



Gobierno  
Autónomo  
Departamental  
Santa Cruz

# PLAN ESTRATÉGICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE RECUPERACIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR LOS INCENDIOS EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

SANTA CRUZ · BOLIVIA



Documento elaborado en el marco del Plan de Recuperación de las áreas afectadas por los incendios en el departamento de Santa Cruz, el cual fue construido de manera conjunta entre, el Ministerio de Planificación del Desarrollo, el Ministerio de Defensa y el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz cumpliendo con la Ley de Gestión de Riesgos (N° 602) y la Ley Departamental 181.

# PLAN ESTRATÉGICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE RECUPERACIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR LOS INCENDIOS EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

JUNIO 2020



**Gobierno  
Autónomo  
Departamental  
Santa Cruz**

Documento elaborado con apoyo de:



# RECONOCIMIENTOS

El presente documento es un esfuerzo liderado por el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, a través de la Secretaría de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, que contó con la asistencia técnica de la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano (FCBC) para su elaboración y el apoyo financiero del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

No hubiera sido posible lograr el documento sin el compromiso de organizaciones de la sociedad civil y profesionales que pusieron a disposición información y realizaron aportaciones valiosas durante el proceso de análisis y redacción, destacándose la participación del Comité Interinstitucional Bosque Cruceño.

Un reconocimiento especial a los representantes de las comunidades y gobiernos municipales por la activa participación en las mesas de trabajo y talleres de validación, así como la suma de fondos complementarios a los de la Gobernación por parte de WWF, para las evaluaciones en campo que permitió conocer de manera inicial el estado de los ecosistemas después de los incendios.

## Cita

Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz. 2020. Plan estratégico para la implementación del plan de recuperación de las áreas afectadas por los incendios en el departamento de Santa Cruz. Gobierno Departamental de Santa Cruz-Secretaría de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente-FCBC-PNUD. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. 172 pp

# CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>
<b>II. PRINCIPIOS</b>	<b>14</b>
<b>III. OBJETIVO</b>	<b>17</b>
<b>IV. PLAN ESTRATÉGICO</b>	<b>18</b>
<b>V. CONSIDERACIONES ESTRATÉGICAS PARA LA RESTAURACIÓN</b>	<b>47</b>
<b>VI. PREVENCIÓN</b>	<b>74</b>
<b>VII. GOBERNANZA E IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>82</b>
<b>VIII. LA RESTAURACIÓN EN EL CONTEXTO GLOBAL</b>	<b>85</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>89</b>
<b>X. ANEXOS</b>	<b>92</b>

# ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Áreas afectadas por incendios en las cuencas hidrográficas de Santa Cruz.	25
<b>Cuadro 2.</b> Cuencas en relación a las hectáreas que son consideradas como prioritarias para la restauración y las áreas considerados como refugios.	41
<b>Cuadro 3.</b> Tenencia de la tierra en función de las áreas identificadas como claves (refugios y prioritarias de restauración).	44
<b>Cuadro 4.</b> Objetos claves sujetos de restauración en relación a las amenazas y factores que podrían afectar la restauración.	49
<b>Cuadro 5.</b> Sistemas ecológicos afectados por los incendios, basado en el mapa de Navarro & Ferreira (2008).	51
<b>Cuadro 6.</b> Ejemplo de indicadores para restauración de cuencas hídricas.	59
<b>Cuadro 7.</b> Ejemplo de indicadores para restauración de bosque seco.	60
<b>Cuadro 8.</b> Objetivos, indicadores y lineamientos estratégicos por eje, establecidos en el Plan de Recuperación de las áreas afectadas por los incendios en el Dpto. de Santa Cruz, elaborado en conjunto con el Ministerio de Planificación, en el cuál se muestran las metas cuantificables de acuerdo al análisis espacial.	71
<b>Cuadro 9.</b> Organizaciones internacionales, convenios multilaterales y redes con programas activos a escala de bosque y de paisaje.	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cicatrices de quema sobre el mapa de unidades hidrográficas de Santa Cruz.	26
<b>Figura 2.</b> Imágenes que muestran los complejos de conectividad en la región este del departamento, de acuerdo con los análisis de CATIE, 2019.	28
<b>Figura 3.</b> Enlaces de mayo factibilidad de rutas de movimiento del jaguar entre áreas protegidas del departamento de Santa Cruz.	30
<b>Figura 4.</b> Corredores identificados para la conectividad de las áreas afectadas por los incendios y de las Áreas Protegidas nacionales y sub nacionales.	31
<b>Figura 5.</b> Mapa que muestra las áreas que se constituyen en refugios y de prioridad de acciones de conservación y restauración.	33
<b>Figura 6.</b> Mapa que muestra la conexión de las áreas protegidas a través de los corredores, las áreas protegidas y los refugios.	35
<b>Figura 7.</b> Hectáreas quemadas por mes en promedio 2001-2019	36
<b>Figura 8.</b> Áreas con mayor probabilidad de incendios (valores promedios para el mes de septiembre), en relación a municipios.	37

<b>Figura 9.</b> Áreas con mayor probabilidad de incendios (valores promedios para el mes de septiembre) en relación a las cuencas.	38
<b>Figura 10.</b> Mapa de áreas que podrían de manera prioritaria ser sujeto de restauración en unidades de conservación.	40
<b>Figura 11.</b> Ubicación de las áreas claves en relación con las microcuencas.	42
<b>Figura 12.</b> Actores y ocupación de las áreas claves para la restauración.	43
<b>Figura 13.</b> Mapa de riesgo >40% de incendios y áreas claves consideradas como refugios.	46
<b>Figura 14.</b> Áreas para acciones de prevención categorizadas por tipo de prioridad.	77
<b>Figura 15.</b> Esquema de gobernanza para la implementación operativa local, en base del esquema de gobernanza planteado en el Plan de Recuperación (MPD, 2020).	83
<b>Figura 16.</b> Relación la restauración con compromisos globales.	88

# SIGLAS Y ACRÓNIMO

ABT	Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra.
ACIE	Área de Conservación e Importancia Ecológica.
APA	Acuerdos por el Agua
BSCh	Bosque Seco Chiquitano.
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
CBD	Convenio sobre la diversidad biológica (Convention on Biological Diversity)
CONARADE	Consejo Nacional de Reducción y Atención al Desastre y Emergencias.
FAN	Fundación Amigos de la Naturaleza.
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Food and Agriculture Organization).
FCBC	FCBC Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano.
GAD SC	Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz.
GAMs	Gobiernos Autónomos Municipales.
GPFLR	Alianza mundial para la restauración del paisaje forestal (Global Partnership on Forest an Landscape Restoration).
INRA	INRA Instituto Nacional de Reforma Agraria.
LDN	Neutralidad de degradación de la tierra (Land Degradation Neutrality).
MD	Ministerio de Defensa
MIC	Manejo Integral de Cuenca.
MPD	Ministerio de Planificación del Desarrollo
NDC	Contribuciones determinadas a nivel nacional (Nationally Determined Contributions)

NDMI	Índice de humedad de diferencia normalizada (Normalized Difference Moisture Index).
NDT	Neutralidad de Degradación de Tierras.
NDWI	Índice de agua de diferencia normalizada (Normalized Difference Water Index).
NEPAD	Nueva Alianza para el desarrollo de África (New Partnership for Africa's Development).
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible.
OSC	Organizaciones de la Sociedad Civil.
PLUS	Plan de uso de suelo.
PN	Parque Nacional.
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
PTDI	Planes Territoriales de Desarrollo Integral.
SBDA	Sociedad Boliviana de Derecho Ambiental.
SDSyMA	Secretaría Departamental de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.
SEARPI	Servicio de Encauzamiento de Aguas y Regularización del Río Piraí.
TGN	Tesoro General de la Nación.
UCJ	Unidades de Conservación del Jaguar.
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
UNCCD	Convención de las Naciones Unidas para combatir la desertificación (United Nations Convention to Combat Desertification).
UNFCCC	Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (United Nations Framework Convention on Climate Change)
WRI	Instituto Mundial de Recursos (World Resources Institute).
WWF	Fondo Mundial de la Naturaleza (World Wildlife Fund).

# I. INTRODUCCIÓN



Frente al desastre causado por los incendios durante el año 2019 en el departamento de Santa Cruz, el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz (GAD SC) de manera conjunta con el Gobierno Nacional, en atención a la Ley Departamental 181 y la Ley nacional 602, elaboraron el **Plan de Recuperación de las Zonas Afectadas por Incendios en el Departamento de Santa Cruz**, a través de la Secretaria de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (SDSyMA), el Ministerio de Planificación de Desarrollo (MPD), Ministerios de Defensa (MD) y los demás entes Ministeriales.

Como acciones previas a la formulación del mencionado plan, se inició un proceso de análisis, consulta y concertación, liderado por la Gobernación de Santa Cruz, a través de la Secretaria de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (SDSyMA), en el marco de la Ley departamental 181, promulgada en septiembre del 2019, la cual plantea la elaboración del Plan de Restauración de las áreas afectadas por los incendios. La Gobernación generó información técnica y alianzas estratégicas con organizaciones de la sociedad civil (OSC) y entidades académicas. Puso en funcionamiento el Comité Interinstitucional Bosque Cruceño<sup>1</sup> y diez (10) mesas de trabajo para obtener información y sugerencias de acción. Habiendo planteado, en primera instancia, al Ministerio de Planificación el Plan de restauración con acciones de intervención inmediatas.

En el proceso de construcción del plan, desde la perspectiva departamental, se destaca la participación de entes académicos, sociales, sectoriales y de la sociedad civil, como la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano (FCBC), la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), la Sociedad Boliviana de Derecho Ambiental (SBDA), contando con el apoyo financiero de PNUD para la estructuración de documento y de recursos

---

<sup>1</sup> Comité Interinstitucional Bosque Cruceño, conformado por el Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado de la UAGRM, la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano (FCBC), la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), la Gobernación de Santa Cruz, con todas sus secretarías, liderada por la Secretaria de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (SDSyMA).

complementarios a los dispuestos por la Gobernación, para la evaluación de los ecosistemas y medios de vida por parte de WWF.

Es importante resaltar y agradecer a todas las instituciones y personas que participaron y aportaron comentarios a los documentos generados, en los talleres y en las reuniones, ya que gracias a ellos fue posible enriquecer y consolidar no solo el documento principal que es el Plan de Recuperación elaborado entre el MPD, MD y la Gobernación, sino la presente estrategia, que se constituye en un complemento que trata de plantear en mayor detalle espacial las acciones que pueden llevar a la restauración integral de las áreas afectadas por los incendios en el departamento, ecosistemas y especies de referencia, así como su implementación y monitoreo.

El documento considera que la restauración es un proceso activo que une a las personas a identificar, conciliar y aplicar prácticas que restauran un equilibrio óptimo acordado de los beneficios ecológicos, sociales y económicos de los bosques y otro tipo de vegetación, dentro de un patrón más amplio de usos de la tierra, lo que se espera, conlleve a la construcción de una nueva visión de desarrollo para la región. Entonces, se plantea el restaurar las áreas afectadas por los incendios a una condición sana y productiva, a fin de satisfacer las necesidades tanto de la gente como del ambiente de una manera sostenible.

Se expresa la restauración como acción técnica, como un proceso con enfoque territorial, multifuncional, integrado, ecosistémico. Se plantean que es fundamental, para todo el proceso de restauración el trabajar en la solución de los problemas de raíz, es decir la construcción de políticas que promuevan estrategias e intervenciones para prevenir la deforestación y los incendios, fomentar prácticas sostenibles de uso de la tierra, y emprender la restauración con un enfoque integrado a la escala de paisaje.

## II. PRINCIPIOS



Los 8 principios que rigen la presente estrategia de implementación, descritos a continuación están basados en la gestión integral del paisaje y son el resultado del trabajo conjunto con los diferentes actores que han sido parte del proceso y basados en:

- 1 El enfoque de paisaje** es reconocido como la solución para integrar los diferentes usos de la tierra y minimizar los conflictos, busca comprender mejor y reconocer las interconexiones entre los diferentes usos de la tierra y las partes interesadas mediante su integración en un proceso de gestión conjunta: Restaurar funciones múltiples para obtener múltiples beneficios.
- 2 El desastre**, con la pérdida de 4 millones de hectáreas de vegetación, no ha hecho que cambie la capacidad de uso del suelo. La aptitud del suelo, identificada por el PLUS departamental, es de uso forestal y ganadero extensivo, no apto para actividades productivas agrícolas o ganadero intensivo.
- 3 Los esfuerzos**, además de restaurar las áreas afectadas por los incendios, tendrían que enfocarse en la buena gestión de las hectáreas de Bosque Chiquitano, Cerrado, Chaco y Pantanal y ecosistemas asociados<sup>2</sup> que aún no fueron afectadas por los incendios y que concentran una importante riqueza de biodiversidad, cultural y social, de tal manera de asegurar el mantenimiento de las funciones ambientales, principalmente agua, que sustenta los sistemas de vida.
- 4 El Ordenamiento Territorial** a través de la planificación del uso de la tierra (aspectos sociales, económicos, biofísicos, culturales, saberes locales y técnicos), es decir, bajo un enfoque de gestión integral del paisaje.

---

<sup>2</sup> Las primeras estimaciones arrojan un total de 31,5 millones de hectáreas que no fueron afectadas por los incendios.

Este instrumento es indispensable para la administración territorial para conservar y restaurar las características estructurales y funcionales de los ecosistemas, cuya gestión es fundamental para el desarrollo económico y social, siendo los Planes Territoriales de Desarrollo Integral (PTDI) los instrumentos que ordenan dicha planificación a nivel territorial.

- 5 El agua** es un recurso estratégico para el desarrollo del departamento, desarrollo que alcanza a todo el país siendo Santa Cruz el que sustenta cerca del 70% de la seguridad alimentaria. El ciclo hidrológico depende del buen estado de los ecosistemas, siendo los Planes de Manejo Integral de Cuenca (MIC) las herramientas para desarrollar acciones conducentes al uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de la cuenca.
- 6 Los sistemas de manejo forestal y los productivos** bajo buenas prácticas, son competitivos y contribuyen a la economía local, departamental y nacional y al mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales.
- 7 Las actividades agrícolas y pecuarias**, pequeñas, medianas y grandes, requieren la aplicación de innovaciones tecnológicas para garantizar una productividad sostenible.
- 8** Aplicar en la estrategia de implementación y ejecución **el principio precautorio y de costo-efectividad**, que consiste en tomar decisiones con lo que se conoce y sabe, sin esperar a tener toda la información exacta y totalmente disponible, enfocando la inversión a las acciones que se percibe que son pertinentes y que se entiende funcionarán; todo ello, en una lógica costo-efectiva.



### III. OBJETIVO

En el marco del Plan de Recuperación de las áreas afectadas por los incendios en el departamento de Santa Cruz durante el 2019, el presente documento técnico plantea establecer el marco espacial y operacional para la implementación de acciones de intervención en áreas claves, donde se impulse la restauración integral de los ecosistemas afectados.

An aerial photograph of a dirt road winding through a forest. The trees are mostly bare, with some showing yellow and orange autumn foliage. A semi-transparent white rectangular box is overlaid on the upper portion of the image, containing the text 'IV. PLAN ESTRATÉGICO' in a bold, green, sans-serif font.

## IV. PLAN ESTRATÉGICO

El documento, a continuación, se ordena temáticamente en una descripción espacial sobre las áreas claves a considerar en la restauración, para luego pasar a describir metas espaciales, todo en el marco de los ejes y objetivos estratégicos, así como acciones del **Plan de Recuperación de las áreas afectadas por los incendios en el Departamento de Santa Cruz**, elaborado en conjunto con el Ministerio de Planificación del Desarrollo, del cual el presente documento hace parte integral y cuyo objetivo es mostrar con mayor especificidad espacial los lugares claves donde desarrollar las acciones.

Cabe destacar que se reconoce como un elemento fundamental y estructural para la restauración de las áreas afectadas por los incendios, el cambio de las normativas actuales de ocupación del suelo, toda vez que se constituyen en las causales principales de los incendios, cuya intensidad fue magnificada por las condiciones de sequía producto del cambio climático. La creciente deforestación para habilitar tierras para agricultura y ganadería, la dotación de tierras donde según el PLUS es apto para actividades forestales, se identifican como las causales más evidentes. El cambio de dichas políticas públicas y normativa se constituyen en elementos centrales, ya que los esfuerzos en campo para fomentar la restauración podrían ser eliminados fácilmente y dadas los escenarios de cambio climático, la probabilidad de que el desastre de los incendios se repitan es muy alto.

Entre estas normas, que deben ser analizadas y cambiadas se identifica a la Ley de Apoyo a la Producción de Alimentos y Restitución de Bosque (N°337), que establece un “perdonazo” para los desmontes, provocando el incremento de la deforestación en un 200% hasta el 2015. La Ley N° 741, que autorizó el desmonte de pequeñas propiedades para actividades agrícolas y pecuarias, dando lugar a que propiedades comunitarias o colectivas en proceso de saneamiento o tituladas, y asentamientos humanos legalmente establecidos con Resolución de Autorización para desmontes de hasta 20 hectáreas, no tengan la obligatoriedad de aplicar prácticas

sostenibles en las actividades agrícolas y pecuarias. Esto sumado a una institucionalidad debilitada, con escaso control de la integralidad y sustentabilidad de las actividades, dio lugar a un importante incremento en las “quemadas legales”.

La Ley N° 1098, dio lugar a la promoción de la producción de biocombustible, constituyéndose en otro disparador que no valora el bosque. La Ley N° 1171 de Uso y Manejo racional de quemadas, reconoce el manejo y uso del fuego como herramienta en la actividad productiva en todo el territorio nacional, habiendo quedado el Ministerio de Medio Ambiente y Agua como responsable del sector, a cargo de la elaboración de la política de manejo integral del fuego, con la cual aun no se cuenta. El Decreto Supremo N° 3973, que modifica el artículo 5 del Decreto Supremo N° 26075, autoriza los desmontes para incrementar la frontera agrícola destinada a las actividades orientadas a la ganadería y agricultura, así como los desmontes y quemadas controladas para actividades agropecuarias en tierras privadas y comunitarias, para que se enmarquen en el manejo integral y sustentable de bosque y tierra, en los departamentos de Beni, Pando y en Santa Cruz.

De acuerdo con los datos de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT) <sup>3</sup>, la superficie desmontada el año 2017 alcanzó más de 228.000 hectáreas, y el 2018 superó las 259.000 hectáreas, habiéndose incrementado en un 11% la deforestación en estos dos (2) últimos años. El 63% de la responsabilidad de los desmontes es de propietarios privados, el 31 % de las comunidades campesinas y el 6% de comunidades indígenas. La eliminación de los “restos” de la deforestación se realiza a través de la quema, los cuales bajo las condiciones climáticas de sequía se transforma en incendios.

Por otro lado, se identifica como otro elemento central el fortalecimiento de los actores locales, desde el Gobierno Departamental, Gobiernos Municipales – Gobierno Autónomo Indígena Originario y Comunidades, en

<sup>3</sup> Datos proporcionados en su “Informe de Audiencia Final Pública, Gestión 2018” de 29 de febrero de 2019.

el Manejo Integral del Fuego y Gestión Integral del Riesgo, asegurando herramientas técnicas que permitan el monitoreo y toma de decisiones a tiempo, así como la gobernanza en la gestión integral del paisaje bajo parámetros de sostenibilidad ambiental, social y económicas.

La Gobernación de Santa Cruz, identificó la afectación de 4,2 millones de hectáreas por los incendios en todo el departamento, habiéndose identificado las áreas con mayor severidad de afectación, las áreas que, en función de un análisis de imágenes de 10 años, se encuentran en procesos de restauración natural y las que aún no se están recuperando, corredores de conectividad que además de facilitar el flujo ecosistémico entre áreas protegidas y las áreas con cicatrices de quema, aseguran el movimiento de la fauna, cuyo rol es crucial para el restablecimiento y dinámica de la cubierta vegetal. Y esto se debe a que procesos en los que la fauna está implicada, como la dispersión, la polinización, la herbivoría y la descomposición de la materia orgánica, entre otros, benefician el desarrollo de determinadas comunidades vegetales y la restitución de la funcionalidad de ecosistemas. También se consideran, áreas boscosas que conservan humedad foliar y las que se constituyen en refugio de fauna silvestre. El conjunto de estos factores es considerado como áreas claves para la restauración. Asimismo, se trabajó en un mapa de riesgos de incendios que permite estimar el riesgo al que está sujeto el departamento.

Es así que los resultados espaciales que se presentan a continuación ofrecen el marco referencial sobre las áreas a ser consideradas prioritarias para la restauración (natural o asistida), tanto en la priorización de atención en políticas públicas de ordenamiento territorial (cambios en normativas, PTDI, etc.) como la implementación de las acciones del Plan de Recuperación principal.

Es importante destacar que si bien en los sitios identificados, se superponen propiedades privadas, propiedades comunales, o áreas de concesiones

forestales, bajo el enfoque de paisaje de las acciones, estos actores tendrían que acceder de manera prioritaria a estrategias tecnológicas, de capacitación y aplicación de buenas prácticas productivas, donde la buena gestión del agua y del fuego deberían ser elementos determinantes. Asimismo, sean beneficiarios de incentivos económicos, tecnológicos y de mercados diferenciados para promover la producción y el beneficio económico que podría generar la implementación del plan de restauración.

Este complejo de mapas que muestran las áreas claves tendrían que ser reconocido en las herramientas de ordenamiento territorial, tales como el PTDI de nivel municipal y departamental, así como en las herramientas de toma de decisión de la Dirección de Ordenamiento Territorial y otras dependencias técnicas de la Gobernación al momento de dar informes de compatibilidad, también por la Autoridad de Bosque y Tierra (ABT) y del Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA) para la planificación y toma de decisiones, de tal manera que la planificación del desarrollo, uso de la tierra y permisos de desmonte incluya de manera estructural el reconocimiento de las áreas bajo restauración, áreas de refugio, áreas claves como fuentes de agua y corredores. Siendo un paso importante, entonces, la formalización de los mapas generados y los criterios técnicos que los sustentan, por las autoridades mencionadas.

Asimismo, los mapas pueden orientar los procesos de planificación en la gestión de áreas protegidas, sean de carácter nacional o subnacional, si como en la zonificación.

## 4.1. CUENCAS

El suministro de agua es uno de los elementos más importantes de las funciones ambientales de los ecosistemas del Bosque Chiquitano, Chaco, Cerrado y Pantanal. El agua consumida en los centros urbanos de la región y que también es empleada para la producción, es generada en dichos ecosistemas o por lo menos hace parte importante de su ciclo. Sin embargo, la fuerte presión sobre ellos ha generado cambios en la cobertura vegetal, en los suelos y en la calidad del agua, generando impactos como disminución de la biodiversidad y la capacidad de regulación, lo cual incide en alteraciones de los ciclos hidrológicos y por tanto se disminuye la oferta de este recurso. Este aspecto no puede ser olvidado en el análisis de afectación del recurso hídrico por los incendios.

Las condiciones ambientales particulares de los ecosistemas del Bosque Chiquitano, Cerrado, Pantanal y Chaco y las adaptaciones desarrolladas por la biodiversidad que lo conforma no solo son relevantes para la conservación de la vida, sino que la vegetación juega un papel muy importante capturando la humedad, almacenándola y conduciéndola al suelo. El elemento común en todos los municipios y comunidades afectadas por los incendios ha sido la crisis de escasez de agua, generada principalmente por la sequía creciente en la región, misma que se vio agudizada por la disminución de la vegetación por efecto de los incendios.

En ese marco es que el presente documento, plantea como un criterio estructural para las intervenciones al territorio definido como cuenca, como una unidad territorial de planificación para fines de restauración, aspecto que acompaña los lineamientos presentados en la gestión integral del paisaje. Reforzando también la estrategia planteada por el GADSC para la gestión de los recursos hídricos a nivel departamental, a través del Acuerdo por el Agua (APA), basada en los principios de Dublin: **1)** el agua dulce es un recurso finito y vulnerable, **2)** esencial para sostener la vida, el desarrollo

y el medio ambiente; **3)** el aprovechamiento y la gestión del agua deben inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles, **4)** la mujer cumple un rol fundamental en el cuidado y gestión de los recursos hídricos.

Estudios de FCBC (2019) y de la Gobernación de Santa Cruz (2020), muestran que existe una afectación importante de las cuencas que nutren de agua a toda la región, colocando en un estado de vulnerabilidad importante a la población que las habita. Además, si se toma en cuenta los escenarios de sequía para la región por efecto del cambio climático, el ambiente es propicio para los incendios. La cuenca Curichi Grande es la que posee una mayor afectación con un 30,6% de la extensión de la cuenca, le sigue San Miguel con 27,1%, Itenez Sur con 26,1 % y Tucabaca con el 21 % (cuadro 1, figura 1).

Cuenca	N° Has de la Cuenca	Has. Afectada por Quema	% Afectación en Cuenca
Curichi Grande	4.360.240,00	1.333.676,12	30,6
San Miguel	1.670.000,00	452.290,99	27,1
Iténez Sur	631.634,00	164.957,81	26,1
Tucabaca	2.785.890,00	585.546,46	21,0
Paragua	2.717.080,00	486.022,08	17,9
San Martín	3.315.570,00	479.786,12	14,5
Blanco	1.830.570,00	163.396,43	8,9
Cáceres	706.877,00	47.657,78	6,7
San Julián	5.350.010,00	311.135,75	5,8
Parapetí	3.932.470,00	104.172,66	2,6
Ichilo	801.032,00	14.936,52	1,9
Iténez Norte	790.510,00	7.722,58	1,0
Rio Grande	3.519.120,00	30.157,72	0,9
Piraí	1.351.140,00	10.984,55	0,8
Yapacaní	1.124.640,00	8.115,83	0,7
<b>Total general</b>	<b>36.449.003,00</b>	<b>4.200.559,40</b>	

**Cuadro 1. Áreas afectadas por incendios en las cuencas hidrográficas de Santa Cruz.**  
Fuente: GAD SC 2020.

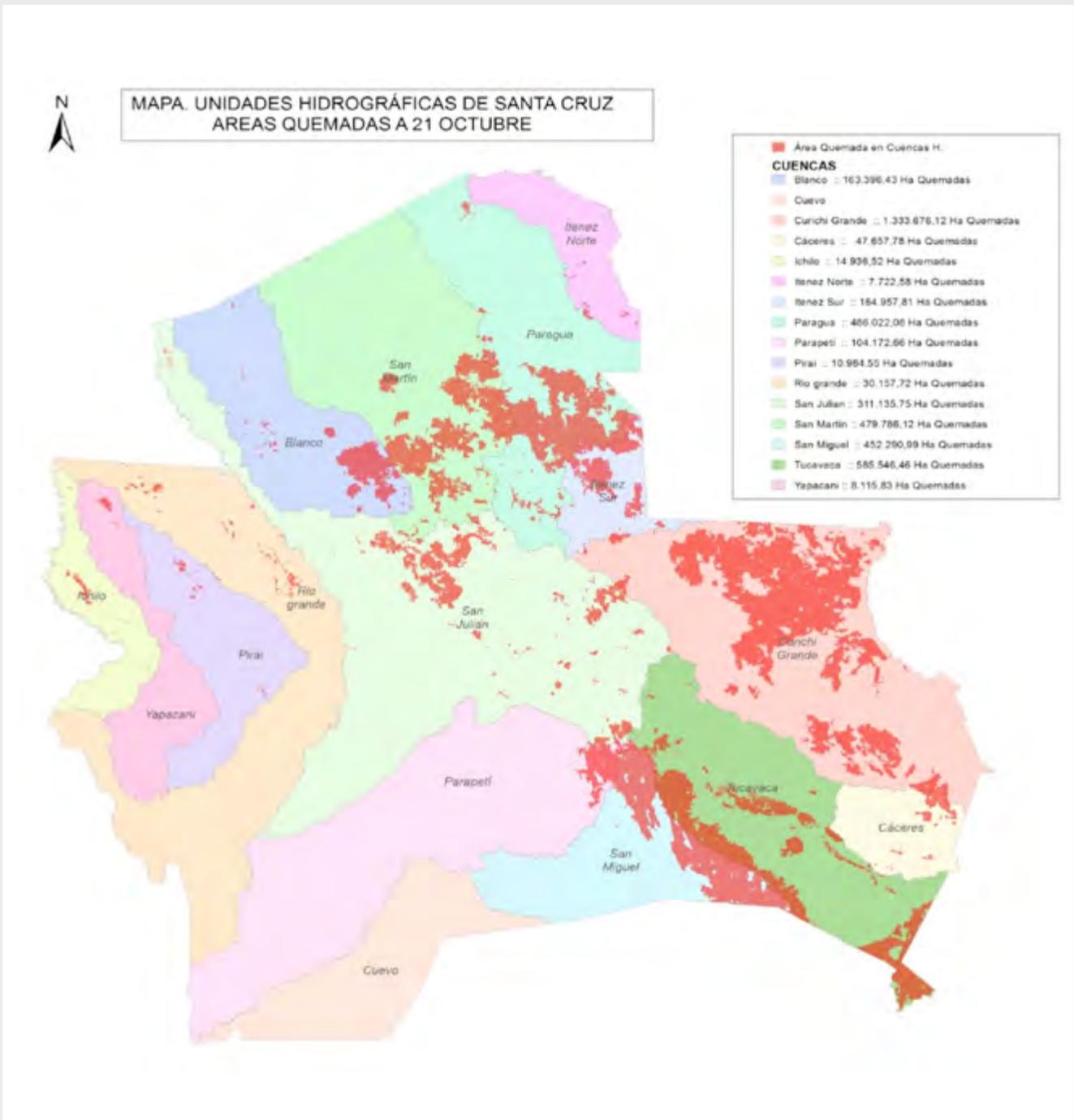


Figura 1. Cicatrices de quema sobre el mapa de unidades hidrográficas de Santa Cruz. Fuente: GAD SC 2020.

## 4.2. CORREDORES DE CONECTIVIDAD

En el proceso de análisis del estado de los ecosistemas por efecto de los incendios, se identificaron corredores de conectividad, tomando en cuenta modelaciones realizadas en áreas de importancia para la conservación, y que, para los fines del Plan de Restauración, se constituyen en una herramienta para definir áreas de influencia y corredores que contribuyen en la recuperación de los ecosistemas.

CATIE (2019)<sup>4</sup>, tomó en cuenta la modelación de conectividad para tres especies que usan diferentes hábitats, es decir, una especie dependiente de bosque como es el águila arpía (*Harpia harpyja*), el lobo de crin o borocho (*Chrysocyon brachyurus*) cuyo hábitat son las sabanas del cerrado. Además, se toman en cuenta los valores de conectividad para el tapir o anta (*Tapirus terrestres*), especie con distribución más amplia que la dos anteriores.

En esta conectividad se incluyen unidades de conservación en la zona noreste del departamento: Reserva Municipal del Patrimonio Natural y Cultural del Copaibo de Concepción, la Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, y el Refugio de Vida Silvestre Departamental Ríos Blanco y Negro, y el suroeste (ej. el Área Natural Municipal de Manejo Integrado Chiquitos, el Parque Nacional y el Área Natural de Manejo Integrado Kaa-lya del Gran Chaco, la Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Tucabaca, el Área de Conservación e Importancia Ecológica Ñembi Guasu, el Parque Nacional Pantanal Otuquis, el Área Natural de Manejo Integrado Pantanal Otuquis.

---

<sup>4</sup> En 2019 el CATIE desarrolló por encargo de FCBC (CATIE, 2019) un estudio de análisis de la estructura y composición del paisaje con el fin de priorizar áreas de conservación para garantizar la conectividad dentro del Bosque Chiquitano y entre las unidades de conservación distribuidas en el territorio.

A continuación, en la figura 2 se muestran los corredores propuestos que podrían constituirse en conectores para las áreas protegidas de la región, cabe notar que la figura 2 muestra la extensión de los corredores, en base de esta modelación, hasta el vecino país de Brasil bajo un enfoque de paisaje, pudiendo constituirse en un criterio técnico a considerar para los protocolos transfronterizos de trabajo conjunto para el manejo integral del fuego, que se presenta más adelante.

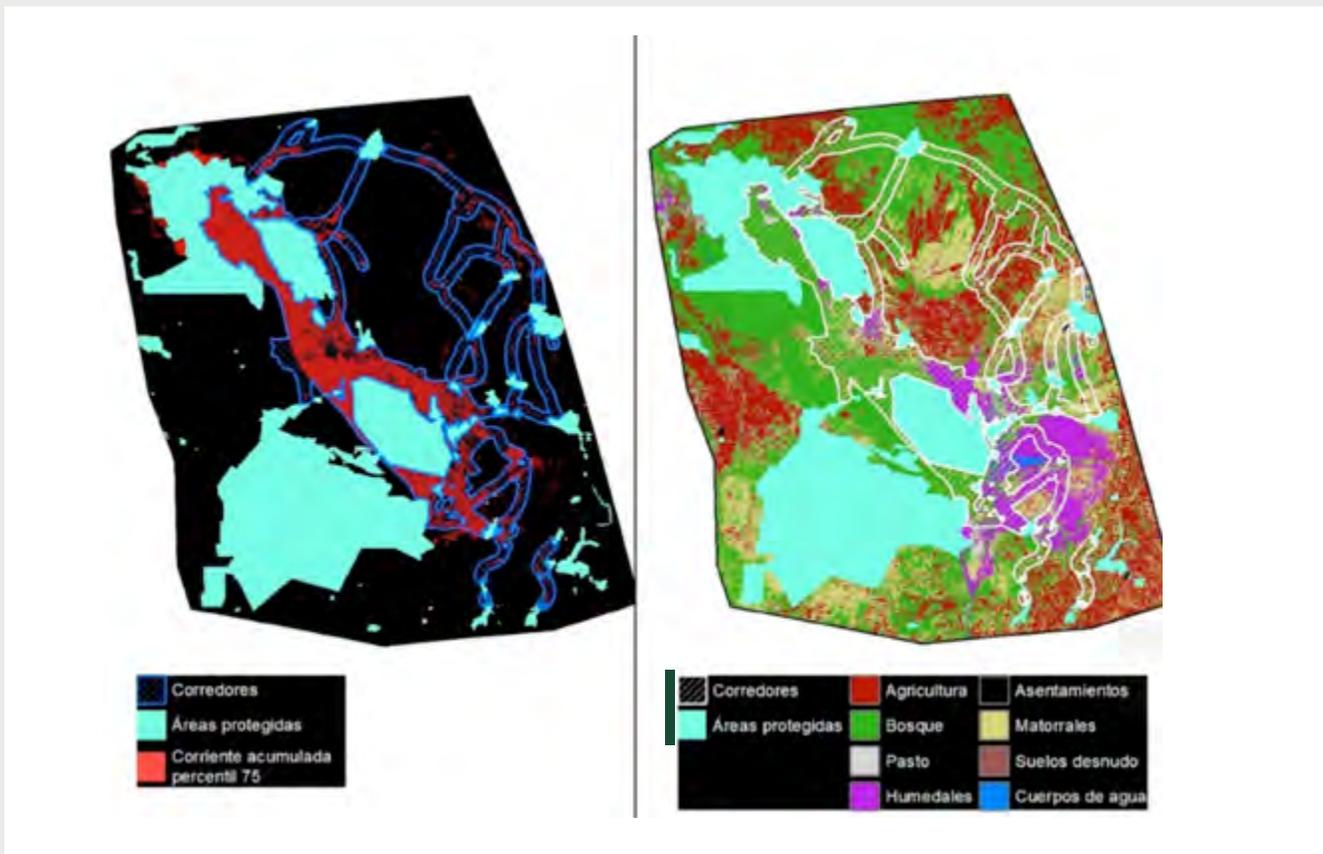


Figura 2. Imágenes que muestran los complejos de conectividad en la región este del departamento, de acuerdo con los análisis de CATIE, 2019.

Adicionalmente, y con fines similares FCBC modelo corredores de conectividad para el jaguar (*Panthera onca*) (Maillard et al. 2020, en revisión). En el estudio se presenta una evaluación de la integridad del paisaje y riesgos de degradación del hábitat del jaguar en las tierras bajas del departamento

de Santa Cruz, con énfasis en propiedades ganaderas. Para los años 1986, 2010 y 2016, se identificó la fragmentación de la cobertura natural, y la conectividad estructural usando el MSPA. Se estimó la distribución del hábitat del jaguar y una proyección de su reducción hasta el año 2046. Se cuantificó la degradación del hábitat por las quemadas e incendios forestales en el período 2001-2019. Se identificaron los corredores de esta especie entre las áreas protegidas en base a las rutas de menor costo de movimiento y se realizó una revisión de las UCJ (Unidades de Conservación del Jaguar) para el departamento.

Entre los resultados obtenidos, la fragmentación a escala de propiedades evidencia un aumento en algunos sectores y una reducción en otros, en tanto que en la conectividad estructural la pérdida del bosque se registró principalmente en el sector Chaco Noroccidental y el área no boscosa en el sector Chiquitano Central. Se estima que el hábitat del jaguar para todo el departamento es de 26,3 MM ha, con una proyección de reducción a 13,7 MM ha para el año 2046. Las propiedades ganaderas con mayor concentración del hábitat se localizan en el Chiquitano Central (1,4 MM ha). En 19 años el fuego afectó el 42% del hábitat principalmente en 2004, 2007, 2010 y 2019. Se identificaron además 39 conectores de 5,8 MM ha entre las áreas protegidas, del cual 68,9% representa el hábitat potencial y donde se sitúan 5.696 propiedades ganaderas. Se proponen siete UCJ en distintos sectores biogeográficos para el departamento. La figura 3 muestran los enlaces de mayor factibilidad de rutas de movimiento del jaguar entre áreas protegidas del departamento de Santa Cruz, elaborado por Maillard *et al.* (2020).

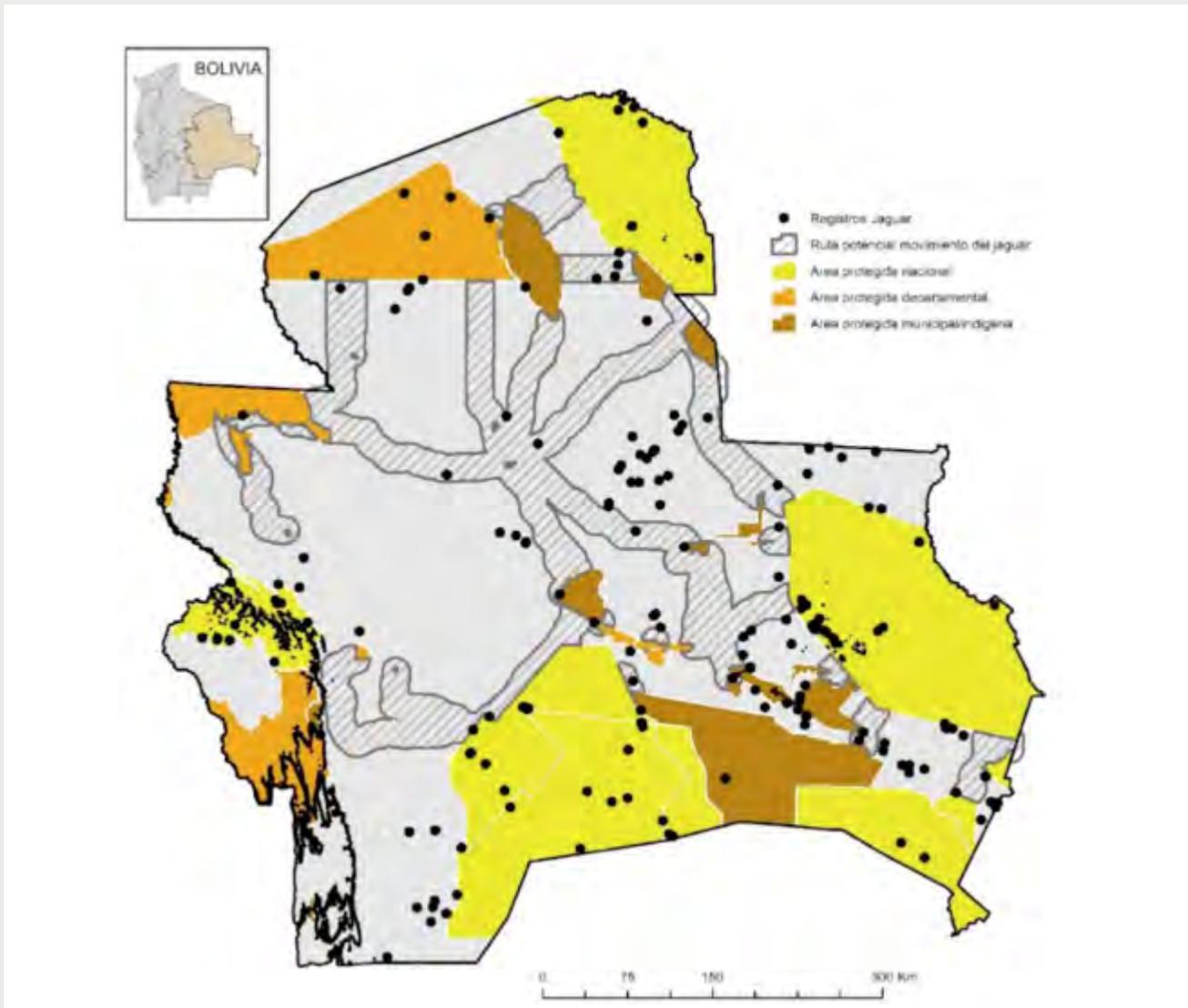
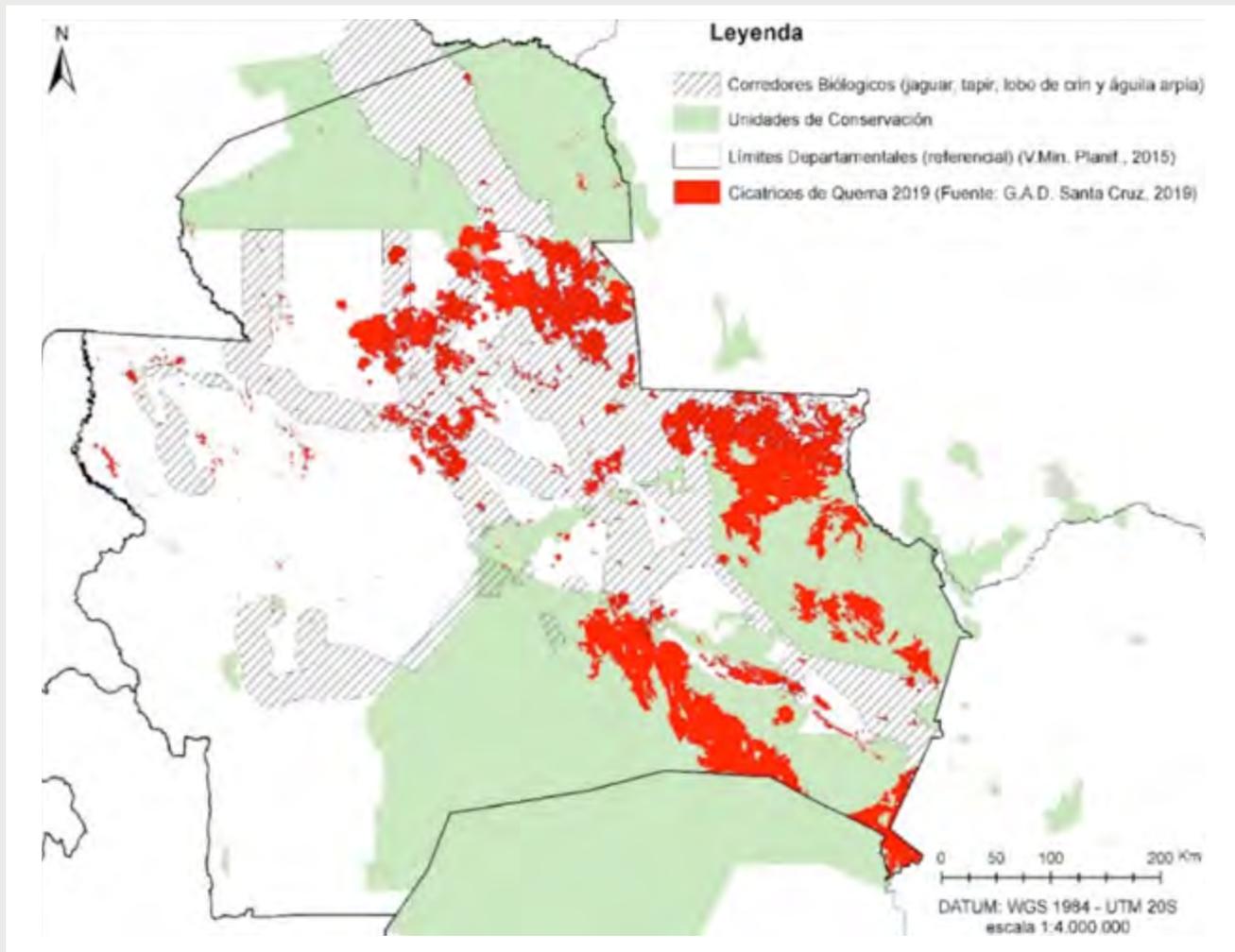


Figura 3. Enlaces de mayor factibilidad de rutas de movimiento del jaguar entre áreas protegidas del departamento de Santa Cruz. Fuente Maillard *et al.* (2020).

