



### ***Operación BID:***

#### **PARAGUAY**

Cooperación técnica: ATN/JF-17929-PR. Proyecto: PR-T1285

Apoyo a la preparación e implementación de proyectos de energías limpias bajo la CCLIP PR-O004 y la PR-L1156

**Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) y Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS)**

### ***Avance del Producto 2***

#### **Estudio de alternativas de trazado**

(v.0, 14/10/2021)

Elaborado por: **IDOM Consulting, Engineering and Architecture, SAU**

**IDOM**

Para el **Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID)**



## Datos del documento

<b>Producto</b>	AVANCE del Producto 2: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO
<b>Nombre del archivo</b>	IDOM_P2_Avance_estudio_trazado_para_ANDE_v0.docx
<b>Consultoría:</b> Equipo IDOM	<p>Equipo base:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Angeles Lopez Goyanes (coordinadora y especialista en sostenibilidad) IDOM</li> <li>Johanna Imbrecht Florian (ingeniera ambiental y especialista SIG) IDOM</li> <li>Nelson Simoes (especialista social). Consultor colaborador</li> <li>Francisco Javier Parra Berlanga (ingeniero de líneas de transmisión) IDOM</li> </ul> <p>Equipo local. Consultores/as colaboradores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Carla López (Coordinadora de equipo local)</li> <li>Eliana Estigarribia (especialista ambiental)</li> <li>Fátima Enciso (especialista social)</li> <li>Diana Britez (jefa de equipo social de campo)</li> <li>Marcos Astorga (SIG)</li> </ul> <p>Trabajadores sociales colaboradores (trabajo de campo):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lourdes Mabel Mercado López</li> <li>Oscar Daniel Diaz Aguilar</li> <li>Julia Monserrat Echeverry</li> <li>Ana Laura Segovia Mesa</li> <li>Yrene Diaz Domínguez</li> <li>Carolina Egart</li> </ul>
<b>Supervisión y revisión:</b> Equipo BID	<p>División ESG (soluciones ambientales y sociales)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Julia Miguez (especialista social)</li> <li>Andrea Gaviano (especialista ambiental)</li> <li>Jessica Arango (especialista ambiental)</li> </ul> <p>División INE/ENE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Veronica Prado (especialista de energía y jefa de proyecto)</li> </ul>
<b>Contribuciones, supervisión y revisión:</b> Equipo ANDE	<p>División de gestión ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rocío Vely</li> <li>Roberto Casco</li> <li>Alba Inchausti</li> </ul> <p>División de proyectos y otras divisiones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rose de Stark</li> <li>Hugo Ramos</li> <li>Celia Medina</li> </ul>

## Tabla de contenido

<b>1.</b>	<b>Introducción, objeto y alcance .....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>10</b>
2.1.	Fases.....	10
2.2.	Fase 1: Optimización de trazados mediante herramienta geoespacial .....	11
2.2.1.	Descripción general del proceso y sus etapas .....	11
2.2.2.	Criterios técnicos, ambientales y sociales incorporados a la herramienta .....	13
2.2.3.	Modelo de aptitud territorial .....	20
2.3.	Fase 2: Optimización de trazados mediante trabajo de campo .....	28
<b>3.</b>	<b>Resultados del estudio de trazado de la LT 220 kV del Componente 2 (Valenzuela-Guarambaré).....</b>	<b>29</b>
3.1.	Información de partida y rutas facilitadas por ANDE .....	29
3.2.	Consideraciones generales sobre la aptitud y fragilidad territorial en el área de estudio.....	31
3.3.	Cálculo y optimización de ruta mediante la herramienta geoespacial .....	33
3.3.1.	Cálculo y optimización de ruta completa (de punto inicial a final).....	33
3.3.2.	Optimización por tramos.....	37
3.4.	Optimización mediante trabajo de campo .....	50
3.4.1.	Trabajo de campo social.....	50
3.4.2.	Trabajo de campo ambiental .....	50
<b>4.</b>	<b>Resultados del estudio de trazado de la LT 500 kV del Componente 1 (Margen Derecha - Villa Hayes).....</b>	<b>53</b>
4.1.	Revisión y evaluación del estudio previo existente y sus resultados.....	53
4.2.	Ejercicio práctico de aplicación de la herramienta geoespacial usada para el estudio del Componente 2, también al Componente 1 .....	56
4.2.1.	Consideraciones generales sobre la aptitud y fragilidad territorial en el área de estudio.....	58
4.2.2.	Optimización de ruta completa (de punto inicial a punto final).....	60
4.2.3.	Optimización por tramos.....	62
4.3.	Optimización mediante trabajo de campo .....	75
4.3.1.	Trabajo de campo social.....	75
4.3.2.	Trabajo de campo ambiental .....	82
<b>5.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>84</b>
<b>6.</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>87</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>
	ANEXO 1. Definiciones y conceptos .....	89
	ANEXO 2. Características y mapeo de los criterios técnicos .....	91
	(a) Pendientes .....	91
	(b) Proximidad a red vial .....	94
	(c) Proximidad a electroductos .....	97
	(d) Amenazas por riesgo de incendio y de inundación .....	99

## Tabla de contenido

ANEXO 3. Características y mapeo de los criterios ambientales .....	101
(a) Hábitats naturales críticos (I – Espacios) .....	101
(b) Hábitats naturales críticos (II – Especies) .....	107
(c) Hábitats naturales críticos (III – Conectividad) .....	116
(d) Hábitats naturales (I – Bosque) .....	124
(e) Hábitats naturales (II – Agua) .....	129
ANEXO 4. Características y mapeo de los criterios sociales .....	131
(a) Viviendas y otros inmuebles .....	131
(b) Comunidades vulnerables .....	136
(c) Comunidades y tierras indígenas .....	138
(d) Patrimonio cultural .....	140
(e) Actividades económicas e infraestructuras .....	143
(f) Tenencia de la tierra .....	145



## Abreviaturas

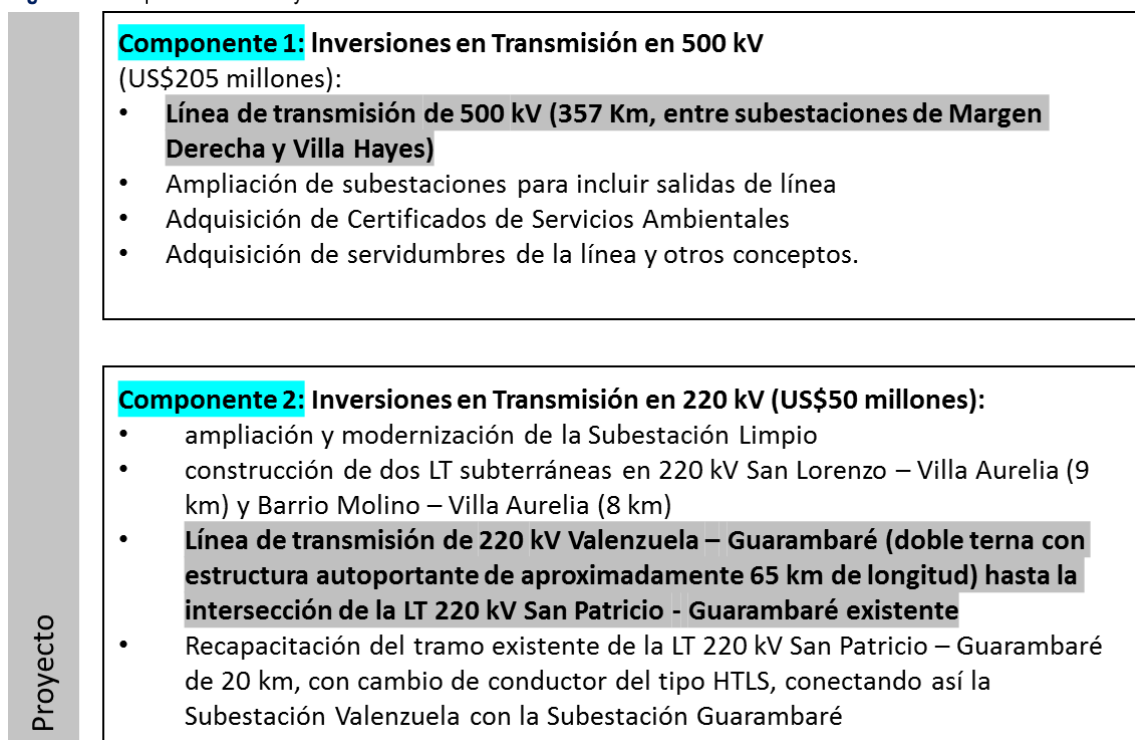
<b>ADA</b>	Área Directamente Afectada
<b>AID</b>	Área de Influencia Directa
<b>AII</b>	Área de Influencia Indirecta
<b>ANDE</b>	Administración Nacional de Electricidad de Paraguay
<b>ASP</b>	Área Silvestre Protegida
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo
<b>CCLIP</b>	Línea de Crédito Condicional para Proyectos de Inversión (por sus siglas en inglés)
<b>EASE</b>	Evaluación Ambiental y Social Estratégica
<b>EBA</b>	Área de Aves Endémicas por sus siglas en inglés (Endemic Bird Areas)
<b>IAS</b>	Estudio de Impacto Ambiental y Social
<b>ENE</b>	División de Energía del BID (INE/ENE)
<b>EHS</b>	En referencia a las guías de medio ambiente, salud y seguridad (por sus siglas en inglés) de la Corporación Financiera Internacional
<b>ESG</b>	División de Soluciones Ambientales y Sociales del BID (VPS/ESG)
<b>IBA</b>	Áreas Importantes para la conservación de las aves (IBA por sus siglas en inglés, Important Bird Areas)
<b>IDOM</b>	IDOM Consulting, Engineering and Architecture, SAU
<b>IFC</b>	Corporación Financiera Internacional (por sus siglas en inglés), del Grupo Banco Mundial
<b>KBA</b>	Áreas Clave para la Biodiversidad (KBA por sus siglas en inglés, Key Biodiversity Areas)
<b>kV</b>	Kilovoltio (en referencia a la tensión nominal de las Líneas de Transmisión)
<b>LT</b>	Línea de Transmisión eléctrica (electroducto)
<b>MGAS</b>	Marco de Gestión Ambiental y Social
<b>PGAS</b>	Plan de Gestión Ambiental y Social
<b>VECs</b>	Componentes Valorados del Ecosistema (por sus siglas en inglés). Representan los receptores del riesgo socioambiental generado por el proyecto

## 1. Introducción, objeto y alcance

**Proyecto en el que se inscribe esta consultoría.** El BID se encuentra ejecutando una operación de préstamo bajo un esquema de Línea de Crédito Condicional para Proyectos de Inversión (denominada CCLIP, por sus siglas en inglés), para un Programa de inversiones de Energía Sostenible para ANDE que tiene como objetivo contribuir al suministro de energía eléctrica para satisfacer la creciente demanda a través de inversiones en transmisión, acciones de eficiencia energética y de generación renovable. El primer proyecto desarrollado bajo la CCLIP ya se encuentra aprobado. En el momento actual, se encuentra en fase de preparación un segundo proyecto que tiene como objetivo apoyar a la ANDE para mejorar la confiabilidad y eficiencia del sistema de transmisión del sistema interconectado nacional. La presente consultoría y el presente estudio se realiza dentro del contexto de la preparación de dicho segundo proyecto de la CCLIP.

**Componentes de proyecto.** El proyecto al que se refiere esta consultoría consta de los siguientes Componentes:

**Figura 1.** Componentes del Proyecto



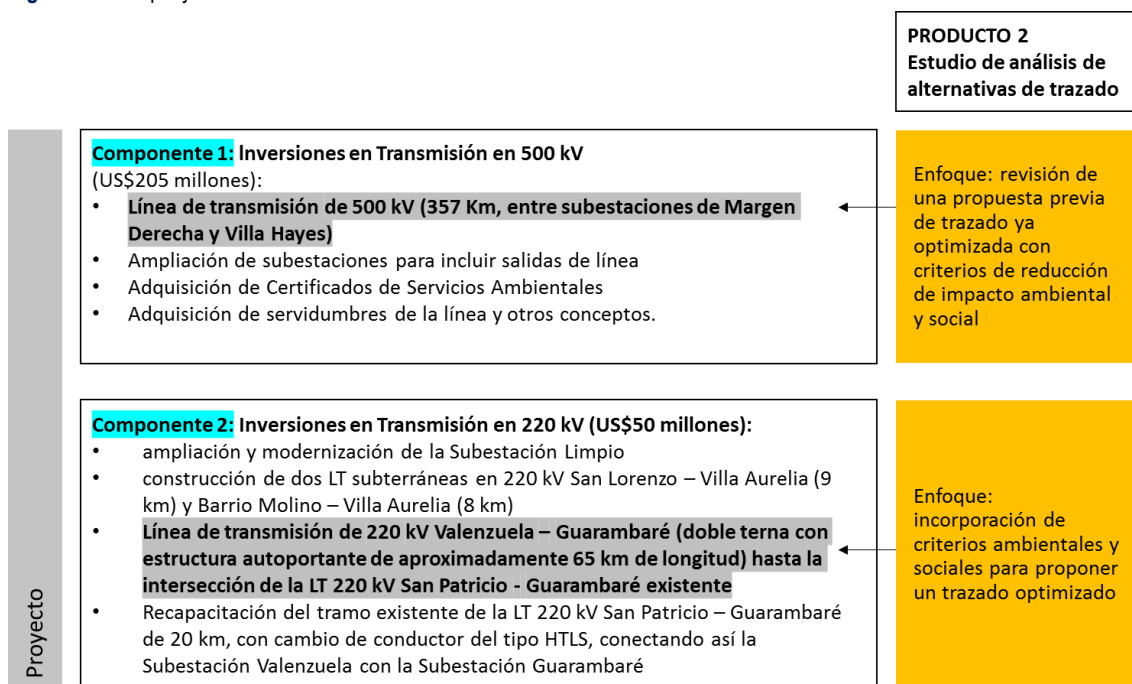
**Objeto y alcance de este documento.** La realización de este documento se inscribe dentro de la preparación del **Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) y Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS)** del segundo proyecto desarrollado bajo la CCLIP, actualmente en preparación y cuyos componentes han sido descritos anteriormente.

Este documento constituye un Avance del Producto 2 contractual de la consultoría anterior, y tiene por objeto presentar los resultados del estudio de alternativas de trazado realizado para las dos Líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica que forman parte del proyecto, es decir, la LT de 500 kV del Componente 1 (Margen Derecha – Villa Hayes) del proyecto y la LT de 220 kV del Componente 2 del proyecto (Valenzuela – Guarambaré).

