, privado, academia, etc.) para la planificación de desarrollo de su territorio.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaráz, F. (2008). Manual de teoría y práctica de la geobotánica. Murcia, España: ICE. Universidad de Murcia y Diego Marín.
- Báez, W. L., & Santos, R. R. (febrero de 2017). Manejo integral de Paisaje para la adaptación al cambio climático. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias: Revisado en fecha 7 de diciembre de 2022 <https://www.redalyc.org/journal/2631/263149891019/html/>
- Damme, P. A., Maldonado, M., Pouilly, M., & Doria, C. R. (diciembre de 2012). Aguas del Iténez o Guaporé. Recursos hidrobiológicos de un patrimonio binacional (Bolivia y Brasil). Cochabamba, Bolivia: INIA.
- FAN. (2003). Mapa de ecorregiones de Bolivia. Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: FAN.
- GIZ, D. G. (Mayo de 2022). Diagnóstico socioeconómico de las cuencas Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- GIZ, D. G. (julio de 2022). Proyecto Paisajes Resilientes en la Chiquitania, Santa Cruz. Santa Cruz de la Sierra, Santa Cruz, Bolivia: Cooperación Alemana al desarrollo con Bolivia.
- GIZ, D. G. (junio de 2023). Biodiversidad de las cuencas Paraguá, San Martín y subcuenca Zapocó. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, S. d. (2009). Plan de Uso de Suelo - Santa Cruz.
- Holdridge, L. R. (1982). Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: Instituto interamericano de cooperación para la agricultura.
- INRENA. (1995). Mapa Ecológico del Perú – Guía explicativa. Lima, Perú.
- Navarro, & Ferreira, G. W. (2009). Biogeografía de Bolivia. Bolivia.
- Oyola, C. E. (2016). Delimitación y espacialización de unidades de paisaje para la gestión territorial utilizando la metodología GTP. Medellín, Colombia.
- Perez-Chacón, E. E. (1999). Unidades de Paisaje: Aproximación Científica y aplicaciones. Las Palmas, Gran Canaria, España.
- SENAMHI. (Diciembre de 2019). Estimación de las zonas de vida de Holdridge de Perú. Perú.
- Toledo, N. A. (2020). Caracterización hidrogeológica del acuífero semiconfinado subsuperficial de la comuna de Ninhue, región de Ñuble. Concepción, Chile.
- Viceministerio de Tierras, U. T. (diciembre de 2010). Mapa de cobertura y uso actual de la tierra Bolivia. La Paz, Bolivia.