Finalmente, la combinación de los corredores obtenidos en ambos estudios con las cicatrices de quema, provee, tal como se lo puede ver en la figura 4 una aproximación a las áreas de influencia que requieren de políticas de ordenamiento territorial especial en cuanto a su manejo bajo sistemas sostenibles. El buen manejo de estos corredores mantendría conectadas las áreas afectadas por los incendios y que se encuentran en procesos de restauración. Los corredores constituyen hábitats y microhábitats apropiados

para la sobrevivencia y reproducción de la fauna que a su vez cumplen un rol fundamental en el bosque, sabanas, humedales, sabanas arbolada, etc., y dar lugar a la polinización, dispersión de semillas y el flujo de energía de las redes tróficas.



**Figura 4. Corredores identificados para la conectividad de las áreas afectadas por los incendios y de las Áreas Protegidas nacionales y sub nacionales.**

Asimismo, estos conectores aseguran que las áreas protegidas nacionales y subnacionales no se constituyan en islas y se mantengan la conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats naturales o sistemas productivos, asegurando el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos.

Se comprende que en los corredores existen sistemas productivos, que dependen de las funciones ambientales (agua, suelo) para seguir produciendo y que hacen parte del paisaje, de ahí que deben ser sujeto de estrategias con los actores locales, para fortalecer la producción bajo buenas prácticas y manejo integral del fuego, así como estrategias de Manejo Integral de Cuencas (MIC).

## 4.3. REFUGIOS Y ECOSISTEMAS DE REFERENCIA

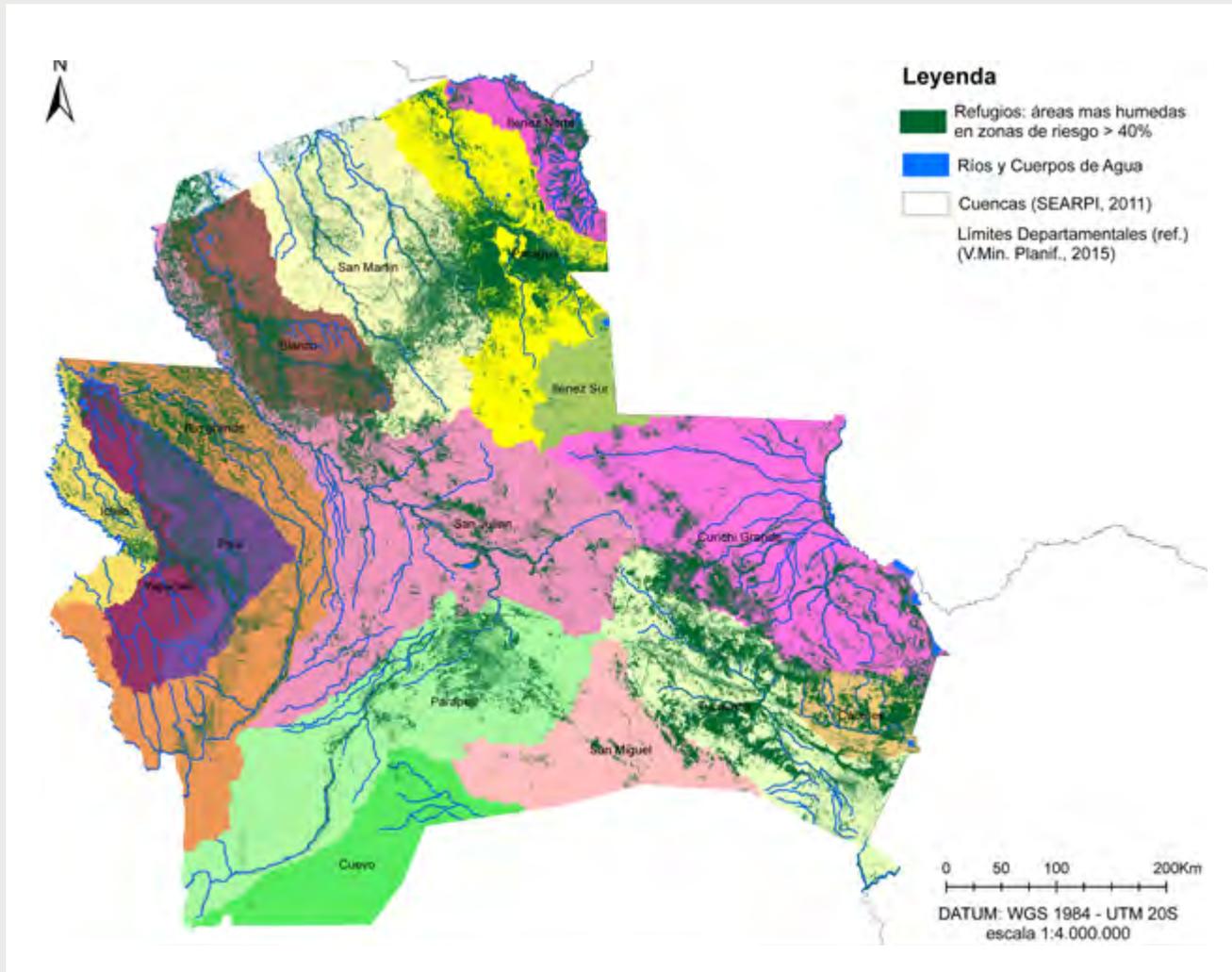
En función del análisis sobre las áreas que concentran mayor proporción de humedad <sup>5</sup> y que además hacen parte de los corredores ya descritos, se identificaron refugios potenciales para la fauna y que además se constituyen en fuente natural para la restauración, sitios que para fines de enfoque de las acciones de restauración (pasiva o activa) son consideradas como claves. Estos sitios se ubican en conformando una franja transversal que conecta los Municipios de San Ignacio de Velasco y Concepción, que desciende hacia el sur oeste alcanzando a San Antonio de Lomerío, San Miguel, San José de Chiquitos, Charagua y Puerto Suarez (figura 5) cuya aptitud del suelo es forestal de acuerdo con el PLUS y de uso ganadero extensivo limitado, aspectos que deberían facilitar su manejo bajo parámetros de sostenibilidad.

Ha sido demostrado que preservar los bloques de vegetación que se mantienen más verdes tiene el mayor impacto y costo-efectividad en la recuperación de un ecosistema boscoso comparado con la preservación de servidumbres ecológicas acorde a normativas vigentes, es decir las riberas de los cursos de agua. Las áreas que presentaban el mayor verdor (índice verde) resultaron tener la más pronta recuperación tras la discontinuación del uso agrícola gracias a la regeneración natural. Con base en

---

<sup>5</sup> Considerando el Índice Normalizado de Humedad (NDMI) que mide la humedad foliar.

los resultados de Molin *et al.*, (2018)<sup>6</sup> se han identificado aquellas áreas con cubierta vegetal con la mayor humedad a nivel foliar (NDWI por su sigla en inglés (Gao, 1996) y los cuerpos de agua que persisten en septiembre, los “refugios”.



**Figura 5. Mapa que muestra las áreas que se constituyen en refugios y de prioridad de acciones de conservación y restauración.**

Es importante destacar que los refugios deben estar cerca de las áreas que suelen o que pueden quemarse, para ser accesibles a la fauna. En un área con más del 40% de riesgo de incendio el análisis de 1.327 imágenes

<sup>6</sup> Paulo Guilherme Molin, Robin Chazdon, Silvio Frosini de Barros Ferraz. 2018. *A landscape approach for cost effective large scale forest restoration restoration*. British Ecological Society. Reserch Article.

Landsat 8 (2013-2019, en la época del año más seca y de mayor riesgo de incendios) permite identificar áreas que en promedio, conservan humedad foliar durante septiembre ( $NDMI > 0,15$ ) y que nunca han bajado de un valor de  $NDMI = 0$  durante los meses secos, representando áreas que deben ser sujeto de estrategias de conservación y manejo integral de cuencas (MIC), que aseguren la conservación de la cobertura boscosa actual, y ser priorizada en las acciones de monitoreo para la restauración natural y tomar acciones más inmediatas para eventuales acciones de asistencia en la restauración.

Además de ser fundamental para la fauna silvestre, estas áreas identificadas como refugio contienen “forraje natural” cuerpos de agua que se mantienen durante en la época seca, aspecto fundamental para las comunidades. Por ejemplo, la principal estrategia de afrontamiento para la ganadería comunitaria y de subsistencia, de las comunidades del Área Protegida Municipal Laguna Marfil frente a la crisis del 2019 fue la liberación del ganado para que busque su alimento en pastos naturales y bosques (Markos, 2019).

Cabe mencionar finalmente que buena parte de los cuerpos de agua que se mantienen en septiembre, en el Área Protegida Laguna Marfil, son lagunas intervenidas o atajados artificiales construidos para el ganado y utilizados también por la fauna silvestre. Los refugios de bosque que conservan la mayor humedad representan la principal fuente de alimento para el ganado en los años de sequía e incendios cuando los pastos se lignifican o arden.

Con esta información como base es recomendable que los PTDI u otros instrumentos de ordenamiento territorial incluyan estrategias de conservación y aplicación de buenas prácticas y se establezcan alianzas estratégicas con diferentes actores públicos y privados del área, de tal manera de viabilizar su conservación y buen manejo. Toda vez que lamentablemente las cicatrices de quema se sobreponen precisamente en un buen porcentaje de esta zona tan importantes.

Cruzando la información de los refugios, corredores y áreas protegidas se puede visualizar las áreas que podrían ser prioritarias, por un lado, para restauración, pero por otro para estrategias y esfuerzos de conservación.

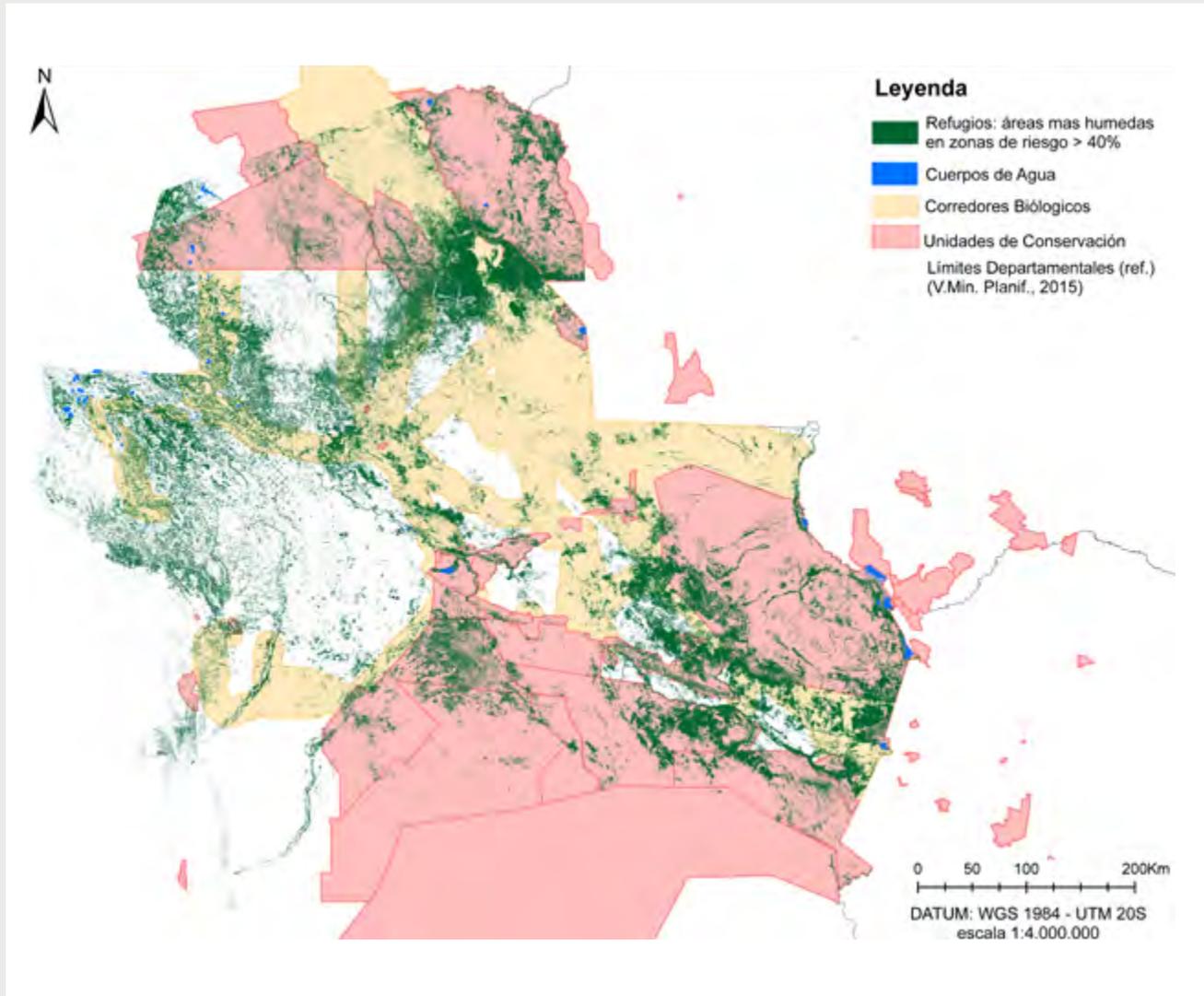
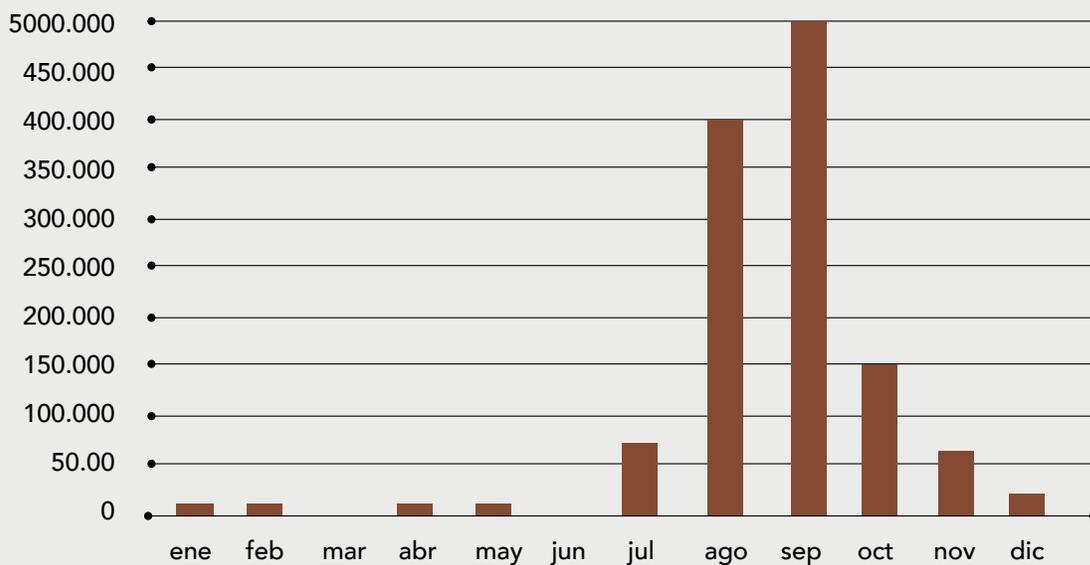


Figura 6. Mapa que muestra la conexión de las áreas protegidas a través de los corredores, las áreas protegidas y los refugios.

## 4.4. RIESGO DE INCENDIOS

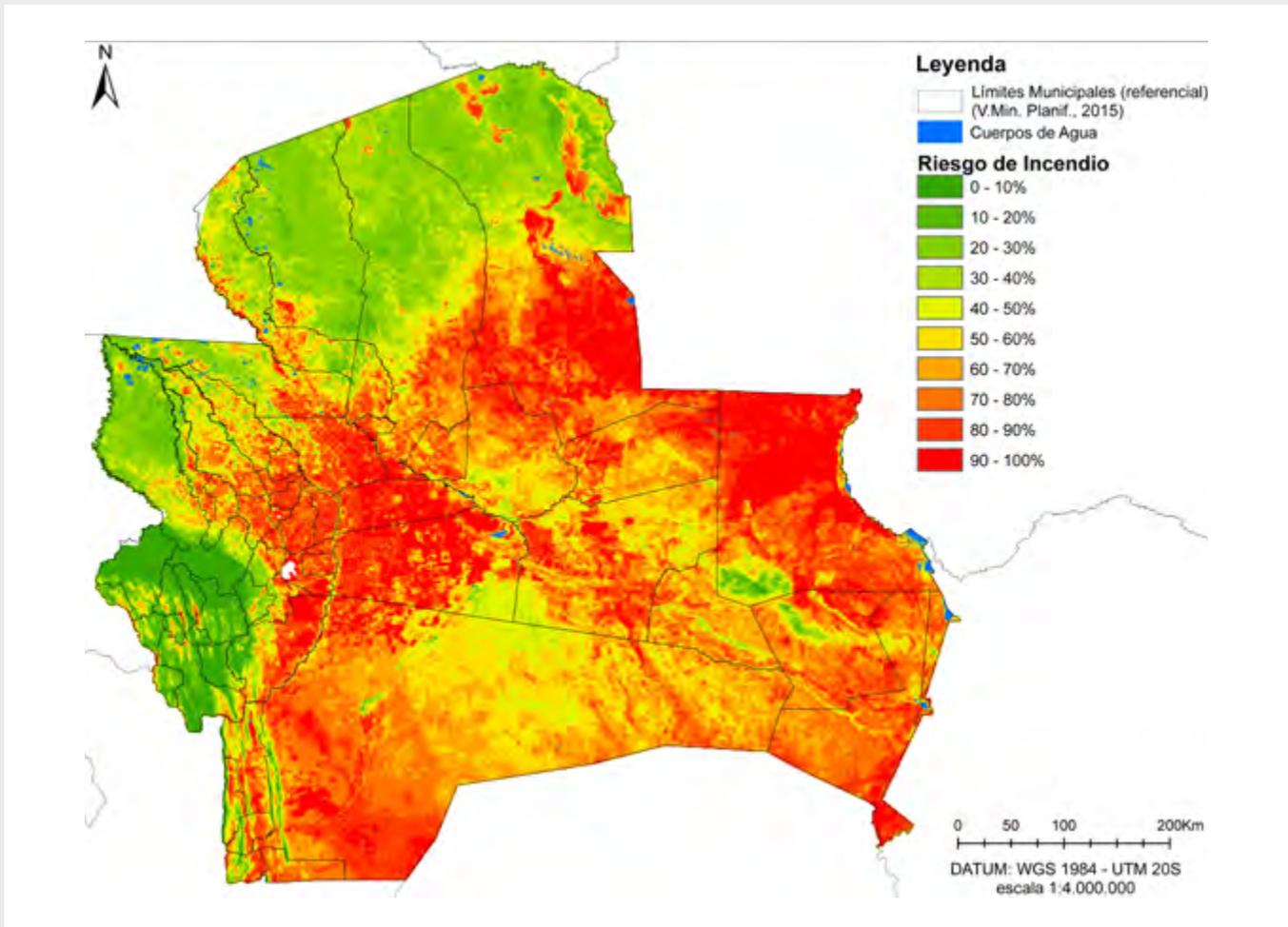
El periodo crítico de incendios forestales en el departamento de Santa Cruz, de acuerdo con los datos históricos, se encuentra entre los meses de junio a octubre (figura 7), pudiendo ser alterada su ocurrencia, dada situaciones excepcionales por actividades de chequeo durante el mes de mayo, o por fuerza de circunstancias meteorológicas excepcionales.



**Figura 7. Hectáreas Quemadas por mes en promedio 2001-2019.**

**Fuente: GAD SC, 2019.**

El análisis del histograma de 10 años (2001-2019), muestra que las actividades de prevención y preparación deben ser programadas con la suficiente anticipación a los meses de mayor incidencia de incendios. Empleando datos sobre la frecuencia de ocurrencia de incendios asociada a los niveles de intensidad de los eventos analizados, a través de un enfoque probabilístico (el mapa de riesgo es dinámico y puede cambiar en función de factores climáticos o de intervención humana), se obtuvo un mapa de riesgo de incendios (figura 8), identificando las áreas con mayores probabilidades de generar incendios durante el mes de septiembre (mes de mayor ocurrencia de incendios).



**Figura 8. Áreas con Mayor Probabilidad de Incendios (valores promedio para el mes de septiembre), en relación a Municipios. Fuente: GADSC; 2019.**

En la figura 8 identifica áreas cuyo riesgo está en un rango mayor al 75%, en los municipios que hacen parte del área de expansión agrícola en el departamento y que se ubican en su mayoría en la Cuenca del Río San Julián, así como el municipio de San Ignacio, (cuenca Paragua), Concepción (cuenca San Martín), San Rafael (cuenca Itenez Sur), San Matías (Cuenca Curichi Grande), Robore, Carmen Ribero Torrez, Puerto Suarez y Puerto Quijarro (cuenca Cáceres y Tucabaca), así como Charagua (cuenca San Miguel y Parapetí), quedando el resto, bajo un riesgo de un 50 a 75%. Este escenario, que eventualmente puede cambiar dada la dinámica de ocupación del espacio, acumulación de combustible y la intensidad de la sequía, ofrece una

guía para concentrar acciones de gestión del riesgo, siendo fundamental el fortalecer las capacidades locales en los 16 municipios afectados por los incendios.

En la figura 9 se puede identificar el riesgo de acuerdo a las cuencas, muestra el riesgo al que las cuencas están sujetos.

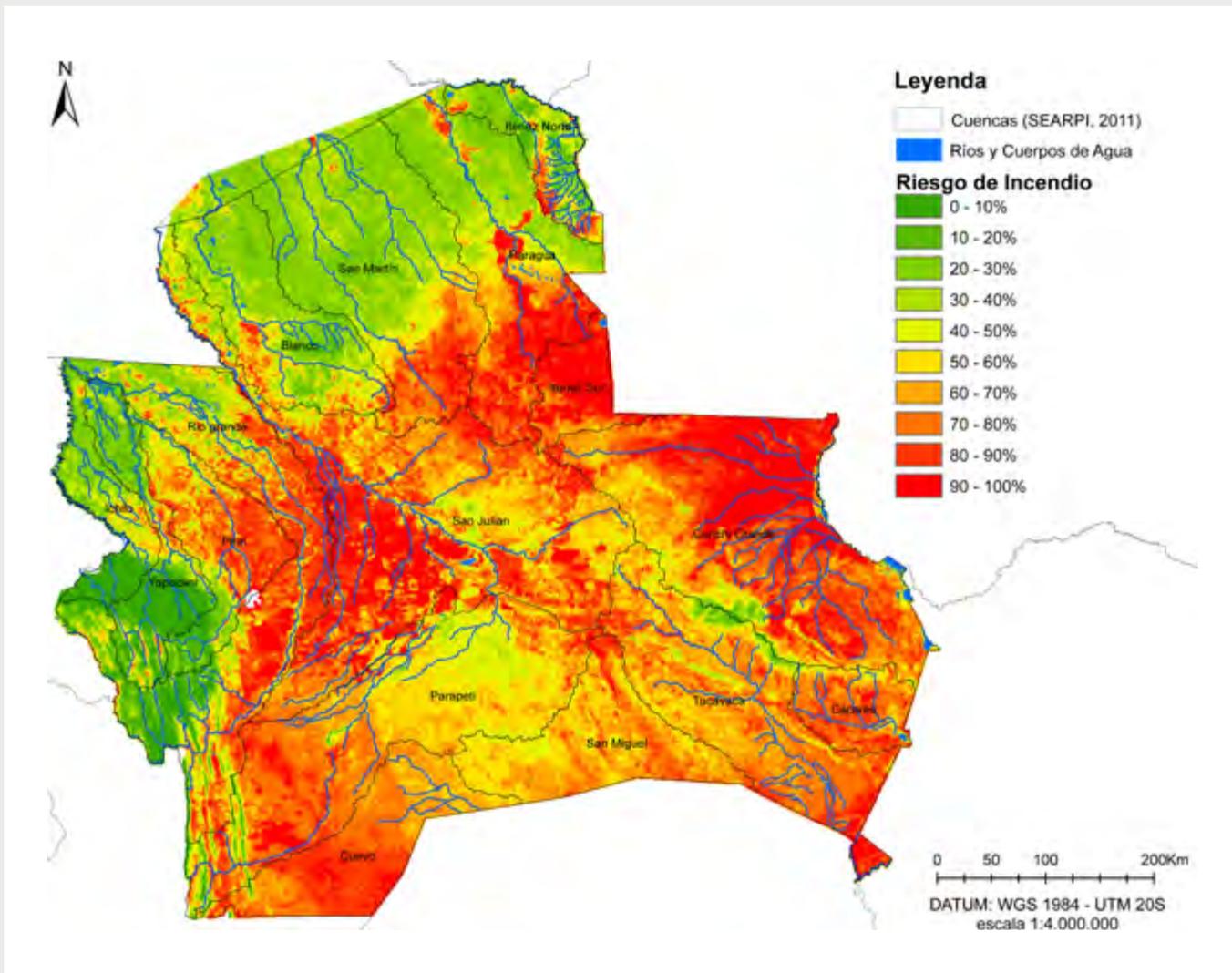


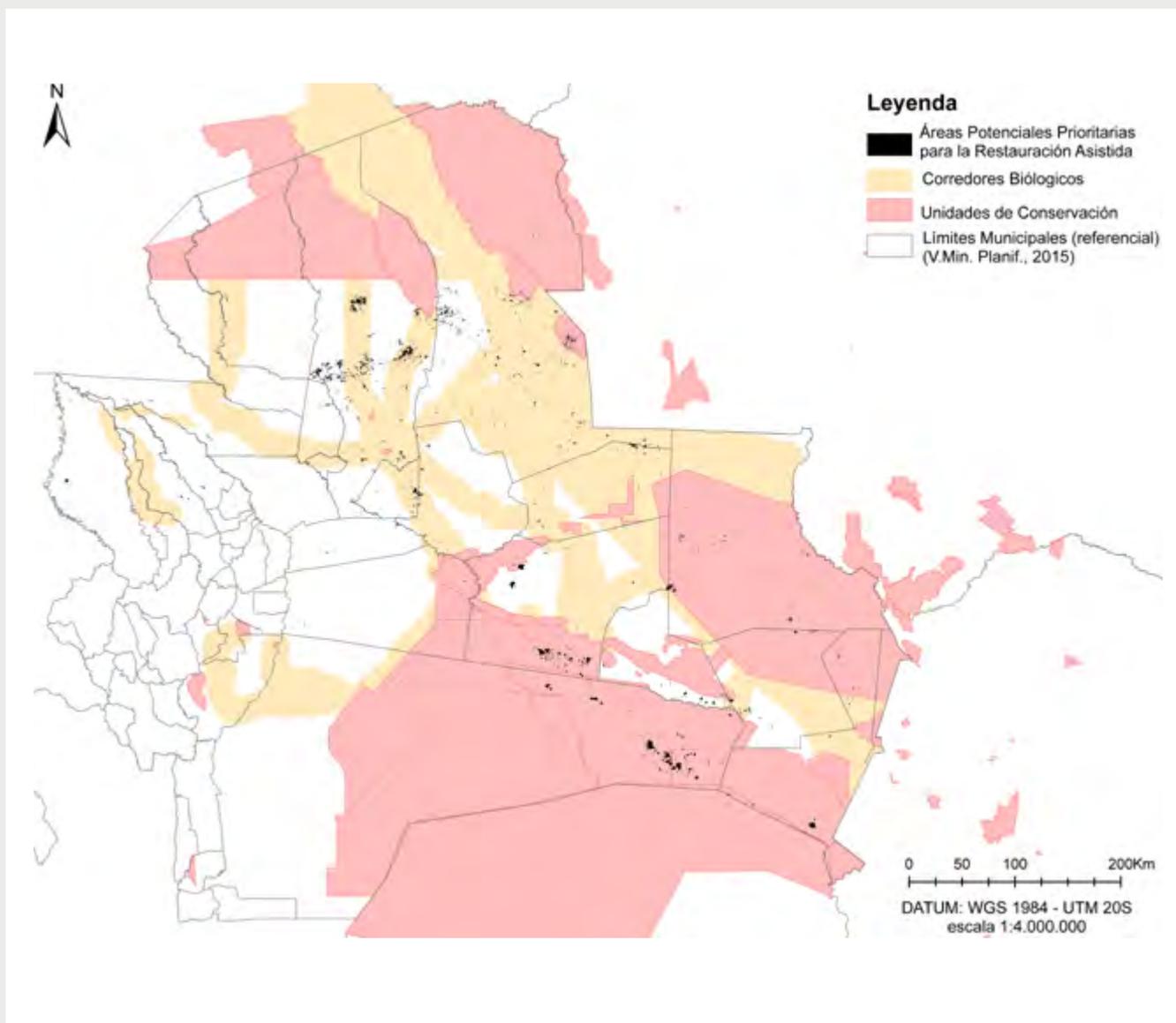
Figura 9. Áreas con Mayor Probabilidad de Incendios (valores promedios para el mes de septiembre) en relación a las cuencas. Fuente: GADSC; 2019.

## 4.5. ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA INTERVENCIÓN

En base de una análisis que muestra el estado de la restauración natural de las áreas afectadas por los incendios, considerando los últimos 10 años, se identifican áreas en los municipios de Concepción, San Antonio de Lomerío, Charagua, Robore y San José, Puerto Suarez, así como en San Ignacio, San José y Urubicha, que muestran que no se están restaurando y requerirían asistencia, siendo estas áreas claves a ser consideradas en las acciones de restauración activa o pasiva, e intervención con programas del eje productivo, que además de recuperar y fortalecer la producción puedan generar un proceso nuevo de desarrollo que promueva la restauración de las áreas que se encuentran en proceso de degradación.

Las áreas potencias de restauración asistida se ubican en mayor proporción en las cuencas del Rio San Martin, Paragua y Blanco, correspondientes a los municipios de San Ignacio, Concepción, San Miguel, Urubicha. En menor proporción se ubican áreas en la cuenca de San Julián, San Miguel, Parapetí, y Tucabaca, que corresponden a los municipios de Robore, Puerto Suarez, El Carmen Rivero Tórrez, San Miguel, San José, Charagua.

En la figura 10, se puede apreciar las áreas que requieren de una intervención activa dentro de Áreas Protegidas, nacionales o subnacionales, dado que, de acuerdo con el análisis realizado su restauración no avanza al mismo ritmo que otras áreas similares. El área protegida ACIE Ñenby Guasu es una de las áreas que requiere que se diseñen acciones de asistencia que coadyuven el proceso de restauración natural, asimismo en el PN Otuquis próximo a la región del Rio Negro, y áreas más pequeñas dentro del Área Protegida Municipal del Bajo Paragua, que está en proceso final de constitución bajo el liderazgo del Gobierno Municipal de San Ignacio de Velasco.

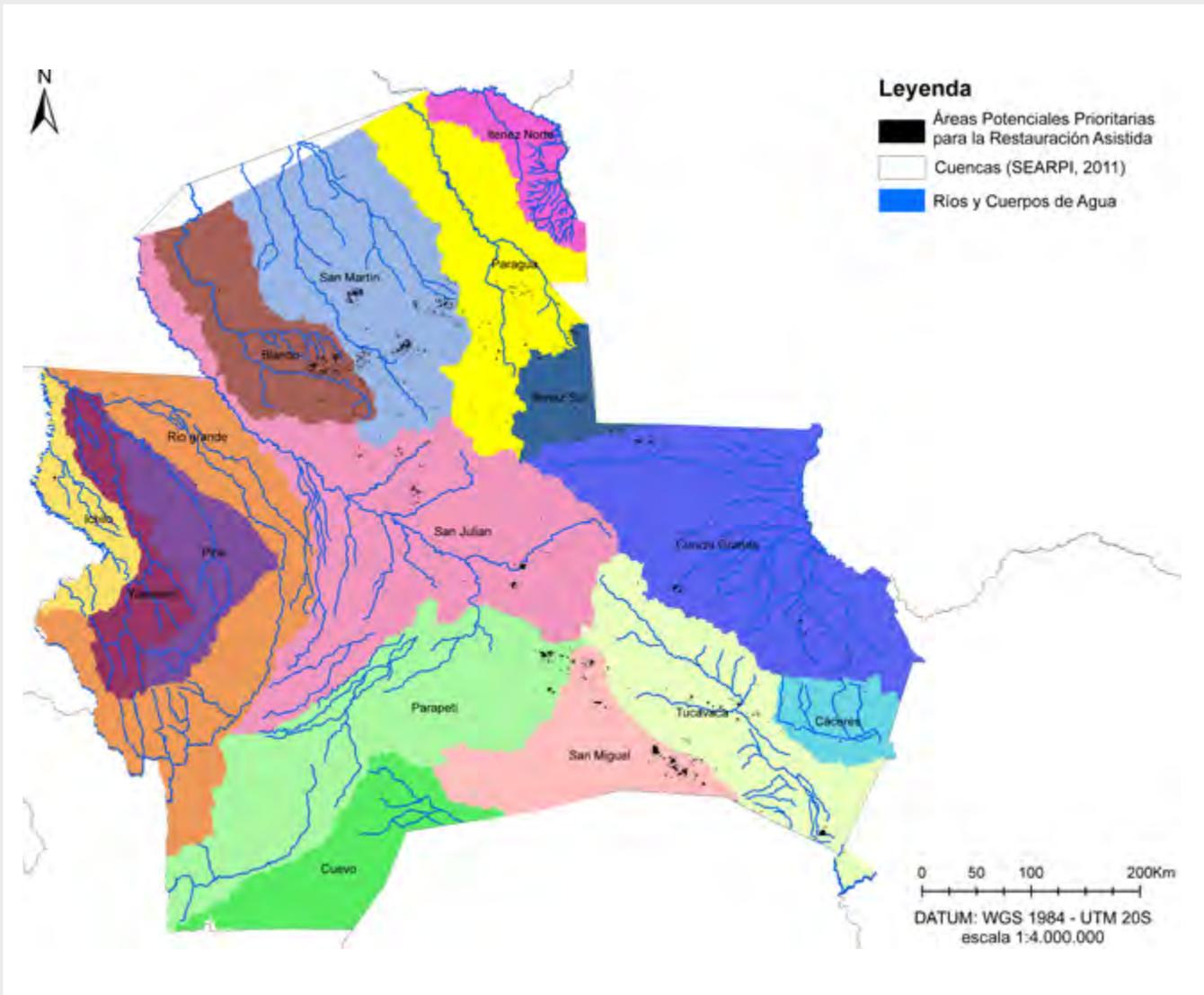


**Figura 10. Mapa de áreas que podrían de manera prioritaria ser sujeto de restauración en unidades de conservación. Fuente: elaboración propia.**

Por otro lado, cruzando la información detallada de cuencas intermedias y subcuencas con las áreas claves, nos da como resultado una mayor precisión de las áreas sujeto de intervención de manera prioritaria, sea para restauración pasiva como activa, tomando como unidad de análisis las cuencas, el cuadro 2 y la figura 11.

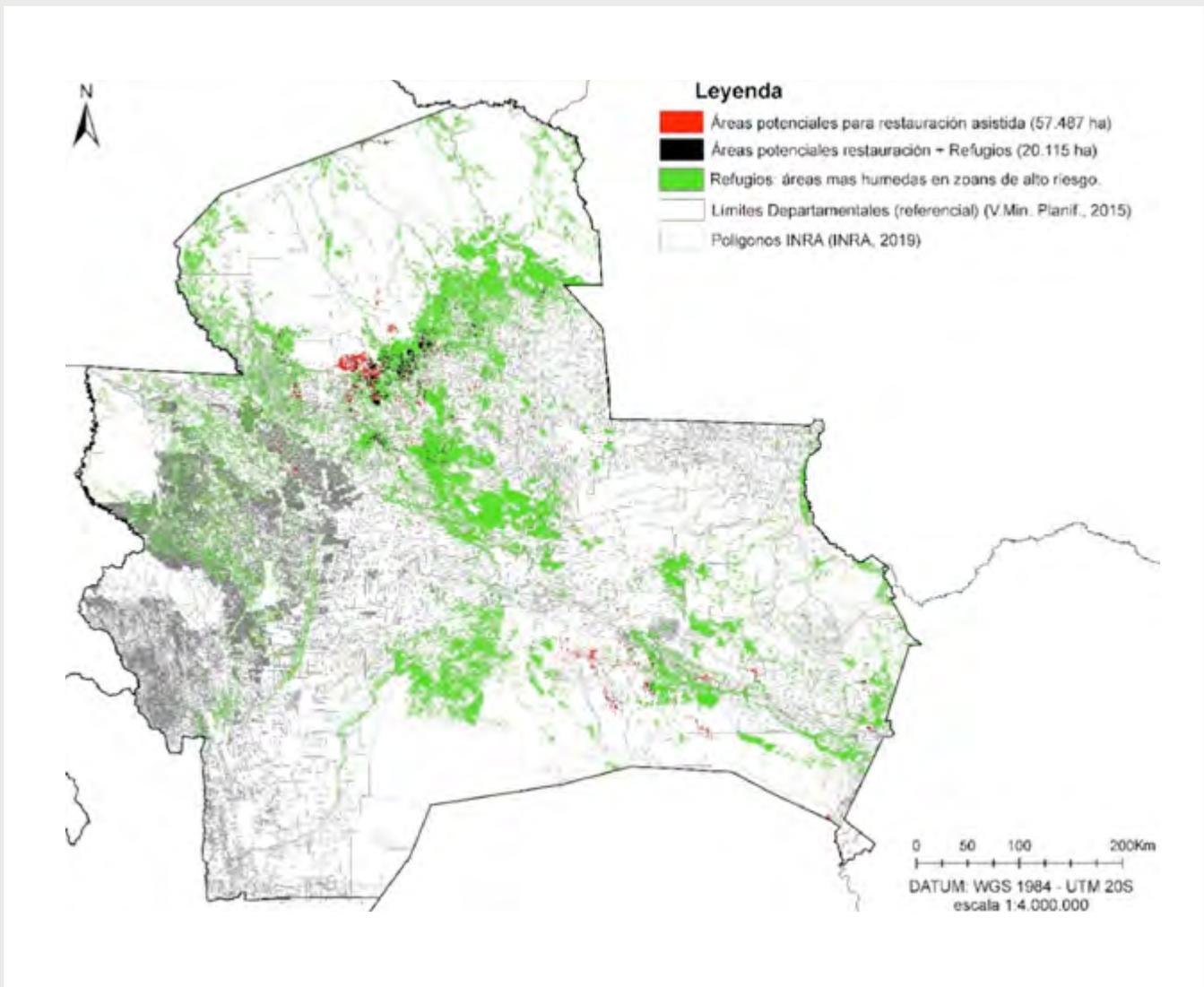
Cuenca	Prioridad	Refugio
Blanco	22.364,41	222.610,17
Cáceres	876,90	59.805,03
Curichi Grande	202,72	7.313,09
Ichilo	11,89	13.807,86
Iténez Sur	161,47	8.452,68
Paraguá	1.021,52	209.954,95
Parapetí	962,36	42.586,63
Piraí	166,50	44.971,37
Rio Grande	1.416,84	96.583,03
San Julián	3.559,43	384.783,94
San Martín	17.881,08	472.811,19
San Miguel	3.025,08	8.086,18
Tucavaca	5.184,89	148.709,04
<b>Total</b>	<b>56.835,08</b>	<b>1.720.475,17</b>

**Cuadro 2. Cuencas en relación a las hectáreas que son consideradas como prioritarias para la restauración y las áreas considerados como refugios.**  
Fuente elaboración propia.