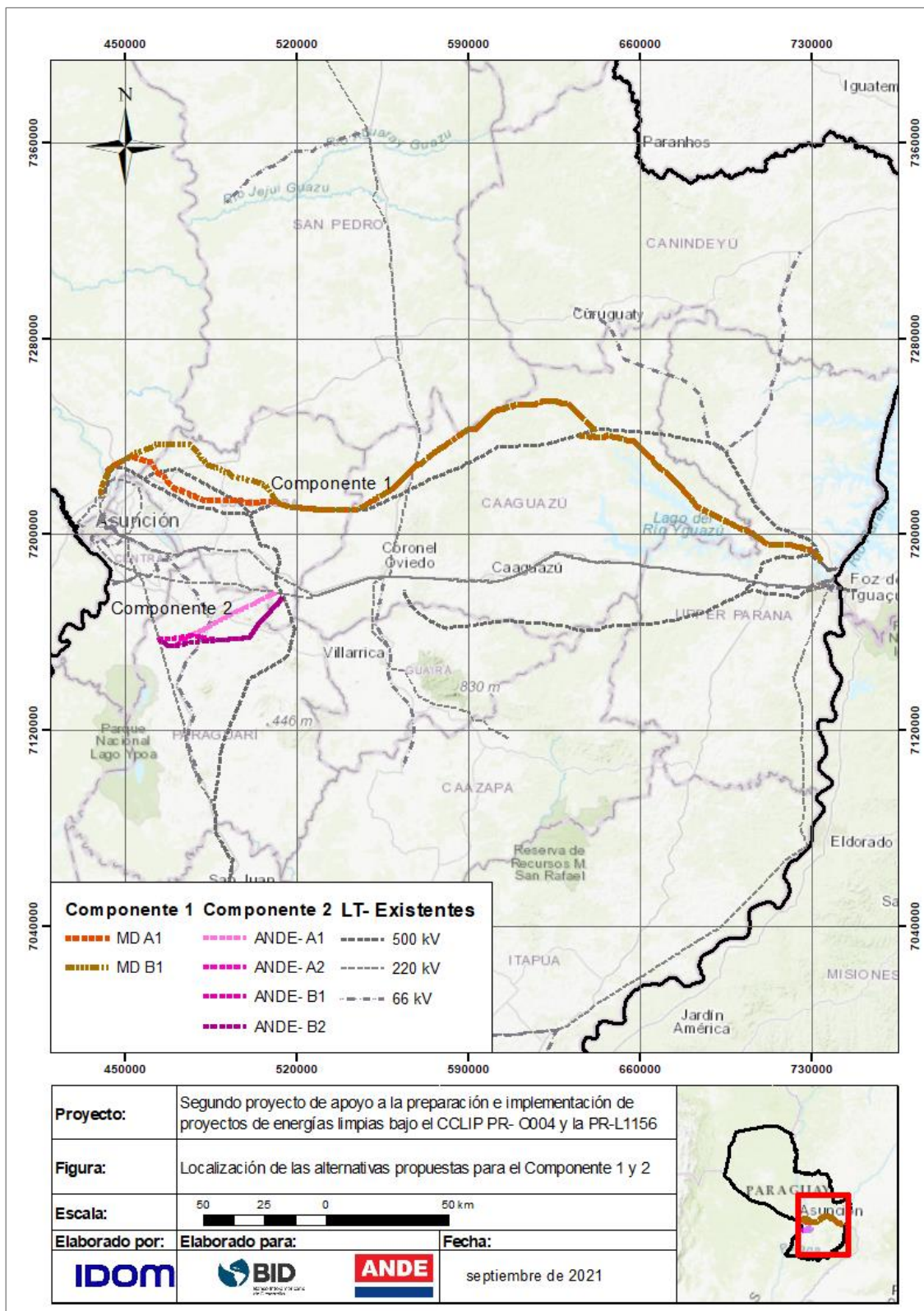
**Insumos recibidos y enfoque para la realización del trabajo.** Para la LT de 500 kV del Componente 1, se ha recibido como insumo un estudio de trazado anterior, contratado por el BID en el marco de otra consultoría. Dicho estudio fue efectuado a partir de un trazado inicial propuesto por ANDE (con criterios topográficos y técnico-económicos), sobre el que se realizaron optimizaciones posteriores, para reducir el impacto ambiental y social. En consecuencia, el alcance y enfoque con relación al trazado de dicha LT es el de realizar la revisión del estudio recibido como insumo, identificando y proponiendo en su caso, optimizaciones adicionales.

Para la LT de 220 kV del Componente 2, se ha contado como insumo, con dos alternativas de trazado propuestas por ANDE, que responden a criterios topográficos y técnicos-económicos. En consecuencia, en este caso, el alcance y enfoque del trabajo con relación al trazado de dicha LT es el de realizar la optimización completa de los trazados recibidos, incorporando criterios de reducción de impacto ambiental y social.

**Figura 2.** Enfoque y alcance del estudio de trazado



**Mapa 1.** Trazados de partida recibidos como insumo para este estudio



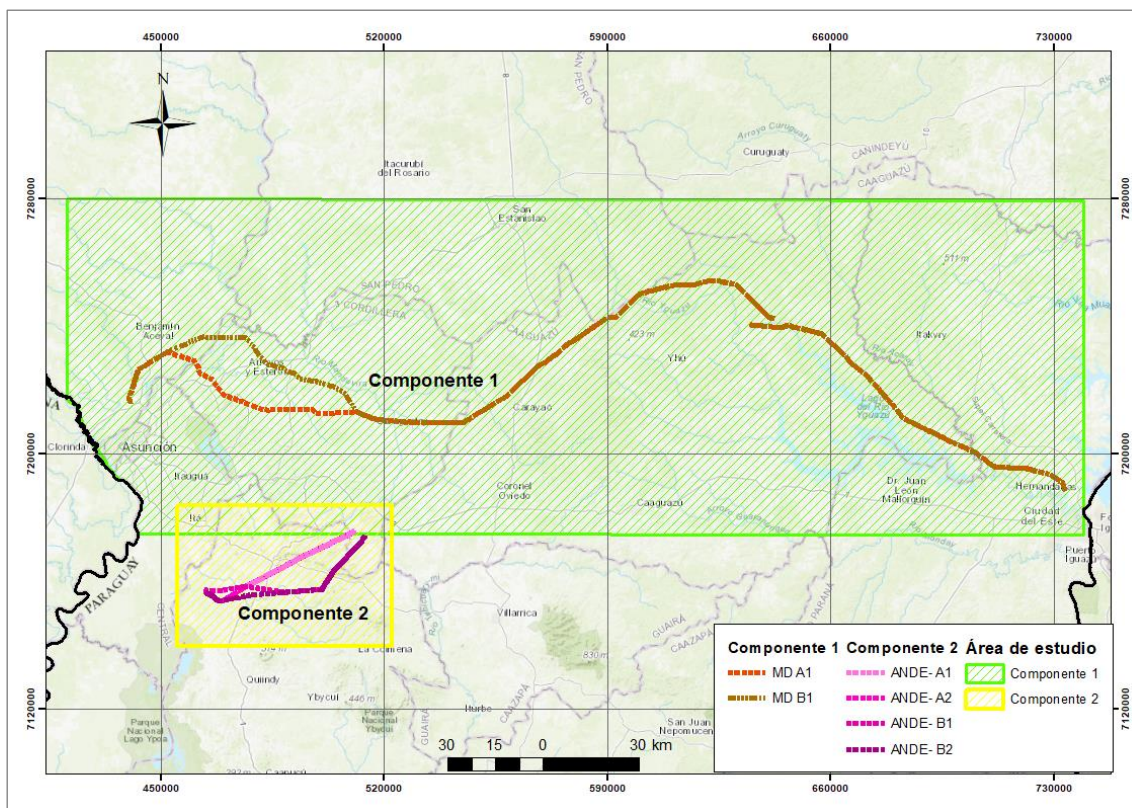
Se observa que las subestaciones de inicio y fin del Componente 1 (Margen Derecha - Villa Hayes) ya se encuentran unidas por un circuito de alta tensión (construido en 2013).



**Áreas de estudio.** A efectos de este documento se han definido áreas de estudio para cada una de las Líneas de Transmisión que forman parte del alcance (Componente 1 y Componente 2). Estas áreas de estudio representan los límites geográficos dentro de los cuales se levantan las informaciones y se realizan los análisis relativos al estudio de trazado de las respectivas líneas que se presentan en este documento. Estas áreas de estudio se determinan como paralelepípedos que contienen las subestaciones de salida y llegada de las respectivas líneas, así como los corredores territoriales mínimos en los que podría plantearse cualquier alternativa de trazado. En ningún caso estas áreas de estudio deben ser consideradas como áreas de influencia del proyecto, las cuales serán definidas, con otros criterios, en el Estudio de Impacto Ambiental y Social.

Las áreas de estudio (mínimas) adoptadas a efectos de este informe se representan en el siguiente Mapa.

**Mapa 2.** Límites mínimos de las áreas de estudio consideradas para cada Línea de Transmisión



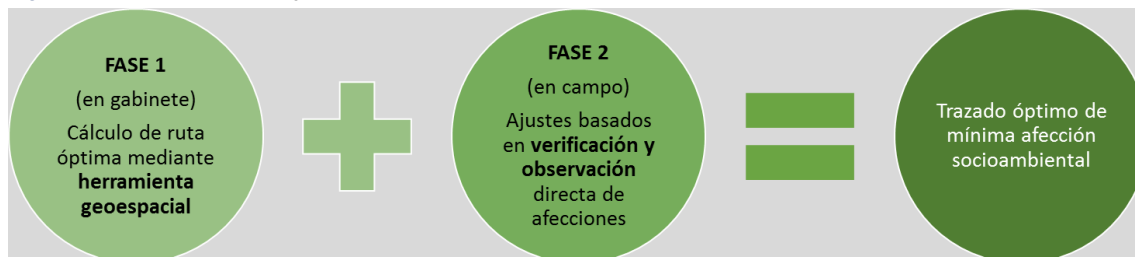
## 2. Metodología

### 2.1. Fases

La metodología aplicada para la optimización de trazados se realiza en dos fases consecutivas (una de gabinete y otra de campo), que se describen a continuación en este capítulo:

- (i) **Fase 1. Cálculo de ruta óptima mediante la preparación y aplicación de una herramienta geoespacial, basada en un Sistema de Información Geográfico.** La herramienta permite configurar un **modelo de aptitud territorial** para albergar proyectos de líneas de transmisión, basado en la consideración de restricciones técnicas, ambientales y sociales específicas para este tipo de proyectos. El modelo así configurado permite calcular la ruta de menor impacto socioambiental a las restricciones consideradas, también denominada en este documento como “ruta de menor coste socioambiental” (o simplificada, haciendo uso del término técnico habitualmente empleado, como “ruta de menor coste”).
- (ii) **Fase 2. Optimización de trazados mediante ajustes basados en la observación y verificación de afecciones a partir de trabajos de campo** por parte de especialistas ambientales y sociales.

**Figura 3.** Fases de la metodología

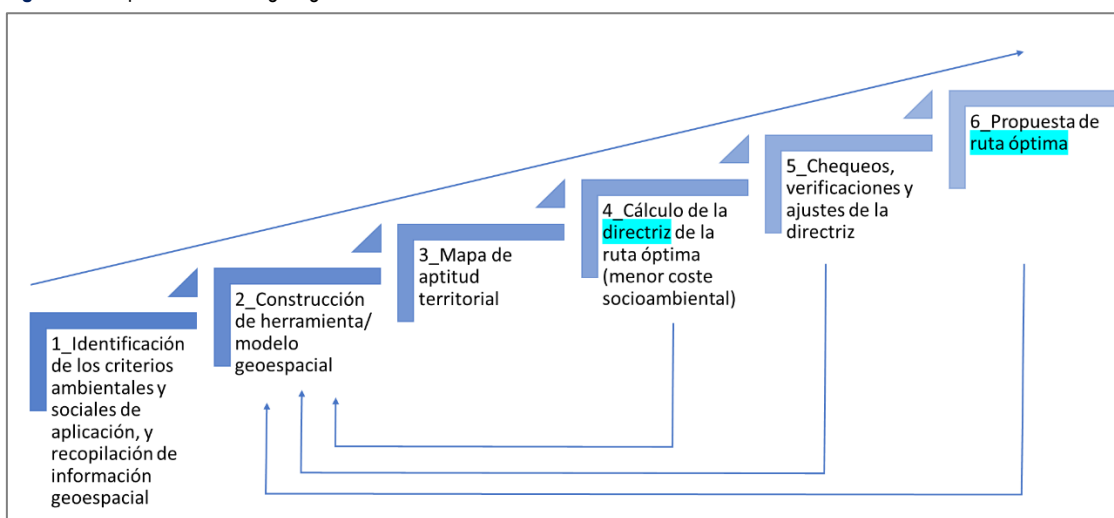


## 2.2. Fase 1: Optimización de trazados mediante herramienta geoespacial

### 2.2.1. Descripción general del proceso y sus etapas

Esta modalidad de optimización se realiza mediante un proceso en 6 etapas que se esquematizan en la figura siguiente.

**Figura 4.** Esquema metodológico general



El procedimiento general y sus etapas se describe a continuación sucintamente. Los detalles de su aplicación a este proyecto se proporcionan en los capítulos siguientes.