**Figura 11. Ubicación de las áreas claves en relación con las microcuencas.**

Con el fin de contar con una mejor comprensión de los usuarios que se encuentran en las áreas que han sido identificadas como claves, y de esta manera también ordenar de manera estratégica las acciones, se realizó el análisis de sobreposición sobre la cobertura de tenencia de la tierra empleando la información del INRA (2019). En la Figura 12 y cuadro 3, se puede identificar los actores y ocupación de los sitios.



**Figura 12. Actores y ocupación de las áreas claves para la restauración.**

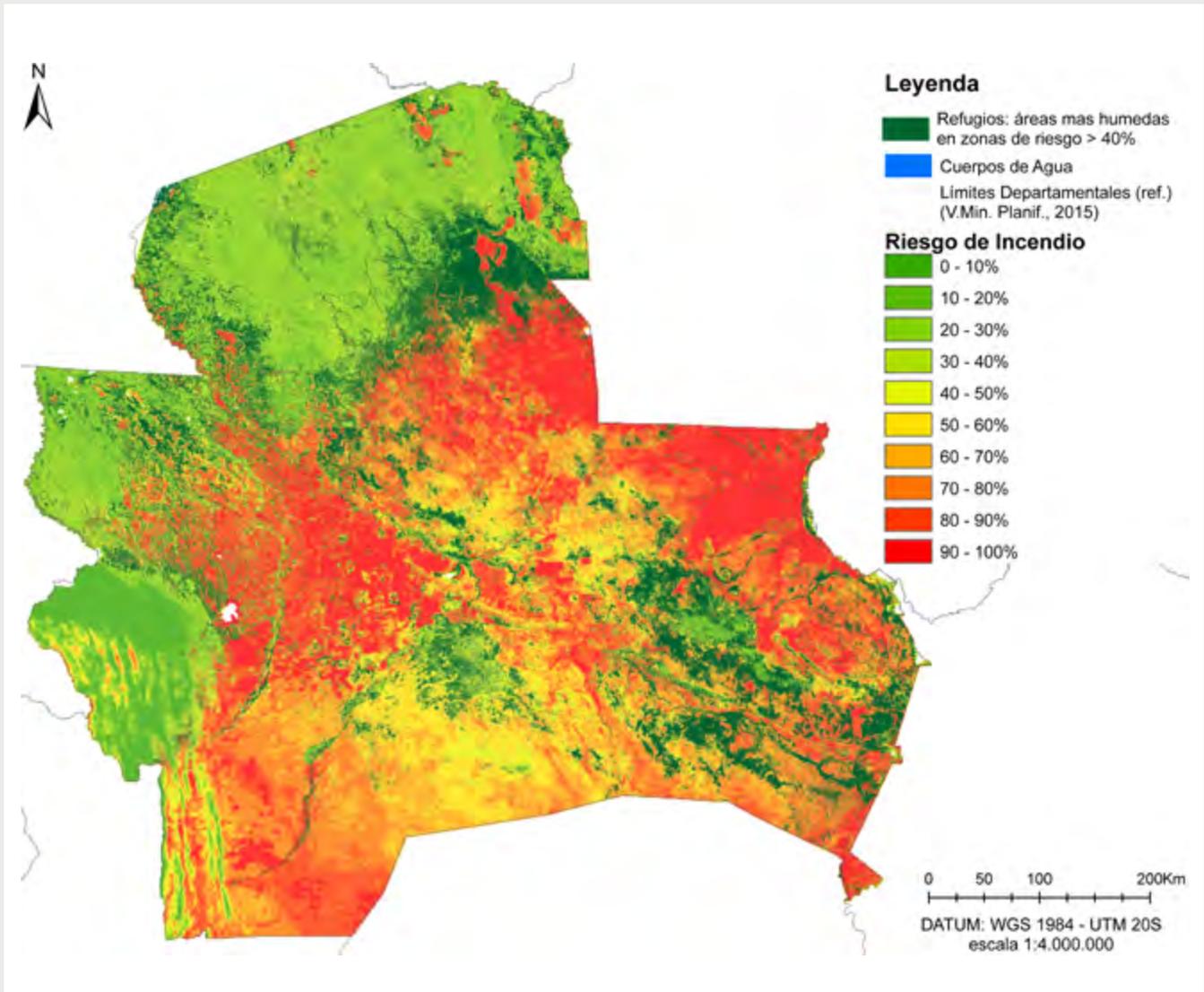
De acuerdo con este análisis, 24.555 has ubicadas en las áreas claves corresponden a territorios de uso comunitario, lo que implica la necesidad de trabajar fuertemente en acciones coordinadas, en función de los usos y costumbres, según corresponda a cada comunidad, así como acciones orientadas a fortalecer sistemas de vida y la economía dependiente del bosque. Del total 15.539 hectareas corresponden a tierras de uso productivo, entre ganadero, agrícola, en escalas mediana, pequeña y grande, poniendo en

<b>Tenencia</b>	<b>Ha.</b>
Tierra Comunitaria de Origen	21.711
Comunitaria	2.821
Territorio Indígena Originario Campesino	23
<b>COMUNITARIA Total parcial</b>	<b>24.555</b>
Tierra Fiscal	15.281
Tierra Fiscal DGAT	320
<b>FISCAL Total parcial</b>	<b>15.601</b>
Empresarial	8.897
Mediana	3.442
Pequeña	3.200
<b>PRIVADA Total parcial</b>	<b>15.539</b>
Ecosistemas acuáticos	793
<b>ACUATICOS Total parcial</b>	<b>793</b>
Sin Clasificación	659
<b>OTRO Total parcial</b>	<b>659</b>
<b>TOTAL</b>	<b>57.147</b>

Cuadro 3. Tenencia de la tierra en función de las áreas identificadas como claves (refugios y prioritarias de restauración). Fuente: elaboración propia.

evidencia la necesidad de realizar esfuerzos en el incentivo y transferencia de tecnologías sobre la aplicación de buenas prácticas productivas, conservación de fuentes de agua y cuencas, así como el promover una visión de desarrollo bajo parámetros de sostenibilidad.

Por otro lado, cruzando la información de áreas claves con el mapa de riesgo, tal como se puede evidenciar en la figura 12, considerando una probabilidad mayor al 40% de ocurrencia de incendios, se puede evidenciar la urgencia de actuar sobre estas áreas, con estrategias que permitan hacer el manejo integral del fuego y que se pueda ir por un lado reduciendo el riesgo y por otro, fomentando la restauración de la vegetación con medidas de prevención, de desarrollo pero bajo parámetros de sostenibilidad, toda vez que se trata de 5.136.380 ha, es decir el 14% del territorio departamental que se constituye en refugios y que se encuentran bajo riesgo de incendio.



**Figura 13. Mapa de riesgo >40% de incendios y áreas claves consideradas como refugios.**

Con esta información como base es que a continuación se describen las actividades orientadoras de recuperación y restauración, así como indicadores específicos que deben orientar las acciones. Haciendo una descripción previa fundamental sobre las consideraciones necesarias para llevar adelante las acciones.



# V. CONSIDERACIONES ESTRATÉGIAS PARA LA RESTAURACIÓN

## 5.1. LAS BARRERAS PARA LA RESTAURACIÓN O FACTORES TENSIONANTES

El análisis se enfoca en los objetos territoriales claves en el paisaje, sobre los cuales se pueden orientar de manera estratégica las acciones, y asimismo diagnosticar más fácilmente las principales amenazas, sus causas y los factores que actúan sobre ellos, y que pueden afectar la restauración y protección y de esta manera definir de manera estratégica no solo las tareas de restauración sino las medidas de monitoreo y cuidado que se debe tener sobre estas áreas en particular. Estas acciones se convierten de facto en aportes a las medidas de planificación territorial al definir prioridades y formas de uso de la tierra, en el caso de las áreas que estarán siendo restauradas o conservadas como fuentes o corredores de conectividad.



Objetos claves sujetos a restauración	Amenazas/presiones a las que están sujetos, que pueden afectar la restauración	Factores que promueven las amenazas y pueden afectar la restauración
1 Sistema de áreas protegidas (nacionales, departamentales y municipales)	■ Asentamientos humanos que no responden al PLUS	■ Bajo valor de la tierra, en comparación con el valor en los países vecinos motiva la demanda por parte de los inversores extranjeros, que ven una oportunidad de agro-negocios en la ecorregión.
2 Cabeceras de cuenca y fuentes de agua	■ Políticas / normativas que promueven el uso insostenible del espacio	■ Saneamiento de tierras, que por un lado podría significar un factor contribuyente a la conservación, resulta en la práctica en una amenaza indirecta, debido a que impulsa la deforestación para demostrar tenencia de las propiedades.
3 Sitios importantes para la conservación - refugios	■ Producción Agropecuaria (pequeña, mediana y grande) bajo practicas insostenibles	■ A su vez, tierras saneadas son propensas a ser negociadas a los grandes inversores para la transformación del bosque en sistemas agropecuarios.
4 Complejos de conectividad	■ Fuego, que se transforma en incendios	■ Alteración de cuencas hidrográficas, como consecuencia de procesos de deforestación, pastoreo en cabecera de cuencas y en cursos de agua, fuego y erosión.
5 Especies de fauna y del bosque clave para la restauración	■ Cambio Climático	■ Reducción de la disponibilidad de agua, que puede afectar no sólo a la población local y los sistemas de producción agropecuarios, sino también a la fauna y flora silvestres.
6 Especies silvestre maderables y no maderables		■ Cambios en la estructura del paisaje, como consecuencia de la deforestación y el desarrollo de infraestructura, que modifica la matriz del hábitat para la flora y la fauna, con tendencias de fragmentación.
7 Sitios importantes patrimonio arqueológico		■ Pérdida de conectividad, como parte de los cambios en la estructura del paisaje, que lleva a una reducción significativa de la funcionalidad y del mantenimiento de procesos ecológicos clave, como las migraciones, el flujo génico, el flujo de nutrientes, entre otros.
8 Sitios productivos (comunales o individuales) afectados por los incendios (campos de pastoreo, áreas de manejo forestal)		■ La pérdida de conectividad se identifica como una amenaza indirecta grave para mantener paisajes funcionales a largo plazo.

**Cuadro 4. Objetos claves sujetos de restauración en relación a las amenazas y factores que podrían afectar la restauración.**

## 5.2. ECOSISTEMA DE REFERENCIA Y SELECCIÓN DE ESPECIES ADECUADAS

Para la restauración de los ecosistemas afectados, en cuanto a su composición se tomará en cuenta ecosistemas de referencia. Aunque es necesario comprender que la composición de los ecosistemas seleccionados como referente corresponda a la manifestación de uno de muchos estados posibles de la sucesión natural y el resultado de una combinación particular de acontecimientos aleatorios que ocurrieron durante el desarrollo de un ecosistema, y puede ser que no refleje por lo tanto las condiciones del ecosistema original. No obstante, se debe procurar obtener resultados adecuadamente comparables con el ecosistema natural referente utilizado, así este no corresponda estrictamente a una comunidad prístina.

Tener en cuenta los atributos de las especies es determinante para el éxito de la restauración ya que en las diferentes etapas del proceso las condiciones varían y esto puede afectar la permanencia de las especies en el área. Por otra parte, si lo que se busca es recuperar la composición y estructura del ecosistema, las especies seleccionadas direccionarán los estados a alcanzar. En ese sentido, junto con la caracterización de los ecosistemas se elaboró un listado de las especies más características a partir de las caracterizaciones de la vegetación remanente, y también en base de información secundaria.

A continuación, en base del estudio de Catari, J.C. (2019) sobre la evaluación del estado de los ecosistemas post incendio, se hace una descripción de los sistemas ecológicos afectados, basado en el mapa de Navarro & Ferreira (2008; 2011), para facilitar la comprensión se mantiene el código de referencia, en el anexo I se encuentra el detalle que caracteriza cada formación y que tendría que ser empleado como referencia al momento de definir las especies a emplear, así como el análisis en la composición de los sitios de referencia.

Código	Sistema Ecológico
<b>CES 406.238</b>	Bosque subhúmedo semidecídúo de la Chiquitanía y el Beni
<b>CES 406.242</b>	Chaparrales esclerófilos de la Chiquitanía de transición al Chaco sobre arenales (Abayoy)
<b>CES 406.240</b>	Cerradao de la Chiquitanía y el Beni
<b>CES 406.237</b>	Bosques chiquitanos de transición al Chaco sobre suelos medianamente a mal drenados
<b>CES 406.494</b>	Bosques abiertos y sabanas arboladas higrofitica del Pantanal Suroccidental
<b>CES 406.246</b>	Sabana higrofitica con montículos del Cerrado
<b>CES 406.250</b>	Sabana herbácea oligotrófica estacionalmente inundada de la Chiquitanía y el Beni
<b>CES 406.499</b>	Bosques ribereños inundables del Pantanal Occidental
<b>CES 502.271</b>	Palmares inundables del Chaco septentrional
<b>CES 406.514</b>	Vegetación acuática y palustre Neotropical del Pantanal
<b>CES 406.233</b>	Bosques semidecídúos hidrofítico y Freatofíticos de la Chiquitanía
<b>Sin código</b>	Áreas Antrópicas
<b>CES 502.258</b>	Bosques higrofiticos del Chaco septentrional
<b>CES 406.253</b>	Vegetación acuática y palustre Neotropical de la Chiquitanía y el Beni
<b>CES 406.252</b>	Sabanas edafoxerofiticas de la Chiquitanía (Cerrado rupestre, Campo rupestre)
<b>CES 408.560</b>	Sabanas arboladas y arbustivas de la alta Amazonia sobre suelos anegables
<b>CES 406.232</b>	Bosques ribereños del Escudo Precámbrico Chiquitano
<b>CES 408.578</b>	Bosque inundado por aguas blancas estancadas del suroeste de la Amazonia
<b>CES 406.223</b>	Arbustales y matorrales saxicolos de la Chiquitanía (Lajas)
<b>CES 406.231</b>	Bosques chiquitanos de transición a la Amazonia sobre suelos bien drenados
<b>CES 406.249</b>	Sabana herbácea mesotrófico estacionalmente inundada del Beni
<b>CES 408.552</b>	Herbazal pantanoso de la llanura aluvial de la alta Amazonia
<b>CES 406.243</b>	Palmares amazónicos inundables de la Chiquitanía norte
<b>CES 406.230</b>	Bosques de Podocarpus sobre suelos mal drenados de las serranías chiquitanas
<b>CES 502.262</b>	Bosques sobre suelos mal drenados del Chaco noroccidental
<b>CES 502.263</b>	Bosques sobre suelos mal drenados del Chaco septentrional oriental
<b>CES 406.251</b>	Sabana inundable de los bajos del Beni
<b>CES 408.531</b>	Bosque inundable de la llanura aluvial de ríos de aguas blancas del suroeste de la Amazonia
<b>CES 502.277</b>	Vegetación de los salares inundables del Chaco septentrional
<b>CES 502.272</b>	Sabanas abiertas inundables del Chaco septentrional
<b>CES 408.573</b>	Bosque pantanoso de palmas de la llanura aluvial del sur de la Amazonia
<b>CES 408.571</b>	Bosque inundable y vegetación riparia de aguas mixtas de la Amazonia
<b>CES 502.280</b>	Bosques transicionales del norte del Chaco a la Chiquitanía, sobre llanura aluvial
<b>CES 502.254</b>	Arbustales y bosques ripario sucesionales del Chaco
<b>CES 408.526</b>	Bosque aluvial de aguas negras estancadas del sur de la Amazonia
<b>CES 502.276</b>	Vegetación acuática y palustre Neotropical del Chaco
<b>CES 408.568</b>	Vegetación acuática y palustre de la Amazonia
<b>CES 406.226</b>	Bosque de galería de los bajos del Beni
<b>CES 408.550</b>	Complejo de vegetación sucesional riparia de aguas blancas de la Amazonia

**Cuadro 5. Sistemas Ecológicos afectados por los incendios, basado en el mapa de Navarro & Ferreira (2008).**

## 5.3. SELECCIÓN DE SITIOS ESPECÍFICOS PARA RESTAURACIÓN ACTIVA

Dentro de cada comunidad, al igual que la selección de las especies nativas, es necesario identificar los sitios específicos para restaurar a través de actividades de reforestación, silvicultura, etc. La selección de los sitios a restaurar, debe hacerse cuidadosamente, considerando estrategias sinérgicas de ordenamiento territorial, planificación del desarrollo, las asignaciones definidas por el PLUS y en el caso de tratarse de comunidades en áreas protegidas o en las zonas próximas, se debe compatibilizar con lo que establezca el Plan de Manejo y Zonificación de cada Área Protegida.

A continuación, el conjunto de recomendaciones para la selección de los sitios, hace referencia principalmente a una combinación de factores abióticos, bióticos y las poblaciones humanas locales:

1. **Ubicación en sitios accesibles.** a) Vías o caminos de acceso, o sitios cercanos en donde no sea difícil el transporte de los materiales necesarios. b) Facilidades para realizar la fase de monitoreo.
2. **Áreas de interés comunitario.** Es muy importante que se discuta con la comunidad los sitios prioritarios para restaurar. Lo ideal es que la comunidad participe en la selección de los sitios, por algún interés especial relacionado con servicios ambientales, como agua, o para detener erosión, o por ser recursos de amplia utilización por las comunidades. Además, es fundamental que las acciones sean apropiadas e incorporadas en el día a día de las comunidades de tal manera de asegurar su sostenibilidad y monitoreo.
3. **Definir si aún persisten en el sitio los disturbios y predecir si se pueden volver a presentar.** Si no se eliminan de una forma definitiva los factores tensionantes es posible que los esfuerzos de restauración

no sean viables, lo que implica se deberá trabajar con las comunidades en la identificación y definición de estrategias que minimicen dichos factores que amenazan las áreas a ser restauradas. Es fundamental el conocimiento local, dado que algunos ecosistemas los disturbios hacen parte de la dinámica natural, en cuanto a fenómenos estacionales como inundaciones, fuegos, heladas, sequías. Se debe explicar a las comunidades locales sobre el papel de los disturbios y perturbaciones en los procesos ecológicos y hacerlos partícipes de las decisiones a tomar.

4. **Evaluar con las comunidades locales las actividades humanas.** Evaluar si algunas prácticas culturales son compatibles con el desarrollo de las tareas de restauración. Por ejemplo, el uso estacional de recursos, la cría de abejas, cosecha de aceites y frutos silvestres, etc. Identificarlos y planificar su posible desarrollo a través de alianzas con los actores públicos o con las organizaciones de la sociedad civil.
5. **Establecer si en el sitio o en sus alrededores se presentan poblaciones de pequeños herbívoros** que se puedan convertir estacionalmente o permanentemente en una barrera por su impacto de herbivoría sobre especies nativas, especies que están siendo promovidas en la sucesión natural.
6. **Se debe evaluar si hay especies invasoras** en el sitio o en los alrededores y evitar que se introduzcan estas especies tanto de plantas como de animales. Planear actividades continuas con la comunidad, para el manejo de especies invasoras.
7. **Evaluar** los gradientes topográficos naturales y patrones de drenaje, restablecer el régimen del flujo hidrológico natural, evaluar el estado del suelo.

El cúmulo de estas consideraciones junto con el análisis del estado de los sitios tendría que dar como resultado una zonificación del área a restaurar, incluyendo áreas priorizadas, cronogramas de intervención y responsabilidades para cada tarea.



## 5.4. PROGRAMA DE MONITOREO, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN PARA LA RESTAURACIÓN

La naturaleza experimental de la restauración constituye una ventaja para articular procesos de investigación, lo cual genera oportunidades de coyuntura entre la toma de decisiones y la investigación en un mismo escenario y tiempo de ejecución. Asimismo, esta característica genera que los procesos de restauración tengan una alta capacidad de adaptación y un constante aprendizaje, para lo cual es fundamental la construcción de un sistema de monitoreo y evaluación.

La elaboración de un programa de monitoreo y evaluación permite esclarecer la relación entre el estado actual del ecosistema, las acciones de implementación y los resultados esperados (Yoccoz *et al.*, 2001), que responden a preguntas fundamentales basadas en el proceso de restauración (Machmer y Steeger, 2002) como:

- ¿Se está alcanzando el objetivo deseado de restauración en el ecosistema y en sus componentes?
- ¿Se pueden mejorar las técnicas o métodos de restauración para optimizar la recuperación del ecosistema y sus componentes?
- ¿Qué modificaciones son posibles para mejorar la costo-efectividad del proceso de restauración

El programa de monitoreo debe construirse de manera conjunta e integral con el proceso de restauración (Herrick *et al.*, 2006), ya que el objetivo de la restauración define el escenario futuro al cual están dirigidos los esfuerzos del proceso y determinan a su vez la selección de los indicadores para el mismo. Es necesario contar con información que contribuya con el proceso de planificación de la restauración incluyendo su monitoreo.

El monitoreo provee información sobre las tendencias de algunos aspectos en el sistema, que son modificados a partir de las acciones implementadas en la restauración, para ello se hace necesario la construcción de un conjunto de indicadores que detecten diferencias desde la línea base hasta un momento específico después de la implementación del proyecto.

Para la correcta interpretación de los cambios del estado del indicador es esencial conocer la relación de causa-efecto entre los factores tensionantes, las estrategias de restauración y la respuesta del sistema (Busch y Trexler, 2003). Estas respuestas pueden darse en diferentes componentes del ecosistema y a diferentes escalas de tiempo y espacio, y su identificación contribuye a la planificación del monitoreo a corto, mediano y largo plazo. La toma de información a corto, mediano y largo plazo está determinada por los factores planteados para el análisis de la información; la medición puede considerar variables de respuesta en el ecosistema (e.g.: el nivel de caudal), o puede constituir la medición de las acciones implementadas (e.g.: la supervivencia de plántulas). En ambos casos se establece cuál es el tiempo requerido para evaluar dicho factor, y de esta manera identificar qué protocolos se requieren para el largo y corto plazo.

Para el análisis de la información es necesario contar con datos que constituyen la línea base (realizada, junto el análisis post incendio que realizó la Gobernación), además de establecer áreas específicas para la toma de datos, para lo cual es fundamental tener unidades espaciales claras que pueden establecerse a través puntos de monitoreo o, en algunos casos, a través de parcelas permanentes (tanto para el seguimiento de la vegetación, de funciones ecosistémicas, estructura, suelos, cambios de coberturas, etc.), asimismo, es importante considerar posibilidades de monitoreo y cuantificación de la fijación de CO<sub>2</sub>.

La metodología del monitoreo debe considerar, además de los factores establecidos en el programa de restauración como insumos para la selección de indicadores, el efecto de los cambios ambientales en las variables a

monitorear, los requerimientos a nivel técnico que demanda la toma de información, y el costo del mantenimiento del monitoreo (Jardel et ál., 2011). Un mecanismo fundamental para la sostenibilidad, tanto para el programa de restauración como para el de monitoreo, es la concertación de objetivos y estrategias de manera participativa e integral con la comunidad, lo cual confiere mayor apropiación del proceso y una articulación directa entre comunidad, gestores e investigadores que respalden a diferentes niveles la formulación e implementación del proyecto.

### 5.4.1. Establecimiento de indicadores

Los indicadores son variables, factores o características cualitativas o cuantitativas, a través de los cuales se pueden detectar cambios de acuerdo a los objetivos de restauración. El establecimiento de indicadores se realiza de manera paralela a la planificación de la restauración y el monitoreo, se formulan específicamente para cada meta u objetivo, deben ser priorizados de acuerdo al alcance del proyecto (tanto a nivel espacial como de presupuesto) y deben cumplir con ciertas características que permitan interpretar resultados durante la fase de ejecución e implementación del proyecto (Machmer y Steeger, 2002).

Los indicadores se caracterizan por:

- **Su viabilidad:** reflejan aspectos relevantes según los objetivos del proyecto, representan un mínimo de datos que son suficientes para medir el alcance e impacto de los objetivos, y deben ser eficientes en su costo con relación al total del proyecto.
- **Ser verificables:** tienen información que puede ser tomada en un tiempo determinado de manera eficaz, que sea replicable, independiente, que refleje de manera clara el proceso a evaluar y que además permita su interpretación y análisis.

Los indicadores requieren de una descripción breve de aspectos como la fuente o medio de verificación (unidades de medición, tipo de variable); la periodicidad (cuándo será medido y con qué frecuencia); el responsable de

la medición; los instrumentos de medición (que medios o materiales son necesarios para la toma de información); y la descripción del análisis de la información.

Tanto para los procesos de restauración como los de monitoreo es necesario entender los procesos y sinergias que se generan a partir de las acciones implementadas en el ecosistema, ya que de ello dependerá la formulación del proceso metodológico que responda a cuándo, cómo, en qué componente, dónde y con qué frecuencia realizar la toma de información (Machmer y Steeger, 2002). El entendimiento de estos factores y su interrelación contribuye a definir y jerarquizar los indicadores en el monitoreo, establecer el mejor momento para una eficaz toma de datos que represente claramente el efecto de las acciones y no sucesos aleatorios, y permite estandarizar el tiempo y los métodos de manera que se elimine o reduzca la variabilidad de la información que dependa en mayor grado de factores como el clima, la estacionalidad, el tiempo y el espacio.

INDICADOR	OBJETIVO	TIPO DE ACTIVIDAD DE RESTAURACIÓN	TIEMPO DE RECUPERACIÓN	ESCALA DE TIEMPO DE MONITOREO
<b>A nivel de hábitat</b>				
Erosión y condición	Recuperar el hábitat,	Control de tensionantes	Corto plazo	Medidas trimestrales y luego anuales
Claridad del agua	Recuperar el hábitat, mejorar la calidad del agua, incrementar la biodiversidad acuática	Manejo de residuos	Mediano plazo	Mensual o trimestral. Debe ser anual y dos veces por año, por 5 años y luego de forma bianual, de acuerdo a los ciclos hidrológicos por un periodo de duración del monitoreo general
<b>Calidad del agua</b>				
Materia orgánica	Recuperar el funcionamiento del ecosistema	Manejo de la ronda hídrica /Manejo de tensionantes	Corto plazo	Anual y dos veces por año, por 5 años y luego de forma bianual, de acuerdo a los ciclos hidrológicos por un periodo de duración del monitoreo general
pH	Mejorar la calidad del agua	Manejo de tensionantes / condiciones hidráulicas	Corto y largo plazo	Anual y dos veces por año, por 5 años y luego de forma bianual, de acuerdo a los ciclos hidrológicos por un periodo de duración del monitoreo general
<b>A nivel biota</b>				
Macrófitas	Recuperar la biodiversidad acuática, mejorar las condiciones de hábitat	Manejo de residuos/ acciones en condiciones hidráulicas	Mediano plazo	Anual y dos veces por año, por 5 años y luego de forma bianual, de acuerdo a los ciclos hidrológicos por un periodo de duración del monitoreo genera
Macro invertebrados	Mejorar la calidad del agua, recuperar la biodiversidad acuática	Manejo de residuos/ acciones en condiciones hidráulicas	Mediano plazo mediano	Debe ser anual y dos veces por año, por 5 años y luego de forma bianual, de acuerdo a los ciclos hidrológicos por un periodo de duración del monitoreo genera.
Calidad Físico Química	Monitorear el grado de recuperación de la calidad del agua			Debe ser anual y dos veces por año, por 5 años y luego de forma bianual, de acuerdo a los ciclos hidrológicos por un periodo de duración del monitoreo general

**Cuadro 6. Ejemplo de indicadores para restauración de cuencas hídricas.**

INDICADOR	OBJETIVO	TIPO DE ACTIVIDAD DE RESTAURACIÓN	TIEMPO DE RECUPERACIÓN	ESCALA DE TIEMPO DE MONITOREO
<b>A nivel de hábitat/Paisaje</b>				
Conteo de avifauna/ herpetofauna/ Mamíferos	Recuperación de hábitat	Control de fuego / revegetación	Largo plazo Mediana y largo plazo	Medidas anuales Cada tres años
Conectividad entre parches de vegetación	Recuperación de la conectividad	Acciones de revegetación		
<b>A nivel de suelo</b>				
Banco de semillas de especies nativas	Recuperación de cobertura vegetal	Control de fuego	Mediano plazo	Cada año
Porcentaje de asociaciones micorrizas	Recuperación de las condiciones del suelo	Revegetación	Mediano/largo plazo	Cada año
<b>A nivel biota</b>				
Abundancia de individuos plantas en diferentes estratos vegetales	Recuperación de la biodiversidad	Control de tensionantes	Corto y largo plazo	Cada año Cada seis meses
Tasas de supervivencia	Recuperación de especies nativas	Re vegetación	Corto plazo Corto, mediano y largo	Semestral los primeros 3 años y luego bianual, con corroboración de datos de campo.

**Cuadro 7. Ejemplo de indicadores para restauración de bosque seco.**

## 5.4.2. Sistemas de monitoreo participativo como estrategia

El monitoreo participativo se aplica a actividades de monitoreo que suponen la participación de personas locales que tienen distinto grado de experiencia, roles sociales e intereses. Busca responder preguntas y valorar cambios que, enmarcados en un proceso de restauración, tendrían que hacer referencia a la conservación de biodiversidad, bienestar humano, servicios ecosistémicos, recuperación de dinámicas ecológicas y paisajísticas, etc. Además de responder preguntas, como podría hacerlo la investigación científica convencional, el monitoreo participativo busca resolver problemas de manera adaptativa, teniendo así implicaciones a nivel institucional y político ya que el punto de partida es el establecimiento de un enfoque socioecosistémico donde son consideradas todas las percepciones e intereses asociados a cada uno de los actores, y por tanto, se genera una responsabilidad compartida en cuanto a la toma de decisiones, lo que entra en conflicto con la aproximación convencional donde la responsabilidad recae únicamente sobre la institución gubernamental pertinente (Fundación Humedales, 2006).

Para construir un sistema de monitoreo participativo, en cada comunidad se llevará a cabo un mapeo de actores, un análisis de percepciones e intereses, una identificación de servicios ecosistémicos, una caracterización biológica, además de un modelo ecológico conceptual que represente la dinámica biofísica del área que se va a restaurar. Una vez dicha información es recopilada y procesada, se procede a construir de manera conjunta, incluyendo los aportes que cada actor tenga a bien suministrar, los objetivos del sistema de monitoreo participativo, estando en este caso estrechamente relacionados con aquellos propios del Plan de Restauración.

Posteriormente, metodologías para el establecimiento participativo de los criterios e indicadores a monitorear deben ser concertadas, al igual que los métodos de análisis de los datos que se generarán. Finalmente, frecuencias de monitoreo y de jornadas de análisis deben ser determinadas según criterio e indicador (Bhattarai, T. (n.d.)).

Dada la complejidad en la región en cuanto a la gestión de los recursos hídricos, es necesario desarrollar esfuerzos para promover la apropiación del proceso en los actores locales, en aspectos específicos e gestión de recursos hídricos, lo que implica generar escenarios de participación y diálogo de la comunidad y otros actores sociales claves, que posibilitará la discusión-reflexión para la construcción colectiva de conocimiento sobre el territorio y la territorialidad, la cultura y los saberes locales, así como la identificación y análisis sobre los conflictos ambientales, facilitando el aprendizaje y el reconocimiento mutuo entre actores sociales con intereses diversos que convergen en un territorio común.

A través del diálogo se tendrá que buscar por un lado la predisposición de los actores y la planeación concertada de acciones, orientadas a transformar los conflictos que ponen en riesgo la sostenibilidad ambiental de la cuenca por cuenta de prácticas agropecuarias. En este proceso que también tendría que estar ligado a construir en conjunto una estrategia de investigación participativa, se deben establecer parámetros básicos para orientar las metodologías, que permita conocer el estado de degradación de la microcuenca; los objetivos y estrategias que debería incorporar un proceso de restauración con el fin de planear el curso de la acción; y la vinculación de los actores sociales de acuerdo a las problemáticas identificadas de manera colectiva, así como las posibilidades para el proceso de implementación de las acciones.

Estas acciones permitirán generar evidencias desde el contexto local para la reflexión y toma de decisiones, mismas que podrían estar reflejadas en acuerdos de manejo y responsabilidades compartidas, así como propiciar escenarios de intercambio colectivo de ideas entre actores diversos. La toma de decisiones en lo que respecta a recursos hídricos, requiere del establecimiento de un instrumento participativo de gobernanza, pudiendo constituirse comités de cuencas, cuyas acciones estén orientadas por los resultados de los monitoreos.

Los criterios a considerar para ajustar el trabajo en campo es tomar en cuenta que la unidad de análisis es la cuenca o micro cuenca, teniendo que mapearla e identificarla en campo, construir un diagnóstico biofísico y social de la microcuenca o cuenca, considerando las problemática relevantes y ligadas a la cotidianidad de la comunidad.

Asimismo, construir colectivamente un diagnóstico del territorio para definir los objetivos y acciones para la restauración, acciones que tendrán que ser identificada en mapas, cartografía social. Hay que tener el cuidado de que se analicen, validen bien la problemática y luego pasar a las soluciones, de tal manera de que lograr consensos sobre el nivel de degradación y luego enfocarse en las soluciones. Para este proceso se requiere que en las diferentes cuencas intermedias o microcuencas la aplicación de herramientas que consideren las mismas variables, de tal manera de facilitar la integralidad del análisis.

## 5.5. COMUNICACIÓN PARA EL DESARROLLO

La Comunicación para el Desarrollo es planteada como un elemento transversal estructural para el éxito del proceso de restauración y cambios progresivos de cambios en los paradigmas de desarrollo. Esto implica que cada una de las actividades que se desarrollaran en el marco del Plan de restauración, se tendrán que establecer estrategias que articule el abordaje sobre la sostenibilidad en prácticas de desarrollo y los resultados de las acciones del plan de restauración. Lo que facilitara procesos de dialogo para la construcción identitaria y participación ciudadana.

El principal objetivo de la comunicación para el desarrollo es propiciar que los individuos y las comunidades produzcan y se apropien de los procesos de cambio social, a través de la planificación y puesta en práctica de estrategias basadas en el diálogo y la negociación, aspecto estructural para alcanzar la restauración y gestión del riesgo en la región afectada por los incendios en el departamento de Santa Cruz. Es decir, impulsar la gestión de la comunicación entre actores y desde ellos hacia afuera, fortaleciendo las actividades operativas del plan, ya que posiciona y empodera a la comunidad en un proceso de cambio de prácticas en el desarrollo, protagonizado por los propios involucrados.

No obstante, también se tendrán que incorporar herramientas que permitan el flujo de información dentro del organigrama de los involucrados en la implementación del Plan, fomentando la sinergia y evitando duplicidades. Además de estrategias que permitan, dar a conocer los objetivos, actividades y resultados del Plan, así como de garantizar que ésta se comunica con actores a nivel local, departamental y nacional, mediante herramientas masivas estratégicas. También es necesario incorporar estrategias, con mensajes claves, para crear conciencia en asuntos de desarrollo sostenible, buenas prácticas productivas, y promoción de productos provenientes de los esfuerzos de los involucrados en las actividades del Plan.

Frente a estas necesidades se sigue el enfoque de comunicación para el desarrollo en las Naciones Unidas, estructurado en tres (3) líneas estratégicas<sup>7</sup>, para la implementación de las acciones, considerando de manera transversal oportunidades para que las mujeres adquieran habilidades y confianza para ejercer presión y lograr cambios, fomentar la igualdad y estimular las acciones colectivas para superar prejuicios y desigualdades.

- 1. Comunicación para el cambio del comportamiento**
- 2. Comunicación para el cambio social**
- 3. Comunicación para la incidencia**

#### **a) Comunicación para el cambio de comportamiento**

Se entiende a la comunicación para el cambio de comportamiento como un proceso interactivo para desarrollar mensajes y enfoques a través de una mezcla de canales de comunicación con el objetivo de fomentar y preservar comportamientos positivos y adecuados, para lo cual se tendrá que construir una estrategia específica. Para lo cual se requiere conocer el comportamiento individual de los actores, el cual está determinado por el contexto social, cultural económico y político, de tal manera de que se incorporen elementos como la educación entre iguales, el marketing social, la educación para el entretenimiento, las políticas públicas, la incidencia de los medios de comunicación, el empoderamiento personal y comunitario, así como las relaciones públicas. Así como la difusión de nuevas formas de pensamiento a través de la comunicación y de la interacción social en comunidades locales.

#### **b) Comunicación para el cambio social**

Plantea el diálogo como idea fundamental para el desarrollo y la necesidad de facilitar la participación y el empoderamiento de los

---

<sup>7</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Oficina de Políticas para el Desarrollo Grupo para la Gobernabilidad Democrática. 2011. Comunicación para el desarrollo Fortaleciendo la eficacia de las Naciones Unidas.

actores de las comunidades. Se basa en la importancia de la comunicación horizontal, el papel de las personas como agentes del cambio y la necesidad de las estrategias de negociación y de las alianzas.

Se promoverán procesos de diálogo, mediante los cuales, las personas pueden superar obstáculos e identificar vías que les ayuden a alcanzar los objetivos fijados por ellas mismas en la restauración. A través de estos procesos de diálogo público y privado, todos los miembros de la sociedad civil (mujeres, hombres, niñas y niños) definen quiénes son, qué quieren y necesitan y qué debe cambiar para conseguir una vida mejor. Esta estrategia se aplicará en el proceso de construcción de acuerdos para la buena gestión de recursos hídricos entre comunidades y sector privado, pudiendo emplearse esta acción como un catalizador que en lo colectivo impulse un cambio individual.

### **c) Comunicación para la incidencia**

Implica el desarrollar acciones organizadas con el objetivo de influenciar el clima político, decisiones de procesos políticos y programas, percepciones públicas sobre normas sociales, decisiones sobre asignación de fondos, planificación del territorio. A través del trabajo desarrollado generar evidencias técnicas que permitan difundir con respaldo técnico y social la necesidad de cambios en normativas y políticas públicas.

De manera conjunta con los actores y a través de proceso de dialogo, y con evidencias técnicas, se impulsará la influencia sobre los responsables políticos y los dirigentes sociales y políticos en todos los niveles para crear y preservar entornos legislativos y políticos propicios.

## 5.6. ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS

La estimación de las pérdidas económicas causadas por los incendios es difícil de realizar, debido a la diversidad de variables que debe incluir, muchas de las cuales no están disponibles. No obstante, se perciben los daños como incalculables. Las estimaciones se enfrentan a la falta de datos cuantificables, disponibles o de base. La mayor dificultad es conocer los efectos en la fauna, ya que no se cuenta con los datos suficientes sobre las pérdidas, de acuerdo con expertos las cifras pueden llegar a varios millones, asimismo, la falta de información sobre el valor intangible de los diferentes tipos de vegetación y sobre los servicios ambientales que brinda el bosque no solo para los sistemas de vida locales, sino como sustento para el desarrollo del departamento.

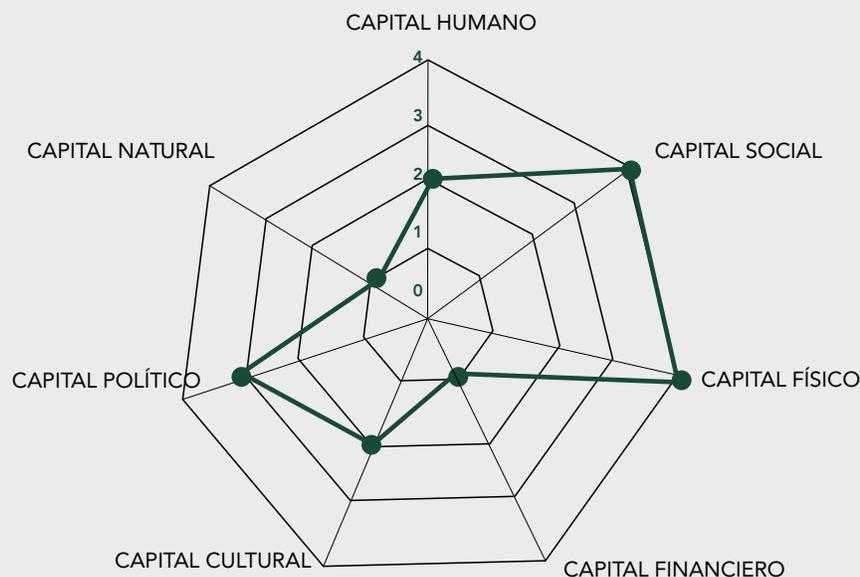
Villarroel, P. (2020), realizó una aproximación de la valoración económica de los efectos producidos por los incendios forestales del año 2019 en los sistemas de vida de 69 comunidades de nueve de los diez municipios más afectados en el departamento de Santa Cruz. La valoración se realizó en base a información secundaria generada por diferentes fuentes, que contienen diagnóstico y datos relacionados a las pérdidas, siendo el estudio de Apaza, L. 2019: "Medios de Vida de Comunidades Chiquitanas Post Incendio" el que ofrece los datos con mayor relevancia sobre los medios de vida afectados. Se hizo el análisis en función de 7 capitales: (1) capital humano, (2) capital social, (3) capital natural, (4) capital físico y (5) capital financiero (6) capital político (7) capital cultural.

Apaza, L. (2019), recopiló información a nivel de comunidad para cada uno de los capitales utilizados en el estudio de valoración económica, tomando una muestra que permitió conocer de manera rápida los efectos generados sobre los medios de vida. Esta información es utilizada por Apaza para construir indicadores de vulnerabilidad en cada dimensión de los tipos de

capital, y posteriormente agregar a un solo indicador para cada tipo de capital. Los indicadores distinguen 4 niveles de vulnerabilidad:

1. Vulnerabilidad muy alta: 1
2. Vulnerabilidad alta: 2
3. Vulnerabilidad moderada: 3
4. Vulnerabilidad baja: 4

Los resultados estimados para cada indicador de vulnerabilidad según el tipo de capital.



**Fuente: "Medios de vida de comunidades chiquitanas post incendio", Apaza (2019).**

Se puede observar que los capitales natural y financiero son los más afectados por los incendios, considerando la destrucción de los bosques, el potencial forestal de estos lugares, la afectación a las posibilidades de trabajo, destrucción de cultivos y fuentes de ingresos para las personas. Los capitales culturales y humanos tienen una afectación alta, siendo los siguientes más afectados por los incendios, especialmente por el acceso a alimentación y la pérdida de flora y animales silvestres. Finalmente, los capitales social, físico y político parecen tener una vulnerabilidad baja, siendo los menos afectados por el desastre.

En base de esta información Villarroel, P. (2020) hizo la valoración considerando todo aquello que se encuentra bajo el marco conceptual de los medios de vida. Por otra parte, se debe considerar que los resultados solamente se restringen a nueve municipios y 69 comunidades, por lo que los efectos son mucho mayores, ya que son más de 370 comunidades afectadas.

Las estimaciones se describen a continuación:

### Capital Natural

- Más de 350 millones de Bolivianos perdidos en potencial forestal
- Más de 60 millones de Bolivianos aproximadamente en pérdidas de animales de uso de subsistencia.
- El efecto es aún mayor si podríamos cuantificar el valor económico de recursos hídricos o plantas de uso de subsistencia.

### Capital Cultural

- El sector de turismo es uno de los sectores más afectados con una pérdida estimada de 61 millones de Bolivianos.
- Si consideramos la pérdida de animales y plantas silvestres, incluyendo el uso medicinal el efecto a mediano y largo plazo es significativamente mayor.

### Capital Financiero

- Aproximadamente más de 6 millones de Bs. de pérdidas en producción agrícola, 4 millones de Bs. en producción pecuaria y 2 millones de Bs. en producción alternativa, como ser sistemas agroforestales y silvopastoriles
- Más de 40 millones de Bs. de pérdidas en pastos cultivados y 798 mil Bs. en pastos naturales.
- Más de 4 millones de Bs. de pérdidas de ingresos laborales de los hogares.

### Capital Físico

- El mantenimiento o recuperación de la infraestructura vial afectada significa más de 630 mil Bs.
- La reposición de infraestructura de agua significaría un monto aproximado de 17 millones de Bs.

**Capital Humano**

- **No se observa un efecto directo sobre las dimensiones de este capital.**
- **Los daños generados sobre salud y acceso a alimentación significaría un monto de 2.1 millones de Bs.**

---

**Capital Social y Político**

- **Los efectos descritos por Apaza muestran vulnerabilidades bajas en estos tipos de capital.**
- **Los efectos cualitativos muestran la importancia de estos capitales pero también dan pautas sobre el enfoque cuantitativo para la estimación de sus efectos.**

---

Sin duda se requiere se realizar una valoración económica que vaya más allá de un simple análisis financiero. En este sentido, se debe considerar que la pérdida de ecosistemas como los bosques y/o pantanales no solo significa perder un potencial económico sobre la explotación de recursos, sino también la generación de costos invisibles asociados a la pérdida de recursos naturales, que resulta en efectos negativos y pérdidas económicas aún mayores especialmente en comunidades indígenas vulnerables.

En este sentido, es evidente la necesidad de pensar en nuevos sistemas de producción sostenible, que no signifique solamente la generación de valor económico sino también la protección de ecosistemas, usos y costumbres, tecnología local y la relación estrecha entre la naturaleza y las comunidades indígenas. Se acompaña al documento el informe completo de la consultoría de Villarroel, P.

## Objetivos Estratégicos

## Indicadores de los Objetivos Estratégicos

## Lineamiento Estratégico

## Metas

### Eje Social

Recuperar las condiciones de disponibilidad y acceso a salud, educación y servicios básicos<sup>1</sup> en zonas afectadas por el incendio con enfoque de protección, género y generacional

En el 100% de los municipios afectados, se han recuperado las condiciones de atención oportuna y especializada a patologías generadas por incendios.

Se ha generado conciencia ambiental con enfoque de gestión de riesgos en los actores de la gestión educativa formal y no formal en el 100% de municipios apr100% de los municipios afectados recepcionan periódicamente información/ datos sobre los avances y desafíos de la implementación del Plan, así como la promoción de nuevos paradigmas de desarrollo.

La población afectada por el incendio, cuenta con provisión continua de servicios básicos, especialmente de agua para consumo humano, en el 100% de municipios afectados.

Se cuenta con un modelo de vivienda resiliente a incendios en cada uno de los cuatro (4) ecosistemas de las zonas afectadas.

Las instancias de atención a población vulnerable del 100% de los municipios afectados, brindan atención prioritaria y de calidad en casos de desastres.

1. Provisión de servicios de salud para población afectada priorizando a la más vulnerable.

2. Formación de sociedades sustentables y comunicación para el desarrollo.

3. Recuperación de servicios básicos.

4. Promoción de políticas de infraestructura resiliente a incendios.

5. Promoción de políticas contra la violencia en situaciones de emergencia.

El 100% de las comunidades afectadas por los incendios tienen acceso a agua apta para consumo humano, para la producción, industria y naturaleza.

Por lo menos el 80% de los actores de las cuencas valoran y aplican buenas prácticas productivas, habiendo establecido acuerdos de responsabilidades compartidas para la restauración.

Se ha fortalecido la gobernanza sobre los recursos hídricos, en el 100% de las cuencas que concentran la mayor proporción de áreas para restauración y refugios, además de fuentes de agua.

### Eje Productivo

Recuperar los medios de vida y generar valor agregado a partir de prácticas de producción agropecuaria sustentable y manejo forestal integral, fortaleciendo la resiliencia del sector productivo con enfoque de Neutralidad de Degradación de Tierras (NDT)<sup>2</sup> y cambio climático, en el marco del Plan de Uso de Suelos del Departamento de Santa Cruz

El 100% de los municipios afectados ha recuperado las condiciones de sus sistemas de producción agropecuaria, silvopastoril y de subsistencia afectadas por los incendios, aplicando enfoques de sustentabilidad y desarrollo.

En el 100% de los municipios afectados, se han recuperado las áreas de manejo forestal integral y se han desarrollado acciones de promoción de actividades forestales maderables, no maderables y producción artesanal.

6. Recuperación de las condiciones de sistemas de producción agropecuaria y silvopastoril sustentables con valor agregado.

7. Recuperación de áreas productivas agrícolas de subsistencia y otras actividades alternativas (economía de patio).

8. Restauración de áreas de manejo forestal integral y sustentable de bosques.

9. Recuperación y promoción de actividades forestales maderables, no maderables y producción artesanal con valor agregado.

Desde el 2021 se ha iniciado el proceso de recuperación de 26.320 hectáreas productivas (agrícola, pecuaria, forestal), bajo parámetros de sostenibilidad.

Desde 2021 se encuentra en proceso de recuperación los sistemas productivos del 100% de los municipios afectados.

<sup>1</sup> El concepto de servicios básicos es amplio e involucra agua, alcantarillado, energía eléctrica, comunicaciones, etc.

<sup>2</sup> La NDT se caracteriza por la reducción y pérdida de la capacidad de producción biológica y económica de la tierra.

Objetivos Estratégicos	Indicadores de los Objetivos Estratégicos	Lineamiento Estratégico	Metas
------------------------	---	-------------------------	-------

### Eje Ambiental

<p>Restaurar y conservar las funciones ambientales de las áreas naturales afectadas, áreas de influencia y prioritarias para la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad</p>	<p>El 100% de las áreas afectadas por el fuego en Áreas protegidas (*), han sido aseguradas por normativas y acciones legales de refuerzo para su inmovilización, como garantía efectiva para la regeneración natural.</p> <p>En el 100% de bosques y áreas protegidas afectadas por incendios, se han desarrollado acciones de restauración asistida o se han generado condiciones de protección para una restauración natural.</p> <p>Se ha implementado un plan para la conservación de 100.000 Has de corredores de conectividad de flora y fauna silvestre en sitios priorizados.</p> <p>Se desarrollan políticas para la conservación de las áreas boscosas que no fueron afectadas por el incendio.</p>	<p>10. Diseño y aplicación de normativa desde la instancia nacional y subnacional, que dejan sin efecto la asignación o dotación de tierras u otras acciones de ocupación en áreas protegidas según zonificación establecida.</p> <p>11. Restauración asistida y natural de bosques en zonas priorizadas.</p> <p>12. Conservación de corredores de conectividad de flora y fauna silvestre en sitios prioritarios de conservación y de las áreas de influencia.</p> <p>13. Restauración asistida, natural y conservación de áreas protegidas nacionales y subnacionales en el marco de sus instrumentos de gestión.</p> <p>14. Monitoreo de la restauración (funciones ambientales, fijación y captura de carbono, balance hídrico, fuentes de agua superficiales y subterráneas y corredores de biodiversidad).</p> <p>15. Revisión y análisis de normativas relacionadas a la problemática ambiental.</p>	<p>Hasta 2021 se ha facilitado a través de la asistencia, la restauración de 37.835 hectáreas dentro de unidades de conservación de carácter nacional, departamental y municipal, de las cuales 305 hectáreas son refugios claves para fauna silvestre.</p> <p>Hasta el 2021, 105.000 hectáreas están en proceso efectivo de restauración asistida, en 16 municipios, de acuerdo con la referencia de los ecosistemas próximos no afectados.</p> <p>Desde el 2021 por lo menos el 80% de los 4 millones de hectáreas se han restaurado, a través de la sucesión natural, producto de políticas claras que respaldan la restauración y aplicación de buenas prácticas productivas.</p> <p>Hasta el 2021 se cuenta con políticas públicas claras que identifican a través de la planificación, el tratamiento bajo parámetros de sostenibilidad de los 9 millones de hectáreas que conforman corredores de conectividad.</p> <p>Desde 2021, se ha iniciado con efectividad procesos de conservación de por lo menos el 60% de las áreas identificadas como refugios de fauna silvestre.</p>
--	--	---	---

### Eje Cultural y Turismo

<p>Restaurar el patrimonio cultural y promover el turismo</p>	<p>En el 100% de municipios con vocación turística, se han desarrollado acciones restauración y protección del patrimonio natural y cultural y de promoción de la actividad turística.</p>	<p>16. Restauración y protección del patrimonio: Natural, cultural (material e inmaterial) y desarrollo sociocultural.</p> <p>17. Recuperación y promoción de la actividad turística.</p>	<p>Desde 2021 se cuenta con un sistema de monitoreo, centrado en GADSC, coordinado con GAMs, OSC y Gob, Nacional, estableciendo nuevas metas para la restauración.</p> <p>100% de municipios con vocación turística, han desarrollado acciones restauración y protección del patrimonio natural y cultural y de promoción de la actividad turística.</p>
---	--	---	--

(\*) Según el observatorio del BSCh, cerca de 2 millones de hectáreas afectadas por los incendios están dentro de áreas protegidas de distinto nivel, lo que implica que, si desarrollamos medidas efectivas de clausura, con medidas legales y políticas adicionales, estaríamos garantizando el proceso de regeneración para un 42 % del total afectado por el fuego

Objetivos Estratégicos	Indicadores de los Objetivos Estratégicos	Lineamiento Estratégico	Metas
<b>Componente Gestión de Riesgos y Gobernanza</b>			
<p>Fortalecer la resiliencia de los medios de vida y capacidades institucionales nacionales y subnacionales para la gestión de riesgos y la gobernanza</p>	<p>El 100% de las instancias nacionales y subnacionales relacionadas con la gestión de riesgos en temas de incendios han fortalecido sus capacidades en atención, mitigación y prevención.</p>	<p>18. Fortalecimiento de capacidades técnicas y de gestión de las instancias nacionales y subnacionales en atención, mitigación y prevención de riesgos con enfoque de cambio climático.</p> <p>19. Generación de capacidades en prevención de riesgos en organizaciones y miembros de la sociedad civil con enfoque de cambio climático.</p> <p>20. Generación de procesos de coordinación y gobernanza entre los actores involucrados.</p>	<p>Para el 2021 se cuenta con un escenario normativo nuevo, elaborado en el marco del PLUS SCZ, promueve la sostenibilidad, estableciendo incentivos y la gestión del riesgo de incendios de manera estructural.</p> <p>Durante el 2021, 100% de los Gobierno Municipales han desarrollado capacidades técnicas e institucionales para el manejo integral del fuego como parte de la gestión del riesgo.</p> <p>100% de los PTDI y otros instrumentos de planificación territorial, de los municipios, comunidades y propiedades privadas, han incluido los elementos técnicos definidos en el plan de restauración para la toma de decisiones.</p>

**Cuadro 8. Objetivos, indicadores y lineamientos estratégicos por Eje, establecidos en el Plan de Recuperación de las áreas afectadas por los incendios en el Dpto. de Santa Cruz, elaborado en conjunto con el Ministerio de Planificación, en el cual se muestran las metas cuantificables de acuerdo al análisis espacial.**

**Fuente: Plan de Recuperación de áreas afectadas por los incendios en el Dpto. de Santa Cruz (MPD, 2020)**

# VI. PREVENCIÓN



De acuerdo con FAN (2020)<sup>8</sup> Los patrones observados en un estudio realizado sobre el impacto en la biodiversidad vegetal de los incendios<sup>9</sup> sugieren que los bosques chiquitanos responden a incendios recurrentes a través de un cambio en la composición de las especies arbóreas con especies tolerantes al fuego ya presentes que se vuelven más dominantes. Esta transición presenta pérdidas en la biomasa pero incrementos en la riqueza de especies. La comprensión de una posible transición a un estado más adaptado al fuego es de gran relevancia para las estrategias de manejo de bosques e incendios en la región, ya que esta transición puede volverse irreversible en un futuro régimen de incendios forestales más frecuentes, esperado debido a condiciones climáticas más secas con patrones crecientes de la fragmentación de los bosques y la propagación del uso del fuego en nuevas fronteras forestales.

Los resultados del análisis de combustible disponible en la región chiquitana<sup>10</sup> muestran que: **i)** los estratos de arbustales y matorrales, Bosque chaqueño, Bosque chiquitano del cerrado, Bosque higrofitico, Bosque seco chiquitano, Bosque subhúmedo semideciduo y Palmares inundables presentaron un alto porcentaje de cobertura, permitiéndole al fuego una mayor facilidad de propagación a través de las copas; **ii)** se observó la mayor carga de arbustos en los estratos Bosque higrofitico y Bosque chiquitano mientras que el Bosque chaqueño y el estrato de Arbustales y matorrales presentaron la mayor carga del componente "Otros" (*Aechmea sp.* y *Bromelia sp.*), es interesante observar que en estos estratos el fuego podría tener una mayor dificultad en propagarse a través de este tipo de vegetación ya que almacenan el agua de lluvia entre sus hojas y por lo tanto este sería un factor muy importante en su proceso de ignición; y **iii)** la carga de material leñoso

<sup>8</sup> FAN, 2020. Marco conceptual sobre acciones de prevención de incendios forestales y su aplicación en el Dpto. de Santa Cruz, en el marco del Plan de restauración. Consultoría elaborada por encargo de la Secretaria de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente del Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz.

<sup>9</sup> Devisscher, T., Malhi, Y., Landívar, V. D. R., & Oliveras, I. (2016). Understanding ecological transitions under recurrent wildfire: a case study in the seasonally dry tropical forests of the Chiquitania, Bolivia. *Forest Ecology and Management*, 360, 273-286.

<sup>10</sup> Bustos, S. Michael; Ponce, Edgar; Rodríguez, Armando. 2014. Caracterización de combustibles forestales en la Chiquitania. Documento Científico N° 6-2014. Universidad Gabriel René Moreno, Carrera de Ingeniería Forestal. Santa Cruz, Bolivia.

caído, indican que el estrato Bosque higrofitico presentó la mayor carga de material leñoso caído de 1 hora y 10 horas con 0,08 Tn/ha y 0,21 Tn/ha respectivamente, por otro lado los estratos Bosque chiquitano del cerrado, Bosques higrofiticos y Cerrado fueron los únicos que presentaron MLC de 1.000 horas con 6,73 Tn/ha, 8,72 Tn/ha y 3,03 Tn/ha respectivamente.

A los factores de déficit hídrico y la presencia de combustibles inflamables en el bosque, se suman las actividades antrópicas que provocan un patrón de incendios a lo largo del tiempo que está en constante crecimiento. Este patrón muestra una ciclicidad en la frecuencia con la que incendios de gran extensión se repiten (2004, 2010, 2019) pero que aún no puede ser explicada o más aún predicha por el conocimiento disponible que tenemos sobre la ecología del fuego en el departamento.

Como ya se ha mencionado, la recurrencia y severidad creciente de los incendios, ha venido impulsando acciones mancomunadas de acción en busca de implementar acciones de prevención y manejo del fuego. El Foro Taller "Hacia un Programa de Manejo del Fuego para Santa Cruz"<sup>11</sup> fue una de las acciones, así como la Mesa de Trabajo sobre incendios, que se establecieron para la elaboración del Plan de Restauración, identificaron debilidades, lineamientos estratégicos y acciones.

FAN (2020) en la elaboración del marco conceptual sobre acciones de prevención de incendios forestales y su aplicación en el Dpto. de Santa Cruz, analizo la capacidad municipal de prevención en base del conocimiento e información disponible, tomando como criterios de evaluación, la existencia y funcionamiento de Unidad de Gestión de Riesgos, Unidad Forestal Municipal, Unidades Militares, Campamentos de Guardaparques o centros de operación de áreas protegidas, presencia de Brigadas Comunales de primera respuesta o brigadas voluntarias de bomberos, Capacitaciones previas en prevención, manejo de fuegos, activación del

<sup>11</sup> Fundación Amigos de la Naturaleza. (2012). Memoria del Foro-Taller "Hacia Un Programa de Manejo del Fuego Para Santa Cruz (2014-2023)". FAN, Santa Cruz.

COEM. Habiéndose identificado en orden de mayor capacidad a menor: 1) Roboré, 2) San Ignacio, 3) San José, 4) Concepción, 5) Puerto Quijarro, 6) Puerto Suarez y 7) San Matías, los demás municipios fueron identificados como de baja capacidad de prevención.

## 1. Zonas prioritarias para la prevención

Como resultado del análisis multicriterio, también realizado por FAN (2020), se identifican 7,2 millones de hectáreas como zonas prioritarias para la realización de acciones de prevención. Habiéndose identificado 4 tipos de categorías de áreas de prevención (Mapa 8):

- **TIPO I:** áreas de atención importante, con pastizales, baja repetitividad de incendios y buena capacidad municipal de respuesta.
- **TIPO II:** áreas de atención muy importante, con matorrales, baja repetitividad de incendios y buena capacidad municipal de respuesta
- **TIPO III:** áreas de atención muy importantes y urgente, con bosque o matorrales, repetitividad media y capacidad municipal de respuesta baja.
- **TIPO IV:** áreas de atención muy importante y muy urgente, bosques o matorrales, alta repetitividad y capacidad municipal de respuesta baja.

## IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS PARA EL TRABAJO EN PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES DENTRO DE ÁREAS PROTEGIDAS

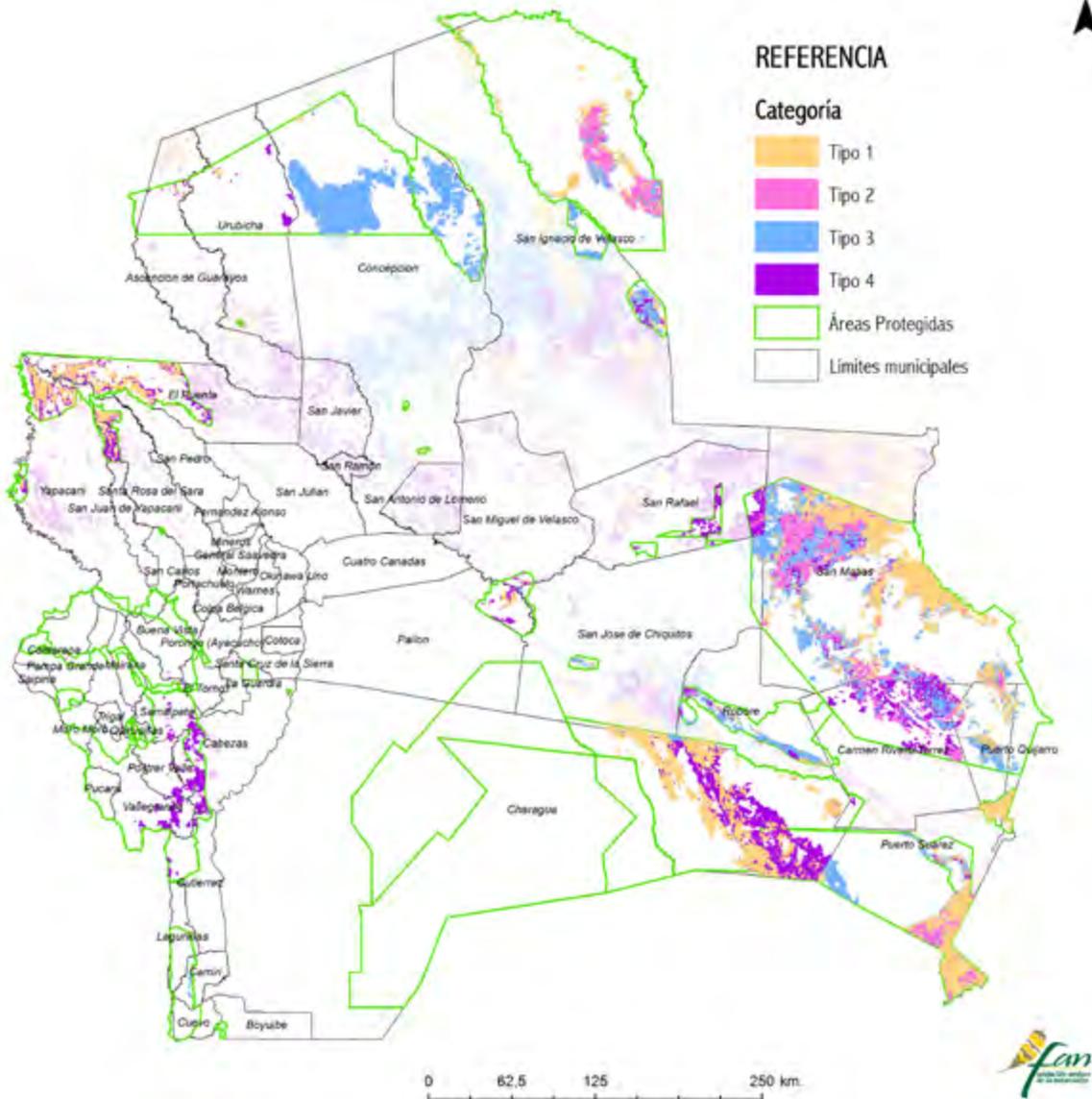


Figura 14. Áreas para acciones de prevención categorizadas por tipo de prioridad.

Desde el punto de vista de Áreas Protegidas, las intervenciones en orden de prioridad deberían darse en el ANMI San Matías, PN y ANMI Otuquis, y el PN Noel Kempff, a nivel de UCPNs: RSV Ríos Blanco y Negro, RVS Humedales del Norte, a nivel Municipal, la Reserva de Copaibo y Laguna Marfil, además de la ACIE Ñembi Guasu. Entre las TCO, las prioritarias para acción en términos de superficie de prevención son: Monteverde, CIRPAS, Guarayos, Zapoco y Lomerío.



## Lineamiento 1

## Caracterización y conocimiento del riesgo

### Objetivo

Conocer y caracterizar los incendios forestales desde el punto de vista de su grado de amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta, tanto de los ecosistemas como de los sistemas de vida de los pobladores locales

### ACCIÓN ESTRATÉGICA

### Tamaño y frecuencia de los incendios

Definir el tamaño y frecuencia de las amenazas

1. Desarrollar una agenda de investigación y la creación de una red de investigación para adquirir más conocimientos.
2. Desarrollo y puesta en funcionamiento de sistemas de gestión de conocimiento que se integren a los sistemas de información existentes.
3. Evaluación y monitoreo permanente de áreas de incendios y frecuencia de los mismos.
4. Realizar un mapa departamental de combustibles

Estimar la vulnerabilidad y las capacidades de respuesta de los ecosistemas y los sistemas de vida

### Vulnerabilidad y capacidad de respuesta

1. Desarrollo completo (sobre la base de los avances) de un índice de vulnerabilidad y capacidad de respuesta municipal (y otras escalas geográficas).
2. Evaluación y monitoreo permanente de la vulnerabilidad y capacidad de respuesta.

## Lineamiento 2

## Prevención de incendios forestales

### Objetivo

Desarrollar las capacidades locales, municipales y departamentales para poder prevenir de manera efectiva y eficiente la ocurrencia y prevalencia de incendios forestales.

### PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

### Prevención cultural

Diseñar y poner en funcionamiento un programa de educación (incluyendo sensibilización) para la prevención de incendios forestales a diferentes niveles.

1. Diseño del programa de educación para la prevención y el manejo integral del fuego.
2. Desarrollo de acuerdos Inter gubernativos y a escala municipal, así como con organizaciones de la sociedad civil para la ejecución del programa con las distintas instancias correspondientes.
3. Ejecución del programa tomando en cuenta lo descrito en la tabla 5.
4. Campañas masivas a nivel departamental, urbano y rural, de educación y sensibilización dirigidas a público en general.
5. Actividades de educación ambiental para estudiantes de primaria y secundaria del sistema formal de educación a nivel departamental.

## Lineamiento 2

## Prevención de incendios forestales

### PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

#### Prevención cultural

6. Capacitación específica sobre prevención dirigida a:
- Unidades de primera respuesta
  - Bomberos forestales
  - Productores agropecuarios
  - Funcionarios públicos

Sobre todo, en los municipios con más baja capacidad de respuesta y que tienen categoría II, III, IV.

#### Prevención legal

Prevenir y mitigar riesgos y daños derivados por el incumplimiento de la normativa vigente en materia de uso del fuego y habilitación de áreas agropecuarias

- Desarrollo de un cuadro de mando legal sobre el cumplimiento y los procesos legales ejecutados para prevenir y/o mitigar los incendios.
- Campaña informativa tomando en cuenta lo descrito en la tabla 5.
- Análisis legal para identificar las necesidades de normativa, que, en el marco de cada competencia jurisdiccional, puedan desarrollarse y aplicarse como medidas sancionatorias y de incentivos.
- Desarrollo y capacitación a los funcionarios públicos (en los diferentes niveles e instituciones con competencias) sobre el uso de una "cadena de reporte" como parte del cuadro de mando legal.

#### Prevención física

Prevenir y mitigar riesgos y daños por medio de acciones directas sobre los ecosistemas en base a información previa.

- Campaña de prevención física

#### Planificación

Impulsar y/o promover la elaboración de programas o proyectos municipales para el manejo del fuego integrado como mecanismo de mitigación del cambio climático en municipios de las áreas identificadas como vulnerables

- Capacitación a los Gobiernos Municipales en la elaboración de programas de manejo de fuego, como un formulario estándar de fácil elaboración y presentación, sobre todo a los municipios con baja capacidad de respuesta y categoría IV.
- Articulación de los planes municipales, con el plan departamental y planes nacionales incluyendo la conformación de comités regionales o locales que luego puedan representar regiones.
- Fortalecimiento de las instancias pertinentes para dirigir fondos, proyectos y acciones de prevención a las regiones afectadas.
- Conformación de un grupo de trabajo transfronterizo que permita coordinar acciones de prevención legal, física y cultural, y además contribuya a la generación y difusión de conocimientos

# VII. GOBERNANZA E IMPLEMENTACIÓN



El Plan Estratégico se constituye en un instrumento que orienta la planificación que establece las áreas y acciones claves para la restauración. Para que la implementación de las acciones corresponda a un orden, se plantea en el marco del esquema de gobernanza del Plan de Recuperación elaborado de la manera conjunta con el Ministerio de Defensa, un esquema complementario operativo, que por un lado oriente las decisiones como la comunicación interna para asegurar el fortalecimiento institucional como parte del proceso.

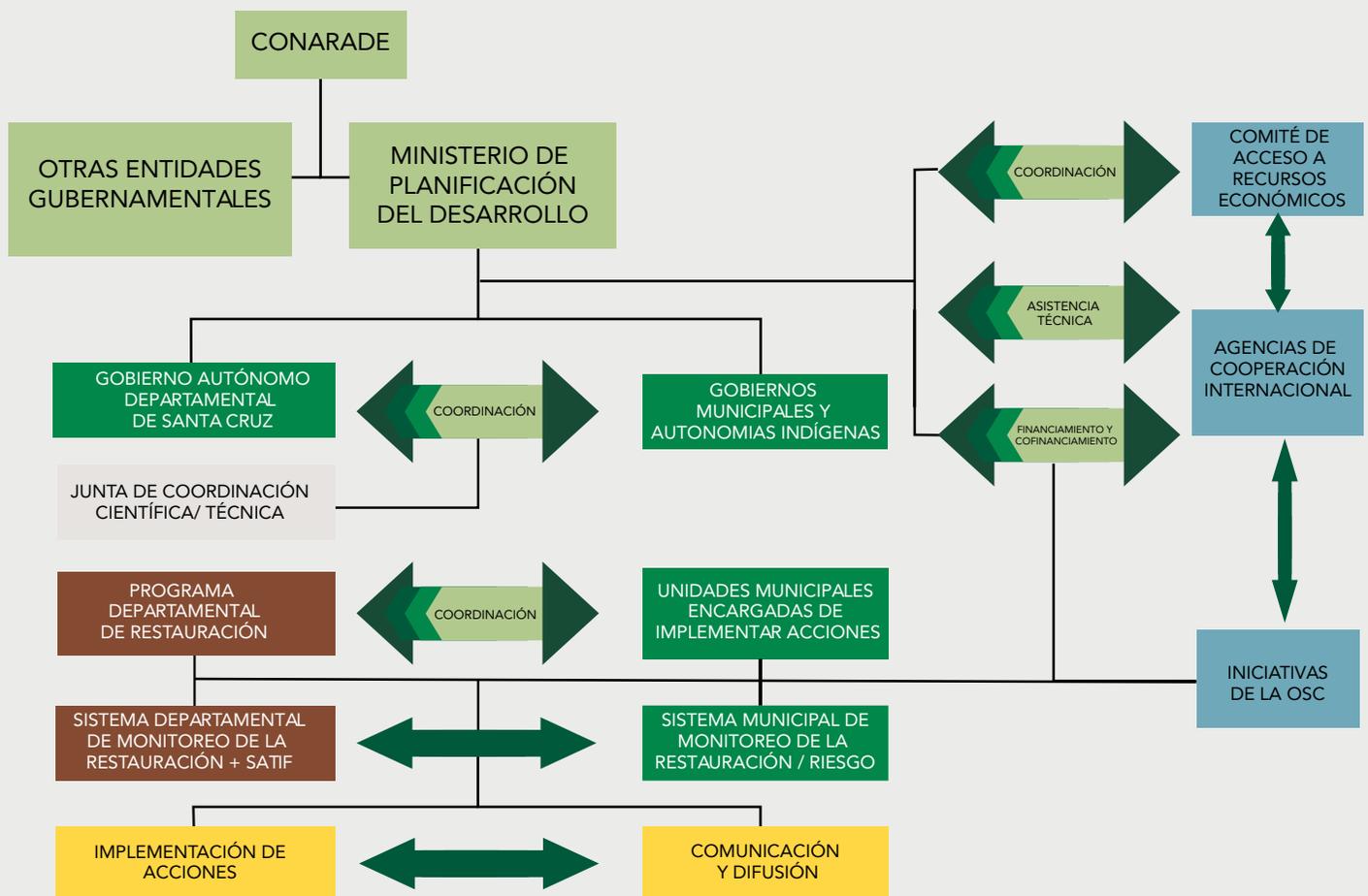


Figura 15. Esquema de gobernanza para la implementación operativa local, en base del esquema de gobernanza planteado en el Plan de Recuperación (MPD, 2020).

De acuerdo con la Ley 602 (Gestión de Riesgos y su reglamento), es el Consejo Nacional de Reducción y Atención al Desastre y Emergencias (CONARADE) la máxima autoridad para la toma de decisiones de acciones de atención al desastre y la recuperación, estableciendo a través del Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz y los Gobiernos Municipales un espacio de coordinación, a través del Ministerio de Planificación del Desarrollo.

Es fundamental la coordinación y comunicación constante de parte de los implementadores de las acciones, es decir entre la Gobernación de Santa Cruz, los Gobiernos Municipales y las Autonomías indígenas, tanto en la gestión de recursos económicos como en la implementación de acciones de tal manera de establecer sinergias y evitar la duplicidad de acciones.

Se plantea a la Gobernación de Santa Cruz como el ente que concentra de parte de los Gobiernos Municipales la información resultante del proceso de implementación, de tal manera de alimentar una plataforma virtual donde a nivel departamental todos los actores tengan acceso a los avances y desafíos en el proceso de restauración. Para lo cual la Gobernación tendrá que contar con un programa específico que se encargue de la implementación y monitoreo del Plan de Recuperación /restauración. Asimismo, los Gobiernos Municipales, a través de sus unidades técnicas también asumirán responsabilidades en la implementación de acciones, con sus respectivas herramientas de monitoreo, asegurando que se mantiene una estandarización en cuanto a los indicadores y su concentración en 1 sola plataforma de acceso público, en la Gobernación.

Se debe contar con una junta de coordinación científica /técnica que apoye, asesora e impulsa el proceso, formada por representantes de municipios, organizaciones de la sociedad civil, científicos y academia.

Gobernación, OSC, Municipios, implementan a través de recursos que vengan del TGN a través del plan de recuperación o a través de esfuerzos propios de canalización de recursos económicos. Lo importante es que todas las tareas estén orientadas al plan general, orientadas por las metas y estrategias generales planteadas y hagan parte de un sistema de monitoreo que permita sistematizar lecciones aprendidas y compartir avances con todas las instituciones involucradas en la restauración.

## VIII. RESTAURACIÓN EN EL CONTEXTO GLOBAL



La restauración es una acción que cuenta con una creciente atención en diferentes niveles, y que además siendo un proceso integral contribuye al cumplimiento de diferentes compromisos globales. La restauración del paisaje está en el centro de los esfuerzos globales para abordar algunos de los desafíos más existenciales para la humanidad y las especies, como la degradación del ecosistema, la conversión y fragmentación de la tierra, la desertificación, la pobreza, la migración, la inequidad y el cambio climático (Beatty *et al.* 2018)<sup>12</sup>

El Desafío de Bonn (Bonn Challenge) es un esfuerzo global para llevar a la restauración de 150 millones de hectáreas de bosques degradados y deforestados para el 2020, y 350 millones de hectáreas para el 2030. La meta para el 2020 fue avalada y ampliada para el 2030 por la Declaración de Nueva York sobre Bosques de la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Clima de 2014. Si bien Bolivia no hace parte aun de este esfuerzo global, representa una oportunidad.

La iniciativa 20x20 es un esfuerzo liderado por los países de Latinoamérica para iniciar la restauración de 20 M ha de tierras degradadas al 2020, ampliado de la misma manera hacia el 2030 que promueve el diálogo político e interinstitucional, proporcionar apoyo técnico en cuanto a análisis económico, identificación de barreras y cuellos de botella y proponer medidas y actividades para eliminarlos. Además, de contribuir a desarrollar arquitectura financiera y asegurar financiamiento. Iniciativa que plantea una oportunidad muy importante para la Gobernación de Santa Cruz.

En cuanto a compromisos internacionales, se destacan la de Conservación de la Biodiversidad: CBD (Meta Aichi 15), UNFCCC (CND), UNCCD (LDN meta de degradación de tierras, ODS (15.2 y 15.3)

---

**12** Beatty, C.R., Vidal, A., Devesa, T., and M.E. Kuzee. 2018. Accelerating biodiversity commitments through forest landscape restoration; Evidence from assessments in 26 countries using the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM) (Working Paper). Gland, Switzerland: IUCN. vii + 59 pp.



**Figura 16.** Relación la restauración con compromisos globales.

A nivel nacional, el proceso para lograr la restauración comienza mucho antes de la implementación. Reconocer tanto la necesidad como el potencial de la restauración es el primer paso para motivar la acción.

En la medida que los países han asumido un compromiso formal para la implementación de intervenciones de restauración, han surgido iniciativas internacionales y mundiales para alentar los compromisos de llevar a cabo la restauración a escala nacional, tal como se expresa en el cuadro 9.

Organización / Red	Programa
Alianza Mundial para la Restauración del Paisaje Forestal (GPFLR)	Red de aprendizaje/plataforma de discusión sobre restauración del paisaje forestal
Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Programa Mundial Forestal y de Cambio Climático)	Iniciativa sobre restauración del paisaje forestal
Instituto Mundial de Recursos (WRI)	Iniciativa mundial de restauración, iniciativa 20x20 (América Latina)
Nueva Alianza para el Desarrollo de África (NEPAD)	Iniciativa AFR100 (iniciativa Africana de Restauración del Paisaje Forestal)
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	Mecanismo de restauración forestal y del paisaje
Convenio sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas (CBD)	Iniciativa de restauración del ecosistema forestal
Grupo Colaborativo Internacional sobre Investigación Agrícola (CGIAR)	Programa de investigación en Bosques, Árboles y Agroforestería
Personas y Reforestación en los Trópicos, una Red para la Educación, Investigación y Síntesis (PARTNERS)	Investigación de síntesis, alcance de políticas y de educación
Unión Africana	Iniciativa de la Gran Muralla Verde del Sahara y el Sahel
Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (PNUMA)	Programa de los Mil Millones de Árboles
The Nature Conservancy (TNC)	Plantar Mil Millones de Árboles
Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF)	Restauración del paisaje en 10 ecoregiones
Alianza de Jardines Botánicos para la Restauración Ecológica	100 proyectos de restauración en varios continentes durante los próximos 20 años
Socios en EcoAgricultura	Paisajes para Alimentos, Personas y Naturaleza
Recursos Naturales Canadá – Servicio Forestal de Canadá (NRCan-CFS)	Red Internacional de Bosques Modelo

**Cuadro 9. Organizaciones internacionales, convenios multilaterales y redes con programas activos a escala de bosque y de paisaje. Fuente: Chazdon et al. (2018).**

## IX. BIBLIOGRAFÍA

Battarai, T. (s.f.). *Process and Methods for participatory M&E of Biodiversity; A Southern Reconnaissance*.

Beatty, C., Vidal, A., Devesa, T., & Kuzee, M. (2018). *Acelerating biodiversity commitments through forest landscape restoration; Evidence from assessments in 26 countries using the restoration opportunities assessment methodology (ROAM)*. Gland, Switzerland: IUCN.

Busch, D., & Trexler, J. (2003). *Monitoring ecosystems. Interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiatives*. Island Press.

CATIE. (2019). *Análisis de conectividad de biomazas amenazadas de Bolivia y Brasil*.

Chazdon, R., & Guariguata, M. (2018). *Herramienta de apoyo a decisiones para la restauración del paisaje forestal: estado actual y futuro*. Bogor, Indonesia: CIFOR.

Evans, K., & Guariguata, M. (2008). *Monitoreo Participativo para el manejo forestal en el trópico: una revisión de herramientas, conceptos y lecciones aprendidas*. Bogor, Indonesia: Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR).

Fundación de Conservación del Bosque Chiquitano. (2020). *Corredores de conectividad del jaguar (Pantera onca)*.

Fundación Humedales. (2006). *El sistema de Monitoreo Participativo- SMP en Fúquene*. Fundación Humedales. Serie Divulgación Técnica N° 2-2006.

Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz. (2019). *Análisis espacial de áreas afectadas por incendios en el departamento de Santa Cruz*.

Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz. (2019). *Evaluación ecosistémica de áreas afectadas por incendios en el departamento de Santa Cruz*. Santa Cruz, Bolivia.

Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz. (2020). *Evaluación de los medios de vida en las áreas afectadas por incendios en el Departamento de Santa Cruz*.

Guilherme Molin, P., Chazdon, R., & de Barros Ferraz, S. (2018). *A landscape approach for cost-effective large-scale forest restoration*. British Ecological Society

Herrick, J., Schuman, G., & Rango, A. (2006). *Monitoring ecological processes for restoration projects*. Journal for Nature Conservation.

Jardel, E., Mass, M., & Rivera-Monroy, V. (2011). *La investigación ecológica a largo plazo en México*. México: Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo. Universidad de Guadalajara.

Machmer, M., & Steeger, C. (2002). *Effectiveness monitoring guidelines for ecosystem restoration*. Victoria, British Columbia: Habitat branch, ministry of water, land and air protection.

Ministerio de Planificación del Desarrollo. (2020). *Plan de Recuperación de áreas afectadas por incendios en el departamento de Santa Cruz*. La Paz.

Parkyn, S., Collier, K., Clapcott, J., David, B., Davies-Colley, R., Matheson, F. Storey, R. (2010). *Restoration Indicator Toolkit: Indicators for monitoring the ecological success of stream restoration*. New Zeland.

Spellerbeg, I. (2005). *Monitoring ecological change. United Kingdom: Second Edition*. Cambridge University Press.

Worah, S. (s.f.). *Participatory Management of Forests & Protected Areas - A Trainer's Manual*. About MS-TCDC.

# IX. ANEXOS



# ANEXO I

## METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL ANÁLISIS ESPACIAL

### 1.- CORREDORES

En 2019 el CATIE desarrolló por encargo de FCBC (CATIE, 2019) un estudio de análisis de la estructura y composición del paisaje con el fin de priorizar áreas de conservación para garantizar la conectividad dentro del bosque Chiquitano y entre las unidades de conservación distribuidas en el territorio.

Dicha modelación se realizó a través del software Circuitscape V4.0.5, el cual es un software open-source, que usa la teoría de circuitos para modelar conectividad en paisajes heterogéneos (MacRae *et al.* 2008, Dickson *et al.* 2018). Basado en la teoría de circuitos *Circuitscape* visualiza al paisaje como una red compuesta por nodos conectados por resistores, en donde existe más de una unión entre cada par de nodos (multigrafos), y en donde estas uniones paralelas representan rutas o trayectorias de dispersión alternativas entre pares de nodos, o conexiones de tipos cualitativamente diferentes. De esta manera, el paisaje se representa como una superficie conductora, con resistencias bajas asignadas (conductancias altas) a tipos de elementos del paisaje que son más permeables al movimiento de la especie, y altas resistencias (conductancias bajas) asignadas a elementos del paisaje que son barreras de movimiento. A través del uso de la teoría *random walk*, *Circuitscape* evalúa simultáneamente las contribuciones de múltiples vías de dispersión, diferenciándose de aquellos análisis de *least cost path*, en donde se identifica una única ruta entre dos pares de nodos

o parches de hábitat a conectar. *Circuitscape* ofrece una medida de aislamiento asumiendo un movimiento aleatorio, a diferencia de un análisis de least cost path que asume que el organismo que se dispersa o se mueve tiene un conocimiento completo del paisaje que atraviesa y es capaz de seleccionar la ruta de menor costo (McRae *et al.* 2008). *Circuitscape* permite así modelar el movimiento potencial de especies e identificar áreas importantes para la conservación de la conectividad, a través del cálculo de valores de resistencia efectiva y de la creación de mapas de flujo de corriente. Los corredores siguen o se superponen sobre las áreas de altos valores de corriente acumulada que son resultado de la suma de los valores de corriente acumulada de las tres especies modeladas: águila arpía, tapir y el lobo de crin. Se puede observar que el área central del área de estudio corresponde a un solo corredor de grandes dimensiones casi en su totalidad ocupado por áreas de bosque, mientras que en la zona este del área de estudio los corredores son franjas más estrechas que buscan conectar las áreas protegidas a través de áreas de bosque, humedales y matorrales. En el oeste del área de estudio no se proyectan sitios de alta conectividad y por lo tanto corredores. Es importante resaltar que los corredores propuestos son el resultado de la modelación de conectividad para tres especies reconocidas en el área de estudio que usan diferentes hábitats, es decir, desde una especie dependiente de bosque como es el águila arpía, hasta una especie más generalista como es el lobo de crin que hace uso de áreas de pasto para movilizarse, por lo que los resultados deberían reflejar el estado de la conectividad en el área de estudio de manera adecuada.