**Figura 5.** Descripción de las etapas metodológicas

Etapas	Descripción
<b>1. Identificación de los criterios ambientales y sociales de aplicación, y recopilación de la información geoespacial</b>	En primer lugar se determinan los criterios ambientales y sociales a tener en cuenta en el proceso de optimización, de los que depende la aptitud del territorio para acoger el proyecto de electroducto. Se trata de criterios y variables que restringen o favorecen la implantación del proyecto. Posteriormente se recopila la mejor información geoespacial posible sobre cada criterio, a la escala de mayor detalle posible disponible.
<b>2. Construcción de la herramienta geoespacial y el modelo de aptitud territorial</b>	Para cada criterio o variable individual considerados en la etapa anterior, se justifican y definen los umbrales y los rangos de aptitud para acoger el proyecto.  Posteriormente, se definen justificadamente los pesos relativos que determinan la importancia de unos criterios frente a otros.  Con esa información, se construye un modelo matemático de aptitud territorial, que se traduce en una fórmula que permite cuantificar la aptitud de cada punto (píxel) de territorio para acoger el proyecto.  Cuanto más restricciones se acumulan sobre un punto, mayor valor cuantitativo se le asigna al punto lo que implica menor aptitud territorial para acoger el proyecto (y viceversa).
<b>3. Preparación del mapa de aptitud territorial</b>	La aptitud calculada de cada punto del territorio se representa en forma de mapa de aptitud, con un código de colores semafórico intuitivo, en el que una zona es más apta cuanto más verde y menos apta cuanto más roja.
<b>4. Cálculo de la directriz de la ruta óptima (menor coste socioambiental)</b>	Se realiza a través de una operación de análisis espacial basada en el álgebra de mapas. Seleccionando un punto inicial y final dentro del mapa de aptitud territorial, la aplicación devuelve la directriz de ruta óptima, es decir, la ruta de menor longitud que une los dos puntos atravesando el menor número posible de restricciones socioambientales consideradas en el modelo (directriz de ruta de menor coste medioambiental).
<b>5. Chequeos, verificaciones y ajustes de la directriz</b>	Esta etapa consiste en el análisis de la directriz calculada por el programa por parte de un equipo en el que intervienen especialistas en SIG, en consultoría socioambiental y en ingeniería de electroductos. Se verifica que la directriz evita de forma efectiva los elementos ambientales y sociales más sensibles, y se verifica la factibilidad del trazado desde el punto de vista de los criterios técnicos y geométricos propios de los proyectos de electroductos.  Como consecuencia de los chequeos y verificaciones, se realizan también ajustes iterativos en los rangos de aptitud y pesos relativos de las variables (etapa 2), hasta llegar a un modelo de aptitud geoespacial con un alto nivel de protección de los valores ambientales y sociales más significativos presentes en el territorio.
<b>6. Trazado de la ruta óptima</b>	Como resultado de la etapa anterior, se define una ruta que, respetando la directriz de coste socioambiental mínimo, respeta igualmente los criterios técnicos y geométricos de los proyectos de líneas de alta tensión. Finalmente se cuantifica la afección a los criterios ambientales y sociales clave, para confirmar que la ruta optimizada minimiza la afección con respecto las rutas alternativas recibidas como insumo.



## 2.2.2. Criterios técnicos, ambientales y sociales incorporados a la herramienta

Para construir el modelo de aptitud territorial se tuvieron en cuenta 4 criterios de carácter técnico, 5 criterios de carácter ambiental y 6 criterios de carácter social, que representan un total de 15 criterios cartografiados y sensibles a la implantación de un proyecto de Línea de Transmisión.

**Figura 6.** Síntesis de los 15 criterios incorporados a la herramienta

Restricciones técnicas (4)	Restricciones ambientales (5)	Restricciones sociales (6)
(a) Pendientes (b) Proximidad a red vial (c) <u>Proximidad a electroductos</u> (d) <u>Amenazas por riesgos de incendio e inundación (sin y con cambio climático)</u>	(a) Hábitats naturales críticos I – Espacios (Áreas silvestres protegidas, Reserva de la Biosfera, IBAs, KBAs, EBAs) + Áreas de amortiguamiento de ASPs (b) Hábitats naturales críticos II – <u>Especies (áreas de distribución de especies amenazadas, casi amenazadas y endémicas de distribución restringida)</u> (c) Hábitats naturales críticos III – <u>Conectividad (áreas de valor para la conectividad –corredores ecológicos, corredor azul- y áreas de distribución de especies de avifauna migratoria con mayor riesgo de colisión con LT)</u> (d) Hábitats naturales terrestres (bosque) (e) Hábitats naturales acuáticos (ríos, lagos y <u>otras láminas de agua, como esteros y zonas inundables</u> )	(a) <u>Viviendas y otros inmuebles</u> (b) <u>Distritos vulnerables (vulnerabilidad multidimensional distrital: económica, salud, calidad de vivienda, educación)</u> (c) Comunidades y tierras indígenas (d) Patrimonio cultural tangible (e) Actividades económicas e infraestructuras (concesiones mineras; aeródromos) (f) <u>Tenencia de la tierra</u>

**Legenda:**

- En estilo subrayado: se indican los criterios adicionales tenidos en cuenta en este estudio, en comparación con los que fueron considerados en el estudio previo de trazado del Componente 1 que ha sido usado como insumo para este estudio.

El principio general que guio la elección de criterios fue el de prevención del impacto ambiental y social de las Líneas de Transmisión, por lo que los criterios seleccionados representan en su mayoría a receptores sensibles y muy sensibles de impactos potenciales generados por las Líneas de Transmisión. Estos receptores se denominan técnicamente “Componentes Valorados del Ecosistema (VECs)” y en este estudio se han tenido en cuenta principalmente los VECs más directamente relacionados con la aplicación de las salvaguardas del BID y aquellos cuyas afecciones más determinan la categorización de un proyecto de electroducto.

Dichos VECs son, en lo ambiental, los hábitats naturales críticos (ver definición en el Anexo 1; constan de áreas protegidas y de importancia para la conservación; áreas de distribución de especies indicadoras de hábitats naturales críticos y áreas de importancia para la conectividad) y los hábitats naturales (ver definición en el Anexo 1; su representación principal en el área de estudio es el bosque y los distintos cuerpos y masas de agua).

En lo social, los VECs considerados son la población en general, incluyendo sus asentamientos (viviendas y otros inmuebles); la población vulnerable (distritos con un alto índice de Necesidades Básicas Insatisfechas, y pobreza multidimensional); la comunidades y tierras indígenas; y el patrimonio, criterios todos ellos salvaguardados por el marco de políticas ambientales y sociales del BID.

A estos VECs básicos se han añadido otros criterios técnicos (topográficos, logísticos y perfil de riesgos naturales) y sociales (estatus de tenencia de la tierra; y compatibilidad con otros usos del suelo), propios y adaptados al tipo de proyecto y a las características del área de estudio específica.

Los VECs o criterios territoriales anteriormente indicados, interaccionan de forma negativa con el proyecto, generando impactos potenciales a prevenir, por lo que introducen algún tipo de restricción a la implantación del proyecto (sumando “coste socioambiental” al territorio) y penalizan la aptitud del territorio para acogerlo. Ejemplos de este tipo de criterios son las áreas de alto valor para la conservación como las Áreas Silvestres Protegidas o las áreas de bosque.

Sin embargo, también se ha considerado oportuno introducir en el análisis la consideración de otros criterios que interaccionan de forma positiva con el proyecto, reduciendo el nivel de impacto negativo, por lo que se consideran factores de atractividad que favorecen la implantación del proyecto, incrementando la aptitud del territorio para acogerlo. Un ejemplo de criterio favorecedor de la aptitud territorial es el estatus legal de tenencia de la tierra, ya que un terreno incluido en el Catastro Nacional mitiga los riesgos de inseguridad jurídica propios de los terrenos no catastrados.

En la siguiente Tabla se realiza una descripción individualizada, detallada y justificada de cada uno de los criterios considerados, señalando asimismo las fuentes de información cartográfica utilizadas.

**Tabla 1.** Criterios técnicos y fuentes cartográficas


Criterio	Justificación	Fuentes cartográficas
<b>(a) Pendientes</b>	Áreas de fuerte pendiente (>10%) son áreas a evitar debido a que esta condición del terreno representa altos costos para el acceso y la ubicación de las cimentaciones de las torres. Además, debe ser considerado debido a la relación de la pendiente y la erosión del suelo, entendiéndose que el factor de pendiente representa una relación directa con la pérdida de suelo.	Modelo de Elevación digital de elaboración propia, basado datos Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) generados por la NASA con resolución de 30 m
<b>(b) Proximidad a la red vial</b>	Factor favorable ya que minimiza la necesidad de apertura de nuevos accesos a las torres, y sus respectivos impactos.	Cartografía digital oficial del INE, 2012.  Actualización de la Red vial de Rutas Nacionales del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones MOPC, 2020

Criterio	Justificación	Fuentes cartográficas
<b>(c) Proximidad a electroductos existentes</b>	<p>Este criterio actúa en dos sentidos:</p> <p>(i) Desde el punto de vista técnico, por razones de seguridad, deben respetarse las distancias mínimas entre electroductos, establecidas en zonas de cruzamientos o paralelismos entre líneas eléctricas y/o de telecomunicaciones. Mantener estas distancias en caso de emergencia brinda confianza en la continuidad del servicio.</p> <p>(ii) Desde el punto de vista ambiental, se prioriza que distintas infraestructuras lineales compartan corredores, para minimizar el efecto barrera múltiple que se generaría por apertura de diferentes corredores.</p>	Información allegada por parte de la ANDE, 2021
<b>(d.1) Amenaza por riesgo de incendio</b>	Áreas a evitar, dado que la presencia de redes eléctricas puede llegar a constituir una fuente de ignición, dando lugar al inicio de incendios forestales.	Atlas de Riesgo de desastres de la Republica de Paraguay. 2018. Mapa de riesgos por amenaza de incendio forestal según distritos.
<b>(d.2) Amenaza por inundación (sin y con escenarios de cambio climático)</b>	Áreas a evitar, debido a los riesgos y daños múltiples y severos que puede experimentar la infraestructura en dicha circunstancia.	Archivos shape facilitados por el BID

**Tabla 2.** Criterios ambientales y fuentes cartográficas

Criterio	Justificación	Fuentes cartográficas
<b>(a) HÁBITATS NATURALES CRÍTICOS I (ESPACIOS)</b>		
<b>Áreas silvestres protegidas ASPs</b>	<p>Áreas Silvestres protegidas: Se incluyen las áreas Silvestres protegidas Públicas y Privadas registradas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADES. Estas áreas son consideradas por las políticas de Salvaguardas del BID como hábitats naturales críticos para la conservación de la biodiversidad.</p>	<p>Sistema Nacional de Áreas Silvestre Protegidas</p> <p><a href="https://apps.mades.gov.py/siam/port/mapas#panelMapa">https://apps.mades.gov.py/siam/port/mapas#panelMapa</a></p>
<b>Amortiguamiento área silvestre protegida</b>	<p>Criterio de protección adicional añadido por el modelo a la capa de Áreas Silvestres Protegidas, tanto para las ASPs que tienen un área de amortiguamiento definida legalmente en sus planes de manejo, como las que no.</p> <p>Se aplica en forma de búfer de protección exterior sobre los límites legales de la ASP. Para las áreas que no tienen una zona de amortiguamiento legal definido, se ha aplicado un búfer de 1 km. Para las ASP con franja de amortiguamiento establecida legalmente, se han adoptado las áreas legales.</p>	Elaboración propia a partir de las ASPs.

Criterio	Justificación	Fuentes cartográficas
<b>Reserva de la biosfera</b>	<p>Se encuentran incluidas dentro de la definición de hábitat crítico del BID, estos corresponden a sitios destinados a la conservación de la biodiversidad y la actividad humana mediante un uso sostenible de recursos naturales.</p> <p>Paraguay actualmente cuenta con tres Reservas de la Biosfera reconocidas por la Unesco. Una de ellas, la Reserva de Itaipu se encuentra adyacente al área de estudio del componente 1.</p> <p>Este criterio es incluido debido a la extensión del área de estudio. Sin embargo, la Subestación de llegada se encuentra a más de 3 km de esta Reserva.</p>	<p>Poligonizado a partir de Reserva de biosfera Itaipu.</p> <p><a href="https://www.itaipu.gov.br/es/pagina/reserva-de-la-biosfera-itaipu">https://www.itaipu.gov.br/es/pagina/reserva-de-la-biosfera-itaipu</a></p>
<b>IBAs y KBAs</b>	<p>Las áreas de importancia para las aves (IBAS) y áreas claves de biodiversidad (KBAS), corresponden a los lugares que contribuyen significativamente a la persistencia global de la biodiversidad.</p>	<p>Important Bird Areas (IBAs)- Key Biodiversity Areas</p> <p>(KBAs) Bird Life International <a href="http://datazone.birdlife.org/country/paraguay/ibas">http://datazone.birdlife.org/country/paraguay/ibas</a></p> <p>IBAT- Alliance <a href="https://www.ibat-alliance.org/country_profiles/PRY">https://www.ibat-alliance.org/country_profiles/PRY</a></p>
<b>EBAs</b>	<p>Estas regiones representan áreas naturales de endemismos de aves, donde la distribución de dos o más especies de aves con distribución restringida se superpone.</p> <p>En el área de estudio existe un EBA de gran extensión que tiene que ser atravesada por todas las alternativas, por lo que no ha resultado ser una restricción determinante para el modelo.</p>	<p>Endemic Bird Areas (EBAs) - Bird Life International</p> <p><a href="http://datazone.birdlife.org/index.php/country/paraguay/ebas">http://datazone.birdlife.org/index.php/country/paraguay/ebas</a></p>
<b>(b) HÁBITATS NATURALES CRÍTICOS II (ESPECIES)</b>		
<b>Áreas de distribución de especies indicadoras (amenazadas, casi amenazadas y endémicas de distribución restringida)</b>	<p>Dentro de la definición de hábitat crítico del BID se incluyen aquellas áreas de importancia sustancial para especies críticamente amenazadas, amenazadas, vulnerables o casi amenazadas, que figuren como tal en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Este criterio abarca también las especies endémicas con distribución restringida, independientemente de su status de conservación.</p> <p>La relación de especies indicadoras identificadas en el Área de estudio se incluye en el Anexo 3b.</p>	<p>Elaboración propia a partir de datos de distribución de especies con diferentes grados de amenaza y endémicas de la IUCN.</p>
<b>(c) HÁBITATS NATURALES CRÍTICOS III (CONECTIVIDAD)</b>		
<b>Corredores biológicos entre Áreas Silvestres Protegidas</b>	<p>Áreas prioritarias para la conectividad de las Áreas Silvestres Protegidas de Paraguay.</p>	<p>Corredores biológicos potenciales entre áreas silvestres protegidas. 2019.</p> <p>ONU REDD +</p>