Sin embargo, es importante entender que el área de distribución del águila arpía y el lobo de crin no incluye la zona oeste y suroeste del área de estudio por lo que no existen valores de corriente acumulada elevados en estas áreas que permitan proyectar sitios de conectividad o corredores siguiendo la metodología propuesta. A pesar de esto, es importante recordar que los valores de conectividad para el tapir, especie que se distribuye en toda el área de estudio, son bastante homogéneos en esta zona oeste del área de

estudio por lo que no se observan muchas áreas de paso específicas, y en general las áreas protegidas ubicadas al este y sureste del área de estudio estarían conectadas el resto del área de estudio por el corredor central propuesto y por áreas de bosque continuo al este de este corredor central. Estas reservas en el noreste incluyen la Reserva Municipal del Patrimonio Natural y Cultural del Copaibo De Concepción, la Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, y el Refugio de Vida Silvestre Departamental Ríos Blanco y Negro, y el suroeste (ej. el Área Natural Municipal de Manejo Integrado Chiquitos, el Parque Nacional y el Área Natural de Manejo Integrado Kaa-lyá del Gran Chaco, la Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Tucabaca, el Área de Conservación e Importancia Ecológica Ñembi Guasu, el Parque Nacional Pantanal Otuquis, el Área Natural de Manejo Integrado Pantanal Otuquis. Los corredores buscan básicamente conectar en el norte las áreas protegidas de la Estación Ecológica de Iquê y el Bosque Estatal Rio Roosevelt, hacia oeste con las áreas protegidas del bosque estatal Rio Mequéns, el parque estatal Serra Ricardo Franco, el parque Nacional Noel Kempff Mercado, y el parque estadual de Corumbiara, y al este con el Área de Protección Ambiental Nascentes do Rio Paraguai, el Parque Estatal Gruta da Lagoa Azul, las Áreas de Protección Ambiental Serra das Araras y Chapada dos Guimaraes. En el sur los corredores buscan conectar áreas protegidas como el Parque Estatal Pantanal do Rio Negro, las Reservas Particulares de Patrimonio Natural Fazenda Santa Sofia, Faenda Rio Negro, Fazendinha, y Estancia Caimán, el parque nacional Serra da Bodoquena y el Monumento Natural Serra de Maracaju-Corguinho.

El análisis de conectividad realizado por FCBC, desarrolló corredores de conectividad para el jaguar (Maillard *et al.* 2020, in revisión). En el estudio se presenta una evaluación de la integridad del paisaje y riesgos de degradación del hábitat del jaguar en las tierras bajas del departamento de Santa Cruz, con énfasis en propiedades ganaderas. Para los años 1986, 2010 y 2016, se identificó la fragmentación de la cobertura natural con el

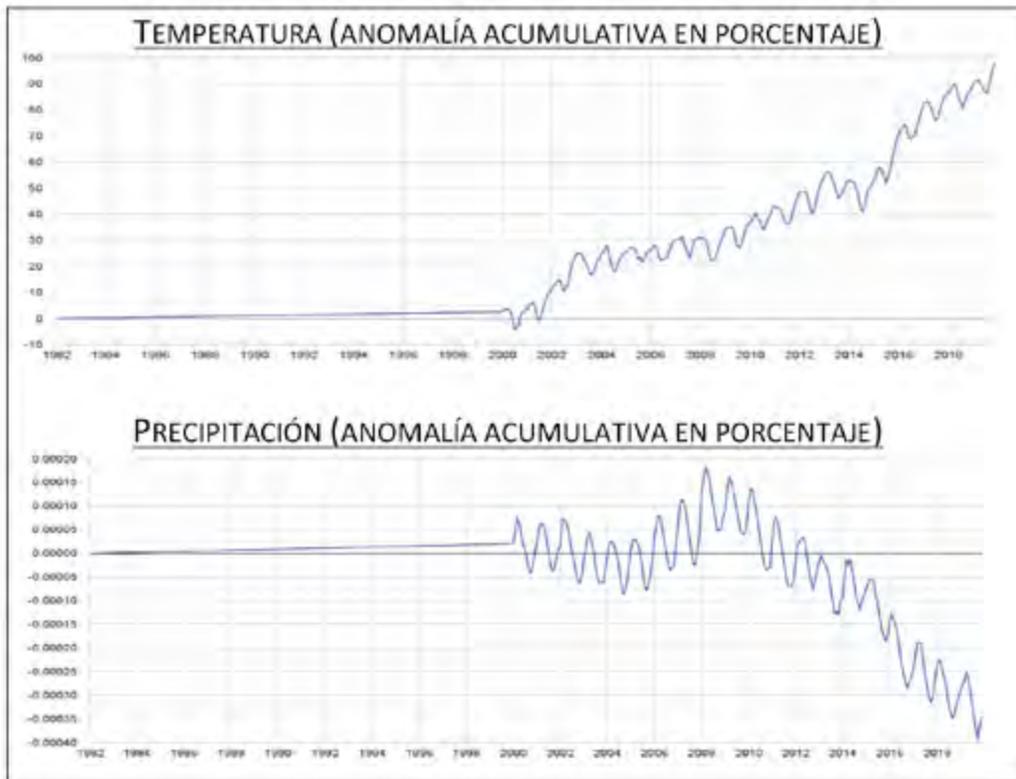
índice de Fragmentación Hipsométrica y FOS, y la conectividad estructural usando el MSPA. Se estimó la distribución del hábitat del jaguar y una proyección de su reducción hasta el año 2046. Se cuantificó la degradación del hábitat por las quemadas e incendios forestales en el período 2001-2019. Se identificaron los corredores de esta especie entre las áreas protegidas en base a las rutas de menor costo de movimiento y se realizó una revisión de las UCJ (Unidades de Conservación del Jaguar) para el departamento. Entre los resultados obtenidos, la fragmentación a escala de propiedades evidencia un aumento en algunos sectores y una reducción en otros, en tanto que en la conectividad estructural la pérdida del bosque se registró principalmente en el sector Chaco Noroccidental y el área no boscosa en el sector Chiquitano Central. Se estima que el hábitat del jaguar para todo el departamento es de 26,3 MM ha, con una proyección de reducción a 13,7 MM ha para el año 2046. Las propiedades ganaderas con mayor concentración del hábitat se localizan en el Chiquitano Central (1,4 MM ha). En 19 años el fuego afectó el 42% del hábitat principalmente en 2004, 2007, 2010 y 2019. Se identificaron además 39 conectores de 5,8 MM ha entre las áreas protegidas, del cual 68,9% representa el hábitat potencial y donde se sitúan 5.696 propiedades ganaderas. Se proponen siete UCJ en distintos sectores biogeográficos para el departamento.

## **2.- RIESGO DE INCENDIOS**

El análisis realizado (en el marco de la Ley 602) abarca un histórico de 10 años, incluyendo dos años extremos, en cuanto a hectáreas incendiadas, como el año 2010 y el 2019.

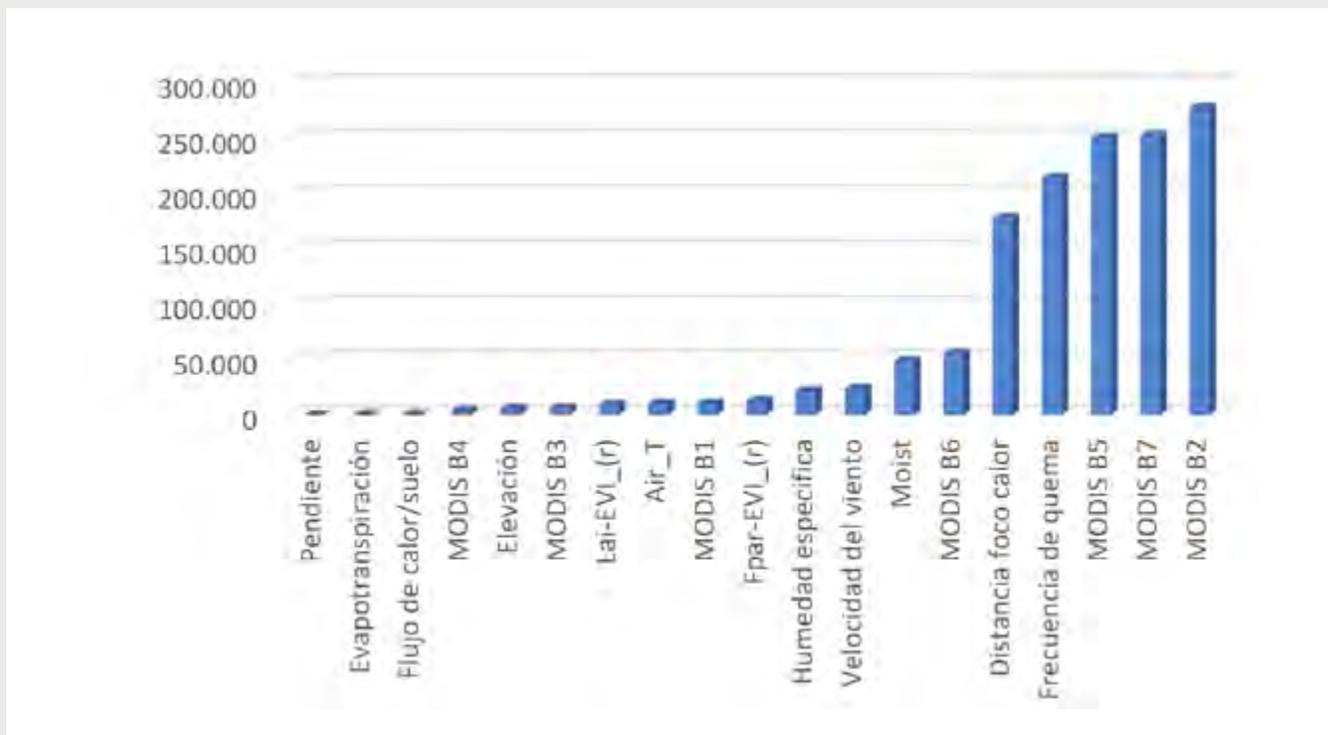
En años recientes se ha estado aplicando técnicas de análisis de datos predictivas al problema de los incendios (i.e. Famiglietti *et al.* 2019) y un elemento fundamental consiste en calibrar los modelos a las condiciones locales. Las tendencias recientes en los cambios climáticos incrementan el riesgo de incendios para el Departamento de Santa Cruz, con anomalías

consistentes en temperatura y precipitación en dos décadas, con un marcado viraje desfavorable en 2009. Estos cambios señalan la urgencia de tomar medidas correctivas a nivel de paisaje, para optimizar los recursos disponibles y maximizar el impacto en la conservación de los recursos naturales:



**Gráfico 1: Temperatura y Precipitación en Santa Cruz: Anomalía Acumulativa 2000-2020 (Ref. 1982-1999) (Fuente: Nasa). Temperatura (Anomalía Acumulativa en Porcentaje).**

## PRECIPITACIÓN (ANOMALÍA ACUMULATIVA EN PORCENTAJE)



**Gráfico 2: importancia del predictor (estadístico de Wald) en el modelo de riesgo de incendio.**Fuente: elaboración propia.

El modelo predictivo de riesgo de incendio considera 19 años de histórico en cuanto a imágenes satelitales, utilizando productos de las agencias espaciales estadounidense y europea. La metodología utilizada por la NASA para la detección de áreas quemadas fue descrita por primera vez por el equipo de ciencias de MODIS en una publicación técnica de 2006: Documento Técnico de Fondo para el Algoritmo. [https://lpdaac.usgs.gov/documents/115/MCD64\\_ATBD\\_V6.pdf](https://lpdaac.usgs.gov/documents/115/MCD64_ATBD_V6.pdf)

Consiste en un modelo de detección de cambios aplicado a una ventana móvil de observaciones con sensores multiespectrales. Los tres parámetros utilizados por el modelo son las bandas B2, B5 y B7 disponibles en el sensor de los satélites AQUA y TERRA, ambos con pase diario. El modelo

compara las observaciones más recientes con un promedio simple de al menos 7 valores detectados en el transcurso de los anteriores 16 días, tras filtrar las nubes, sombras y otros valores no válidos.

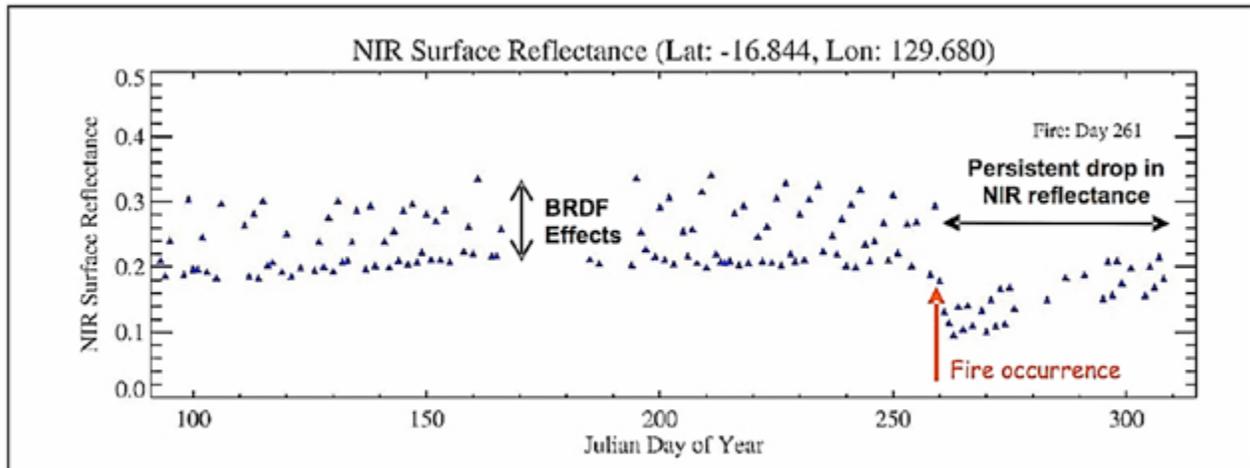


Gráfico 3: cambio detectado en la serie del canal del infra-rojo cercano.

### 3.- IDENTIFICACIÓN DE REFUGIOS Y ÁREAS DE HUMEDAD FOLIAR

Se identificaron los "refugios" y los cuerpos de agua que persisten en las mejores condiciones en el mes de septiembre, cuando los índices de vegetación y humedad tocan su punto anual más bajo, siendo agosto y septiembre los meses en los que se registran históricamente las mayores extensiones de vegetación quemada en el Departamento de Santa Cruz. El mes de mayor riesgo para la fauna y la flora del Departamento es entonces septiembre, en cuanto el mínimo hidrológico estacional se prolonga normalmente hasta las primeras lluvias de octubre.

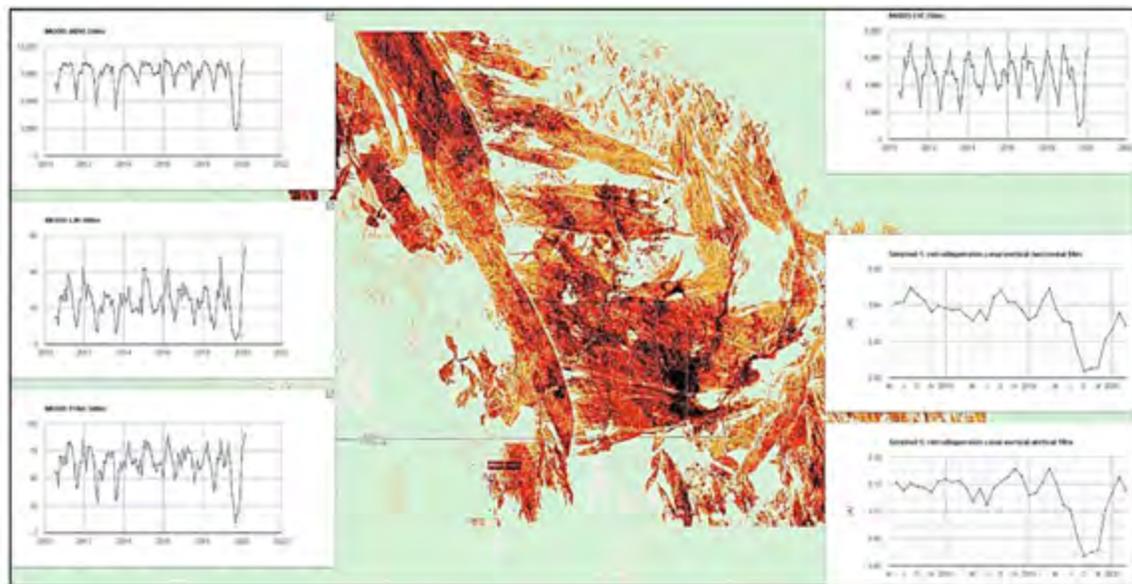
En un área con más del 40% de riesgo de incendio el análisis de 1.327 imágenes Landsat 8 (2013-2019, en la época del año más seca y de mayor

riesgo de incendios) permite identificar áreas que, en promedio, conservan humedad foliar durante septiembre ( $NDMI > 0,15$ ) y que nunca han bajado de un valor de  $NDMI = 0$  durante los meses secos. Durante el mes más seco y propenso a incendios, representando áreas que deben ser conservadas con la cobertura boscosa actual, o en su defecto la misma debería ser ripristinada. Estos refugios representan las áreas con menor probabilidad de incendio en zonas de alto riesgo, santuarios de la humedad residual en época seca.

No obstante, la severidad de la quema en muchos lugares se observa una recuperación aparentemente completa, en lo que a la teledetección refiere. Dos tercios de las áreas afectadas se ven normales y hasta más vegetadas de lo normal (rebrote). Por otro lado, hay 106.000 hectáreas que presentan una merma importante en los cuatro y, tras validar la metodología de selección de sitio a riesgo, estas 106.000 hectáreas se priorizan como candidatas para recuperación asistida. Los Municipios más afectados son: Concepción, Charagua, San Ignacio, San José, Roboré, Puerto Suarez, Asc. de Guarayos, San Javier. La máxima afectación se dio en Concepción, con daños persistentes a la vegetación que debería representar un refugio para la fauna tratándose de normalmente áreas húmedas.

#### **4.- IDENTIFICACION DE ÁREAS CLAVES PARA LA RESTAURACIÓN**

El análisis satelital muestra que el Abayoy fue una de las áreas que han sufrido la mayor destrucción de biomasa, en tiempos tan rápidos que la convección térmica elevó una tormenta de fuego hasta la estratosfera. A continuación, se muestra la evolución histórica, empleando varios índices como ser el "índice verde" (NDVI, por su sigla en inglés), el "índice verde mejorado" (EVI, por su sigla en inglés), la Fracción combinada de radiación fotosintéticamente activa (FPAR) absorbida por los elementos verdes de un dosel de vegetación y el Índice de área foliar (LAI), área de hoja verde unilateral por unidad de superficie en dosel de hoja ancha.



**Gráfico 4. Combustible consumido durante los incendios de 2019 y recuperación en una de las áreas donde originó un pirocumulonimbus.**

Bajo todos los índices aquí considerados el área del Abayoy muestra una afectación sin precedentes, producto de los incendios del 2019. De acuerdo con el análisis hasta abril del 2020, el área está en proceso de recuperación. El ejercicio realizado en la región del Abayoy ha sido replicado y ajustado en el análisis del resto de las áreas quemadas, de tal forma de evaluar la necesidad de acciones de recuperación asistida.

## **5.- PRIORIZACIÓN DE PARCHES DE BOSQUE PARA RESTAURACIÓN ASISTIDA.**

Dar prioridad a las opciones de gestión de los bosques con una perspectiva de mitigación del riesgo de incendios a largo plazo puede reducir futuros eventos catastróficos. Preservar la diversidad de especies es una de estas opciones. Basado en un análisis exhaustivo de imágenes satelitales y datos de campo, Wei et al. (2014) concluyeron que la regeneración asistida podría

adoptarse en la recuperación del bosque post-incendio si el objetivo fuese la producción de madera. Si el objetivo es promover la riqueza de especies en el ecosistema forestal se debe permitir que el área forestal quemada se recupere en condiciones de regeneración completamente natural sin intervención humana (también Thuan, Xulin, 2014). Otros estudios identifican la severidad de quema como causante de una pérdida de diversidad biológica y cambios en la estructura de la comunidad vegetal, a su vez las comunidades menos diversas sufren las quemadas más severas, con resultados muy variables de acuerdo al tipo de bosque y muchos otros parámetros como ser la elevación y el clima (Wimberly y Reilly, 2007; Richter *et al.* 2019).

Sin duda se presenta la necesidad de reducir los incendios, pero no necesariamente intervenir para restaurar activamente ecosistemas a su estado prístino o previo al incendio de 2019, ya que los mismos se adaptan por su cuenta reduciendo biomasa e incrementando diversidad, según indica un estudio multitemporal realizado en áreas quemadas de la Chiquiania). Así cambia la identidad de los ecosistemas en el tiempo, como respuesta adaptiva y resiliente en un contexto de incendios frecuentes (Devisscher *et al.* 2016). Así ha de interpretarse el resultado de las simulaciones corridas con redes neuronales recurrentes. En los casos extremos en los que se interviene para restaurar el ecosistema a un estado anterior debe realizarse esta operación modificando al mismo tiempo el contexto de incendios frecuentes.

Para realizar el monitoreo remoto solo un pequeño número de estudios emplea la clasificación de imágenes debido al hecho de que la resolución espacial de los sensores satelitales más utilizados excede el tamaño de las plantas de regeneración individuales. El uso extensivo de imágenes de resolución moderada y baja en literatura se relaciona con el análisis de series históricas (datos Landsat, MODIS, VGT y AVHRR). Los índices de vegetación y los promedios móviles simples son las principales técnicas empleadas hasta ahora en el monitoreo posterior al incendio, mientras que el NDVI es el índice más utilizado debido a su fuerte relación con la biomasa aérea en

una amplia gama de ecosistemas (Gitas et al. 2012). Wei y colegas (2014) utilizaron índices de vegetación tales como RVI (Índice de vegetación), SAVI (Índice de vegetación ajustado al suelo), ARVI (Índice de vegetación resistente a la atmósfera) y EVI. Los resultados fueron similares a los del NDVI (Índice de vegetación normalizado).

La transformación Tasseled Cap (TC) se desarrolló originalmente para Landsat. TC es una técnica de síntesis de variables basada en la creación de índices compuestos por otros índices inter-correlacionados, utilizando el análisis de componentes principales. TC se ha extendido a otros sensores más allá de Landsat. Gitas y colegas (2012) concluyen que el seguimiento de la perturbación y recuperación de los bosques mediante algún tipo de TC se ampliará a una variedad de ecosistemas forestales utilizando una amplia gama de fuentes de datos disponibles. Un índice de vegetación medido en campo que proporcionó buenos resultados en el monitoreo de la recuperación post-incendio fue el LAI. El LAI medido en campo refleja las "capas" de las hojas en un área determinada dentro de diversos ecosistemas y puede caracterizar efectivamente la interfaz entre dosel y atmósfera. Wei y colegas (2014) descubrieron que el bosque completamente recuperado de forma natural tenía la mayor densidad vertical del dosel y especies relativamente más abundantes. Asimismo, estos autores determinaron que el LAI medido en campo era consistente con los resultados obtenidos de los índices de teledetección, de ahí la decisión de incorporar el LAI en el índice compuesto generado para este estudio.

Tras haber analizado 18 años de histórico de decenas de parches de bosque afectados por el evento 2019 o de años anteriores, la conclusión del presente análisis ha sido que en máximo 3 años los bosques cruceños se han recuperado de incendios anteriores, hasta tras múltiples eventos, sin importar la severidad de la quema (datos obtenidos de MODIS 500m y 250m). Estos resultados se alinean bien con resultados comunes en literatura en los que el índice de vegetación EVI (Índice de vegetación mejorado,

obtenido de MODIS) registró un mínimo importante en las quemaduras más graves, pero en un máximo de 5–8 años, el EVI de verano para todas las clases de gravedad se había recuperado al 90-108% de los niveles previos al incendio (Jin *et al.* 2012). Los valores de EVI tres años después del evento de incendio tienden a acercarse a los valores máximos de EVI previos al incendio, sin importar la severidad de quema (Thuan, Xulin, 2014). En conclusión: es probable que una intervención basada en la severidad de quema detectada por satélite oriente a “arreglar” algo que no está roto, con posibles pérdidas de diversidad a largo plazo que podrían socavar la meta de reducción del riesgo a nivel de paisaje.

En estudios recientes se han utilizado diferentes arquitecturas de redes neurales para pronosticar satisfactoriamente el EVI en los estudios de recuperación posteriores al incendio (Thuan, Xulin, 2014). En particular la arquitectura LSTM (Long-Short Term Memory, LSTM por su sigla en inglés) presenta un rendimiento robusto en series de tiempo debido a que estas redes neurales son capaces de aprender dependencias a largo plazo (Kong *et al.* 2018).

Con base en todo lo anterior, la metodología para tratar de determinar la oportunidad de intervención humana en la restauración forestal con precisión quirúrgica hace uso de una transformación TC determinada empíricamente utilizando cuatro índices de vegetación para los que existen series temporales a largo plazo, tres de ellos ya bastante populares y validados en estudios similares: NDVI, EVI, LAI y el menos mencionado FPAR. Los cuatro índices caracterizan la vegetación de diferentes maneras. Durante los incendios de 2019, grandes parches de bosque sufrieron shocks correlacionados en los cuatro índices y algunos parches están teniendo dificultades para recuperarse en los cuatro índices, hasta la fecha (marzo de 2020).

## **Corroboración del método utilizado para priorizar áreas candidatas a restauración asistida.**

Los productos MODIS, representan el núcleo de la herramienta desarrollada para identificar áreas que están sufriendo un retraso en su recuperación post-incendio. Las mismas podrían requerir alguna asistencia para recuperarse. La teledetección no permite alcanzar el detalle que el trabajo de campo podría, sin embargo, facilita la identificación de áreas que se encuentran mayormente afectadas con posibilidad de error mínima.

Los promedios mensuales de los índices para febrero entre 2000 y 2019 se han comparado con el mismo valor para febrero 202-, el valor de esta diferencia representa la desviación de la normalidad, o retraso en la recuperación. Si un píxel muestra una diferencia con el promedio histórico de un determinado indicador que lo ubica en el 10% más afectado esta condición genera un punto a favor de la restauración asistida. La resolución del índice así obtenido es de 250m, considerando que este es el promedio de los cuatro indicadores utilizados (Fpar 500m, Lai 500m, NDVI 250m, EVI 250m). Con el fin de determinar la oportunidad o necesidad de implementar una restauración asistida se ha realizado un análisis multitemporal comparando el comportamiento en el tiempo de parches de bosque no convertido que contasen con características similares, un histórico similar (dentro de lo posible), con la diferencia fundamental de que el cluster de píxeles que sirve de testigo para la "recuperación espontánea" se haya quemado por última vez en 2010 y después nunca más, versus el control representado por parches (estadísticamente emparejados) con testigo pero candidatos a la restauración asistida en la actualidad a consecuencia de los incendios de 2019.

## Métodos y fuentes.

Definición del sitio de estudio. Se ha realizado una consulta a varios conjuntos de datos relevantes que cuentan con casi 20 años de histórico, para permitir el análisis que a continuación se detalla. Los pixeles candidatos a restauración activa reciben una puntuación de 1 si sus valores promedios (medianas espaciales y temporales) de febrero y marzo 2020 son significativamente inferiores a los valores promedios para estos meses detectados entre 2010 y 2019. Para este análisis se ha establecido la definición de “significativamente inferiores” como la diferencia (resta) que se encuentre debajo del percentil 5 de la distribución obtenida. En la siguiente imagen se muestra el sitio del “experimento”, al norte de la capital municipal de Concepción. Los pixeles en rojo representan el control (actualmente candidato a restauración asistida) y los pixeles en azul representan el testigo (recuperado naturalmente tras quemarse en 2010). A continuación, también la lista de conjuntos de datos analizados para la definición de las áreas quemadas más afectadas a la fecha (26 de marzo 2020):



Gráfico 5. Parches, testigo y control. Conjuntos de datos utilizados. Fuente: elaboración propia.

El análisis histórico permite comparar la trayectoria de cada variable considerada en el de arriba en ambos sitios. Se identifica un periodo de elevada correlación entre los dos sitios (EVI 250m muestra un  $R=0.82$ ) entre julio 2002 y septiembre 2010, en el cual ambos parches sufren un incendio en septiembre de 2004 y se recuperan del mismo. Las dos trayectorias divergen a partir de octubre 2010 cuando el testigo se quema, no así el control. Finalmente, el periodo posterior a 2010 no puede considerarse para fines comparativos por la magnitud del evento que afectó al testigo. Se constituyen en buenos atributos para caracterizar los dos parches de bosque las correlaciones binarias entre las mencionadas variables. Se trata de bosque chiquitano semi-caducifolio de transición a amazónico, caracterización validada por una relación positiva entre LAI y EVI/NDVI.

		TESTIGO, se en quemó 2004-10	CONTROL, se quemó en 2019
FPAR_500m	LAI_500m	0.95	0.94
NDVI_250m	EVI_250m	0.38	0.40
FPAR_500m	EVI_250m	-0.01	0.03
LAI_500m	EVI_250m	0.15	0.19
LAI_500m	NDVI_250m	0.58	0.34
FPAR_500m	NDVI_250m	0.52	0.26

**Tabla 1: Correlaciones Bivariadas Entre Variables Representativas De La Vegetación (Feb-2002/Feb-2019). Fuente: elaboración propia.**

Por medio de una ANOVA se confirma la hipótesis nula: no existen diferencias significativas en el comportamiento recíproco de las variables que pueden detectarse por satélite y caracterizan la vegetación entre julio 2002 y septiembre 2019 (99 meses). **Los dos parches son comparables.**

## RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
TESTIGO	6	2.568	0.428	0.116
CONTROL	6	2.158	0.360	0.097

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico F
Entre grupos	0.014	1	0.014	0.131	0.725	10.044
Dentro de los grupos	1.069	10	0.107			
Total	1.083	11				

Tabla 2: análisis de varianza de un factor. Fuente: elaboración propia.

### Resultados.

Los dos parches se han recuperados del incendio de 2004 en 2 años aproximadamente, aun habiendo sido un bienio relativamente seco. La siguiente ocasión en la que el índice EVI ha cruzado  $-2.5\%$  en relación a la media enero 2000 – febrero 2020 (línea roja) ha sido en octubre 2010, tardando igualmente dos años en alcanzar valores normales de EVI en época húmeda.

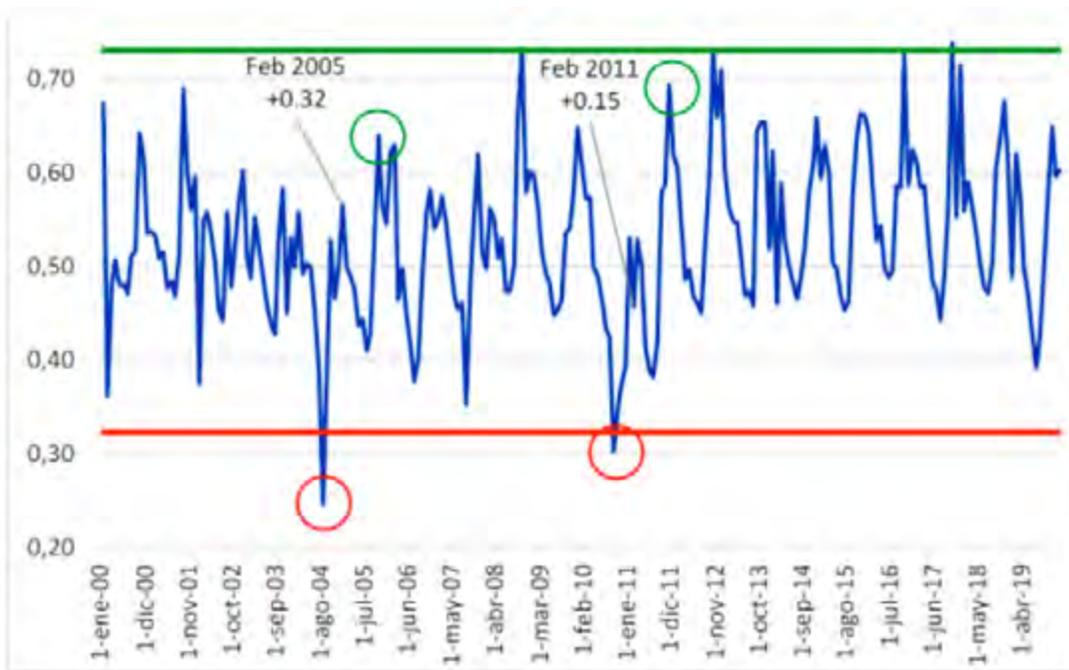


Gráfico 6. Trayectoria del índice evi (250m) para el parche testigo.

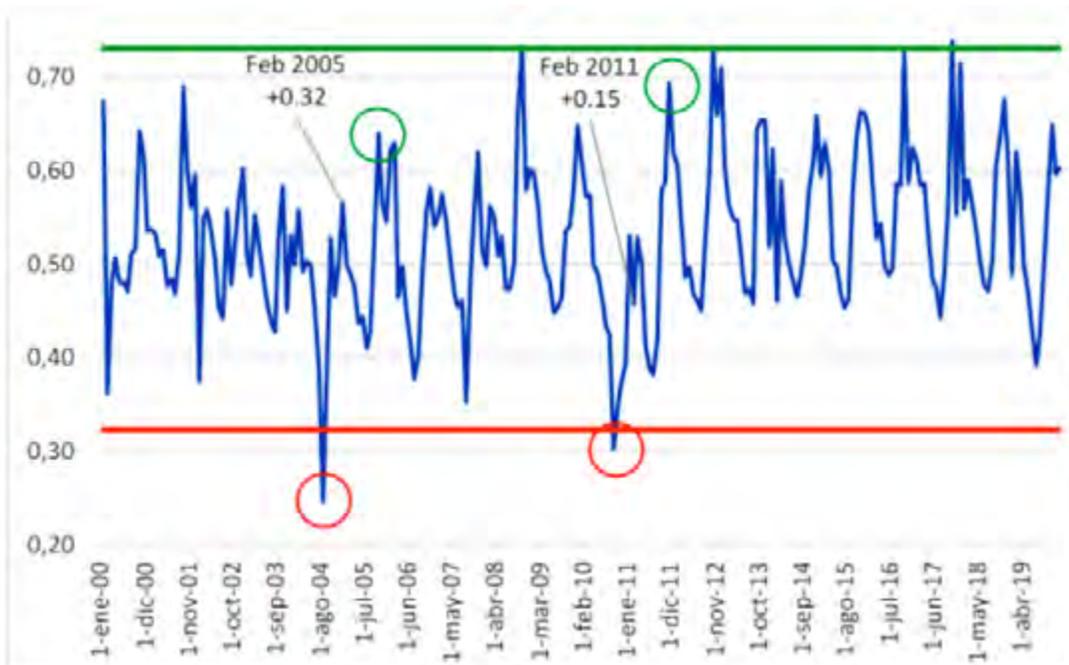


Gráfico 7. Trayectoria del índice evi (250m) para el parche control.

Lamentablemente el evento 2019 ha sido cualitativa y cuantitativamente sin precedentes para el parche de bosque en examen, características que un solo índice de vegetación como es el EVI no captura.

### **Desarrollando una índice factorial de severidad de quema.**

Se observan dos aspectos que marcan diferencias importantes entre los cuatro eventos registrados en la información histórica. El primero es visible en los gráficos 1 y 2: el mínimo histórico registrado en 2019 es peor que cualquier otro analizado aquí. El otro necesita un análisis más profundo.

Durante un evento destructivo como un incendio, variables normalmente no relacionadas como ser el índice de vegetación mejorado (EVI) y el índice de superficie de hoja (LAI). La elevada correlación entre todas las variables consideradas durante el evento destructivo y los primeros meses que le siguen se debe a la pérdida de superficie foliar consecuencia del fuego y el vigoroso rebrote inducido por las lluvias de la temporada, siempre que no se registrase una elevada mortandad de árboles.

		TESTIGO entre 7-2004 y 2-2005	CONTROL entre 7-2019 y 2-2020
FPAR	EVI	0.71	0.96
LAI	EVI	0.69	0.95
LAI	NDVI	0.73	0.95
FPAR	NDVI	0.79	0.97
NDVI	EVI	0.88	0.99
FPAR	LAI	0.98	0.97

**Tabla 3. Correlaciones bivariadas entre variables representativas de la vegetación (eventos de 2004 y 2019).**

## RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
TESTIGO (2004)	6	4.77	0.80	0.01
CONTROL (2019)	6	5.80	0.97	0.0002

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico F
Entre grupos	0.09	1	0.09	13.77	0.004	10.04
Dentro de los grupos	0.06	10	0.01			
Total	0.15	11				

**Tabla 4: análisis de varianza de un factor.**

El índice EVI, en conjunto con los demás utilizados en este análisis, correlaciona fuertemente con la severidad del evento de quema. El método de identificación de parches de bosque candidatos a acciones de restauración con puntuaciones entre 0 y 6 se encuentra validado por los resultados de la ANOVA (tabla 4). Eventos poco comunes como el incendio que afectó el parche de control en 2019 puede ser descrito con un índice factorial que reproduce hasta el 97% de la varianza de los indicadores y fácilmente puede identificar un evento adverso de esta severidad, a escala de 250m.

Variable	Puntuación
LAI_500m	0.252
FPAR_500m	0.254
EVI_250m	0.254
NDVI_250m	0.255

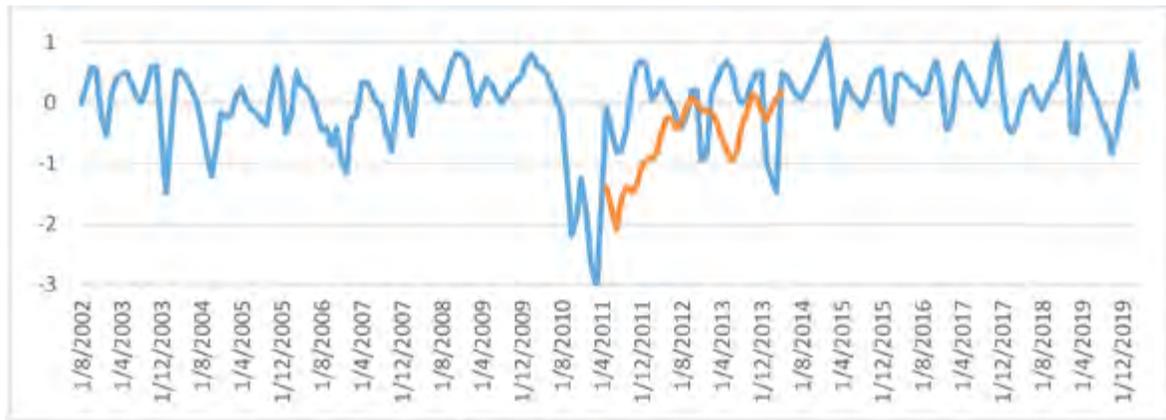
**Tabla 5: puntuación en el índice factorial. Fuente: elaboración propia.**

No hay evidencia conclusiva acerca de la mortandad de especímenes en el parche de bosque candidato a acciones de restauración asistida, su vegetación está recuperándose vigorosamente, aun permaneciendo por debajo de los valores promedios de 2009-2018. El evento de 2019 excede los antecedentes de 2004 y 2010, cuando el parche de bosque testigo alcanzó valores cercanos a las cuatro desviaciones estándar (negativas) sobre el índice factorial:



**Gráfico 8: desviaciones estándar del índice factorial (testigo: verde, control: rojo).**

**Fuente: elaboración propia.**



**Gráfico 9. Simulación corrida en el parche testigo para los 3 años sucesivo al evento 2010.**  
**Fuente: elaboración propia.**

## ESCENARIOS FUTUROS.

Metodología: redes neuronales recurrentes, proyección=36/48 meses.

Tipo de RNN: LSTM, layers=200, épocas de entrenamiento=1000, batch=1.

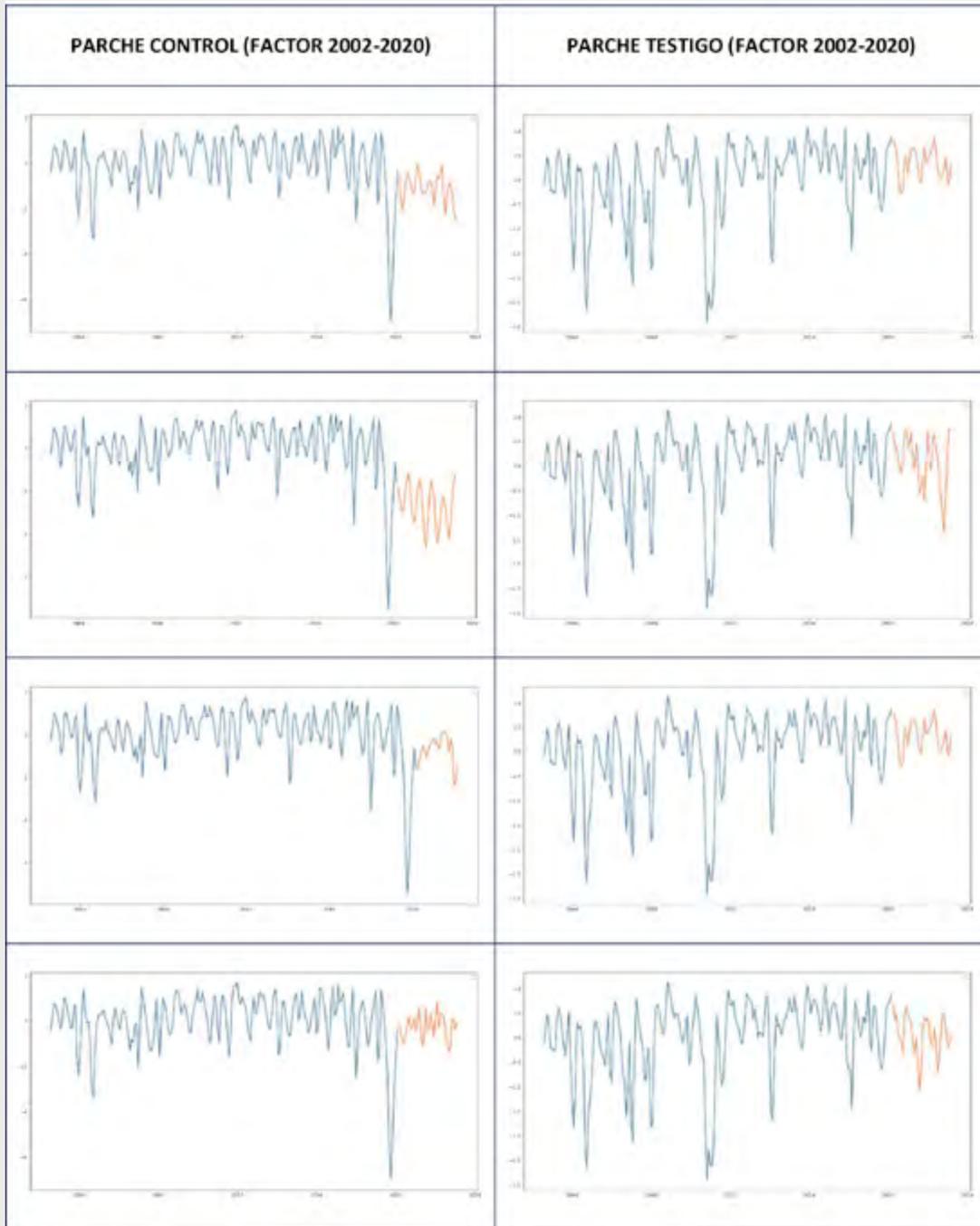


Tabla 6: parches de bosque control y testigo en concepción, predicción lstm a 36 meses.

Fuente: elaboración propia con base en tabla 1.

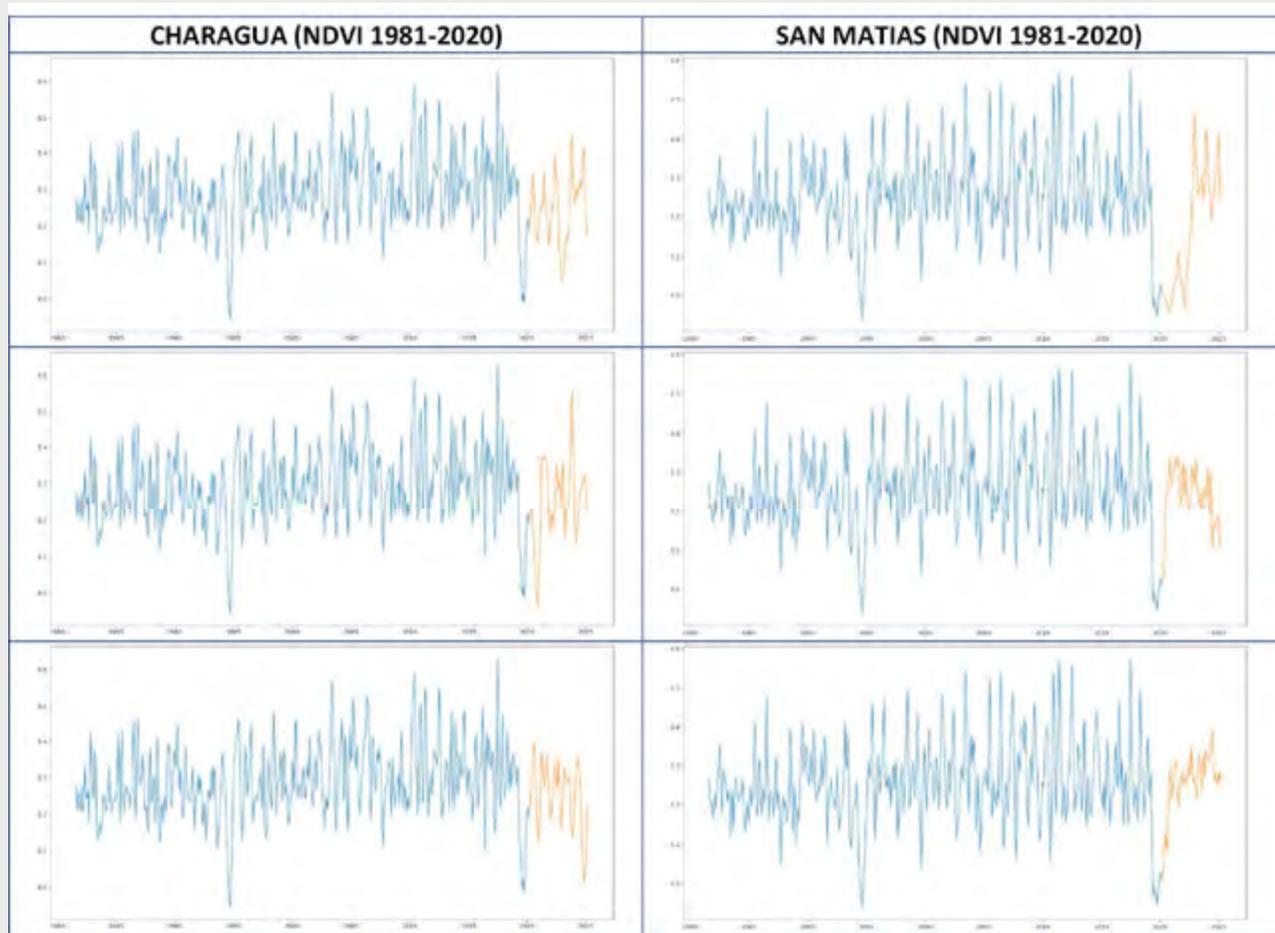


Tabla 7: parches priorizados en Charagua y San Matías, predicción Istm a 48 meses.  
Fuente: elaboración propia con base en Vermote et al. 2014

## Conclusiones sobre índice factorial obtenido.

1. El disturbio sufrido por el parche de control en 2019 ha sido más profundo y prolongado que cualquier otro registrado en su historial. Cualitativa y cuantitativamente sin precedentes (en el histórico disponible para los conjuntos de datos utilizados). Esta característica se detecta utilizando cuatro índices de vegetación normalmente poco correlacionados entre sí (portadores de información no redundante) y combinándolos empíricamente en un índice factorial, después utilizado para monitorear parches más severamente dañados.

- 2.** Tras haberse quemado en 2004 y en 2010 el parche testigo se ha recuperado plenamente en un tiempo máximo de dos temporadas de lluvia, para después quedarse el 63% de los siguientes 96 meses (03-2012/02-2020) por encima del valor promedio del índice factorial.
- 3.** Tras haberse quemado en 2004 el parche control se ha recuperado plenamente con dos temporadas de lluvia, para después quedarse el 65% de los siguientes 156 meses (hasta febrero 2019) por encima del valor promedio del índice factorial.
- 4.** Las simulaciones corridas sobre las series históricas del índice factorial de severidad de quema dieron como resultado un escenario de adaptación con pérdida y posible proceso degenerativo para el parche de control después del evento extremo de incendio en 2019.
- 5.** Un resultado parecido se obtiene con parches de bosque en Charagua y San Matías, identificados con la misma metodología, realizándose las proyecciones a partir de un conjunto de datos que abarca el periodo julio 1981 – marzo 2020.
- 6.** La metodología aquí descrita permite localizar con una resolución de 250m las áreas mayormente afectadas por el incendio, priorizando áreas candidatas a acciones de restauración asistida con un mínimo riesgo de error.
- 7.** Se puede determinar que el parche de control, al igual que otros seleccionados con la misma metodología (ver ejemplos de Charagua y de San Matías), es un candidato sólido para acciones de restauración asistida.

## Validación de la metodología en los parches más grandes por tipo de vegetación y por cuenca.

El índice factorial así derivado se sometió a una simulación a nivel de parche, utilizando técnicas de análisis de series temporales de última generación. Una minoría de tales parches presentó resultados indeseables para los próximos 3 años (abril 2020 – abril 2023), priorizados para la restauración del ecosistema asistida en vista de su importancia para la función hidrológica. La selección de los sitios candidatos se ha realizado considerando el 20% más bajo de cada índice considerado para febrero y marzo 2020 comparados con el promedio de largo plazo (2000-2019 y 2003-2019). Se aplicó esa metodología para identificar los parches identificados como de mayor riesgo de no recuperarse de manera autónoma (ID\_6, ID\_22, ID\_8, ID\_12).

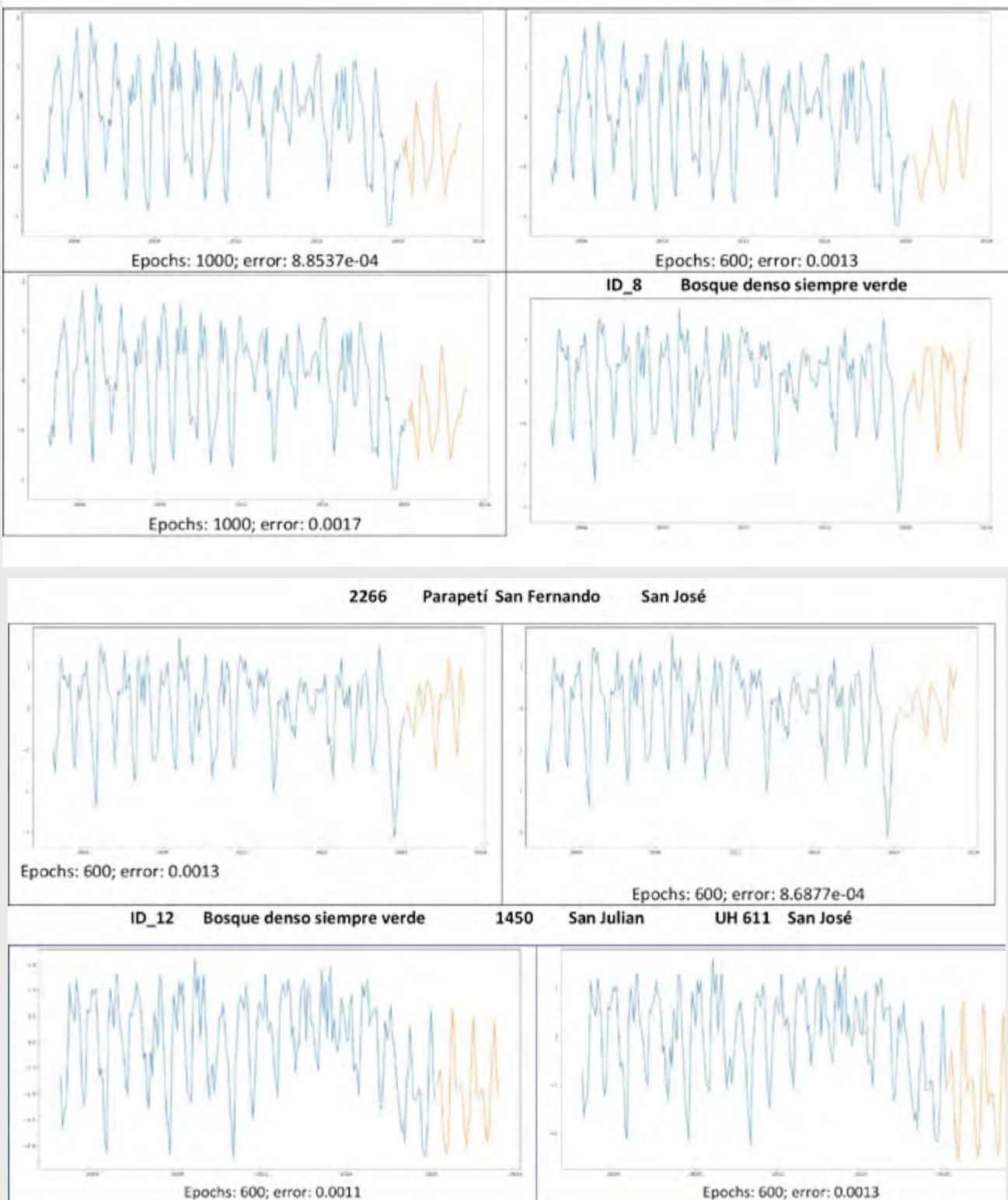
La magnitud del impacto del fuego genera simulaciones con el pronóstico más incierto para los parches denominados: **ID\_6, ID\_22, ID\_8, ID\_12**. Se identifican de tal forma 5.197 hectáreas de parches de bosque mayormente afectados, prioritarios para la restauración de las funciones hidrológicas. A continuación, el título de cada gráfico sigue la estructura de la tabla reportando la información relativa al parche de bosque:

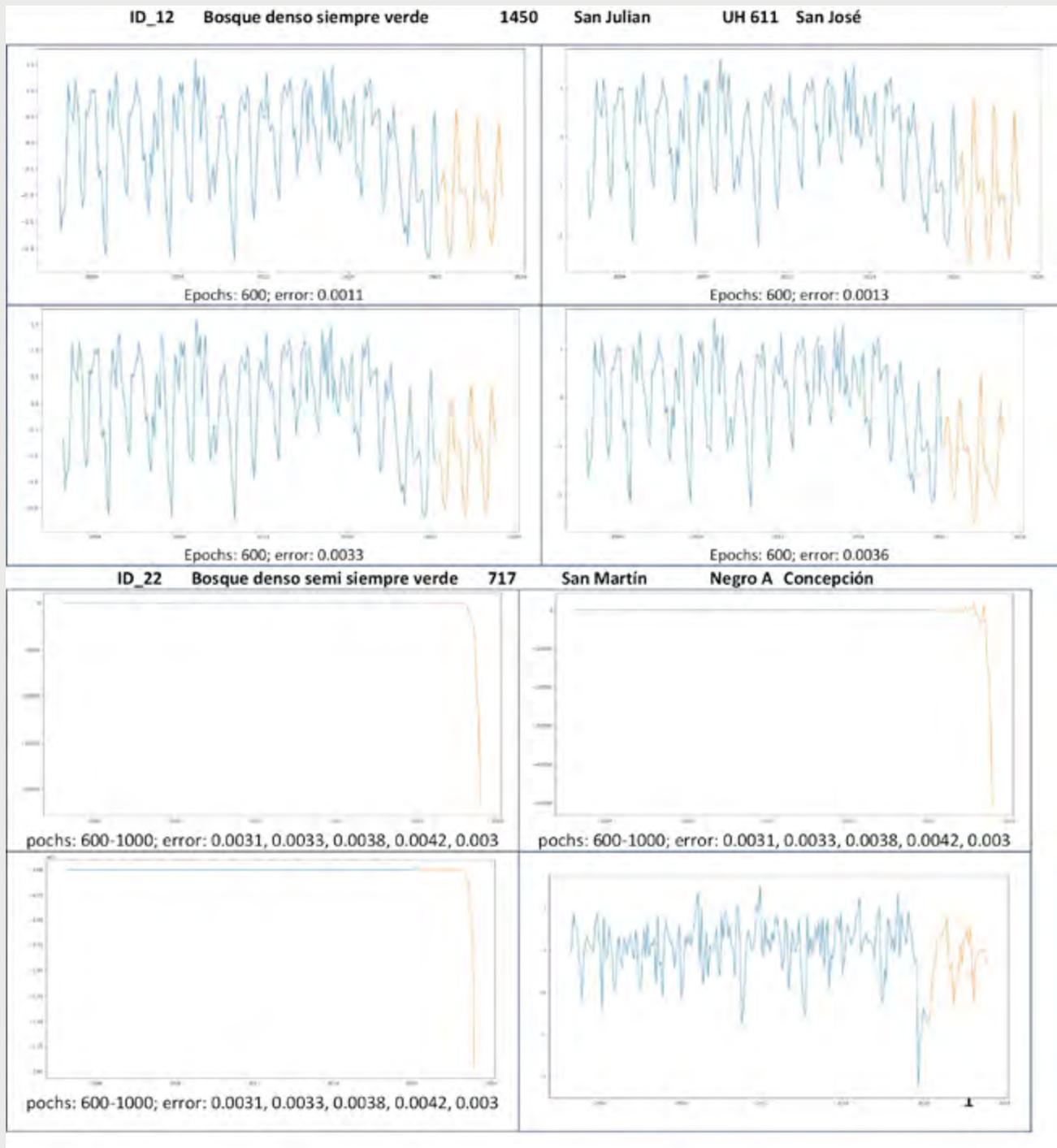
<b>ID</b>	<b>TIPOS_VEG</b>	<b>HA</b>	<b>CUENCA</b>	<b>SUBCUENCA</b>	<b>MUNICIPIO(S)</b>
-----------	------------------	-----------	---------------	------------------	---------------------

Los primeros cuatro gráficos que se muestran son aquellos cuyo pronóstico es más incierto. La simulación de los próximos 36 meses se ha realizado con 200 redes neurales recurrentes y una capa densa, realizando entre un mínimo de 600 a un máximo de 1000 épocas de entrenamiento para cada parche. Un análisis de la varianza (ANOVA) muestra que los valores pronosticados por el modelo para el periodo subsiguiente son significativamente diferentes a los observados hasta la fecha.

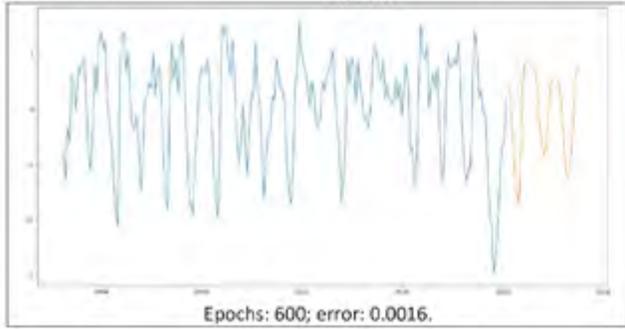
**ID\_6 Bosque denso deciduo**

**764 Parapetí San Fernando Charagua**

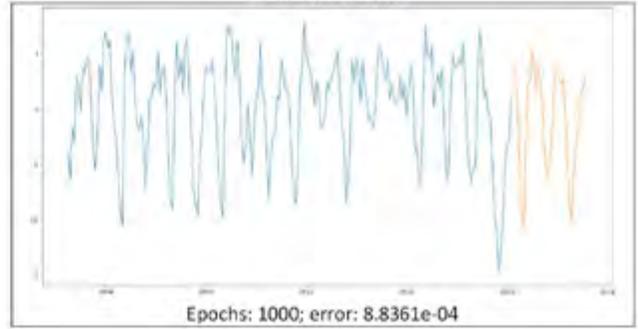




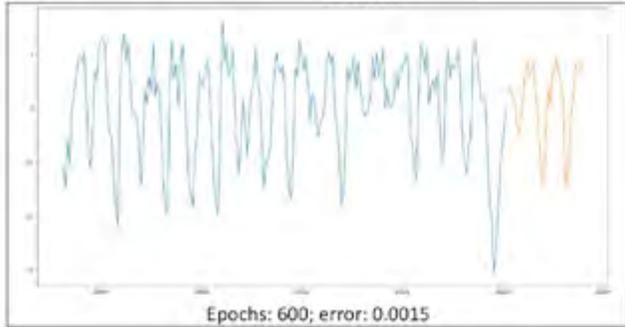
**ID\_9** Bosque denso deciduo 3747 Parapetí San Fernando San José



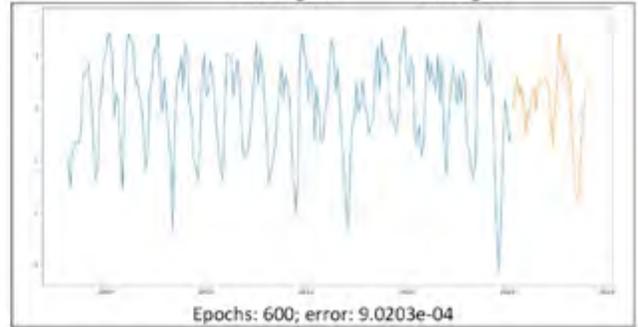
**ID\_10** Bosque denso deciduo 4139 Parapetí San Fernando San José



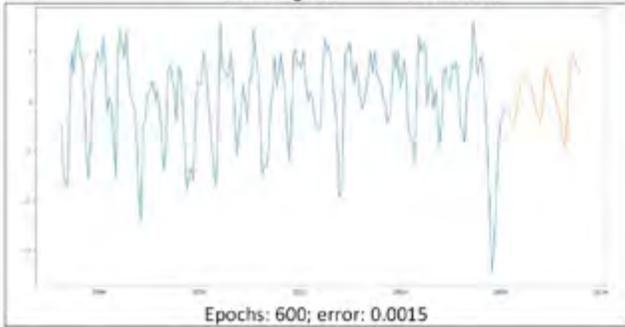
**ID\_11** Bosque denso deciduo 3909 Parapetí San Fernando San José



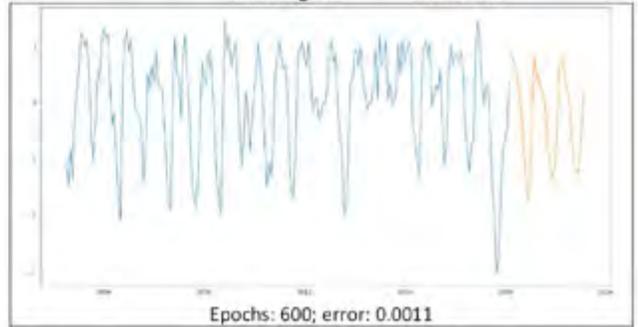
**ID\_15** Bosque denso deciduo 1187 San Miguel Charagua



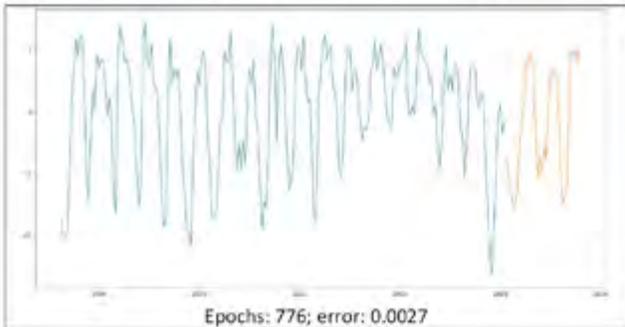
**ID\_20** Bosque denso deciduo 3169 San Miguel San José



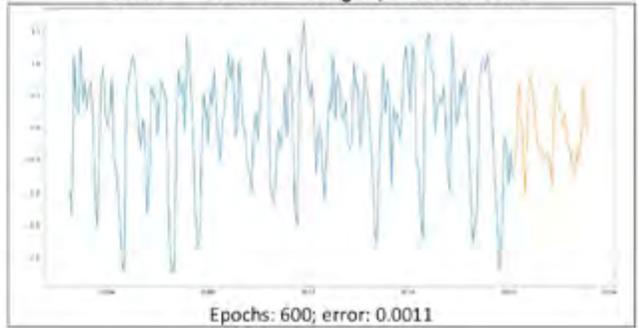
**ID\_21** Bosque denso deciduo 3507 San Miguel San José



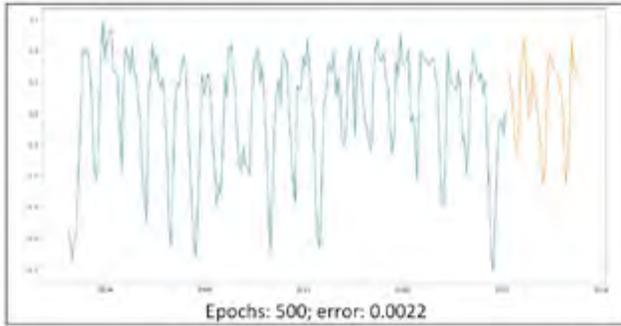
**ID\_1** Bosque denso semi siempre verde 1146 Blanco Zapoco Concepción



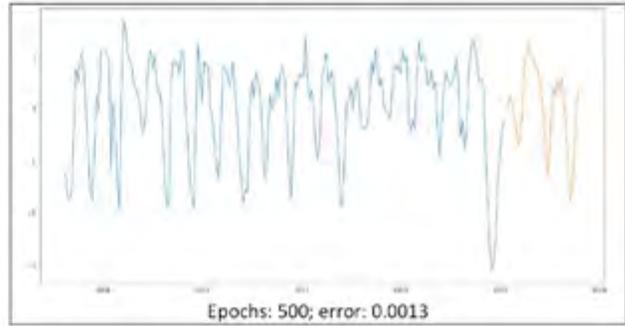
**ID\_13** Bosque denso semi siempre verde 638 San Julian UH 605 S. Miguel, S. A. de Lomerio



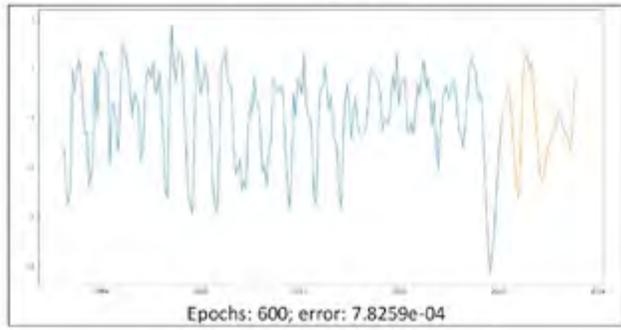
**ID\_4** Bosque ralo deciduo 1084 Tucavaca San Rafael El Carmen  
Rivero Tórrez



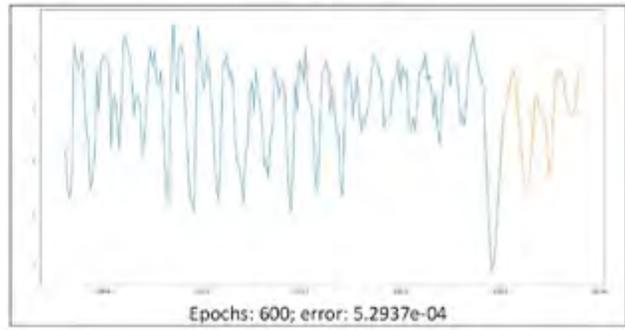
**ID\_16** Bosque ralo deciduo 5691 San Miguel  
Miguel Charagua



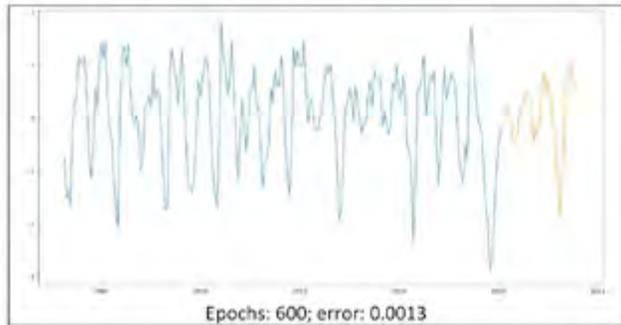
**ID\_17** Bosque ralo deciduo 591 San Miguel  
Charagua UH 1501



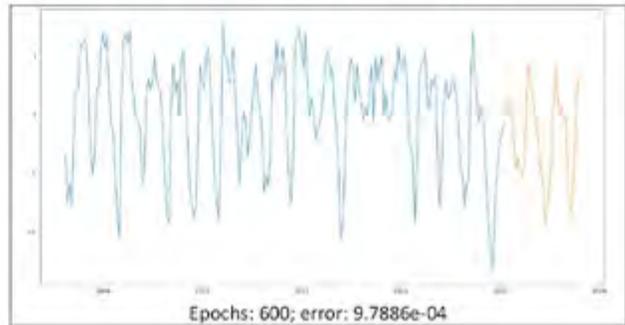
**ID\_18** Bosque ralo deciduo 489 San Miguel  
Miguel Charagua



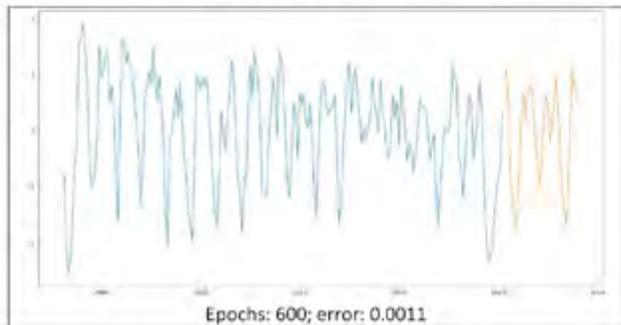
**ID\_7** Bosque ralo xeromorfo 5213 Parapetí San  
Fernando San José



**ID\_19** Bosque ralo xeromorfo 2412 San Miguel  
San Miguel San José



**ID\_5** Bosque ralo xeromorfo, Bosque ralo deciduo 319  
Tucavaca Robore San Nicolas Roboré



## ANEXO II

# ÁREAS CLAVES PARA LA RESTAURACIÓN

### HECTÁREAS SUJETAS DE RESTAURACIÓN POR MUNICIPIOS

N°	Municipio	Hectáreas para ser restauradas de manera asistida	Hectáreas a ser restaurada a través de restauración pasiva o natural	Hectáreas identificadas como refugios de fauna	Hectáreas con concentración de humedad foliar	Hectáreas identificadas como corredores de conectividad
1	Pailón	254	2.134	171.642	171.642	187.415
2	Puerto Suárez	3.990	274.020	371.838	371.838	228.956
3	El Carmen Rivero Tórrez	2.424	142.735	365.693	365.693	361.620
4	San Matías	4.138	991.113	414.360	414.360	630.003
5	Roboré	2.257	137.850	277.057	277.057	35.694
6	Charagua	16.930	536.745	655.115	655.115	463.579
7	San Rafael	2.340	206.279	91.424	91.424	770.880
8	San Miguel	1.817	63.193	141.071	141.071	487.247
9	Concepción	33.129	446.082	751.231	751.231	1.061.477
10	Urubicha	569	14.101	245.268	245.268	187.877
11	San Antonio de Lomerio	1.906	98.963	46.946	46.946	106.848
12	San Javier	579	16.131	69.638	69.638	61.101
13	San José	13.194	201.854	329.138	329.138	756.794
14	San Ignacio	20.084	788.856	1.155.062	1.155.062	2.719.562
15	Ascención de Guarayos	209	4.115	372.431	372.431	136.827
16	El Puente	555	12.628	275.488	275.488	317.017

## HECTÁREAS SUJETAS DE RESTAURACIÓN EN ÁREAS PROTEGIDAS DE CARÁCTER NACIONAL Y SUBNACIONALES

N°	Áreas Protegidas Nacionales	Hectáreas para ser restauradas de manera asistida	Hectáreas a ser restaurada a través de restauración pasiva o natural	Hectáreas identificadas como refugios de fauna	Hectáreas con concentración de humedad foliar
1	Parque Nacional Otuquis	8.206	308.045	166.615	166.615
2	ANMI San Matías	5.177	818.618	598.555	598.555
3	ANMI Otuquis		15.907	46.477	46.477
4	ANMI Kaa-lya		2.447	275.089	275.089
5	PN Kaa-lya			80.987	80.987
6	PN Noel Kempff Mercado	445	9.308	379.778	379.778
7	UCPN-RVSD Ríos Blanco y Negro	90	2.459	218.243	218.243
<b>Áreas Protegidas Departamentales</b>					
1	UCPN-RVSD Tucabaca	324	31.699	119.704	119.704
2	ANMI Santa Cruz la Vieja	6	1.965	8.787	8.787
3	UCPN-RVSD Ríos Blanco y Negro	90	2.459	218.243	218.243
4	PNH Santa Cruz la Vieja			1.541	1.541
<b>Áreas Protegidas Municipales</b>					
1	APM Orquídeas del Encanto	21	1.697	277	277
2	APM Laguna Marfil	2.226	36.682	14.250	14.250
3	ACIE Ñembi Guasu	11.859	439.864	300.220	300.220
4	RMPNyC Copaibo	151	47.765	125.130	125.130
5	APM San Ignacio	242	7.800	76.733	76.733
6	RM San Rafael		5.109	5.801	5.801
7	RVS Laguna Concepción	136	2.577	25.908	25.908
8	APM Represa Zapocó		121	520	520
9	APM Cerro Turubó			14	14
10	APM Paquió			16.856	16.856
11	Laguna Yaguarú			745	745
12	REVSM Laguna Sucuará			792	792
13	ANMI Chiquitos	8.951	172.192	97.589	97.589

## HECTÁREAS SUJETAS DE RESTAURACIÓN DE ACUERDO CON LAS CUENCAS

N°	Cuenca	Hectáreas para ser restauradas de manera asistida	Hectáreas a ser restaurada a través de restauración pasiva o natural	Hectáreas identificadas como refugios de fauna	Hectáreas con concentración de humedad foliar	Hectáreas identificadas como corredores de conectividad
1	Curichi Grande	8.858	1.315.913	735.674	735.674	530.244
2	San Miguel	17.017	418.257	113.339	113.339	9.402
3	Iténez Sur	4.373	155.744	20.682	20.682	142.662
4	Tucabaca	8.749	564.843	950.691	950.691	44.058
5	Paragua	8.147	469.328	773.164	773.164	394.490
6	San Martín	26.303	427.180	734.391	734.391	213.011
7	Blanco	12.238	138.920	519.963	519.963	56.400
8	Cáceres	563	46.532	287.715	287.715	15.694
9	San Julián	10.500	290.136	761.623	761.623	207.733
10	Parapetí	6.794	90.584	431.625	431.625	0
11	Ichilo	667	13.603	111.526	111.526	0
12	Itenez Norte	341	7.040	185.094	185.094	0
13	Río grande	970	28.217	564.615	564.615	2.878
14	Piraí	601	9.783	315.421	315.421	35
15	Yapacaní	6	8.104	98.550	98.550	5.980

## HECTÁREAS SUJETAS DE RESTAURACIÓN DE ACUERDO CON OCUPACIÓN DEL ESPACIO

N°	OCUPACION DEL ESPACIO	Hectáreas para ser restauradas de manera asistida	Hectáreas a ser restaurada a través de restauración pasiva o natural	Hectáreas identificadas como refugios de fauna	Hectáreas con concentración de humedad foliar	Hectáreas identificadas como corredores de conectividad
1	Comunal	33830	220768	376620	376620	525024
2	Privados	243577	1154480	1742586	1742586	3509170
3	Concesiones forestales	6783	121347	617572	617572	1180563
4	TCO	277408	479462	948242	948242	1198015
5	TIOC	0	69536	35368	35368	33049
6	GAIOC	16934	553937	655252	655252	463541
7	Sin especificar y otros	13532	192529	76471	76471	91635
8	Area Urbana	6766	960	27721	27721	26289
9	Tierra Fiscal (incluso DGAT)	446558	1913802	3307377	3307377	36804
10	Hidrografía	0	26178	115663	115663	102151
11	Caminos	0	10635	7647	7647	36804
12	Zona Militar	0		0	0	2253

## ANEXO III

### ECOSISTEMAS DE REFERENCIA

A continuación, en base del estudio de Catari, J.C. (2019) sobre la evaluación del estado de los ecosistemas post incendio, se hace una descripción de los sistemas ecológicos afectados por los incendios, basado en el mapa de Navarro & Ferreira (2008; 2011), para facilitar la comprensión se mantiene el código de referencia, de mapa de vegetación de los mismos autores.

Código	Sistema Ecológico
CES 406.238	Bosque subhúmedo semidecíduo de la Chiquitanía y el Beni
CES 406.242	Chaparrales esclerófilos de la Chiquitanía de transición al Chaco sobre arenales (Abayoy)
CES 406.240	Cerradao de la Chiquitanía y el Beni
CES 406.237	Bosques chiquitanos de transición al Chaco sobre suelos medianamente a mal drenados
CES 406.494	Bosques abiertos y sabanas arboladas higrofitica del Pantanal Suroccidental
CES 406.246	Sabana higrofitica con montículos del Cerrado
CES 406.250	Sabana herbácea oligotrófica estacionalmente inundada de la Chiquitanía y el Beni
CES 406.499	Bosques ribereños inundables del Pantanal Occidental
CES 502.271	Palmares inundables del Chaco septentrional
CES 406.514	Vegetación acuática y palustre Neotropical del Pantanal
CES 406.233	Bosques semidecíduos hidrofítico y Freatofíticos de la Chiquitanía
Sin código	Áreas Antrópicas
CES 502.258	Bosques higrofiticos del Chaco septentrional
CES 406.253	Vegetación acuática y palustre Neotropical de la Chiquitanía y el Beni
CES 406.252	Sabanas edafoxerofíticas de la Chiquitanía (Cerrado rupestre, Campo rupestre)
CES 408.560	Sabanas arboladas y arbustivas de la alta Amazonia sobre suelos anegables
CES 406.232	Bosques ribereños del Escudo Precámbrico Chiquitano
CES 408.578	Bosque inundado por aguas blancas estancadas del suroeste de la Amazonia
CES 406.223	Arbustales y matorrales saxicolos de la Chiquitanía (Lajas)
CES 406.231	Bosques chiquitanos de transición a la Amazonia sobre suelos bien drenados
CES 406.249	Sabana herbácea mesotrófico estacionalmente inundada del Beni
CES 408.552	Herbazal pantanoso de la llanura aluvial de la alta Amazonia
CES 406.243	Palmares amazónicos inundables de la Chiquitanía norte
CES 406.230	Bosques de Podocarpus sobre suelos mal drenados de las serranías chiquitanas
CES 502.262	Bosques sobre suelos mal drenados del Chaco noroccidental
CES 502.263	Bosques sobre suelos mal drenados del Chaco septentrional oriental
CES 406.251	Sabana inundable de los bajos del Beni
CES 408.531	Bosque inundable de la llanura aluvial de ríos de aguas blancas del suroeste de la Amazonia
CES 502.277	Vegetación de los salares inundables del Chaco septentrional
CES 502.272	Sabanas abiertas inundables del Chaco septentrional
CES 408.573	Bosque pantanoso de palmas de la llanura aluvial del sur de la Amazonia
CES 408.571	Bosque inundable y vegetación riparia de aguas mixtas de la Amazonia
CES 502.280	Bosques transicionales del norte del Chaco a la Chiquitanía, sobre llanura aluvial
CES 502.254	Arbustales y bosques ripario sucesionales del Chaco
CES 408.526	Bosque aluvial de aguas negras estancadas del sur de la Amazonia
CES 502.276	Vegetación acuática y palustre Neotropical del Chaco
CES 408.568	Vegetación acuática y palustre de la Amazonia
CES 406.226	Bosque de galería de los bajos del Beni
CES 408.550	Complejo de vegetación sucesional riparia de aguas blancas de la Amazonia

**Cuadro 6. Sistemas Ecológicos afectados por los incendios, basado en el mapa de Navarro & Ferreira (2008).**

A continuación, se detallan las características ecológicas de cada uno de los sistemas ecológicos afectados basados en las descripciones de Navarro & Ferreira (2007, 2008, 2011), en Catari, J.C. 2019. En los casos donde se obtuvo información de campo de este proyecto y de otras investigaciones del mismo autor, se describe sus características estructurales y florísticas, toda vez que se constituye en información de referencia útil para la comprensión de la composición de los ecosistemas afectados por los incendios y para la consideración de especies para la generación de viveros y actividades silviculturales.

## **1. Sistema Ecológico: Arbustales y Matorrales Saxícolas de la Chiquitanía y el Beni.**

**Código: CES406.223**

En general de baja cobertura vegetal y con diferentes aspectos de evolución sucesional, que se desarrollan sobre afloramientos rocosos del este de Bolivia; estos afloramientos son básicamente de dos tipos: grandes lajas de rocas cristalinas del escudo precámbrico (domos o inselbergs de granitos o gneises) o bien farallones o escarpes de rocas areniscas en las zonas altas de mesetas y serranías chiquitanas. Tienen una flora típica, a menudo especializada y con elementos restringidos o de distribución disyunta, siendo importantes las Velloziaceae, Bromeliaceae y Cactaceae. La mayoría de estas especies presentan biotipos de "comófitos" en el sentido de Warming (1909), es decir, son plantas que no colonizan realmente la roca desnuda, sino que necesitan un mínimo de tierra, bien revistiendo la roca como una capa o fieltro (exocomófitos) o bien rellenando grietas o fisuras de la roca (casmo-comófitos). Por tanto, necesitan de la acción previa de comunidades pioneras de algas, líquenes y ciertos helechos muy xeromórficos. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Commiphora leptophloeos*, *Sapium argutum*, *Ficus calyptroceras*, *Aspidosperma tomentosum*, *Cochlospermum vitifolium*, *Ananas ananassoides*, *Anemia ferruginea*, *Monvillea kroenleinii*, *Deuterocohnia longipetala*, *Echinopsis*

*hammerschmidii*, *Echinopsis calochlora*, *Discocactus heptacanthus*, *Frailea chiquitana*, *Gymnocalycium chiquitanum*, *Cereus hilldmannianus*, *Selaginella sellowii*, *Selaginella convoluta*, *Vellozia tubiflora*, *Vellozia variabilis*. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **2. Sistema Ecológico: Bosques de Galería de los Bajíos del Beni.** **Código: CES406.226**

Sistema de bosques bajos siempreverdes desarrollados sobre suelos estacionalmente inundados en los levées o albardones fluviales de los cursos de agua que drenan los bajíos de las llanuras aluviales del Beni. Tienen disposición lineal en el paisaje, dando lugar a corredores en una matriz de sabanas de la anterior unidad (~Sabanas Inundables de los Bajíos del Beni (CES406.251). Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Machaerium aristulatum*, *Swartzia jorori*, *Alchornea schomburgkii*, *Buchenavia oxycarpa*, *Albizia inundata*. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **3. Sistema Ecológico: Bosques Higrofiticos de Coníferas de las Serranías Chiquitanas.** **Código: CES406.230**

Sistema de bosques bajos siempre verdes estacionales, exclusivos de las depresiones topográficas someras imperfectamente drenadas, existentes en las mesetas monoclinales de las serranías chiquitanas meridionales, donde ocupan manchas dispersas en general de pequeña extensión. Presentan una flora muy notable, siendo generalmente dominante *Podocarpus* cf. *sellowii*, especie que, de confirmarse su identidad taxonómica, formaría en la Chiquitanía poblaciones disyuntas respecto a su área principal de distribución en las montañas del sureste de Brasil. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Podocarpus* cf. *sellowii*, *Vochysia tucanorum*, *Genipa americana*. (Navarro & Ferreira, 2011).