Criterio	Justificación	Fuentes cartográficas
<b>Corredor migratorio de avifauna de importancia panamericana- Corredor Azul</b>	<p>Se trata de un corredor panamericano de especies de avifauna migratoria, de gran extensión e importancia internacional. Se corresponde con la cuarta área de humedales de mayor extensión global, que se distribuye a lo largo del recorrido de los ríos Paraná y Paraguay.</p> <p>Debido a su amplitud, y a que tiene que ser atravesado por todas las alternativas, no ha resultado determinante para los resultados del modelo.</p>	<p>Digitalizado a partir de la información de Fundación Humedales/ Wetlands Internacional:</p> <p>Blanco et al. 2020. Corredor de aves migratorias del sistema Paraguay – Paraná.</p>
<b>Áreas de distribución de especies migratorias con riesgo de colisión</b>	<p>Dentro de la definición de hábitats naturales críticos del BID, se incluyen las áreas de importancia para la supervivencia de concentraciones importantes a nivel mundial de especies migratorias o especies que se congregan.</p> <p>Para aplicar este criterio al área de estudio, se ha realizado un trabajo previo de identificación de aquellas especies de avifauna que migran a través del Corredor Azul (ver criterio superior) y que de acuerdo a su constitución y geometría corporal, presentan mayor riesgo de colisión con Líneas de Transmisión (ver ampliación de información en el Anexo 3c).</p> <p>Después de realizado este análisis, se observó que las áreas de distribución de esas especies migratorias incluyen vastas extensiones, no existiendo áreas de distribución restringida, por lo que su inclusión no ha resultado determinante para los resultados del modelo.</p>	<p>Elaboración propia a partir de datos de distribución de especies migratorias de avifauna que utilizan el Corredor Azul para sus migraciones.</p>
<b>HÁBITATS NATURALES</b>		
<b>(d) Hábitats naturales terrestres: BOSQUE</b>	<p>El principal hábitat natural terrestre que interacciona con los proyectos de Líneas de Transmisión es el bosque, ya que la presencia de árboles de gran porte no es un uso compatible en la franja de servidumbre del proyecto.</p> <p>Este es además un criterio que determina significativamente la categorización del proyecto, ya que una supresión de la vegetación superior a 30 ha constituye el umbral de la categoría .</p>	<p>Esri 2020 Land Cover (Atributo 2-Trees)</p>
<b>(e) Hábitats naturales acuáticos: ríos y láminas de agua naturales (permanentes y estacionales).</b>	<p>Los hábitats naturales acuáticos son áreas a evitar ya que proveen múltiples servicios ecosistémicos (conectividad lateral y longitudinal, provisión de recursos, regulación climática, secuestro de carbono, etc.) que podrían verse afectados por el desarrollo del proyecto.</p> <p>Por otro lado, constituyen también un factor de riesgo para el proyecto, ya que el cruce de láminas de agua impone restricciones técnicas adicionales (estructuras especiales, ángulos de cruce, etc.)</p>	<p>Sistema de información ambiental del MADES (varias capas: ríos, lagos, esteros, terreno inundable)</p>

**Tabla 3.** Criterios sociales y fuentes cartográficas

Capa	Justificación	Fuentes cartográficas
<b>COMUNIDADES</b>		
<b>(a) Viviendas y otros inmuebles</b>	Son puntos y áreas a evitar ya que se corresponde con usos no compatibles con la franja de servidumbre del proyecto. Las afecciones a este criterio determinan de forma significativa los impactos sociales (reasentamiento involuntario) y la categorización del proyecto.	INE, capas de viviendas por distritos - Censo de 2012.  Actualizadas a través de interpretación de imagen satelital a 2021
<b>Instituciones educativas</b>	Este criterio está incluido también en el criterio anterior, pero se ha resaltado y diferenciado porque representa un nivel adicional de vulnerabilidad frente al proyecto, debido a que reúne población infantil y juvenil muy sensible.	Ministerio de educación y ciencia de Paraguay- mapa de establecimientos. 2021
<b>(b) Población vulnerable</b>	Criterio incluido dado que la población vulnerable puede recibir de forma desproporcionada los impactos negativos de los proyectos. Por tanto, constituye un grupo prioritario de Partes afectadas por el Proyecto.	Atlas de Riesgo de desastres de la Republica de Paraguay. – 2018. Secretaría de Emergencia Nacional. Mapa de vulnerabilidad educativa. Mapa de vulnerabilidad económica. Mapa de vulnerabilidad en salud. Mapa de vulnerabilidad física en calidad de vivienda.
<b>(c) Comunidades y tierras indígenas</b>	Las comunidades y tierras indígenas están salvaguardadas por el marco jurídico nacional e internacional y por los marcos de políticas ambientales y sociales de los principales Bancos de Desarrollo, incluido el BID. Además, la afección potencial a las mismas determina de forma significativa la categorización del proyecto.	Tierras indígenas y estado de titulación de las mismas- Tierras Indígenas.Org.py <a href="https://www.tierrasindigenas.org/Mapa">https://www.tierrasindigenas.org/Mapa</a>
<b>(d) PATRIMONIO CULTURAL</b>		
<b>Lugares Patrimonio de la humanidad</b>	Definidos como aquellos lugares únicos y diversos que deben ser protegidos por su importancia para la herencia común de la humanidad. Se han tenido en cuenta no solamente aquellos en la lista oficial, sino también los que se encuentran en la lista tentativa de inclusión de la UNESCO.	Patrimonio Mundial de la Unesco <a href="https://www.worldheritagesite.org/">https://www.worldheritagesite.org/</a>  Se tienen en cuenta además los sitios en la lista tentativa.
<b>Sitios históricos de Paraguay</b>	Se corresponde con los bienes de interés cultural reconocidos por la Secretaría Nacional de Cultura, y forman parte del Patrimonio cultural del País	Portal Sitios históricos de Paraguay <a href="http://renda.cultura.gov.py/">http://renda.cultura.gov.py/</a> <a href="http://www.sicpy.gov.py/mapa/">http://www.sicpy.gov.py/mapa/</a>

Capa	Justificación	Fuentes cartográficas
<b>USOS DEL SUELO Y TENENCIA DE LA TIERRA</b>		
<b>(e.1) Catastro minero - Canteras</b>	Son áreas a evitar tanto por los impactos económicos que pueda ocasionar las restricciones inducidas en la franja de servidumbre como por los riesgos tecnológicos que pueda entrañar para el proyecto.	Vice Ministerio de Minas y Energía. 2021 Catastro minero y canteras 2020 Atributos de Prospección, explotación, exploración e indeterminados por litigio <a href="https://www.ssme.gov.py/vmme/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=1679&amp;Itemid=552">https://www.ssme.gov.py/vmme/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=1679&amp;Itemid=552</a>
<b>(e.2) Aeropuertos y aeródromos habilitados</b>	Este tipo de infraestructuras representa una amenaza de impacto acumulativo con líneas eléctricas para la avifauna de la zona.  Adicionalmente, estas actividades no son compatibles con el desarrollo de líneas eléctricas aéreas por el riesgo de colisión.	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil- Listado de aeródromos habilitados 2021. Coordenadas de aeródromos habilitados <a href="http://www.dinac.gov.py/v3/index.php/dinac/direcciones/direccion-de-aeronautica/item/103-pistas-rurales">http://www.dinac.gov.py/v3/index.php/dinac/direcciones/direccion-de-aeronautica/item/103-pistas-rurales</a>
<b>(f) Tenencia de la tierra</b>	El modelo tiene en cuenta este criterio en dos sentidos:  Los terrenos incluidos en el Catastro del INDERT penalizan la aptitud del territorio para la implantación del proyecto (por la complejidad del proceso y la inseguridad jurídica que ello supone).  Los terrenos incluidos en el Catastro Nacional incrementan la aptitud territorial para acoger el proyecto, dado que incorporan un factor de seguridad jurídica al tener identificada la titularidad de la tierra.	Catastro Nacional y Catastro del INDERT

**Caracterización y mapeo de los criterios adoptados.** La caracterización y mapeo detallado en el área de estudio de los Componentes 1 y 2 se presenta en los Anexos 2 (criterios técnicos), 3 (criterios ambientales) y 4 (criterios sociales).



### 2.2.3. Modelo de aptitud territorial

**Rangos de aptitud.** Para cada uno de los criterios considerados en el modelo (ver capítulo anterior), se han definido diferentes rangos de aptitud proporcionales a la capacidad de acogida del proyecto. En la mayor parte de los casos, se han establecido rangos binarios (es decir, dos rangos que para cada variable establecen el status de “más apto” o “menos apto”). Dado que el modelo de aptitud es un modelo numérico, se ha asignado un valor numérico a cada rango de aptitud (en el caso de los rangos binarios, el valor es 0 para la condición de “más apto” y 10 para la de “menos apto”).

**Umbrales de aptitud.** Para la mayor parte de los criterios, los rangos de aptitud de cada punto del territorio se determinan a partir de la superposición topológica de la capa de información geoespacial que determina la distribución del criterio en el territorio (es decir, la aptitud la determina el hecho de si hay superposición o no). Pero en aquellos casos en los que el criterio está definido para todos los puntos del territorio (por ejemplo, en el caso de la capa de pendientes), la asignación de la aptitud la determina un valor umbral de la variable (por ejemplo, en el caso de la pendiente, el valor umbral se sitúa en el 10% de pendiente, siendo los puntos del territorio con pendiente menor al 10% “más aptos” que los de pendiente mayor al 10%).

**Factores de ponderación.** No todos los criterios tienen la misma importancia a la hora de definir la aptitud territorial para albergar el proyecto, por lo que se ha multiplicado el rango de aptitud correspondiente a cada variable por un factor de ponderación en una escala que va de 1 a 5, proporcional a la importancia de cada variable. El factor de ponderación 5 se ha aplicado a los criterios que representan los componentes del territorio más frágiles (como los hábitats críticos o las viviendas), mientras que, por el contrario, el factor de ponderación de 1 se ha aplicado a las variables de menor fragilidad y trascendencia. A todos los criterios cartografiados que determinan la categorización de un proyecto de Categoría A, se les ha atribuido los factores de ponderación más altos.

Figura 1. Escalas adoptadas para los rangos de aptitud y los factores de ponderación

ESCALAS ADOPTADAS	
<p><b><u>Escala para rangos de aptitud</u></b> De 0 a 10 (de mayor a menor aptitud)</p>	<p><b><u>Escala para la ponderación de variables</u></b></p> <p><b>Variables que penalizan: De 1 a 5</b> <b>Variables que bonifican: De -5 a -1</b></p>

En las tablas de las páginas siguientes se presentan los rangos y umbrales de aptitud, así como los factores de ponderación adoptados para generar el modelo de aptitud territorial que se ha aplicado para este estudio de trazado.



Los factores de ponderación han ido ajustándose a través de la realización de numerosos ejemplos prácticos iniciales de aplicación del modelo, de forma iterativa, hasta confirmar que los resultados eran suficientemente sensibles y garantizaban un elevado nivel de protección de los criterios que confieren mayor fragilidad al territorio frente a la implantación de este tipo de proyectos (es decir, aquellos de los que depende en mayor medida la categorización del proyecto).

**Tabla 4.** Rangos de aptitud, umbrales de aptitud y factores de ponderación asociados a criterios técnicos

Restricciones y variables técnicas	Rangos de aptitud	Umbrales	Ponderación (de 1 a 5)
(a) Pendientes	2 (0-10)	0: pendiente <10% 10: pendiente > 10%	2
(b) Proximidad a vías existentes	2 (0-10)	0: distancia a vía < 1 km 10: distancia a vía > 1 km	2
(c) Proximidad a electroductos existentes	2 (0-10)	0: distancia a electroducto superior a franja de seguridad por tensión 10: distancia a electroducto inferior a franja de seguridad por tensión	2
(d1) Riesgo de incendio	2 (0-10)	10: distritos con riesgo por amenaza de incendio forestal alta y muy alta 0: resto de distritos	3
(d2) Amenaza por inundación (sin cambio climático)	2 (0-10)	10: áreas con amenaza alta por inundación (sin cambio climático) 0: resto de áreas	3
(d3) Amenaza por inundación (con cambio climático)	2 (0-10)	10: áreas con amenaza alta por inundación (con cambio climático) 0: resto de áreas	1 Menor ponderación debido a mayor incertidumbre

**Tabla 5.** Rangos de aptitud, umbrales de aptitud y factores de ponderación asociados a criterios ambientales

Restricciones y variables ambientales	Rangos de aptitud	Umbrales	Ponderación (de 1 a 5)
(a1) Áreas Silvestres Protegidas	2 (0-10)	10: Dentro de ASP 0: Fuera de ASP	5
(a2) Áreas de amortiguamiento de ASPs ( $\geq 1000$ m)	2 (0-10)	10: Dentro de buffer de amortiguamiento de ASP 0: Fuera de buffer de amortiguamiento de ASP	4
(a3) Reserva de la Biosfera	2 (0-10)	10: Dentro del polígono 0: Fuera del polígono	3
(a4) IBAs, KBAs	2 (0-10)	10: Dentro del polígono 0: Fuera del polígono	3
(a5) EBAs	2 (0-10)	10: Dentro del polígono 0: Fuera del polígono	2
(b) Áreas de distribución de especies amenazadas, casi amenazadas y endémicas de distribución restringida	4 (0-8-9-10)	0: ninguna especie 8: una o dos especies 9: tres o cuatro especies 10: más de cinco especies	3
(c1) Corredor azul	2 (0-10)	10: Dentro del polígono 0: Fuera del polígono	2
(c2) Corredores biológicos ASPs	2 (0-10)	10: Dentro de corredor 0: Fuera de corredor	4

Restricciones y variables ambientales	Rangos de aptitud	Umbrales	Ponderación (de 1 a 5)
(c3) Áreas de distribución de especies de avifauna migratoria con mayor riesgo de colisión con LT	2 (8-10)	8: menos de 40 especies 10: más de 40 especies	2
(d) Bosque	2 (0-10)	10: Dentro de parche o polígono de bosque 0: Fuera de parche o polígono de bosque	4
(e) Hidrografía (ríos, lagos, esteros, terreno inundable)	2 (0-10)	10: Dentro de masa de agua y/o búfer de 100 metros de amortiguamiento 0: Fuera de masa de agua y/o búfer de 100 metros de amortiguamiento	3

**Tabla 6.** Rangos de aptitud, umbrales de aptitud y factores de ponderación asociados a criterios sociales

Restricciones y variables sociales	Rangos de aptitud	Umbrales	Ponderación (de 1 a 5)
(a) Viviendas y otros inmuebles	2 (0-10)	10: A menos de 100 m de distancia de una vivienda o inmueble 0: A más de 100 m de distancia de una vivienda o inmueble	5
(b) Población vulnerable	4 (0-6-8-10)	10: distrito con 3 o más condiciones de vulnerabilidad social 8: distrito con 2 condiciones de vulnerabilidad social 6: distrito con 1 condición de vulnerabilidad social 0: distritos sin vulnerabilidad social	3
(c) Comunidades y tierras indígenas	2 (0-10)	10: Dentro del polígono 0: Fuera del polígono	5

Restricciones y variables sociales	Rangos de aptitud	Umbrales	Ponderación (de 1 a 5)
(d) Patrimonio cultural Tangible (Sitios históricos Paraguay- UNESCO)	3 (0-5-10)	10: Distancia de 0 a 1 km 5: Distancia de 1 km a 3 km (área de visibilidad) 0: A más de 3 km	3
(e1) Uso del suelo- Concesiones mineras	2 (0-10)	10: Dentro del polígono 0: Fuera del polígono	1
(e2) Uso del suelo- Canteras	2 (0-10)	10: Dentro del buffer de 500 m ajustado en zona de estudio 0: Fuera del buffer	1
(e3) Aeropuertos y aeródromos	2 (0-10)	10: Dentro del buffer de 1 km 0: Fuera del buffer	5
(f1) Tenencia de la tierra - INDERT	2 (0-10)	10: Dentro del polígono 0: Fuera del polígono	2
(f2) Tenencia de la tierra – Catastro Nacional	2 (-10 - 0)	-10: Dentro del polígono 0: Fuera del polígono	2

**Algoritmo de aptitud territorial.** Los criterios considerados en el modelo se han combinado teniendo en cuenta sus pesos relativos, para dar lugar al siguiente algoritmo de aptitud territorial, el cual asigna a cada punto del territorio un valor de aptitud territorial para acoger el proyecto.

**Cuadro 1.** Expresión matemática de la aptitud territorial

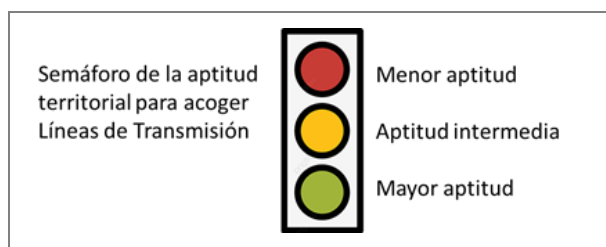
$$\begin{aligned}
 \text{Aptitud física} &= (\text{pendientes} * 2) + (\text{redvial} * 2) + (\text{redvialServidumbre} * 2) \\
 &+ (\text{Electroductos\_Restriccion} * 2) + (\text{RiesgoIncendioForestal} * 3) \\
 &+ (\text{AmenazaInundaciónSinCambioClimático} * 3) \\
 &+ \text{AmenazaInundaciónConCambioClimático} \\
 \\
 \text{Aptitud ambiental} &= (\text{ASPs.tif} * 5) + (\text{Areas de amortiguamiento ASPs} * 4) + \\
 &(\text{ReservasBiosfera} * 3) + (\text{IBAs} * 3) + (\text{EBAs} * 2) + (\text{RiquezaSpDistribuciónRestringida} * 3) \\
 &+ (\text{CorredorAzul.tif} * 2) + (\text{Corred\_Biol\_Asps} * 4) + (\text{RiquezaMigratoriasColision} * 2) \\
 &+ (\text{Bosque} * 4) + (\text{Ríos} * 3) + (\text{Esteros} * 3) + (\text{Lagos} * 3) + (\text{ZonasInudables} * 3) \\
 \\
 \text{Aptitud social} &= (\text{VEC4 Población} * 5) + (\text{VEC5 Población Vulnerable} * 3) \\
 &+ (\text{VEC6 ComunidadesIndigenas} * 5) + (\text{VEC 7 Patrimonio} * 3) \\
 &+ (\text{CatastroMinero}) + (\text{Canteras}) + (\text{Aeropuertos y aeródromos} * 5) \\
 &+ (\text{Tenencia de la tierra} * 2)
 \end{aligned}$$

Y finalmente:

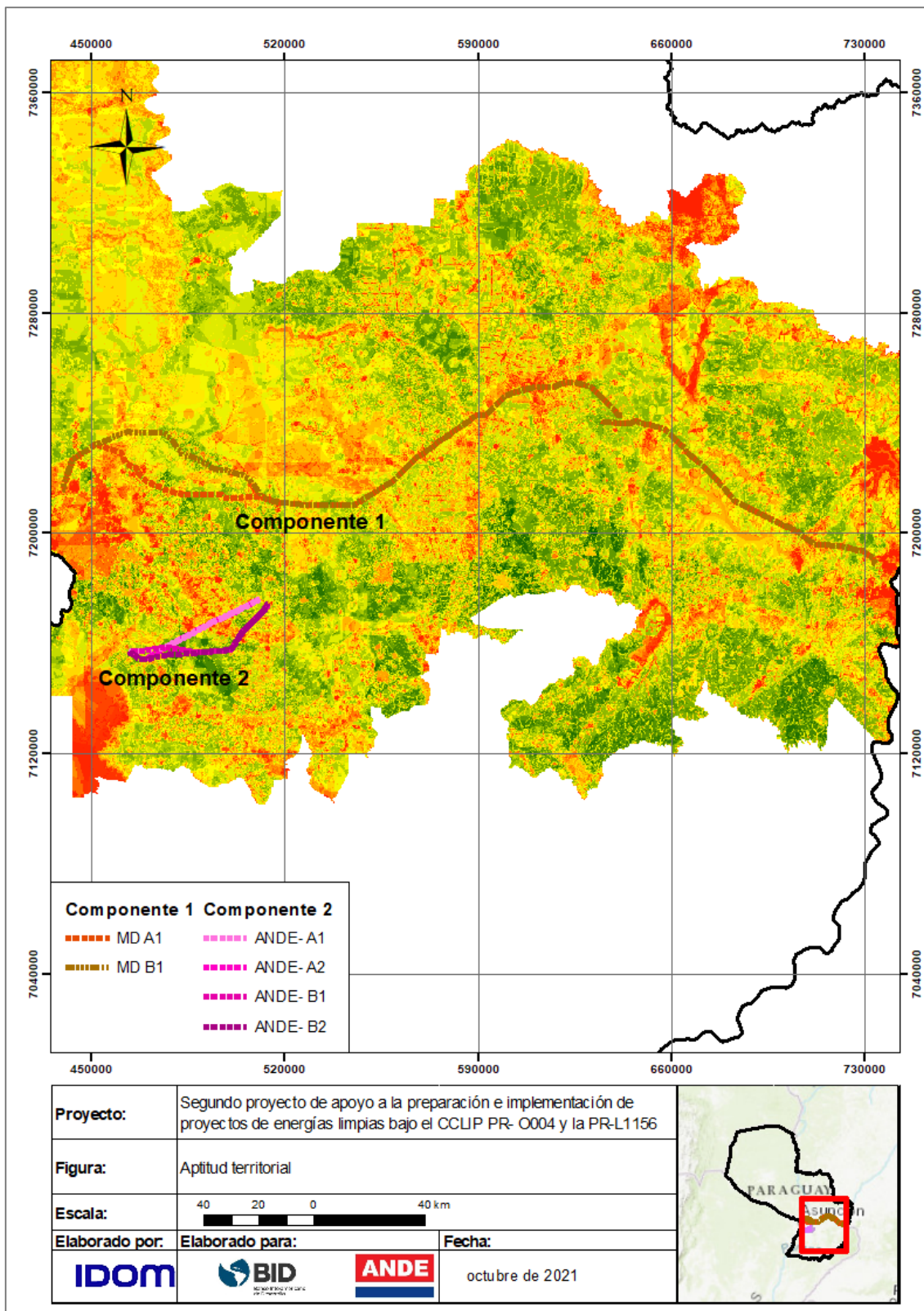
$$\text{Aptitud territorial} = \text{Aptitud física} + \text{Aptitud ambiental} + \text{Aptitud social}$$

**Mapa de aptitud territorial.** Ya por último, la aplicación del modelo al ámbito de estudio ha permitido generar un mapa de aptitud territorial que se presenta en la página siguiente. Para que su lectura resulte más intuitiva se ha aplicado un código semafórico de colores de tal forma que las zonas menos aptas presentan tonalidades de intensidad creciente de rojo, mientras que las más aptas presentan tonalidades de intensidad creciente de verde, y entre ambos rangos de aptitud se sitúa el gradiente de amarillos.

**Figura 2.** Código de colores para la representación gráfica de la aptitud territorial



Mapa 3. Mapa de aptitud territorial



**Sensibilidad del modelo de aptitud.** La sensibilidad del modelo de aptitud territorial a cada uno de los criterios considerados depende en primer lugar al factor de ponderación aplicado a cada criterio (siendo mayor cuanto mayor es el factor de ponderación), pero también depende de cómo se distribuyan geográficamente las restricciones en el territorio. Por ejemplo, a igualdad de factor de ponderación, aquellos criterios que se presenten en el área de estudio en forma de teselas dispersas y distribuidas, tienen mucha más capacidad de influir en la determinación de la directriz óptima que los criterios que se distribuyan en grandes áreas continuas en el territorio (por las que cualquier directriz de trazado óptimo deba atravesar). Este tipo de reflexiones sobre la sensibilidad del modelo de aptitud a los distintos criterios considerados se presenta también (para cada Componente del proyecto) en los Anexos 2 (criterios técnicos), 3 (criterios ambientales) y 4 (criterios sociales).

**Cálculo de la directriz de ruta óptima.** A partir del mapa del modelo de aptitud, por medio de la herramienta de análisis espacial de coste de distancia, se determina la directriz de ruta óptima que permite recorrer el camino entre dos puntos cualesquiera localizados dentro del mapa, a través de los puntos del territorio que acumulan menos restricciones ambientales y sociales.

### 2.3. Fase 2: Optimización de trazados mediante trabajo de campo

Las principales limitaciones del método de cálculo y optimización de trazados mediante herramienta geoespacial presentado en el capítulo anterior son:

- La calidad de sus resultados es directamente dependiente de la precisión (escala), la calidad y la fiabilidad de la información geoespacial utilizada para generar el modelo y mapa de aptitud. La realidad física y las dinámicas territoriales a menudo avanzan rápidamente (sobre todo en regiones con un alto grado de presión territorial por actividades informales, o ilícitas) lo que incrementa el riesgo de obsolescencia de la cartografía temática.
- Existen criterios de relevancia, que pueden llegar a condicionar el trazado óptimo y para los que no se dispone de ningún tipo de cartografía que permita incorporarlos al modelo. Es el caso, por ejemplo, de la posible existencia de nuevos proyectos urbanísticos o agrícolas en tramitación, o también de la posible presencia de áreas importantes para la seguridad alimentaria de comunidades indígenas que no estén tituladas ni en proceso de titulación, entre otras situaciones posibles.

Las limitaciones anteriores pueden solventarse mediante la realización de trabajo de campo que permita capturar información de detalle y actualizada mediante verificaciones y observaciones directas sobre el terreno.

La metodología ideal, que permite explotar al máximo los beneficios de los dos enfoques (herramienta geoespacial y trabajo de campo) consiste en realizar primero la optimización mediante herramienta geoespacial y a continuación finalizar la optimización mediante recorridos de campo de observación, verificación y ajuste.

Este es el procedimiento utilizado para optimizar los trazados de los componentes 1 y 2 del proyecto, y los resultados se presentan en los capítulos siguientes de este informe.

El trabajo de campo social y ambiental se realiza para ambos Componentes del proyecto con la metodología, instrumentos y equipo descrito en el Entregable del Producto 1 de esta consultoría (ver documento aprobado del Plan de trabajo).

Por un lado, el trabajo de campo social se realiza mediante recorridos exhaustivos de tramos preseleccionados por la probabilidad de identificar impactos de tipo social debido a la mayor presencia de población e inmuebles. Por otro lado, el trabajo de campo ambiental se realiza en puntos del territorio preseleccionados por la probabilidad de identificar impactos de tipo ambiental a hábitats naturales y hábitats naturales críticos.

En uno y otro caso, para la preselección de tramos y puntos de mayor probabilidad de impacto social y ambiental, se ha hecho uso de la información geoespacial recopilada para generar el modelo geoespacial.



### **3. Resultados del estudio de trazado de la LT 220 kV del Componente 2 (Valenzuela-Guarambaré)**

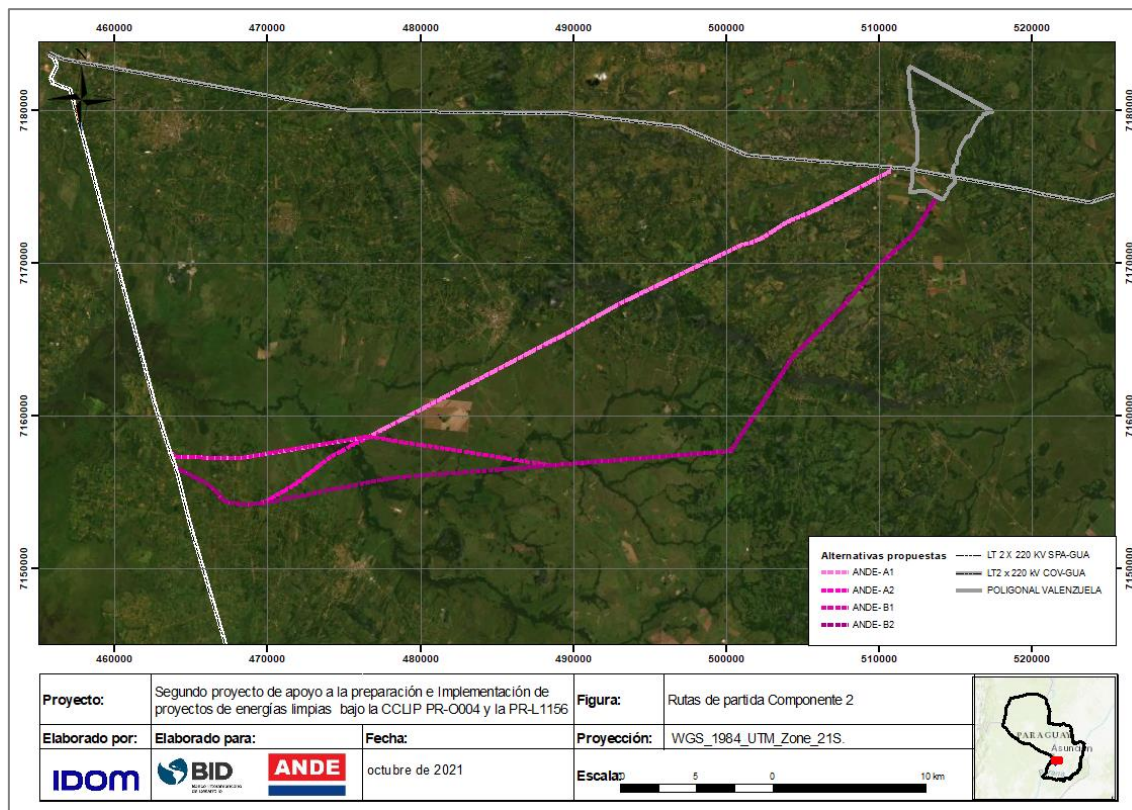
#### **3.1. Información de partida y rutas facilitadas por ANDE**

Para el componente 2 del proyecto, se proyecta la construcción de un electroducto de 220 kV entre las subestaciones de Valenzuela y Guarambaré, con las siguientes características:

- La localización de la subestación de salida (Valenzuela) todavía no está definida. No obstante, ANDE ya ha iniciado el proceso de evaluación de terrenos para su adquisición. Como consecuencia de lo anterior, y a efectos de este informe, la subestación de salida se representa a partir de un área (no un punto), denominada en el plano como “Poligonal Valenzuela”, dentro de la cual se situará la subestación.
- El tramo de línea de nueva construcción cubre un territorio de longitud aproximada entre 50 y 60 km, que se localiza entre la “Poligonal Valenzuela” y la intersección con el electroducto ya construido entre las Subestaciones San Patricio y Guarambaré. Desde dicho punto de intersección hasta la subestación de Guarambaré (separados por 30 km aproximadamente), no se construirá una línea de transmisión nueva sino que se recapacitará la línea existente con cambio de conductor (En el plano LT 2 X 220 kV SPA-GUA).
- Con la construcción de la subestación se realizará un seccionamiento de la línea de 220 kV entre las subestaciones Coronel Oviedo – Guarambaré (En el plano LT 2 X 220 kV COV- GUA).