#### **4. Sistema Ecológico: Bosques Húmedos Siempreverdes Estacionales de Transición a la Amazonía.**

##### **Código: CES406.231**

Grupo de bosques que representan la vegetación potencial climática zonal de los suelos profundos bien a medianamente bien drenados del norte peneplanizado del escudo precámbrico chiquitano en el departamento de Santa Cruz (Bolivia), en áreas con bioclima pluviestacional húmedo inferior (lo = 6.0-6.5). Son bosques siempreverdes estacionales, pluriestratificados, con dosel denso a semidenso de unos 25 m de altura y emergentes dispersos de hasta 35 m, bastante ricos en lianas leñosas y pobres en epífitos.

Ocupan todavía grandes extensiones relativamente bien conservadas, afectadas sobre todo por extracción maderera selectiva y cacería. Florísticamente constituyen una transición, con predominio de elementos mesófilos de los bosques chiquitanos y del Brasil central, a los que se añaden algunos elementos amazónicos de distribución generalmente amplia. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Ocotea guianensis*, *Spondias mombim*, *Physocalymma scaberrimum*, *Hymenaea courbaril*, *Poeppigia procera*, *Casearia gossypiosperma*, *Cordia alliodora*, *Cedrela fissilis*, *Chusquea ramosissima*, *Pourouma cecropiifolia*, *Erythrochiton fallax*, *Phenakospermum guyanense*, *Albizia niopoides*, *Attalea phalerata*, *Cariniana estrellensis*, *Gallesia integrifolia*, *Protium heptaphyllum*, *Sapium marmieri*, *Sterculia apetala*, *Inga fagifolia*, *Inga ingoides*. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **5. Sistema Ecológico: Bosques Ribereños del Escudo Precámbrico Chiquitano.**

**Código: CES406.232**

Sistema que agrupa los bosques riparios que se desarrollan en los márgenes de los cursos fluviales que disectan el escudo precámbrico chiquitano, sobre suelos con propiedades flúvicas, periódicamente erosionados y re-depositados de forma parcial. Aguas predominantemente hipo-meso-mineralizadas. Sistema con geometría linear en el paisaje y continuidad espacial variable según la morfología del cauce. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Inga marginata*, *Inga spp.*, *Cecropia polystachia*, *Cecropia concolor*, *Ficus spp.*, *Rheedia brasiliensis*. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **6. Sistema Ecológico: Bosques Semidecíduos Higrofíticos y Freatofíticos de Santa Cruz y la Chiquitanía.**

**Código: CES406.233**

Bosques dominados y caracterizados por árboles que se comportan como mesofíticos a higrofíticos a nivel regional. Sistema que representa la vegetación climática potencial de los fondos de valle del escudo precámbrico chiquitano, donde tienen disposición linear siguiendo los cauces fluviales o su zona de influencia. Además, constituyen la matriz extensiva del paisaje de la llanura aluvial antigua del Río Grande en la región de Santa Cruz. Se desarrollan sobre suelos con horizontes superiores generalmente bien drenados todo el año o gran parte de él; sin embargo, es frecuente la presencia de mal drenaje sub-superficial estacional o incluso anegamiento somero temporal en los fondos de valle del escudo, así como de forma general la existencia de niveles freáticos difusos y oscilantes, accesibles al menos temporalmente a las raíces de los árboles. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Gallesia integrifolia*, *Cariniana ianeirensis*, *Vitex cymosa*, *Albizia niopoides*, *Attalea phalerata*, *Cyathea pungens*, *Ficus*

*pertusa, Ficus adhatodaeifolia, Genipa americana, Pouteria macrophylla, Salacia elliptica, Sapindus saponaria, Syagrus sancona, Triplaris americana, Cordia alliodora, Erythrina dominguezii, Nectandra megapotamica, Nectandra hihua, Licaria triandra, Chrysophyllum gonocarpum, Solanum sessile.* (Navarro & Ferreira, 2011).

En base a las transectas de campo (Catari, inédito), determinamos que las especies de mayor importancia ecológica (IVI), son: cuta (*Phyllostylon rhamnoides*), momoqui (*Caesalpinia pluviosa*), toborochi (*Ceiba speciosa*), sumuque (*Syagrus sancona*), *Simira cattapifolia*, pacobillo (*Capparis coimbrana*), ajo ajo (*Gallesia integrifolia*), Motacu (*Attalea phalerata*), mazlillo (*Opuntia brasiliensis*), picapica (*Urera caracasana*). La altura del dosel suele estar entre 15-20 m, donde las especies más abundantes son momoqui (*Caesalpinia pluviosa*), tasaa (*Acosmiun cardenasii*), ajo ajo (*Gallesia integrifolia*), sumuque (*Syagrus sancona*), curupau (*Anadenanthera colubrina*). En el estrato de 11-15 m de altura, las especies más abundantes son: cuse (*Casearia* sp.), tasaa (*Acosmiun cardenasii*), *Aspidosperma quirandy*, tarara (*Centrolobium microchaete*). En el estrato de 6-10 de altura, las especies más abundantes son: *Simira cattapifolia*, tasaa (*Acosmiun cardenasii*), momoqui (*Caesalpinia pluviosa*), pacobillo (*Capparis coimbrana*), cuse (*Casearia* sp.), *Sweetia fruticosa* y el sauco (*Zanthoxylum rhoifolium*). En estrato inferior a los 5 m, las especies más abundantes son: pica pica (*Urera caracasana*), mazlillo (*Opuntia brasiliensis*), tasaa (*Acosmiun cardenasii*), matico (*Piper* sp.), *Simira cattapifolia* y el pacobillo (*Capparis coimbrana*).

<b>Especie</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>Abundancia Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Índice de Valor de Importancia</b>
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	7.50	9.09	8.83	25.42
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	6.25	6.82	11.75	24.82
<i>Ceiba speciosa</i>	3.75	3.41	9.61	16.77
<i>Syagrus sancona</i>	5.00	4.55	6.08	15.63
<i>Simira cattapifolia</i>	6.25	5.68	3.45	15.38
<i>Piper sp.</i>	6.25	6.82	2.18	15.25
<i>Acosmiun cardenasii</i>	5.00	6.82	2.76	14.58
<i>Urera caracasana</i>	6.25	5.68	2.24	14.17
<i>Attalea phalerata</i>	2.50	2.27	7.01	11.79
<i>Sweetia fruticosa</i>	2.50	3.41	5.80	11.71
<i>Combretum leprosum</i>	3.75	3.41	3.07	10.23
<i>Centrolobium microchaete</i>	3.75	3.41	2.75	9.91
<i>Myrciaria sp.</i>	2.50	2.27	5.05	9.83
<i>Cecropia concolor</i>	2.50	2.27	4.02	8.80
<i>Cordia alliodora</i>	3.75	3.41	1.57	8.73
<i>Pogonopus tubulosus</i>	3.75	3.41	1.04	8.19
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1.25	1.14	5.33	7.72
<i>Machaerium seemanii</i>	2.50	3.41	1.34	7.25
<i>Trichilia elegans</i>	2.50	2.27	1.80	6.57
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	2.50	2.27	1.64	6.41
<i>Piptadenia viridiflora</i>	2.50	2.27	1.38	6.15
<i>Acacia sp.</i>	2.50	2.27	0.94	5.72
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2.50	2.27	0.79	5.56
<i>Ximenia americana</i>	1.25	1.14	2.27	4.66
<i>Casearia sp.</i>	1.25	1.14	1.91	4.30
<i>Desconocida</i>	1.25	1.14	1.85	4.24
<i>Aspidosperma quirandy</i>	1.25	1.14	0.96	3.34
<i>Guibourtia chodatiana</i>	1.25	1.14	0.76	3.14
<i>Talisia sculenta</i>	1.25	1.14	0.58	2.97
<i>Cedrela fissilis</i>	1.25	1.14	0.35	2.73
<i>Ptilochaeta sp.</i>	1.25	1.14	0.32	2.71
<i>Bougainvillea modesta</i>	1.25	1.14	0.29	2.68
<i>Sterculiaceae</i>	1.25	1.14	0.25	2.64

**Cuadro 7. Composición y estructura del bosque hidrofítico**

Especie	Frecuencia Relativa	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
<i>Capparis coimbrana</i>	16.90	18.29	12.74	47.93
<i>Gallesia integrifolia</i>	7.04	7.32	23.76	38.12
<i>Attalea phalerata</i>	7.04	6.10	13.58	26.72
<i>Opuntia brasiliensis</i>	8.45	10.98	4.30	23.72
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	7.04	7.32	5.04	19.40
<i>Sweetia fruticosa</i>	4.23	3.66	3.71	11.59
<i>Syagrus sancona</i>	2.82	3.66	4.43	10.91
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	2.82	4.88	3.13	10.82
<i>Centrolobium microchaete</i>	2.82	2.44	5.38	10.64
<i>Cariniana estrellensis</i>	2.82	2.44	4.90	10.15
<i>desco #60</i>	4.23	3.66	0.82	8.70
<i>Piptadenia sp.</i>	2.82	2.44	0.92	6.18
<i>Neea sp.</i>	2.82	2.44	0.86	6.12
<i>Machaerium scleroxylon</i>	1.41	1.22	3.25	5.88
<i>Casearia sp.</i>	2.82	2.44	0.59	5.85
<i>Ceiba samauma</i>	1.41	1.22	2.60	5.23
<i>Bougainvillea modesta</i>	1.41	1.22	1.87	4.50
<i>Machaerium seemanii</i>	1.41	1.22	1.41	4.04
<i>Myrtaceae #61</i>	1.41	1.22	1.05	3.68
<i>Pisonia zapallo</i>	1.41	1.22	0.98	3.60
<i>Acosmiun cardenasii</i>	1.41	1.22	0.79	3.42
<i>Myrciaria sp.</i>	1.41	1.22	0.60	3.23
<i>Desconocida</i>	1.41	1.22	0.53	3.16
<i>Allophylus edulis</i>	1.41	1.22	0.37	3.00
<i>Erithroxylum sp.</i>	1.41	1.22	0.37	3.00
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	1.41	1.22	0.37	3.00
<i>Lonchocarpus pluvialis</i>	1.41	1.22	0.32	2.94
<i>Talisia sculenta</i>	1.41	1.22	0.31	2.94
<i>Trichilia elegans</i>	1.41	1.22	0.28	2.91
<i>Triplaris americana</i>	1.41	1.22	0.25	2.88
<i>Diplokeleba herzogii?</i>	1.41	1.22	0.25	2.88
<i>Platymsciium ulei</i>	1.41	1.22	0.23	2.85

**Cuadro 8. Composición y estructura del bosque hidrofítico**

## **7. Sistema Ecológico: Bosques Subhúmedos Semidecídúos Chiquitanos Transicionales con el Chaco.**

**Código: CES406.237**

Sistema que agrupa algunas asociaciones de bosques chiquitanos distribuidas en el límite suroccidental de la Provincia Biogeográfica del Cerrado en Bolivia (sureste de Santa Cruz), en su zona de contacto y transición hacia la Provincia Biogeográfica del Chaco Boreal. Se desarrollan tanto sobre las estribaciones meridionales de las serranías rocosas marginales del escudo precámbrico, como en las zonas bien a medianamente bien drenadas de las llanuras aluviales antiguas de los ríos Tucabaca y Otuquis. Estas zonas tienen un bioclima termotropical inferior pluviestacional, con ombroclima subhúmedo inferior ( $Io = 3.6-4.0$ ) casi en el límite con el ombroclima seco.

Estructuralmente son bosques densos, con dosel semidecídúo a decídúo de 15-20 m de altura media y ricos en lianas leñosas. El grado de defoliación de estos bosques parece variar en relación a la intensidad de la época seca según los años. Florísticamente, se caracterizan por la superposición de varios elementos chaqueños sobre el fondo de flora típica de los bosques chiquitanos. Sistema muy amenazado por el avance de la frontera agrícola, con grandes tasas de deforestación en los últimos años. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Athyana weinmannifolium*, *Acosmiun cardenasii*, *Amburana cearensis*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Caesalpinia paraguariensis*, *Diplokeleba floribunda*, *Guibourtia chodatiana*, *Caesalpinia floribunda*, *Astronium urundeuva*, *Calycophyllum multiflorum*, *Phyllostyllum rhamnoides*, *Pisonia zapallo*, *Casearia gossypiosperma*, *Capparis retusa*, *Schinopsis brasiliensis*, *Astronium urundeuva*. (Navarro & Ferreira, 2011).

Según una evaluación realizada por Catari (Inédito) en las cercanías al ducto de Gas Trans Boliviano (GTB) el bosque tiene una estratificación definida de 3-5 m para el estrato arbustivo, 8-12 m para el estrato arbóreo y un dosel

arbóreo superior de 12-15 m de altura, las especies de mayor importancia ecológica son la cuta (*Phyllostylon rhamnoides*), *Sebastiania brasiliensis*, *Aspidosperma rigidum*, *Myrcia* sp, y *Caparis retusa*.

Transecta	Especie	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
5	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	18.06	10	19.60	37.54
	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	16.94	4	8.87	29.51
	<i>Aspidosperma rigidum</i>	8.87	9	11.81	29.33
	<i>Myrcia</i> sp.	9.68	6	4.07	19.92
	<i>Caparis retusa</i>	5.65	5	5.42	16.01
	<i>Eugenia piryfolium</i>	5.65	6	1.97	13.78
	<i>Schinopsis brasiliensis</i>	1.61	1	8.39	11.23
	<i>Pisonia zapallo</i>	3.23	5	1.45	9.61
	<i>Myrciaria cauliflora</i>	2.42	4	3.38	9.51
	<i>Allophylus edulis</i>	3.23	5	1.34	9.51
	<i>Anadenanthera colubrina</i>	1.61	2	4.19	8.28
	<i>Helicteres lothksyana</i>	3.23	4	1.16	8.09
	<i>Casearia arborea</i>	2.42	4	1.62	7.74
	<i>Caparis speciosa</i>	2.42	2	2.83	7.72
	<i>Pseudobombax marginatum</i>	1.61	2	3.63	7.71
	<i>Adelia spinosa</i>	1.61	2	3.62	7.70
	<i>Acacia polyphylla</i>	2.42	4	1.42	7.54
	<i>Ximenia americana</i>	1.61	2	2.86	6.95
	<i>Matayba</i> sp.	2.42	2	1.72	6.61
	<i>Croton</i> sp.	2.42	2	1.03	5.92
	<i>Ceiba pentandra</i>	1.61	2	1.83	5.91
	Myrtaceae t5	2.42	2	0.91	5.80
	<i>Neea</i> sp.	2.42	2	0.82	5.71
	<i>Erithroxylum cuneifolium</i>	1.61	2	0.54	4.62
	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	0.81	1	2.37	4.41
	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0.81	1	1.14	3.18
	Leguminosa	0.81	1	0.90	2.94
	<i>Sebastiania discolor</i>	0.81	1	0.55	2.59
	<i>Helietta mollis</i>	0.81	1	0.32	2.36
	<i>Machaerium scleroxylon</i>	0.81	1	0.23	2.27
<b>Total 5</b>		<b>100.00</b>	<b>100</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

**Cuadro 9. Composición y estructura del bosque subhúmedo transicional**

## **8.Sistema Ecológico: Bosques Subhúmedos Semidecídúos de la Chiquitanía y el Beni.**

### **Código: CES406.238**

Sistema ecológico que agrupa varias asociaciones de bosques semidecídúos que constituyen la vegetación potencial climática natural de los suelos bien drenados no muy antiguos (luvisoles, cambisoles) del suroeste del escudo precámbrico brasileño y de las alturas topográficas del Beni oriental. Son bosques parcialmente caducifolios, con dosel de 20-25 m, varios estratos de sotobosque y abundantes lianas. Distribuidos en el este de Bolivia, pero florísticamente representan variantes de bosques similares existentes en el Brasil central. Se desarrollan en áreas con bioclima termotropical e infratropical marcadamente pluviestacional ( $Iod2 < 2.5$ ) y con ombroclima subhúmedo ( $Io = 3.6-5.0$ ).

Son bosques medianamente a intensamente afectados por extracción selectiva de maderas útiles, cacería, quemas y deforestación para ganadería. Sin embargo, existen todavía grandes extensiones en relativo buen estado de conservación. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Acacia polyphylla*, *Acosmium cardenasii*, *Anadenanthera colubrina*, *Amburana cearensis*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Aspidosperma pyriformium*, *Astronium urundeuva*, *Caesalpinia floribunda*, *Cedrela fissilis*, *Centrolobium microchaete*, *Chorisia speciosa*, *Combretum leprosum*, *Eriotheca roseorum*, *Guibourtia chodatiana*, *Holocalyx balansae*, *Machaerium scleroxylon*, *Piptadenia viridiflora*, *Peltogyne heterophylla*, *Platypodium elegans*, *Pseudobombax marginatum*, *Pterogyne nitens*, *Schinopsis brasiliensis*, *Tabebuia impetiginosa*, *Allophyllus edulis*, *Galipea trifoliata*, *Opuntia brasiliensis*, *Pogonopus tubulosus*, *Sebastiania brasiliensis*, *Pseudoananas saganarius*, *Adiantum tetraphyllum*, *Arrabidaea*, *Clytostoma*, *Herreria*, *Macfadyena*, *Schubertia*, *Perianthomega*, *Pithecocthenium*, *Serjania*, *Siolmatra brasiliensis*, *Trigonía boliviana*. (Navarro & Ferreira, 2011).

Catari (inédito) describe este tipo de bosque y menciona que se distribuye en áreas de suelos arcillosos y limosos, por lo cual tiene un drenaje deficiente. El dosel tiene alrededor de 12 m de altura, es de carácter decidido y denso. Las especies importantes en el sentido estructural varían según la zona y la etapa sucesional en la que se encuentre el bosque. En la zona del campamento de Ripio Blanco, el bosque tiene un dosel de 10-12 m de altura, donde las especies de mayor importancia ecológica son: cuta (*Phyllostylon rhamnoides*), curupau (*Anadenanthera colubrina*) y el jichituriqui (*Aspidosperma cf. piryfolium*).

Transecta	Especie	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	35.37	20.30	48.78	104.45
	<i>Anadenanthera colubrina</i>	15.28	14.29	12.04	41.61
	<i>Aspidosperma cf. piryfolium</i>	13.97	14.29	8.54	36.80
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	4.37	5.26	6.65	16.28
	<i>Caparis retusa</i>	5.24	5.26	2.82	13.32
	<i>Caparis speciosa</i>	3.49	5.26	1.32	10.08
	<i>Hexachlamys sp.</i>	3.49	5.26	1.15	9.91
	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>	2.62	4.51	2.16	9.29
	<i>Cereus dayamii</i>	2.18	3.76	1.91	7.85
	<i>Ceiba insignis</i>	1.31	2.26	4.12	7.69
	<i>Pisonia zapallo</i>	1.31	2.26	1.42	4.99
	<i>Ximenia americana</i>	1.31	2.26	1.09	4.65
	<i>Bougainvillea praecox</i>	1.31	2.26	0.71	4.28
	<i>Piptadenia viridiflora</i>	1.31	2.26	0.70	4.27
	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	0.87	1.50	1.86	4.23
	<i>Neea sp.</i>	1.31	1.50	1.38	4.20
	<i>Irbachia sp.</i>	1.31	2.26	0.58	4.14
	<i>Ziziphus mistol</i>	0.87	1.50	0.66	3.04
	<i>Negrillo</i>	1.31	0.75	0.49	2.56
	<i>Ruprechtia triflora</i>	0.44	0.75	1.09	2.28
	<i>Erithroxylum cf. cuneifolium</i>	0.44	0.75	0.27	1.46
	Asteraceae	0.44	0.75	0.13	1.31
	<i>Allophylus edulis</i>	0.44	0.75	0.11	1.30
Total 5		100.00	100.00	100.00	300.00

**Cuadro 10. Composición y estructura del bosque subhúmedo**

En base a los datos de transectas (Catari, inédito), determinamos que las especies más abundantes son: el momoqui (*Caesalpinia pluviosa*), tasaa (*Acosmiun cardenasii*), Simira cattapifolia, cuse (*Casearia arborea*), curupaú (*Anadenanthera colubrina*), tarara (*Centrolobium microchaete*), sauco (*Zanthoxylum rhoifolium*), zapallo (*Pisonia zapallo*) y el jichituriqui (*Aspidosperma cylindrocarpon*). Las especies suelen agruparse mayormente en estratos, estos estratos suelen variar de altura según la etapa sucesional en la que se encuentre, por lo general los estratos suelen ser: emergentes de 25-28 m de altura, dosel superior de 15-20 m de altura, subdosel medio de 14-18 de altura, un subdosel inferior de 8-12 m y un estrato inferior arbustivo arbóreo de 2-5 m de altura.

**Estrato arbustivo-arbóreo.-** Las especies del estrato inferior a 5 m de altura suelen ser: el zapallo (*Pisonia zapallo*), picapica (*Urera caracasana*), tasaa (*Acosmiun cardenasii*), Simira cattapifolia, matico (*Piper* sp), sauco (*Zanthoxylum rhoifolium*), *Trichilia elegans* y *Machaerium* cf. *seemanii*. Estrato de 6-10 m de altura.- Las especies más abundantes son: tasaa (*Acosmiun cardenasii*), Simira cattapifolia, momoqui (*Caesalpinia pluviosa*), sauco (*Zanthoxylum rhoifolium*), zapallo (*Pisonia zapallo*), *Machaerium* cf. *seemanii* y *Acacia* sp. Estrato de 11-16 m de altura.- Las especies más abundantes son: tasaa (*Acosmiun cardenasii*), tarara (*Centrolobium microchaete*), *Piptadenia* sp., Simira cattapifolia, toborochi rosado (*Ceiba speciosa*), cuse (*Casearia arborea*), *Diplokeleba herzogii*?, picana (*Cordia alliodora*), y el curupaú (*Anadenanthera colubrina*).

**Estrato de 17-21 m de altura.-** Las especies más abundantes son: tasaa (*Acosmiun cardenasii*), tarara (*Centrolobium microchaete*), momoqui (*Caesalpinia pluviosa*), *Diplokeleba herzogii*?, jichituriqui (*Aspidosperma cylindrocarpon*), y el curupaú (*Anadenanthera colubrina*).

**Estrato de 22-25 y emergentes.-** Las especies más abundantes suelen ser: el morado (*Machaerium scleroxylon*), tarara (*Centrolobium microchaete*), curupaú (*Anadenanthera colubrina*), y el tajibo rosado (*Tabebuia impetiginosa*).

Las etapas sucesionales del bosque chiquitano, como ser los matorrales y arbustedas sucesionales, suelen ser matorrales de 2-4 m de altura, las especies suelen ser arbustos y árboles helófitos como ser pica pica (*Urera caracasana*), picana (*Cordia alliodora*), Motacu (*Attalea phalerata*), Bahuinia sp., *Celtis* spp., *Piper* spp., curupaú (*Anadenanthera colubrina*), cuchi (*Astronium urundeuva*), *Helicteres lothkskyana*, y *Casearia* spp. Este tipo de vegetación suele presentarse en los claros de bosque abierto por caídas de árboles dentro del bosque, sin embargo, dentro de la hacienda, se presenta en mayor superficie en los alrededores de los potreros y áreas quemadas antiguas.

Especie	Frecuencia Relativa	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	9.52	8.60	10.43	28.55
<i>Simira cattapifolia</i>	7.14	7.53	9.57	24.24
<i>Acosmiun cardenasii</i>	5.95	6.45	11.18	23.59
<i>Trichilia elegans</i>	7.14	7.53	8.05	22.72
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	5.95	6.45	8.67	21.07
<i>Urera caracasana</i>	5.95	6.45	3.71	16.12
<i>Casearia</i> sp.	4.76	5.38	3.23	13.37
<i>Machaerium seemanii</i>	4.76	4.30	3.47	12.54
<i>Talisia sculenta</i>	3.57	3.23	4.03	10.83
<i>Piper</i> sp.	4.76	4.30	1.38	10.44

**Cuadro 11. Composición y estructura del bosque subhúmedo.**

Especie	Frecuencia Relativa	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
<i>Casearia arbórea</i>	12.16	10.71	11.48	34.36
<i>Anadenanthera colubrina</i>	8.11	8.33	11.02	27.46
<i>Acacia sp.</i>	8.11	8.33	7.28	23.72
<i>Centrolobium microchaete</i>	6.76	5.95	7.26	19.97
<i>Machaerium seemanii</i>	4.05	7.14	6.82	18.02
<i>Acosmiun cardenasii</i>	5.41	7.14	5.28	17.83
<i>Urera caracasana</i>	5.41	4.76	6.51	16.67
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	5.41	5.95	5.13	16.49
<i>Combretum leprosum</i>	5.41	4.76	3.93	14.09
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	4.05	3.57	4.56	12.18

**Cuadro 12. Composición y estructura del bosque subhúmedo.**

## **9.Sistema Ecológico: Cerrado de la Chiquitanía y el Beni.**

### **Código: CES406.240**

En Bolivia (Chiquitanía de Santa Cruz y norte del Beni), es un sistema ecológico que ocupa notables extensiones en mosaico en el paisaje con los bosques chiquitanos semidecídus, en función de los suelos. En la gran mayoría de los casos conocidos, los chaparrales esclerófilos son propios de los suelos lateríticos antiguos muy desaturados o ácidos, con horizontes de diagnóstico óxicos o kándicos (USDA 1992) o ferrálicos en el sentido FAO-UNESCO (1990). Sin embargo, los chaparrales aparecen también localmente sobre suelos poco profundos y pedregosos en situaciones topográficas de cumbres de serranías.

El sistema ocupa áreas con termoclima infratropical y termotropical ( $I_t > 610$ ) marcadamente pluviestacionales ( $I_{od2} < 1.5$ ) y con ombroclima subhúmedo ( $I_o = 3.6-5.5$ ). Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Magonia pubescens*, *Qualea grandiflora*, *Qualea multiflora*, *Qualea*

*parviflora*, *Agonandra brasiliensis*, *Salvertia convalliodora*, *Caryocar brasiliensis*, *Eriotheca gracilipes*, *Hancornia speciosa*, *Ouratea hexasperma*, *Callisthene fasciculata*, *Callisthene hassleri*, *Callisthene microphylla*, *Copaifera langsdorfii*, *Antonia ovata*, *Bonyunia antoniifolia*, *Cariniana multiflora*, *Pterodon emarginatus*, *Kiellmeyera coriacea*, *Dipteryx alata*, *Plathymentia reticulata*, *Terminalia argentea*, *Bowdichia virgilioides*, *Xylopia aromatica*, *Allagoptera leucocalyx*, *Anacardium humile*, *Pseudobombax longiflorum*, *Himatanthus obovatus*, *Machaerium acutifolium*, *Guettarda viburnoides*, *Zamia boliviana*, *Lafoensia pacari*, *Priogymnanthus hasslerianus*, *Ananas ananassoides*, *Bromelia villosa*, *Diptychandra aurantiaca*, *Platypodium elegans*, *Vatairea macrocarpa*, *Cybistax antisiphylitica*, *Tabebuia aurea*. (Navarro & Ferreira, 2011).

En base a tres transectas (Catari, inédito), quien realizo evaluaciones en áreas de transición entre Cerrado y Bosque Chiquitano, determino que las especies más importantes son: el curupau (*Anadenanthera colubrina*), jichituriqui (*Aspidosperma cylindrocarpon*), cuse (*Casearia arborea*), momoqui (*Caesalpinia pluviosa*), tajibo blanco (*Tabebuia roseo-alba*), tajibo rosado (*Tabebuia impetiginosa*), tinto (*Callisthene hassleri*), perotó (*Pseudobombax marginatum*), cuchí (*Astronium urundeuva*), *Machaerium seemanii*, picana (*Cordia alliodora*), *Platypodium elegans* y el coloradillo (*Phytocalymna scaberribum*).

Las especies de esta comunidad en transición suelen agruparse mayormente en estratos, estos estratos suelen variar de altura según la etapa sucesional y el grado de transición que tenga con el bosque chiquitano. Por lo general el dosel suele ser de 10-12 m de altura. Las especies más abundantes en los estratos inferiores a 5 m son: tajibo blanco (*Tabebuia roseo-alba*), *Machaerium seemanii*, jichituriqui (*Aspidosperma cylindrocarpon*), momoqui (*Caesalpinia pluviosa*). En el estrato medio de 6-12 m de altura, las especies más abundantes son: el tinto (*Callisthene hassleri*), curupau (*Anadenanthera colubrina*), *Machaerium seemanii*, perotó (*Pseudo-*

*bombax marginatum*), cuse (*Casearia arborea*) y el guapa (*Guadua cf. paniculata*). En estrato de 13-18 m de altura, las especies más abundantes son: curupau (*Anadenanthera colubrina*), *Machaerium seemanii*, picana (*Cordia alliodora*), tajibo rosado (*Tabebuia impetiginosa*), y el tutumillo (*Magonia pubescens*). Por lo general las especies emergentes mayores a 20 m de altura, son especies chiquitanas, como ser el tajibo (*Tabebuia impetiginosa*), curupau (*Anadenanthera colubrina*), *Machaerium seemanii*; las especies del Cerrado emergentes suelen ser: *Platypodium elegans*, tutumillo (*Magonia pubescens*), y el tajibo blanco (*Tabebuia roseo-alba*).

Espece	Frecuencia Relativa	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
<i>Anadenanthera colubrina</i>	11.61	16.42	16.42	44.44
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	8.04	7.46	7.46	22.96
<i>Casearia arborea</i>	7.14	7.46	7.46	22.07
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	6.25	7.46	7.46	21.18
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	6.25	5.97	5.97	18.19
<i>Alibertia edulis</i>	4.46	5.22	5.22	14.91
<i>Machaerium seemanii</i>	5.36	4.48	4.48	14.31
<i>Psidium sp. # 10</i>	3.57	4.48	4.48	12.53
<i>Guadua paniculata</i>	4.46	3.73	3.73	11.93
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	3.57	2.99	2.99	9.54

**Cuadro 13. Composición y estructura del Cerrado transición al Bosque Chiquitano.**

<b>Especie</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>Abundancia Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Índice de Valor de Importancia</b>
<i>Callisthene fasciculata</i>	14.75	19.05	19.52	53.32
<i>Pseudobombax marginatum</i>	13.11	14.29	21.58	48.98
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	13.11	10.71	5.09	28.91
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	8.20	5.95	6.37	20.52
<i>Astronium urundeuva</i>	4.92	5.95	7.62	18.49
<i>Physocalymma scaberrimum</i>	6.56	5.95	4.43	16.94
<i>Anadenanthera colubrina</i>	6.56	4.76	5.45	16.77
<i>Guadua paniculata</i>	6.56	8.33	1.73	16.62
<i>Astronium fraxinifolium</i>	4.92	4.76	4.84	14.52
<i>Magonia pubescens</i>	1.64	3.57	4.29	9.50

**Cuadro 14. Composición y estructura del Cerrado transición al Bosque Chiquitano.**

<b>Especie</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>Abundancia Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Índice de Valor de Importancia</b>
<i>Machaerium seemani</i>	17.28	21.98	14.48	53.74
<i>Casearia sp.</i>	12.35	12.09	11.14	35.57
<i>Cordia alliodora</i>	8.64	7.69	6.79	23.12
<i>Casearia arbórea</i>	7.41	6.59	3.39	17.39
<i>Platypodium elegans</i>	4.94	4.40	6.24	15.58
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	3.70	3.30	6.11	13.11
<i>Attalea phalerata</i>	2.47	2.20	5.62	10.29
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	2.47	3.30	3.51	9.27
<i>Acacia riparia</i>	3.70	3.30	2.09	9.09
<i>Talisia sculenta</i>	2.47	3.30	2.57	8.33

**Cuadro 15. Composición y estructura del Cerrado transición al Bosque Chiquitano.**

En áreas donde el Cerrado tiene una composición más pura, la composición es distinta, como lo refleja los datos de Villarroel *et al* (2010), quienes mencionan que en el cerrado *sensu stricto* de la estancia Cararachi, se determinó a *Curatella americana* como la especie con el mayor IVI (57.6%), seguida de *Astronium fraxinifolium* (16.8%) y *Magonia pubescens* (7.6%). Estas tres especies acumulan a más del 80% del IVI total, por lo que la fisionomía en la estancia Cararachi estaría determinada por estas tres especies. La especie con mayor IVI de Tucabaca fue *Magonia pubescens* (36.7%), por ser la más frecuente (25.9%), abundante (44.4%) y dominante (39.9%), lo contrario de *Dilodendron bipinnatum*, que es una especie de la misma familia, y que posee un bajo valor de IVI (2.9%). Otras especies que ocupan los primeros lugares en IVI de Tucavaca son *Tabebuia aurea* (15.4%), *Lino-ciera hassleirana* (14.8%) y *Astronium urundeuva* (8%), que junto a *Magonia pubescens* acumulan a más del 70% del valor total de IVI del Cerrado *sensu stricto* del área.

**Tabla 2.** Especies con mayor índice de valor de importancia ecológica en el cerrado sensu stricto de Cacarachi y Tucavaca. Leyenda: FR = frecuencia relativa, AR = abundancia relativa, DR = dominancia relativa, IVI = índice de valor de importancia ecológica de especies.

Lugar	Especie	FA	FR	AA	AR	DA	DR	IVI
Estancia Cacarachi	<i>Curatella americana</i> L.	25	37.9	99	63.9	1.9	71.0	57.6
	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	16	24.2	24	15.5	0.3	10.6	16.8
	<i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil.	8	12.1	9	5.8	0.1	4.8	7.6
	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	4	6.1	4	2.6	0.1	3.7	4.1
	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	3	4.5	4	2.6	0.1	3.4	3.5
	<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	2	3.0	6	3.9	0.1	2.7	3.2
	<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.	3	4.5	3	1.9	0.0	1.5	2.6
	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	2	3.0	2	1.3	0.0	0.6	1.6
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	1	1.5	2	1.3	0.0	0.6	1.1
	<i>Stryphnodendron fissuratum</i> Martins	1	1.5	1	0.6	0.0	0.6	0.9
	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyrs	1	1.5	1	0.6	0.0	0.6	0.9
<b>Total</b>		<b>66</b>	<b>100.0</b>	<b>155</b>	<b>100.0</b>	<b>2.7</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
Tucavaca	<i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil.	21	25.9	68	44.4	1.6	39.9	36.7
	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	13	16.0	22	14.4	0.6	15.7	15.4
	<i>Linociera hassleriana</i> (Chodat) Hassl.	13	16.0	18	11.8	0.7	16.7	14.8
	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	7	8.6	10	6.5	0.4	8.9	8.0
	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	7	8.6	11	7.2	0.2	6.3	7.4
	<i>Tabebuia selachidentata</i> A.H. Gentry	8	9.9	11	7.2	0.2	4.4	7.2
	<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	3	3.7	3	2.0	0.1	3.0	2.9
	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	3	3.7	3	2.0	0.1	2.5	2.7
	<i>Astronium urundeuva</i> (Allemão) Engl.	3	3.7	4	2.6	0.0	0.9	2.4
	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	1	1.2	1	0.7	0.0	1.0	0.9
	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyrs	1	1.2	1	0.7	0.0	0.6	0.8
	<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) A. DC.	1	1.2	1	0.7	0.0	0.3	0.7
<b>Total</b>		<b>81</b>	<b>100.0</b>	<b>153</b>	<b>100.0</b>	<b>4.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Figura 13. Composición y estructura de la vegetación del cerrado en la estancia Caracachi y Tucavaca. Fuente: Villarroel et al 2010).

## 10. Sistema Ecológico: Chaparrales Esclerófilos de la Chiquitanía Transicionales con el Chaco.

**Código: CES406.242**

Sistema de bosques bajos escleromórficos con dosel denso a discontinuo de 5-10 m de alto, que se distribuyen en los suelos arenosos de los amplios glaciais eólicos del sur de la Chiquitanía, en su límite con el Chaco Boreal, desde el sureste del departamento de Santa Cruz hasta el extremo norte del Paraguay adyacente, donde penetran algo hacia el sur del hito fronterizo Chovoreca (departamento Chaco). Estas áreas constituyen la transición

entre el bioclima pluviestacional subhúmedo y el xérico seco (Io = 2.5-3.7). En Paraguay, esta formación es designada por Mereles and Barbosa (2002) como "Campos Cerrados sobre arenas hídricas." Son bosques siempreverdes estacionales a parcialmente caducifolios con estructura algo similar a la de los bosques chaqueños. Sin embargo, no presentan cactáceas y la flora está mayoritariamente compuesta por especies comunes con los chaparrales del Cerrado arriba descritos, a las que se añaden unas pocas especies chaqueñas. Es interesante la frecuencia observada en esta formación de *Tabebuia selachidentata*, especie considerada por Gentry (1992) como exclusiva de la Caatinga del nordeste de Brasil. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Terminalia argentea*, *Tabebuia selachidentata*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Caesalpinia marginata*, *Luehea candidans*, *Tabebuia roseo-alba*, *Helietta mollis*, *Commiphora leptophloeos*, *Hexachlamys edulis*, *Aspidosperma tomentosum*, *Strychnos parvifolia*, *Arrabidaea florida*, *Pseudoananas sagenarius*, *Cordia glabrata*, *Capparis speciosa*, *Copaifera langsdorfii*, *Magonia pubescens*, *Schinopsis cornuta*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Tabebuia aurea*, *Sphingiphila tetramera*. (Navarro & Ferreira, 2011).

Según Catari (inédito) el matorral/ bosque en su etapa madura tiene un dosel de 8-10 metros de altura y con emergentes de hasta 12 m de altura. Las especies dominantes son curupau (*Anadenanthera colubrina*), tutumillo (*Magonia pubescens*), ichisojo (*Terminalia argentea*), soto de arenales (*Schinopsis cornuta*) y el pototo (*Astronium fraxinifolium*). Otras especies características son: *Commiphora leptophloeos*, *Hancornia speciosa*, *Copaifera langsdorfii*, *Pterodon emarginatus*, *Kielmeyera coriacea*, *Dipteryx alata*, *Plathymania reticulata*, *Terminalia argentea*, *Allagoptera leucocalyx*, *Pseudobombax longiflorum*, *Machaerium acutifolium*, *Zamia boliviana*, *Ananas ananassoides*, *Platypodium elegans*, *Vatairea macrocarpa*, *Cybistax antisyphilitica*, *Tabebuia aurea*, *Diptychandra aurantiaca*, *Qualea grandiflora*.

En su etapa intermedia menos perturbada es un matorral de 4-6 metros de altura, en tanto que en zonas donde la perturbación es mayor, la vegetación es rala y no sobrepasa los 2 m de altura. Las especies que dominan en esta etapa son pioneras arbórea-arbustiva; las de mayor importancia ecológica son: *Platymiscium sp.*, *Caesalpinia marginata*, *Vatairea sp.*, *Aspidosperma quirandy*. En zonas más impactadas está dominado por el paquiosillo (*Hymenaea stigonocarpa*) y la chirimoya de monte (*Annona nutans*).

Según Catari (inédito) los matorrales según su etapa sucesional, composición y estructura pueden dividirse en las siguientes unidades:

**Arbustedas del abayoy con influencia chiquitana:** En estas condiciones el matorral tiene una altura de 3-4 m, y las especies más comunes son: tasa (*Acosmium cardenasii*), curupau (*Anadenanthera colubrina*), *Caesalpinia marginata*, coca (*Erithroxylum cf. cuneifolium*). Es notable la combinación de especies del bosque chiquitano mezcladas con las especies del Cerrado.

Transecta	Especie	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Índice de Valor de Importancia
	<i>Croton sp.</i>	16.01	11.73	27.74
	<i>Acosmiun cardenasii</i>	15.66	11.11	26.77
	<i>Anadenanthera colubrina</i>	11.39	9.88	21.26
	<i>Caesalpinia marginata</i>	10.32	6.79	17.11
	<i>Erithroxylum cf. Cuneifolium</i>	8.19	7.41	15.59
	<i>Sphingiphila tetramera</i>	6.05	6.79	12.84
	<i>Vernonanthura sp.</i>	4.63	6.17	10.80
	<i>Aspidosperma quirandy</i>	4.27	6.17	10.44
	<i>Acacia sp.</i>	3.56	4.32	7.88
	<i>Allophylus edulis</i>	1.78	2.47	4.25
	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	1.78	2.47	4.25
	<i>Acacia sp. 1</i>	1.42	2.47	3.89
	<i>Mimosa cf. Púdica</i>	1.42	2.47	3.89
	<i>Desconocida</i>	1.42	1.85	3.28
	<i>Hexachlamys sp.</i>	1.42	1.85	3.28
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	1.42	1.85	3.28
	<i>Castela coccinea</i>	1.07	1.85	2.92
	<i>Schinopsis cornuta</i>	1.42	0.62	2.04
	<i>Celtis cf. Brasiliensis</i>	0.71	1.23	1.95
	<i>Pterogyne nitens</i>	0.71	1.23	1.95
	<i>Strychnos parviflora</i>	0.71	1.23	1.95
	<i>Aspidosperma cf. Piryfolium</i>	0.36	0.62	0.97
	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	0.36	0.62	0.97
	<i>Astronium fraxinifolium</i>	0.36	0.62	0.97
	<i>Ceiba insignis</i>	0.36	0.62	0.97
	<i>Coccoloba aff meisneriana</i>	0.36	0.62	0.97
	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	0.36	0.62	0.97
	<i>Mimosa sp. 2</i>	0.36	0.62	0.97
	<i>Piptadenia sp.</i>	0.36	0.62	0.97
	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0.36	0.62	0.97
	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0.36	0.62	0.97
	<i>Zanthoxylum fagara</i>	0.36	0.62	0.97
	<i>Zanthoxylum sp.</i>	0.36	0.62	0.97
	<i>Ziziphus mistol</i>	0.36	0.62	0.97
	<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>200.00</b>

**Cuadro 16. Composición y estructura del Cerrado-Abayoy.**

**Arbustadas bajas del Abayoy sobre arenales:** Los matorrales más bajos de entre 2-4 m de altura, y que no están muy influenciadas por especies del bosque chiquitano son los propiamente llamados Abayoy, puesto que carecen de dicha influencia chiquitana, a diferencia de la anterior unidad. Las especies de mayor importancia en la estructura vertical y horizontal de la vegetación son: *Caesalpinia marginata*, *Croton sp.*, utobo (*Luehea candicans*), curupau (*Anadenanthera colubrina*), coca (*Erithroxylum cf. cuneifolium*), soto de arenales (*Schinopsis cornuta*) y el pototo (*Astronium fraxinifolium*). Otras especies no tan comunes son *Aspidosperma quirandy*, turere (*Rhamnidium elaeocarpon*), perotó (*Pseudobombax marginatum*), *Hexachlamys sp.*, y Tajibo del Abayoy (*Tabebuia selachidentata*).