La ANDE ha entregado como insumo dos alternativas de trazado principales y dos posibles variaciones a la intersección con la LT 220 kV San Patricio – Guarambaré existente. El mapa a continuación muestra las rutas de partida y georreferencia las particularidades del proyecto mencionadas.

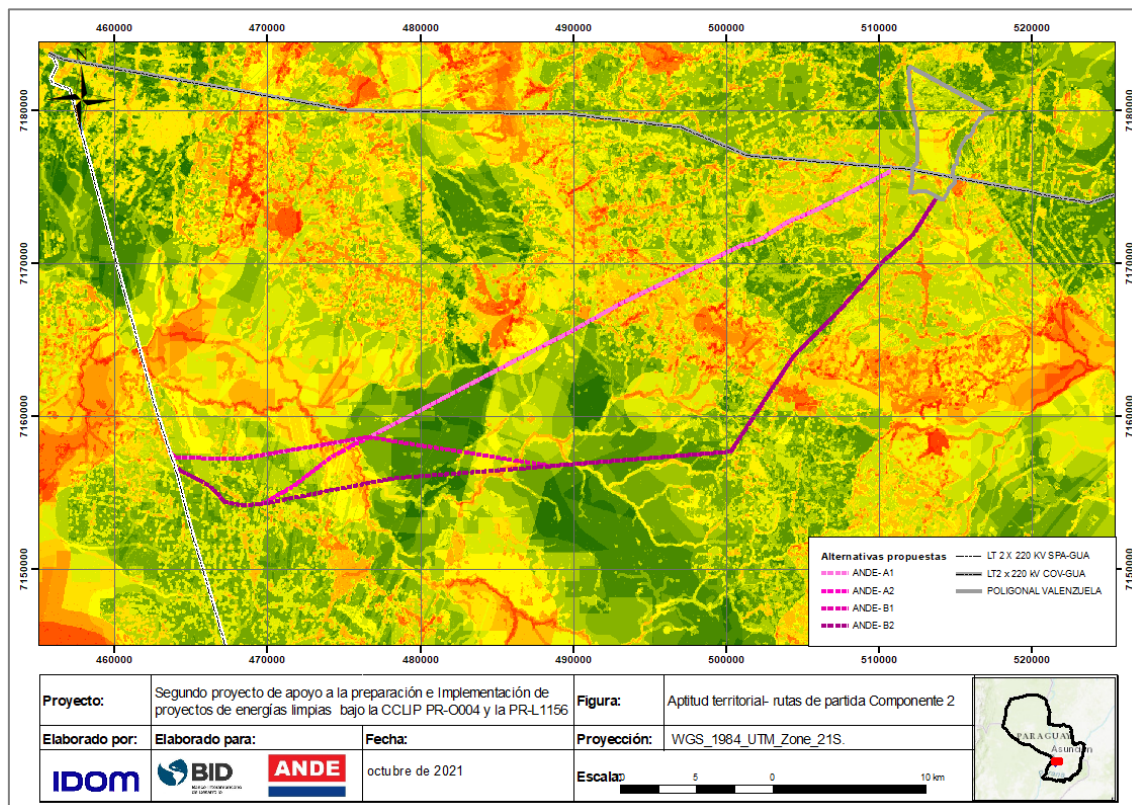
**Mapa 4.** Rutas inicialmente propuestas para el Componente 2



### 3.2. Consideraciones generales sobre la aptitud y fragilidad territorial en el área de estudio

En la siguiente imagen se muestra el mapa de aptitud territorial del área considerada para el estudio de trazado del Componente 2 (realizado según descripción del Capítulo 2.2 de este informe).

**Mapa 5.** Aptitud territorial en el área de estudio del Componente 2



Todos los criterios descritos en el capítulo 2.2.2 han sido considerados para confeccionar el mapa anterior, sin embargo, son los criterios que se indican a continuación los que más condicionan en la práctica la implantación física del proyecto en esta área de estudio:

**Tabla 7.** Síntesis de criterios más determinantes para el estudio de trazado presentes en el área de estudio

Criterios más determinantes para el estudio de trazado	Detalle de los elementos más significativos presentes en el área de estudio
Presencia de hábitats naturales críticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área Silvestre Protegida (Reserva Natural bajo dominio privado Bosque Yvyraty), incluyendo búfer de amortiguamiento</li> <li>Área de distribución de la especie indicadora de hábitat crítico: <i>Homonota rupicola</i> (endémica, de distribución restringida y en estado crítico de conservación)</li> </ul> (ver detalles en Anexo 3a)
Presencia de hábitats naturales (terrestres y acuáticos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas de concentración de parches de bosque (todas)</li> <li>Cursos de agua y área de concentración de humedales (todas) con sus ecosistemas acuáticos.</li> </ul> (ver detalles en Anexos 3d y 3e)
Presencia de viviendas y otros inmuebles y edificaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas de concentración de inmuebles (todas las zonas urbanas y periurbanas)</li> <li>Escuelas y centros educativos (todos)</li> </ul> (ver detalles en Anexo 4a)
Presencia de comunidades y tierras indígenas	<ul style="list-style-type: none"> <li>No consta presencia</li> </ul>
Patrimonio cultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monumento a la batalla de Paraguarí (patrimonio nacional)</li> <li>Complejo ferroviario y pueblo inglés de Sapucaí (lista tentativa de patrimonio mundial de la UNESCO)</li> </ul> (ver detalles en Anexo 4d)
Presencia de otros usos incompatibles con el proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aeródromos habilitados de Alfonso XI, Doña María y Don Miguel, con sus respectivos búferes</li> </ul> (ver detalles en Anexo 4e)
Otros criterios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas inundables (todas)</li> </ul> (ver detalles en Anexo 2d)

En los capítulos siguientes se detalla dónde se encuentran estos VECs y cómo el procedimiento seguido para el cálculo y optimización de la ruta óptima han permitido prevenir afecciones significativas sobre los mismos.

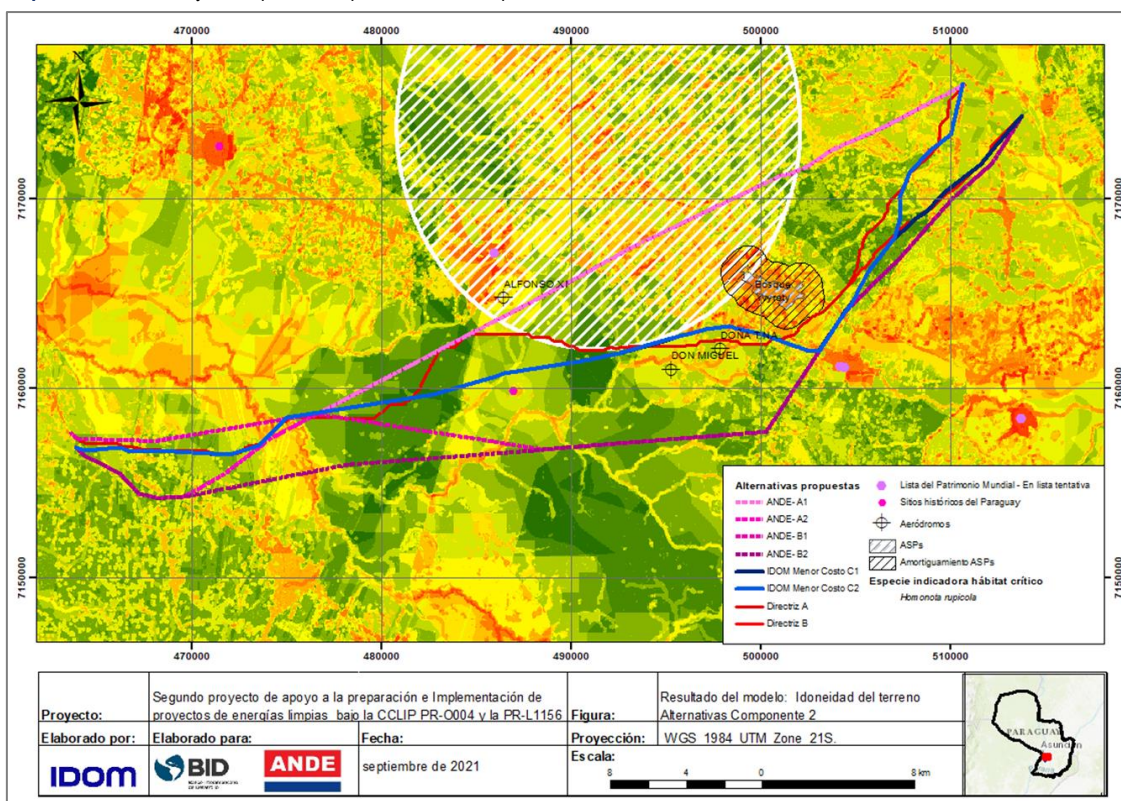


### 3.3. Cálculo y optimización de ruta mediante la herramienta geoespacial

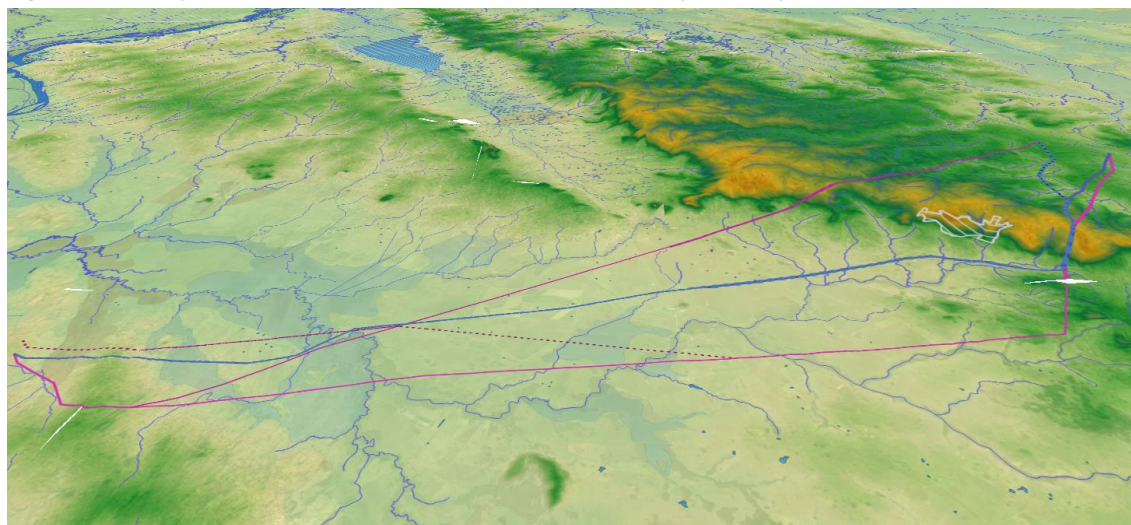
#### 3.3.1. Cálculo y optimización de ruta completa (de punto inicial a final)

**Directriz y ruta optimizada.** Se aplicó la metodología basada en el modelo de aptitud territorial a los puntos inicial y final de la Línea de Transmisión, obteniéndose la directriz y la ruta optimizada que se presenta en el plano y figura siguientes.

**Mapa 6.** Directriz y ruta optimizada para la línea completa de la LT 220 kV



**Figura 7.** Directriz y ruta optimizada para la línea completa de la LT 220 kV (modelo 3D)



**Criterios más determinantes para la definición de la directriz.** Los criterios con mayor peso que han determinado la directriz del trazado óptimo han sido (de Este a Oeste):

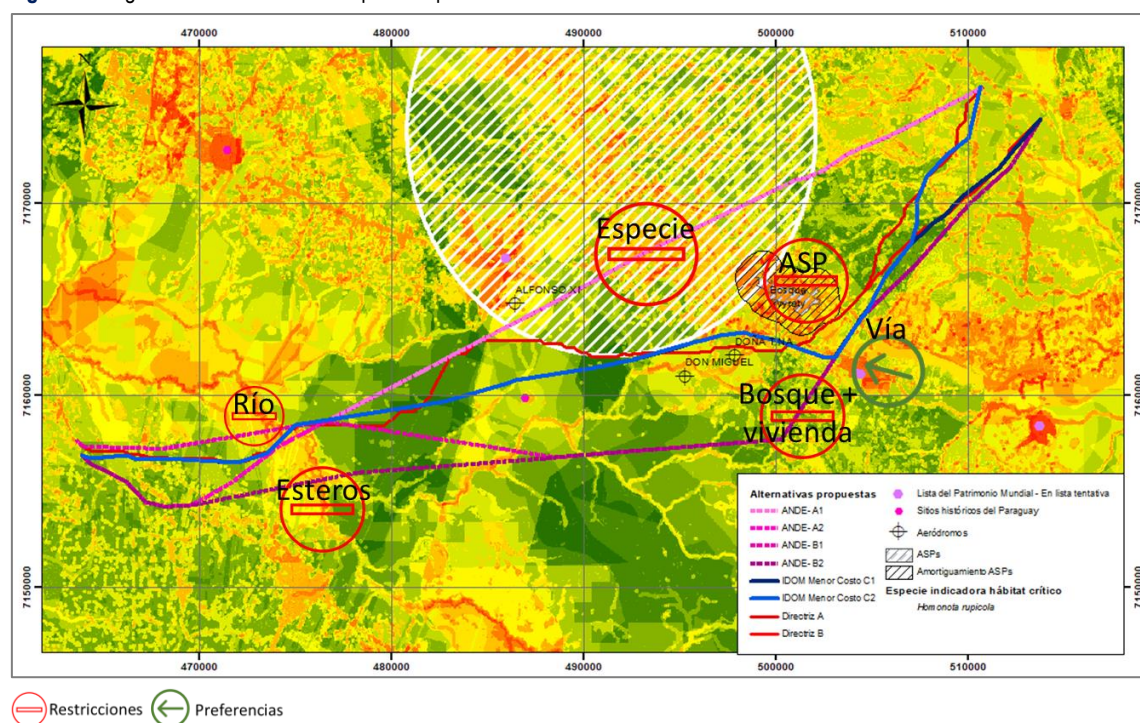
- Evitar el ASP Reserva Natural bajo dominio privado Bosque Yvyraty y el área de distribución de la especie indicadora de hábitat crítico *Homonota rupicola*, lo que solamente se puede conseguir bordeando ambas restricciones por el Sur. Ver descripción de estos VECs en los **Anexos 3a y 3b**.
- Evitar el área de concentración de parches de bosque y edificaciones al sur de la población de Sapucaí.
- Evitar los VECs de interés patrimonial nacional del Monumento a la batalla de Paraguairí y de la lista tentativa de patrimonio mundial de la UNESCO Complejo ferroviario y pueblo inglés de Sapucaí.
- Realizar el cruce con el arroyo Caanabé por una zona de mínima afección al ecosistema fluvial.
- Minimizar el paso por el área de concentración de esteros situada en las proximidades de la intersección con el electroducto actual San Patricio- Guarambaré.
- Evitar la afectación a los aeródromos habilitados de Alfonso XI, Doña María y Don Miguel.



Para la definición del trazado óptimo, además de respetar los criterios geométricos propios de las Líneas de transmisión (linealidad y abertura máxima posible de ángulos entre vértices), se tuvo en cuenta también la alineación de la LT con la vía nacional situada al Oeste de la población de Sapucaí.

Gráficamente, la lógica de minimización de impacto negativo descrita anteriormente se refleja en la siguiente figura.

**Figura 8.** Lógica de minimización de impactos aplicada



**Tabla comparativa de afecciones.** En la siguiente Tabla se cuantifican las afecciones ambientales y sociales más determinantes para la categorización del proyecto, tanto en las alternativas de partida como en la propuesta de ruta optimizada. Se observa que la ruta optimizada reduce significativamente las afecciones totales respecto a las rutas de partida.

**Tabla 8.** Cuantificación afectaciones ambientales y sociales alternativas componente 2.

Variables que influyen en la categorización del proyecto y otros indicadores significativos de impacto	ANDE A1	ANDE A2	ANDE B1	ANDE B2	IDOM C1	IDOM C2
Longitud de la línea (km)	<b>51,6</b>	53,3	58,7	59,2	57,2	57,3
Afección a áreas de distribución de especies indicadoras de hábitats naturales críticos: afección al área de distribución de la especie <i>Homonota rupicola</i> endémica, en peligro crítico y de distribución restringida.	88,0	88,0	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Afección a áreas de Hábitat Natural: BOSQUE (umbral categoría A: supresión de la vegetación superior a 30 hectáreas)	49,8	51,3	49,2	60,2	<b>19,1</b>	<b>23,0</b>
Afección a inmuebles	<b>3</b>	<b>3</b>	12	15	<b>3</b>	<b>3</b>
Cruces con ríos (km)	0,9	<b>0,8</b>	1,8	2,2	1,0	0,9
Esteros interceptados (hectáreas)	14,6	13,9	26,8	20,9	14,6	<b>13,3</b>
Terreno inundable interceptado (hectáreas)	6,5	<b>3,3</b>	6,5	<b>3,3</b>	5,5	5,5

*Destacados en negrita los valores máximos y mínimos de los rangos de cada variable*

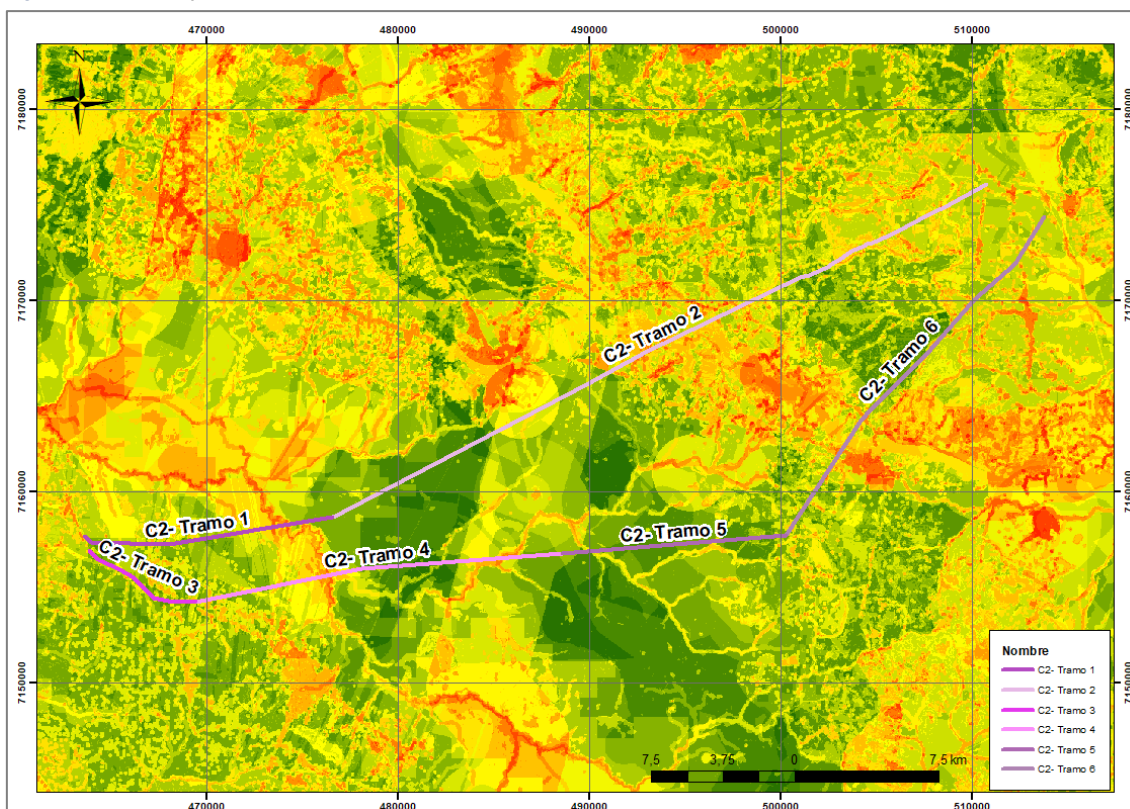


### 3.3.2. Optimización por tramos

#### 3.3.2.1. Mapa de tramos

Para la definición de los tramos en consideración se tuvieron en cuenta los principales vértices de las alternativas allegadas por parte de la ANDE. Así, se dividieron las dos alternativas en 6 secciones, detalladas en la siguiente figura.

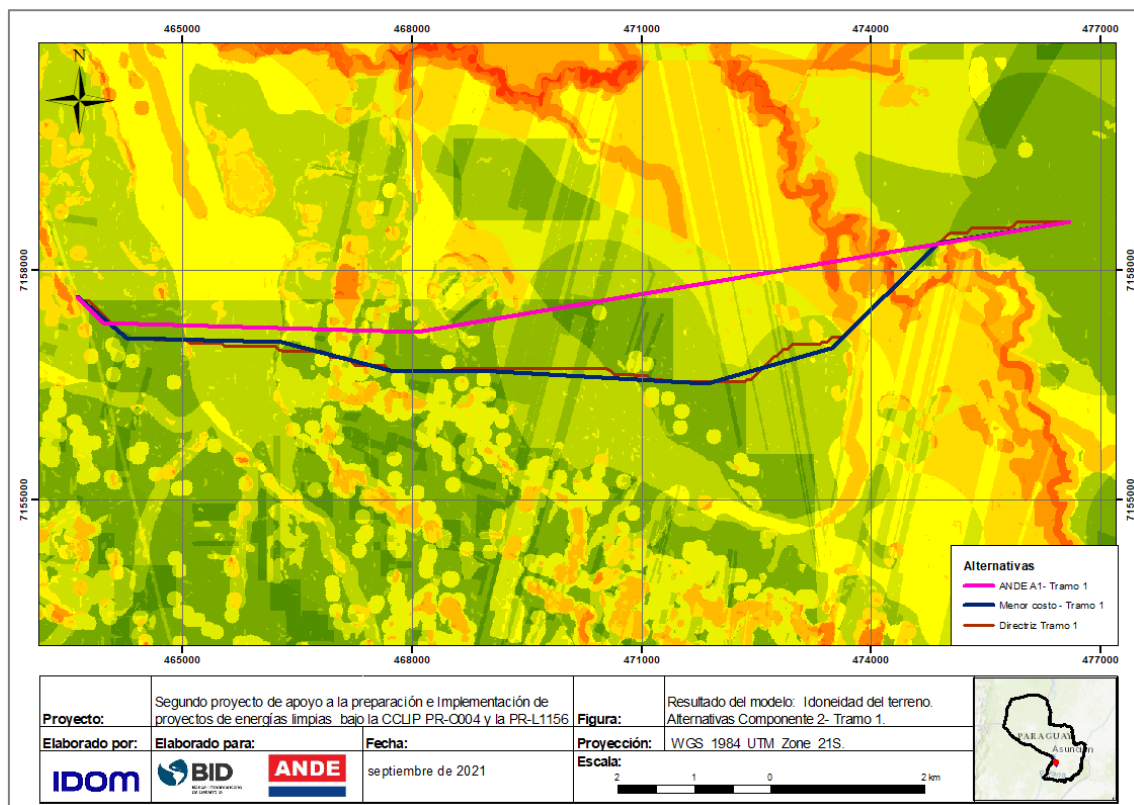
**Figura 9.** Tramos objeto de optimización.



### 3.3.2.2. Optimización del tramo 1

**Directriz y ruta optimizada.** Se aplicó la metodología basada en el modelo de aptitud territorial a los puntos de posible intersección con el electroducto existente San Patricio - Guarambaré y el primer vértice de la alternativa A, obteniéndose la directriz y la ruta optimizada que se presenta en el plano y figura siguientes.

**Mapa 7.** Directriz y ruta optimizada para el primer tramo de la LT 220 kV

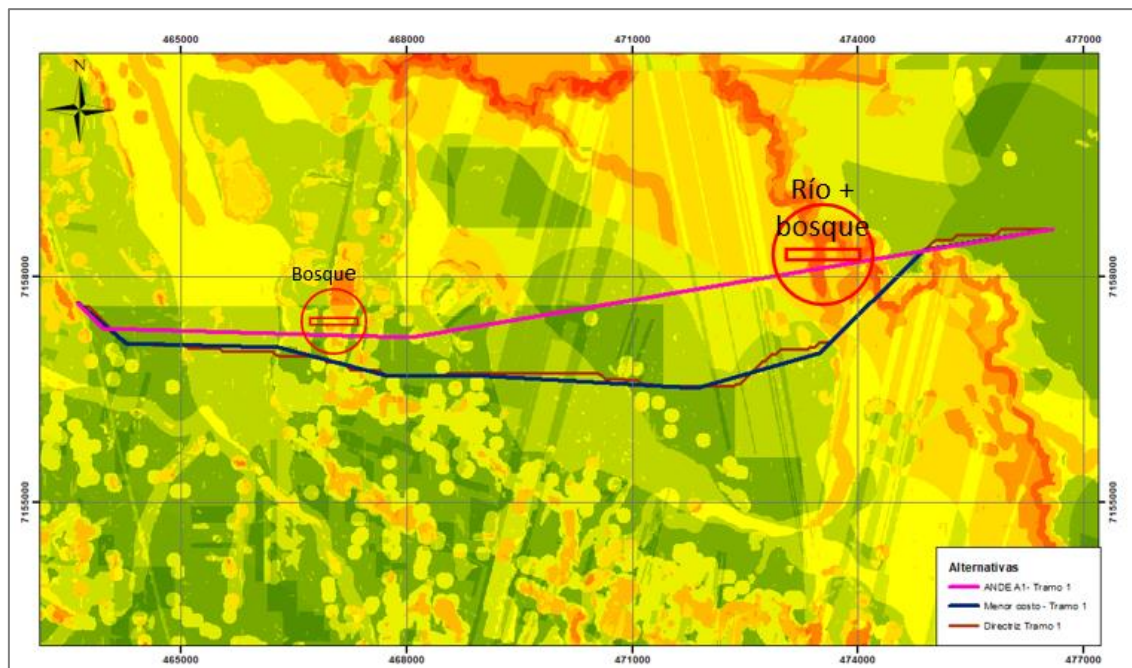


**Criterios más determinantes para la definición de la directriz.** Los criterios con mayor peso que han determinado la directriz del trazado óptimo han sido (de Este a Oeste):

- Realizar el cruce con el arroyo Caanabé por una zona de mínima afección al ecosistema fluvial.
- Evitar el área de concentración de bosque denso asociado al arroyo Caanabé.
- Evitar el área de concentración de relictos de bosque situada en las proximidades de la intersección con el electroducto actual San Patricio- Guarambaré.

Gráficamente, la lógica de minimización de impacto descrita anteriormente se refleja en la siguiente figura.

**Figura 10.** Lógica de minimización de impactos aplicada



Restricciones

**Tabla comparativa de afecciones.** En la siguiente Tabla se cuantifican las afecciones ambientales y sociales más determinantes para la categorización del proyecto, tanto en el tramo de estudio como en la propuesta de tramo optimizado. Se observa que la sección optimizada reduce las afecciones totales respecto a las rutas de partida.