Transecta	Especie	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Índice de Valor de Importancia
	<i>Caesalpinia marginata</i>	17.65	12.31	29.95
	<i>Croton sp.</i>	13.73	9.23	22.96
	<i>Luehea cf. Candicans</i>	9.80	10.77	20.57
	<i>Anadenanthera colubrina</i>	7.84	9.23	17.07
	Desconocida	7.84	9.23	17.07
	<i>Erithroxylum cf. cuneifolium</i>	7.84	7.69	15.54
	<i>Schinopsis cornuta</i>	7.84	7.69	15.54
	<i>Astronium fraxinifolium</i>	3.92	6.15	10.08
	<i>Terminalia argétea</i>	3.92	6.15	10.08
	<i>Sebastiana brasiliensis</i>	5.88	3.08	8.96
	<i>Helicteres lothksyana</i>	2.94	4.62	7.56
	<i>Agonandra brasiliensis</i>	3.92	3.08	7.00
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	1.96	3.08	5.04
	<i>Acrocomia totai</i>	0.98	1.54	2.52
	<i>Caparis speciosa</i>	0.98	1.54	2.52
	<i>Celtis cf. Brasiliensis</i>	0.98	1.54	2.52
	<i>Helietta mollis</i>	0.98	1.54	2.52
	<i>Sphingiphila tetramera</i>	0.98	1.54	2.52
Total		100.00	100.00	200.00

**Cuadro 17. Composición y estructura del Cerrado-Abayoy.**

## **11.Sistema Ecológico: Sabana Higrofitica con Montículos del Cerrado.** **Código: CES406.246**

El sistema se caracteriza por la combinación de una formación de sabana gramínea abierta, estacionalmente inundable y vegetación arbustiva de cerrado creciendo sobre montículos redondos de tierra y termiteros, que pueden tener un diámetro de 1 a varios metros y una altura de 0.1-2 m. El suelo puede ser coluvial, como es el caso en la región del Cerrado o puede ser aluvial, como en el Pantanal, donde cubre extensiones enormes.

La fuente de agua puede ser subsuperficial o freática, o efectivamente el pastizal de la planicie de inundación se cubre estacionalmente de una lámina de agua poco profunda. La densidad de los montículos por área es variable, desde muy pocos hasta 80% del área. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Alibertia edulis*, *Andira cuyabensis*, *Annona pygmaea*, *Allagoptera leucocalyx*, *Bromelia balansae*, *Byrsonima chrysophila*, *Byrsonima coccolobifolia*, *Byrsonima crassifolia*, *Byrsonima orbygniana*, *Casearia arborea*, *Copaifera martii*, *Curatella americana*, *Didymopanax distractiflorus*, *Dipteryx alata*, *Siparuna guianensis*, *Tapirira guianensis*, *Virola sebifera*, *Vismia minutiflora*, *Tabebuia aurea*, *Tabebuia caraiba* (= *Tabebuia serratifolia*), *Eugenia aurata*, *Erythroxylum suberosum*, *Pseudobombax longiflorum*, *Maprounea guianensis*, *Vernonia brasiliana*, *Utricularia* spp. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **12.Sistema Ecológico: Sabanas Herbáceas Mesotróficas Estacionalmente Inundadas del Beni.** **Código: CES406.249**

Sabanas abiertas sin componente leñoso y dominadas por grandes gramíneas de culmos robustos (cañuelares) o por ciperáceas asimismo de gran talla (junquillares). Se inundan estacionalmente durante 4-8 meses al año por aguas blancas barrosas mesotróficas y meso-mineralizadas, las cua-

les proceden en su mayoría del desbordamiento de los cauces fluviales. Ocupan grandes extensiones en la llanura aluvial de inundación del Beni central. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Paspalum atratum*, *Paspalum densum*, *Paspalum acuminatum*, *Luziola peruviana*, *Leersia hexandra*, *Cyperus giganteus*, *Panicum elephantipes*, *Oryza latifolia*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Hymenachne donacifolia*, *Echinodorus spp.*, *Echinochloa polystachia*, *Polygonum acuminatum*, *Polygonum hispidum*, *Polygonum punctatum*. (Navarro & Ferreira, 2011).

### **13. Sistema Ecológico: Sabanas Herbáceas Oligotróficas Estacionalmente Inundadas de la Chiquitanía y el Beni.**

**Código: CES406.250**

Herbazales gramínoideas y ciperoides propios de las zonas estacionalmente inundadas del escudo precámbrico y partes del Beni, donde las aguas son mayormente no mineralizadas o sub-mineralizadas, generalmente ácidas y oligotróficas. Constituyen formaciones densas de 0.5-1.5 m de altura por término medio, incluyendo varias asociaciones en función del gradiente de inundación. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Coelorachis aurita*, *Cyperus haspan*, *Cyperus luzula*, *Eleocharis filiculmis*, *Fimbristylis complanata*, *Hemarthria altissima*, *Hypogonium virgatum*, *Ichnanthus procurrens*, *Leersia hexandra*, *Panicum caricoides*, *Panicum atenodes*, *Saccharum trinii*, *Paspalum humigenum*, *Paspalum lenticulare*, *Syngonanthus caulescens*, *Xyris savannensis*. (Navarro & Ferreira, 2011).

### **14. Sistema Ecológico: Sabanas Inundables de los Bajíos del Beni.**

**Código: CES406.251**

Sabanas gramínoideas o ciperoides con componente leñoso abierto o disperso, o formando pequeñas manchas boscosas bajas, que se desarrollan en los bajíos topográficos de las llanuras aluviales del Beni. Se inundan estacionalmente por 4-6 meses, con aguas sobre todo de desbordamiento

fluvial que pueden alcanzar más de 1 m de profundidad. El componente herbáceo, en sabanas sin excesiva presión ganadera, suele estar dominado por gramíneas robustas con cañas de hasta más de 2 m de altura y de 1-2 cm de diámetro (“cañuelas”). Por acentuamiento de la carga ganadera y/o por quemadas continuadas en época seca, el “cañuelar” original se transforma en herbazales de menor talla con aspecto de pastizal y dominados por gramíneas con cañas y hojas menos tenaces. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Erythrina fusca*, *Machaerium aristulatum*, *Swartzia jorori*, *Genipa americana*, *Alchornea schomburgkii*, *Buchenavia oxycarpa*, *Albizia inundata*, *Crataeva tapia*, *Eschweilera ovalifolia*, *Inga pallida*, *Inga punctata*, *Peritassa dulcis*, *Pithecellobium multiflorum*, *Salacia elliptica*, *Salacia impressifolia*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Paspalum fasciculatum*, *Paspalum atratum*, *Paspalum densum*, *Paspalum lacustre*, *Paspalum acuminatum*, *Panicum mertensii*, *Panicum stenodes*.

## **15. Sistema Ecológico: Sabanas Saxícolas de la Chiquitanía.**

### **Código: CES406.252**

Sabanas abiertas herbáceas, con presencia variable de arbustos o matorrales y de subfrútices xeromórficos, que se desarrollan sobre suelos pedregosos poco profundos (leptosoles líticos), a menudo en las zonas culminantes de los reversos de los relieves monoclinales (cuestas) de las serranías chiquitanas. Estos suelos, formados a partir de rocas areniscas (*sandstones*) son generalmente de texturas arenosas o franco-arenosas y excesivamente drenados, desecándose intensamente varios meses al año (Navarro & Ferreira, 2011).

Según una evaluación de Catari (inédito) la vegetación saxícola, se desarrolla sobre los afloramientos de roca, denominadas lajas; La vegetación natural potencial de estas lajas, son matorrales y arbustadas xerófilas; sin embargo en Alta vista estos matorrales están en franco proceso de sucesión hacia el bosque chiquitano, actualmente solo se observan especies

remanentes. Los matorrales y arbustedas saxícola, suelen ser de 1-4 m de altura, en tanto que las especies de mayor porte, son árboles chiquitanos que están colonizando dicho ambiente. Las especies con mayor valor de importancia (IVI), son: pica pica (*Urera caracasana*), caracore (*Cereus dayamii*), curupau (*Anadenanthera colubrina*), un arbusto de la familia Asteraceae y el pequi (*Eriotheca roseorum*). Otras especies herbáceas comunes y características de esta formación son: *Bromelia sp.*, *Ananas ananassoides*, *Anthurium cf. plowmanii* y *Peperomia sp.*

Especie	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
<i>Urera caracasana</i>	23.08	23.08	46.15
<i>Anadenanthera colubrina</i>	12.82	12.82	25.64
<i>Cereus dayamii</i>	12.82	12.82	25.64
<i>Eriotheca roseorum</i>	10.26	10.26	20.51
Asteraceae	7.69	7.69	15.38
<i>Ceiba speciosa</i>	7.69	7.69	15.38
<i>Ceiba samauma</i>	5.13	5.13	10.26
<i>Erithrina cf. crista-galli</i>	5.13	5.13	10.26
<i>Aspidosperma quirandy</i>	2.56	2.56	5.13
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	2.56	2.56	5.13
Desconocida sin hojas	2.56	2.56	5.13
Desconocida sin hojas 2	2.56	2.56	5.13
<i>Ficus sp.</i>	2.56	2.56	5.13
<i>Manihot sp.</i>	2.56	2.56	5.13

#### Cuadro 18. Composición y estructura de las lajas.

Según los datos de Navarro (1995) de la región de Lomerío, indica que este tipo de vegetación arbolada es discontinua, y se instala sobre lito-suelos (*Lithic Ustorthent*), constituida por casmocómofitos fanerofíticos especializados que aprovechan las grietas y fisuras de los afloramientos rocosos granítico-gneisíticos. En estos enclaves, es propia de lajas rocosas plano-convexas más o menos fisuradas, pero no fragmentadas en bloques

pedregosos, situación en la cual es desplazada por bosques edafoxerófilos semidecídúos. Bosque abierto, muy bajo, con un estrato superior (2-4 m de altura) de micro y nanofanerófitos dominado por dos o tres especies, un estrato medio de pequeños matorrales o arbustos y un denso estrato inferior de caulirosuletos espinosos donde dominan varias especies de bromeliáceas. Las lianas y epífitos, aunque presentes, son escasos.

Las dos especies dominantes y a la vez características son *Sapium argutum* ("Muresí") y *Commiphora leptophloeos* ("Piñón bravo") a las que según las localidades se añaden con menor frecuencia otros árboles de hábito enano como: *Cochlospermum vitifolium* ("Algodonillo"), *Aspidosperma cf. multiflorum* ("Jichituriqui blanco"), *Astronium urundeuva* ("Cuchi"), *Luehea paniculata* ("Utobo"), *Pseudobombax marginatum* ("Pequí colorado"), *Combretum cf. leprosum* ("Carne de toro"), *Cereus aff. hildmannianus* ("Caracoré"), etc., todas ellas especies transgresivas de otras formaciones vegetales con las cuales contactan. El nivel inferior está densamente cubierto por bromeliáceas espinosas, siendo las más frecuentes: *Deuterocohnia meziana*, *Dyckia leptostachya*, *D. gracilis*, *Ananas ananassoides* y ocasionalmente *Pseudonananas sagenarius* o *Bromelia aff. villosa*. Entre ellas, crecen otras plantas características, como: *Monvillea sp.*, *Begonia sp.*, *Anemia sp.*, *Doryopteris sp.*, *Jatropha sp.*, *Anthurium plowmannii*, *Cyrtopodium cf. andersonii*, etc.

## **16. Sistema Ecológico: Vegetación Acuática y Palustre Neotropical de la Chiquitanía y el Beni.**

**Código: CES406.253**

Sistema que agrupa numerosas asociaciones de plantas acuáticas, incluyendo helófitos, pleustófitos e hidrófitos, que se distribuyen en los cuerpos de agua permanentes o semi-permanentes del escudo precámbrico, en aguas que son mayormente no mineralizadas o sub-mineralizadas (claras y negras). Además, incluye al conjunto de comunidades vegetales acuáticas propias de los cuerpos de agua del Beni, donde el agua es primariamente

sobre todo de carácter mesomineralizado y mesotrófico (aguas blancas); sin embargo, en las llanuras meándricas, las lagunas de origen fluvial más antiguas y desconectadas de los cauces actuales, han sufrido un paulatino proceso de empobrecimiento del agua que llega a ser agua negra secundaria.

Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Eleocharis acutangula*, *Fuirena robusta*, *Fuirena umbellata*, *Oxycarium cubense*, *Syngonanthus caulescens*, *Thelypteris interrupta*, *Drosera communis*, *Eichhornia azurea*, *Ludwigia helminthorrhiza*, *Utricularia spp.*, *Nymphaea spp.*, *Egeria najas*, *Websteria confervoides*, *Isoetes panamensis*, *Mayaca fluviatilis*, *Panicum elephantipes*, *Paspalum repens*, *Acrostichum danaeifolium*, *Victoria amazonica*, *Eichhornia crassipes*, *Typha domingensis*, *Rhynchospora corymbosa*, *Azolla caroliniana*, *Salvinia auriculata*, *Pontederia rotundifolia*, *Neptunia natans*, *Cabomba furcata*, *Myriophyllum brasiliensis*, *Thalia geniculata*, *Cyperus giganteus*, *Rhabdadenia macrostoma*, *Eleocharis interstincta*. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **17. Sistema Ecológico: Bosques Abiertos y Sabanas Arboladas Higrofiticas del Pantanal Suroccidental.**

**Código: CES406.494**

Conjunto de comunidades vegetales integrado por bosques bajos o medios (6-10 m de alto), densos a semiabiertos y sabanas arboladas a veces con palmares, que se desarrollan en suelos desde muy mal drenados a estacionalmente anegados o inundados de forma somera. Ocupan las semialturas morfológicas del Pantanal suroccidental en Bolivia (Santa Cruz), extremo oeste de Brasil (Mato Grosso do Sul) y extremo noreste del Paraguay (Alto Paraguay). Se trata de un ecosistema inundable estacionalmente por lluvias y con variación fisonómica y ecológica debido al grado de alteración, la textura del suelo y a pequeños gradientes en el grado de saturación/inundación. Esta variación incluye desde sabanas con un estrato arbóreo dominado por palmares, hasta un bosque deciduo relativamente cerrado. Se

interpretan estas semialturas como paleo-levées antiguos o como las porciones distales de los abanicos aluviales que descienden desde las mesetas areniscas del escudo precámbrico. En toda su área de distribución, es un sistema fuertemente impactado por quemadas extensivas en época seca y uso ganadero. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Copernicia alba*, *Microlobium fétidos sp. paraguensis*, *Sphinctanthus microphyllus*, *Acacia monacantha*, *Combretum lanceolatum*, *Tabebuia aurea*, *Machaerium hirtum*, *Rheedia brasiliensis*, *Myrcia fallax*, *Acrocomia totai*, *Sterculia striata*, *Magonia pubescens*, *Cochlospermum tetraporum*, *Prosopis nigra*, *Prosopis ruscifolia*, *Calycophyllum multiflorum*. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **18. Sistema Ecológico: Bosques Ribereños Inundables del Pantanal Occidental.**

**Código: CES406.499**

Bosques siempre verdes a siempreverdes estacionales que se disponen linealmente dando lugar a bandas de algunos kilómetros de anchura paralelas a los cauces del río Paraguay y de algunos de sus afluentes en el Pantanal. Ocupan los levées fluviales y las zonas relativamente más elevadas topográficamente de las llanuras de inundación inmediatamente adyacentes al río, en situaciones de inundación estacional desde algunas semanas hasta algunos meses, por aguas de desbordamiento de los cauces. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Albizia inundata*, *Geoffroea spinosa*, *Adelia spinosa*, *Microlobium paraguensis*, *Crataeva tapia*, *Laetia americana*, *Lonchocarpus fluvialis*, *Zygia pithecolobioides*, *Aporosella chacoensis*, *Coccoloba guaranítica*, *Banara arguta*, *Vochysia spp.*, *Combretum lanceolatum*. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **19. Sistema Ecológico: Vegetación Acuática y Palustre Neotropical del Pantanal.**

### **Código: CES406.514**

Conjunto de pantanos permanentes herbáceos o arbustivos asociados a cuerpos de agua como lagunas y arroyos de curso lento que permanecen inundados (semi-)permanentemente. Propios del Pantanal en Brasil, Bolivia y extremo noreste del Paraguay. Incluye un gran número de comunidades o asociaciones vegetales, que se estructuran y reparten el espacio en función de los biotipos de las plantas dominantes y de la dinámica y las condiciones fisico-químicas locales del agua de inundación.

En las depresiones más profundas el desarrollo de los totorales (taboal) y pirizales, puede ser muy extensivo. Algunas de estas lagunas presentan depósitos de sales, por lo que se las trata de pseudo-cársticas. En estos casos la vegetación perilacunar se caracteriza por adaptaciones como hojas carnosas o crasas y fácilmente caedizas. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Cyperus giganteus*, *Eleocharis elegans*, *Rhabdadenia pohlii*, *Thalia geniculata*, *Polygonum acuminatum*, *Hymenachne amplexicaulis*, *H. donacifolia*, *Leersia hexandra*, *Eleocharis acutangula*, *Fuirena robusta*, *F. umbellata*, *Paspalum repens*, *Panicum elephantipes*, *Eichhornia azurea*, *Alternanthera philoxeroides*, *Neptunia natans*, *Apalanthe granatensis*, *Cabomba furcata*, *Najas arguta*, *Najas podostemon*, *Nymphaea spp.*, *Victoria amazonica*. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **20. Sistema Ecológico: Bosque Aluvial de Aguas Negras Estancadas del Sur de la Amazonia.**

### **Código: CES408.526**

Es el sistema que caracteriza a las zonas topográficamente algo más altas de la llanura de inundación de los ríos de aguas negras y mixtas y más alejadas del curso principal. Estos sitios son los más estacionalmente secos, aunque igual se saturan o inundan someramente durante las épocas de lluvia, tanto

por agua de las precipitaciones como por los desbordes del río más distales y de baja energía, con motivo de crecidas excepcionales. Los suelos son arcillosos y muestran relieve gilgai, con montículos amesetados planos de 0.5-1 m de alto, sobre los que puede haber termiteros. Los bosques son de 20-25 m de alto, con un dosel irregular que presenta emergentes aislados y también claros grandes. Generalmente se presenta una gran abundancia de palmas sobre todo *Oenocarpus bataua*. Estos bosques alternan con especies de suelos moderadamente drenados que crecen sobre los montículos y los diques o antiguos bancos de ríos. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Cariniana domestica*, *Hevea brasiliensis*, *Qualea albiflora*, *Vochysia* spp., *Lueheopsis althaeiflora*, *Lueheopsis duckei*, *Eschweilera parvifolia*, *Eschweilera albiflora*, *Sloanea ternifolia*, *Xylopia* spp., *Mauritiella armata*, *Oenocarpus bataua*, *Euterpe precatoria*, *Geonoma brongniarti*, *Geonoma stricta*, *Bactris acanthocarpa*, *Bactris simplicifrons*, *Virola sebifera*, *Iryanthera juruensis*, *Tachigali vasquezii*, *Pseudolmedia rigida*, *Euterpe precatoria*, *Monotagma* spp., *Ouratea* spp., *Tococa guianensis*, *Rhynchospora* spp., *Scleria* spp. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **21. Sistema Ecológico: Bosque Inundable de la Llanura Aluvial de Ríos de Aguas Blancas del Suroeste de la Amazonia.**

**Código: CES408.531**

Complejo de bosques maduros, riparios y de terrazas, de las llanuras aluviales inundables de ríos de aguas blancas cargados de sedimentos. Algunas de estas terrazas más alejadas o altas pueden sufrir inundaciones esporádicas, mientras que, hacia las orillas de ríos con bancos bajos o complejos de diques y depresiones formados por la migración lateral del río, sufren inundaciones de hasta 1 m de profundidad durante 3-4 meses al año. El sistema incluye también bosques altos de los bancos y albardones (levées) moderadamente drenados, así como la vegetación de las depresiones estacionalmente inundadas. Los diques o paleo-levés fluviales pueden ser lo suficientemente altos y drenados como para sostener otro tipo de bosque

con algunas especies tolerantes a la humedad edáfica. Los bosques presentan un dosel de 25 a 30 m de altura, irregular y que varía desde denso a semiabierto.

El sotobosque, con varios estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos, se caracteriza a menudo por la dominancia de especies de Heliconia. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Manilkara surinamensis*, *Calycophyllum spruceanum*, *Hura crepitans*, *Gustavia augusta*, *Gustavia hexapetala*, *Dypterix micrantha*, *Xylopia ligustrifolia*, *Clarisia biflora*, *Pouteria bangii*, *Ceiba pentandra*, *Apeiba tibourbou*, *Guazuma ulmifolia*, *Inga ingoides*, *Triplaris americana*, *Attalea phalerata*, *Astrocaryum murumuru*, *Chelyocarpus chucco*, *Bactris concinna*, *Terminalia amazonia*, *Cavanillesia hylogeiton*, *Switenia macrophylla*, *Theobroma speciosum*, *Gallesia integrifolia*, *Erythrina poeppigiana*, *Couroupita guianensis*, *Virola surinamensis*, *Ficus insipida*, *Ficus trigona*, *Diospyros ebenacea*, *Heliconia marginata*, *Heliconia episcopalis*, *Duguetia quitarensis*, *Salacia elliptica*. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **22. Sistema Ecológico: Complejo de Vegetación Sucesional Riparia de Aguas Blancas de la Amazonia.**

**Código: CES408.550**

Conjunto de comunidades riparias representativas de las primeras etapas de sucesión por la dinámica fluvial, distribuyéndose en márgenes que periódicamente son destruidos durante las grandes crecidas y que a la vez reciben anualmente depósitos de sedimentos arenoso-fangosos arrastrados por el río. Desde las orillas hacia tierra, incluye: comunidades herbáceas anuales de las playas, cañuelares gramínoles de los remansos o zonas de menor corriente, comunidades arbustivas, cañaverales riparios y bosques sucesionales medios y abiertos. Los bosques ribereños sucesionales ocupan las partes más alejadas y relativamente más estables de las playas fluviales.

Las playas pueden ser arenosas o fangosas, variando el detalle de la composición florística en función del sustrato y de la hidrodinámica. Las siguientes especies son características del ecosistema: *Gynerium sagittatum*, *Alchornea castaneifolia*, *Tessaria integrifolia*, *Salix humboldtianum*, *Ochroma pyramidale*, *Cecropia concolor*, *Cecropia membranacea*, *Cecropia latiloba*, *Cecropia peltata*, *Ficus insipida*, *Senna reticulata*, *Erythrina poeppigiana*, *Triplaris americana*, *Inga marginata*, *Croton draconoides*, *Calycophyllum spruceanum*, *Killingia pumila*, *Alchornea castaneifolia*, *Cassia sp.*, *Mimosa sp.*, *Pseudobombax munguba* "punga", *Montrichardia arborescens*, *Cyperus spp.*, *Paspalum repens*, *Echinochloa polystachya*, *Paspalum fasciculatum*, *Oryza grandiglumis*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Calliandra angustifolia*, *Adenaria floribunda*, *Ludwigia decurrens*, *Fimbristylis littoralis*. (Navarro & Ferreira, 2011).

### **23. Herbazales pantanosos de la llanura aluvial de la Alta Amazonía. (CES408.552)**

Conjunto de comunidades de sabana herbácea, inundables estacionalmente a siempre inundadas, distribuidas en las llanuras aluviales recientes y subrecientes de los ríos de Pando y el Beni (Navarro & Ferreira, 2011). Incluye en Santa Cruz dos tipos:

**a) Del Iténez-Bajo Paraguá y noreste del Beni.** Sabanas herbáceas amazónicas, inundadas, de las cuencas del Bajo Paraguá: Santa Cruz (provincia Velasco) y del Bajo Iténez: Beni (provincia Iténez).

**b) Del norte de la Chiquitanía.** Sabanas herbáceas amazónicas, inundadas, de las cuencas bajas de los ríos Negro y San Martín. Santa Cruz (provincia Velasco)

## **24. Sistema Ecológico: Sabanas Arboladas y Arbustivas de la Alta Amazonia Sobre Suelos Anegables.**

**Código: CES408.560**

Mosaico de sabanas arbustivas y agrupaciones de leñosas o matas arbóreas creciendo sobre suelos de arcillas grises compactas. Estas agrupaciones o matas de bosques bajos se limitan a las zonas relativamente mejor drenadas o más elevadas del terreno y en especial a los montículos bajos del relieve, los cuales están dispersos de forma extensiva y homogénea. Se incluyen en el sistema las comunidades gramíneas hidrofíticas que se desarrollan en las depresiones del terreno o canales entre los montículos, las cuales se saturan y anegan estacionalmente por aguas de lluvia, y también palmerales de *Mauritia flexuosa* y otras especies y matorrales heliófilos y escleromórficos.

La flora leñosa y graminoide de estas sabanas tiene relaciones con la flora de las sabanas del norte de Sudamérica. Este sistema se encuentra principalmente en la Amazonía de Bolivia (Heath, Ixiamas, Iturralde, Bajo Paraguá) donde ocupa grandes extensiones; en Perú estas sabanas están limitadas a un pequeño enclave en el triángulo que se forma entre Madre de Dios y el Heath. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Bellucia grossularioides*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Coussarea hydrangeifolia*, *Erythroxylum daphnites*, *Erythroxylum macrophyllum*, *Miconia albicans*, *Miconia rufescens*, *Miconia tiliifolia*, *Qualea grandiflora*, *Tabebuia ochracea*, *Simarouba amara*, *Xylopia aromatica*, *Curatella americana*, *Siparuna guianensis*, *Tapirira guianensis*, *Virola sebifera*, *Mabea paniculata*, *Byrsonima chrysophylla*, *Andropogon lateralis*, *Andropogon leucostachys*, *Andropogon bicornis*, *Fimbristylis dichotoma*, *Mesosetum penicillatum*, *Paspalum virgatum*, *Rhynchospora* spp., *Trachypogon plumosus*, *Thrasya petrosa*, *Axonopus* spp., *Leptocoryphium lanatum*, *Coelorachis aurita*, *Sorghastrum setosum*, *Arundinella hispida*, *Sacciolepis myuros*. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **25. Vegetación acuática y palustre de la Amazonía (CES408.568)**

Conjunto diverso de tipos de vegetación predominantemente herbácea o arbustiva, propio de los enclaves permanentemente inundados, incluyendo tanto pantanos como cuerpos de agua (lagos, lagunas y remansos de ríos). En función del tipo de agua, se diferencian dos grupos cartografiados:

- a. Complejo de vegetación acuática y palustre de aguas blancas**
  - i. Pantanos enraizados (curiches)
  - ii. Pantanos flotantes (yomomos)
  - iii. Cuerpos de agua libre con vegetación de hidrófitos y pleustófitos.
- b. Complejo de vegetación acuática y palustre de aguas mixtas y negras**
  - i. Pantanos enraizados (curiches)
  - ii. Pantanos flotantes (yomomos)
  - iii. Cuerpos de agua libre con vegetación de hidrófitos y pleustófitos.

## **26. Sistema Ecológico: Bosque Inundable y Vegetación Riparia de Aguas Mixtas de la Amazonia.**

**Código: CES408.571**

Sistema ecológico de los márgenes y llanura aluvial reciente de los ríos amazónicos de aguas mixtas, que se inundan estacionalmente por aguas fluyentes con características intermedias entre las aguas negras y las blancas. La composición florística contiene tanto elementos de bosques inundados por aguas blancas como de bosques inundados por aguas negras. Vegetación distribuida en las llanuras aluviales de inundación recientes y en las orillas de los ríos de aguas mixtas de la Amazonía.

Estos ríos, presentan características intermedias entre los típicos de aguas negras o claras y los ríos de aguas blancas, tanto por su contenido solo estacional en sedimentos en suspensión como por su hidroquímica y por su coloración alternante. En las partes de la llanura aluvial más antiguas y alejadas del cauce, topográficamente deprimidas, es frecuente la acumu-

lación de aguas que tienden a “ennegrecerse” originando una vegetación de aguas negras adyacente a la típica de aguas mixtas que es propia de la llanura aluvial reciente. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **27. Sistema Ecológico: Bosque Pantanoso de Palmas de la Llanura Aluvial del Sur de la Amazonia.**

**Código: CES408.573**

Palmares y bosques con palmas de *Mauritia flexuosa*, inundados por aguas no o poco mineralizadas y sin sedimentos en suspensión. Se distribuyen en márgenes de cuerpos de agua permanentes, arroyos y depresiones de las llanuras aluviales de inundación. En el sur de la Amazonía, este tipo de vegetación se restringe casi exclusivamente a márgenes de lagos o lagunas con espejo de agua, a lagunas semi-colmatadas, tramos lénticos de arroyos y partes más antiguas de las llanuras aluviales de inundación. El sistema está inundado por aguas no mineralizadas o sub-mineralizadas, ácidas y distróficas, que además no llevan apreciables contenidos de sedimentos en suspensión. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **28. Sistema Ecológico: Bosque Inundado por Aguas Blancas Estancadas del Suroeste de la Amazonia.**

**Código: CES408.578**

Bosques con dosel irregular y semiabierto por zonas, que crecen en las partes más antiguas y alejadas del cauce de las llanuras aluviales de los ríos de agua blanca. Se inundan someramente por aguas estancadas procedentes del mal drenaje de las lluvias y parcialmente también por las grandes crecidas fluviales. Sistema que se desarrolla en las terrazas fluviales antiguas de los ríos de aguas blancas, así como en las partes de la llanura aluvial parcialmente desconectadas de la influencia directa de las crecientes; todas estas zonas se hallan en situaciones topográficas deprimidas y se inundan de forma somera por aguas de lluvia y por los derrames más distales con baja energía de los grandes crecientes del río.

Estas aguas se acumulan en todas las depresiones y permanecen estancadas varios meses. Los suelos son muy arcillosos y compactos presentando grandes grietas en la época seca (vertisoles) y un microrelieve gilgai muy notorio, que origina una red de canales y montículos planos intercalados; se encuentran siempre moteados gleycos desde los primeros horizontes edáficos (*epigley*). El sistema ocupa considerables extensiones en las llanuras aluviales antiguas de los ríos Tahuamanu, Orthon, Madre de Dios y Beni. (Navarro & Ferreira, 2011).

## **29. Sistema Ecológico: Bosques Higrofiticos del Chaco Septentrional.** **Código: CES502.258**

Sistema que agrupa asociaciones de bosques higrofiticos chaqueños desarrollados tanto a lo largo de los sistemas de cauces intermitentes temporales (cañadas y quebradas chaqueñas) de carácter arreico o semi-endorreico, como en los márgenes de las depresiones fluvio-lacustres y lagunillas estacionales de aguas no salinas. Estos bosques se anegan sólo temporalmente de forma somera, pudiendo aprovechar el resto del año niveles freáticos difusos poco profundos. Generalmente están dominados por el árbol *Geoffroea striata* o por el Palo Blanco (*Calycophyllum multiflorum*) Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Geoffroea striata*, *Geoffroea decorticans*, *Tabebuia nodosa*, *Coccoloba guaranítica*, *Coccoloba hassleriana*, *Byttneria filipes*, *Calycophyllum multiflorum*, *Chomelia obtusa*, *Lycium nodosum*, *Casearia aculeata*, *Pisonia zapallo*, *Prosopis nigra*, *Parkinsonia aculeata*. (Navarro & Ferreira, 2011).

### **30. Sistema Ecológico: Bosques Sobre Suelos Mal Drenados del Chaco Septentrional Occidental.**

**Código: CES502.262**

Bosques bajos y arbustales con dosel denso de 3-6 m y emergentes dispersos de 10-16 m de altura, que constituyen la vegetación climácica de los suelos mal drenados con texturas arcillo-limosas, a menudo de carácter vértico y con microrelieves gilgai ("sartenejal"). Estos suelos pueden resultar anegados temporalmente de forma somera en época de lluvias. En zonas bien conservadas, la altura de la formación disminuye cuanto mayor es la proporción de arcillas compactas en el suelo y con la mayor aridez del clima. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Bulnesia sarmientoi*, *Aspidosperma triternatum*, *Tabebuia nodosa*, *Cordia bordasii*, *Erythroxylum patentissimum*, *Acanthosyris falcata*, *Calycophyllum multiflorum*, *Euglypha rojasiana*, *Trithrinax schizophylla*, *Prosopis nuda*, *Ruellia coerulea*, *Rojasia gracilis*, *Cestrum guaraniticum*.

### **31. Bosques sobre suelos mal drenados del Chaco septentrional oriental (CES502.263).**

Sistema ecológico que agrupa un conjunto de asociaciones de bosques que constituyen la vegetación potencial natural climácica de los suelos mal drenados y anegadizos del Chaco oriental, extendiéndose desde el sureste de Bolivia (Otuquis oriental) al centro-este de la Argentina. Se desarrollan sobre suelos arcillosos, arcillo-arenosos y arcillo-limosos generalmente con proporciones importantes de arcillas expandibles y a menudo con microrelieve gilgai (sartenejal) más o menos desarrollado; encharcándose o anegándose de forma discontinua y somera durante la época de lluvia. Se desarrollan tanto en Bolivia como en el noreste de Paraguay en áreas con bioclima xérico seco superior ( $I_0 = 3.1 - 3.6$ ), con precipitaciones medias anuales totales de 900 – 1100 mm. y temperatura media anual de 25°C a 26°C. (Navarro & Ferreira, 2011).

**a. Quebrachal de suelos imperfectamente drenados del Chaco oriental del Otuquis:** Serie de *Lonchocarpus nudiflorens*-*Schinopsis balansae*.

Constituye la vegetación climática potencial de las semialturas del este del abanico aluvial antiguo del río Otuquis. Se instala sobre suelos del tipo luvisol vértico, que no se anegan, pero presentan mal drenaje sub-superficial al menos estacionalmente.

**b. Palocruzal con Quebracho del Chaco oriental del Otuquis:** Serie de *Schinopsis brasiliensis*-*Tabebuia nodosa*. Se desarrolla en áreas topográficamente deprimidas, con suelos arcillosos (luvisoles vérticos y vertisoles), a menudo con microrelieve gilgai (sartenejal), que se encharcan o anegan de forma somera y discontinua en época de lluvia. Ocupan los suelos mal drenados del este del paleo-abanico del Otuquis.

**32. Sistema Ecológico: Palmares Inundables del Chaco Septentrional.**

**Código: CES502.271**

Sistema que agrupa los palmares boscosos del Chaco Boreal en Bolivia, Paraguay y Argentina. En estado poco intervenido, constituyen bosques semidensos a semiabiertos, dominados por la Palma Carandá (*Copernicia alba*) con la que se asocian diversas especies de árboles y arbustos higrófilos. Se desarrollan sobre suelos anegables de texturas finas arcillo-limosas, alcalinos, ricos en bases de cambio y a menudo algo salobres, pero no francamente salinos. Distribuidos en depresiones topográficas inundables por aguas de lluvia o en llanuras de inundación por desborde fluvial.

En la mayor parte de su área de distribución, especialmente en el Chaco Oriental de Paraguay y Argentina, estos palmares boscosos han sido transformados antrópicamente en sabanas palmares por acción del fuego y del ganado. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Copernicia alba*, *Microlobium paraguensis*, *Acacia monacantha*, *Muelleria fluvialis*, *Coccoloba paraguariensis*, *Combretum lanceolatum*, *Sphinctanthus microphyllus*, *Prosopis vinalillo*, *Prosopis elata*, *Prosopis ruscifolia*, *Prosopis*

*chilensis*, *Prosopis nigra*, *Tabebuia nodosa*, *Parkinsonia aculeata*, *Pennisetum frutescens*, *Acacia caven*, *Panicum prionites*, *Panicum trichanthum*, *Sporobolus phleoides*, *Gouinia paraguayensis*, *Andropogon condensatus*, *Heteropogon contortus*, *Eupatorium* spp., *Lycium* spp., *Solanum* spp. (Navarro & Ferreira, 2011).

### **33. Sistema Ecológico: Vegetación Acuática y Palustre Neotropical del Chaco.**

#### **Código: CES502.276**

Sistema que representa un complejo de asociaciones de plantas acuáticas y palustres, propio de los cuerpos de agua del Chaco, principalmente del Chaco Boreal oriental. La composición florística muestra zonaciones repetitivas típicas, en función del gradiente de profundidad del agua, composición de la misma y ubicación geográfica. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Cyperus giganteus*, *Typha latifolia*, *Typha dominguensis*, *Scirpus californicus*, *Fuirena robusta*, *Pontederia lanceolata*, *Echinodorus grandiflorus*, *Sagittaria montevidensis*, *Scirpus cubensis*, *Cyperus cayennensis*, *Thalia geniculata*, *Eichhornia crassipes*, *Eichhornia azurea*, *Pontederia subovata*, *Nymphaea amazonum*, *Pistia stratiotes*, *Hydrocleis nymphoides*, *Echinochloa polystachia*, *Cabomba australis*, *Myriophyllum brasiliensis*, *Elodea granatensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Utricularia*, *Lemna*, *Salvinia*, *Azolla*, *Mayaca fluviatilis*. (Navarro & Ferreira, 2011).

### **34. Sistema Ecológico: Vegetación de los Salares Inundables del Chaco.**

#### **Código: CES502.277**

Conjunto de tipos de vegetación halófilos, que se desarrollan en las playas salinas de las depresiones fluvio-lacustres del Chaco Boreal, en ambientes endorreicos semiáridos donde las aguas se concentran por evaporación. Distribuidos en Bolivia, Paraguay y norte de Argentina, ocupando generalmente áreas localizadas. Presentan una zonación característica, distribuyéndose los

palmares en la zona más externa y menos anegable, mientras que los arbustales y matorrales suculentos y los herbazales se disponen en una franja más interna, muy salina y más inundable.

Es una formación propia de ombroclimas xéricos semiáridos. Las siguientes especies son características del sistema ecológico: *Copernicia alba*, *Prosopis ruscifolia*, *Prosopis elata*, *Maytenus vitis-idaea*, *Lycium cuneatum*, *Atriplex eximia*, *Pterocaulon purpurascens*, *Echinopsis klingeriana*, *Lophocarpinia aculiatifolia*, *Sarcocornia perennis*, *Heterostachys ritteriana*, *Grabowskia duplicata*, *Cyclolepis genistoides*, *Sesuvium portulacastrum*, *Allenrolfea patagonica*, *Prosopis reptans*, *Lycium ovalilobum*, *Monanochloa littoralis*, *Plectrocarpa tetraantha*, *Heterostachys ritteriana*, *Atriplex argentina*, *Grahamia bracteata*, *Echinopsis leucantha*, *Cressa nudicaulis*, *Alternanthera nodifera*, *Leptochloa chloridiformis*, *Distichlis spicata*, *Diplachne uninervia*, *Eragrostis lugens*, *Sporobolus pyramidatus*, *Spartina argentinensis*. (Navarro & Ferreira, 2011).

### **35. Sistema Ecológico: Bosques Transicionales de Llanura Aluvial del Chaco Septentrional a la Chiquitanía.**

**Código: CES502.280**

Sistema que agrupa el conjunto de bosques deciduos, con dosel de 12-18 m de alto semi-denso e irregular. Se desarrollan en suelos medianamente bien drenados hasta algo imperfectamente drenados de las llanuras aluviales antiguas del Rio Grande y norte del Parapetí. Representa la franja limítrofe septentrional del Chaco en su contacto con los bosques Chiquitanos de la región de Santa Cruz en Bolivia. En su composición florística predominan elementos chaqueños presentando además un número notable de individuos de especies florísticas de los bosques chiquitanos. Suelos imperfectamente drenados limoso arcillosos de llanura aluvial. (Navarro & Ferreira, 2011).

### **36. Palmares amazónicos inundables de la Chiquitanía norte (CES406.243).**

Palmares densos de la Palma real (*Mauritia flexuosa*) y palmares mixtos boscosos desarrollados en depresiones pantanosas inundadas permanentemente por aguas húmicas oligotrófico-distróficas. (Navarro & Ferreira, 2011).

### **37. Arbustales y bosques riparios sucesionales del Chaco (CES502.254).**

Conjunto de bosques bajos y arbustales o matorrales desarrollados en las playas arenosas o fangosas de los grandes ríos chaqueños alóctonos. Son comunidades pobres en especies, que sufren periódicas destrucciones por las crecidas y turbiones del río, por lo que continuamente se hallan en un estado de inmadurez y sucesión ecológica. Dentro de este sistema ecológico, se han identificado dos series de vegetación en el Chaco de Santa Cruz:

**a) Chaparral espinoso ripario del noroeste del Chaco:** Serie de *Vallesia glabra*-*Acacia aroma*. Bosque espinoso muy bajo, dominado por la Tusca (*Acacia aroma*), que se desarrolla en las playas y barras fluviales arenosas de los ríos Grande, Parapetí y Pilcomayo, donde es frecuente formando manchones de extensión variable en el tramo superior de los cauces de llanura de estos ríos, en el cual predominan sedimentos con grandes cantidades de arenas, especialmente en el Parapetí y el Pilcomayo. (Navarro & Ferreira, 2011).

**b) Bosque ribereño sucesional del noroeste del Chaco:** Serie de *Acacia albicorticata*-*Tessaria integrifolia*.

**c) Bosque bajo o arbustal**, que desplaza al anterior en las playas con sustratos de lodos o fangos que tienen menor proporción de arenas en su composición textural. En el Chaco boliviano se distribuye casi exclusivamente en los grandes playones fangosos del río Grande y con extensiones mucho menores, también en el Pilcomayo y Parapetí.

### **38. Sabanas abiertas inundables del Chaco septentrional.**

#### **Código CES502.272.**

Sistema ecológico que agrupa un conjunto de sabanas gramínoideas o campos inundables estacionalmente y distribuidos sobre todo en el este del Chaco septentrional, donde ocupan áreas anegadas temporalmente por aguas de desbordamiento fluvial y/o de las precipitaciones pluviales, generalmente en mosaico con los palmares de *Copernicia alba*. Los suelos se inundan de 2 a 6 meses al año y se secan el resto de los meses, llegando a presentar un marcado déficit hídrico a partir de la mitad de la época seca. En el oeste del Chaco, presentan una distribución muy limitada, restringiéndose a las inmediaciones o periferia de ciertas lagunas estacionales endorreicas. En muchas de estas situaciones, es dominante o común la gramínea *Paspalidium geminatum*. (Navarro & Ferreira, 2011).



JUNIO 2020

Fotografías de: Huáscar Azurduy · Daniel Coimbra · Hermes Justiniano · Carla Pinto