**Tabla 9.** Cuantificación afectaciones ambientales y sociales Tramo 1- Componente 2.

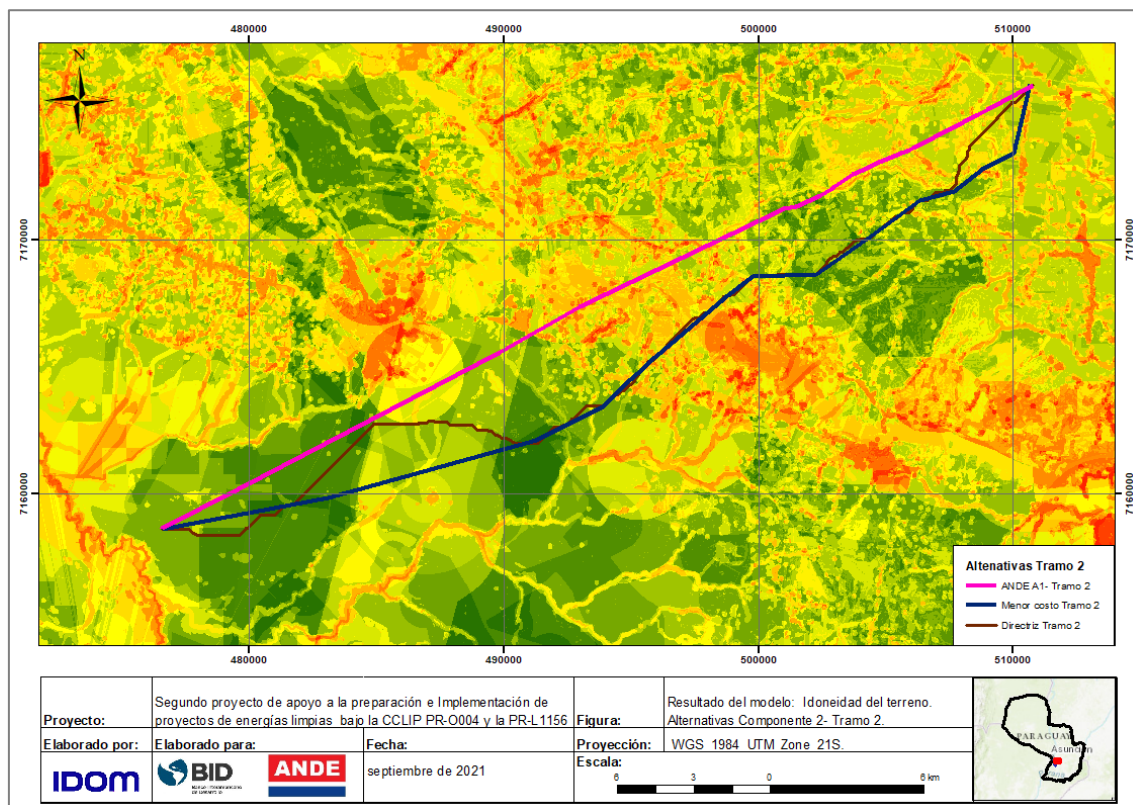
Variables que influyen en la categorización del proyecto y otros indicadores de impacto	ANDE A1 – Tramo 1	IDOM Tramo 1
Longitud de la línea (km)	13,2	13,8
Afección a áreas de Hábitat Natural: BOSQUE (umbral categoría A: supresión de la vegetación superior a 30 hectáreas)	8,3	<b>5,3</b>
Afección a inmuebles	2	<b>1</b>
Cruces con ríos (metros)	355	<b>144</b>
Esteros interceptados (hectáreas)	14,6	<b>13,4</b>
Terreno inundable interceptado (hectáreas)	6,5	<b>6,0</b>

*Destacados en negrita los valores mínimos de los rangos de cada variable*

### 3.3.2.3. Optimización del tramo 2

**Directriz y ruta optimizada.** Partiendo del vértice 1, tenido en cuenta para el estudio del tramo anterior y la culminación de la alternativa A propuesta por la ANDE, se aplicó la metodología de menor costo. Obteniéndose la directriz y la ruta optimizada que se presenta en el plano y figura siguientes.

**Mapa 8.** Directriz y ruta optimizada para el tramo 2 de la LT 220 kV



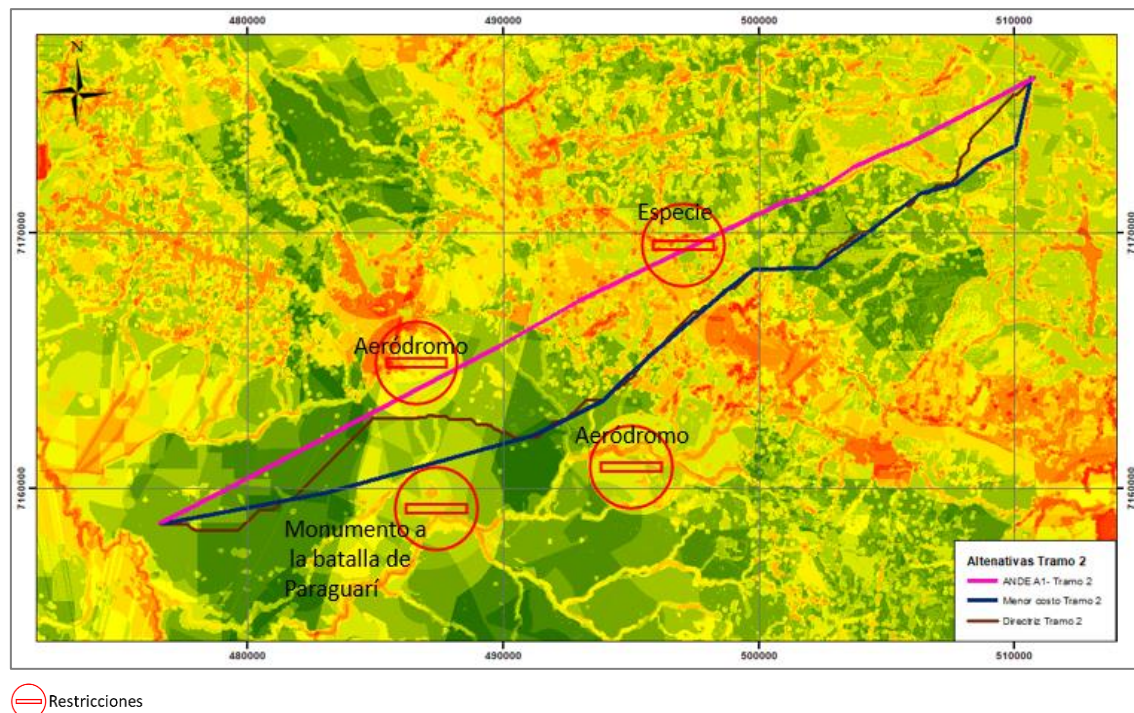
**Criterios más determinantes para la definición de la directriz.** Los criterios con mayor peso que han determinado la directriz del trazado óptimo han sido (de Este a Oeste):

- Evitar el ASP Reserva Natural bajo dominio privado Bosque Yvyraty.
- Disminuir la afectación sobre el área de distribución de la especie indicadora de hábitat crítico *Homonota rupícola*.
- Disminuir la afectación de bosque y sus relictos sobre el trazado.
- Evitar la afectación a los aeródromos habilitados de Alfonso XI y Don Miguel.

Gráficamente, la lógica de minimización de impacto descrita anteriormente se refleja en la siguiente figura.



**Figura 11.** Lógica de minimización de impactos aplicada tramo 2.



**Tabla comparativa de afecciones.** En la siguiente Tabla se cuantifican las afecciones ambientales y sociales más determinantes para la categorización del proyecto, tanto en el tramo de estudio como en la propuesta de tramo optimizado. Se observa que la sección optimizada reduce las afecciones totales respecto a las rutas de partida.

**Tabla 10.** Cuantificación afectaciones ambientales y sociales Tramo 2- Componente 2.

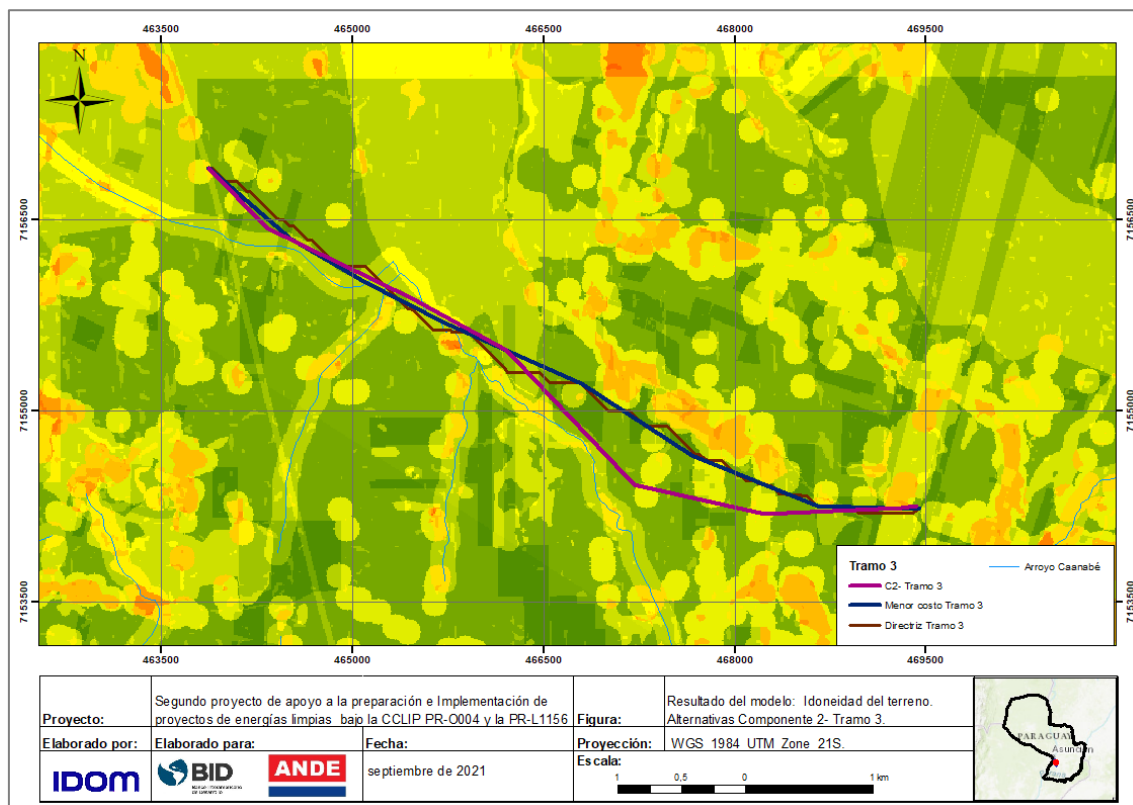
Variables que influyen en la categorización del proyecto y otros indicadores de impacto	ANDE A1 – Tramo 2	IDOM Tramo 2
Longitud de la línea (km)	<b>38,4</b>	40, 3
Afección a áreas de Hábitat Natural: BOSQUE (umbral categoría A: supresión de la vegetación superior a 30 hectáreas)	41,4	<b>31,6</b>
Afección a áreas de distribución de especies indicadoras de hábitats naturales críticos: afección al área de distribución de la especie <i>Homonota rupicola</i> endémica, en peligro crítico y de distribución restringida.	88,0	<b>60,3</b>
Afección a inmuebles	1	1
Cruces con ríos (metros)	<b>546</b>	935
Esteros interceptados (hectáreas)	<b>0</b>	1,4

*Destacados en negrita los valores mínimos de los rangos de cada variable*

### 3.3.2.4. Optimización del tramo 3

**Directriz y ruta optimizada.** Se aplicó la metodología basada en el modelo de aptitud territorial para la alternativa B planteada por la ANDE entre los puntos de posible intersección con el electroducto existente San Patricio – Guarambaré y el primer vértice de la alternativa propuesta. Obteniéndose la directriz y la ruta optimizada que se presenta en el plano y figura siguientes.

**Mapa 9.** Directriz y ruta optimizada para el primer tramo 3 de la LT 220 kV

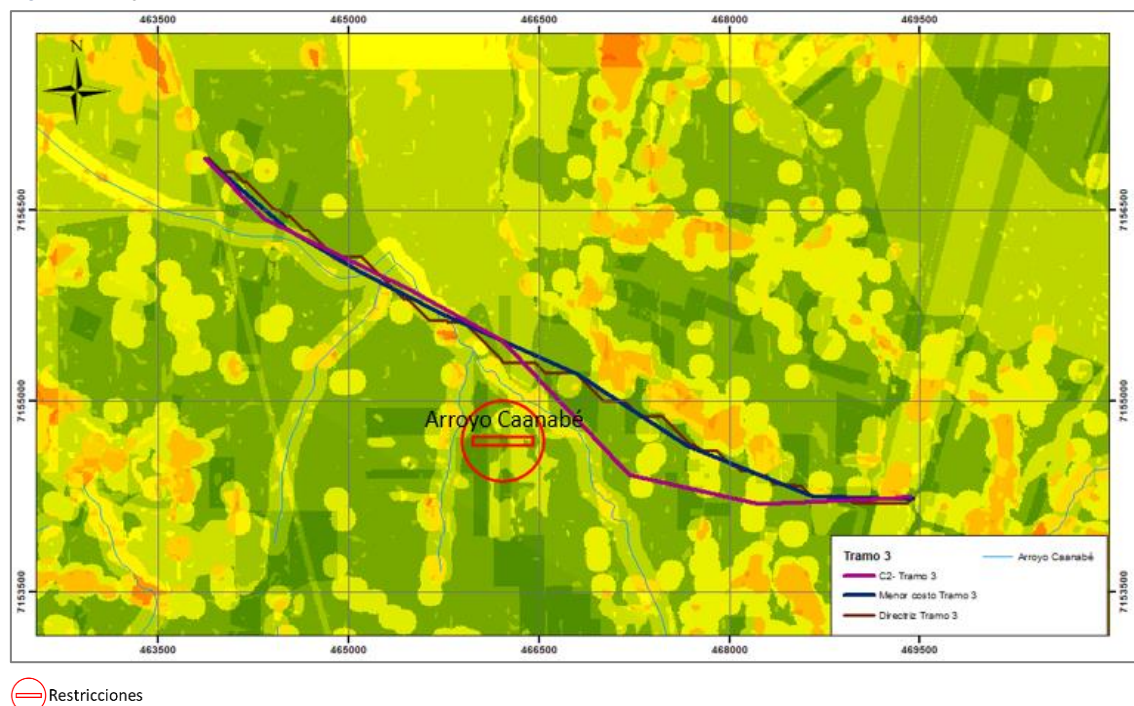


### Criterios más determinantes para la definición de la directriz.

El criterio de mayor peso determinado por la directriz es el distanciamiento con el Arroyo Caanabé o Cañabe, el cual mantiene un paralelismo con el tramo actual.

Gráficamente, la lógica de minimización de impacto descrita anteriormente se refleja en la siguiente figura.

**Figura 12.** Lógica de minimización de impactos aplicada tramo 3.



**Tabla comparativa de afecciones.** En la siguiente Tabla se cuantifican las afecciones ambientales y sociales más determinantes para la categorización del proyecto, tanto en el tramo de estudio como en la propuesta de tramo optimizado. Se observa que la sección optimizada reduce las afecciones totales respecto a las rutas de partida.

**Tabla 11.** Cuantificación afectaciones ambientales y sociales Tramo 3- Componente 2.

Variables que influyen en la categorización del proyecto y otros indicadores de impacto	ANDE B1 – Tramo 3	IDOM Tramo 3
Longitud de la línea (km)	6,5	<b>6,3</b>
Afección a áreas de Hábitat Natural: BOSQUE (umbral categoría A: supresión de la vegetación superior a 30 hectáreas)	2,8	<b>2,4</b>
Afección a inmuebles	2	<b>0</b>
Cruces con ríos (metros)	<b>187</b>	281
Terreno inundable interceptado (hectáreas)	3,3	<b>1,7</b>

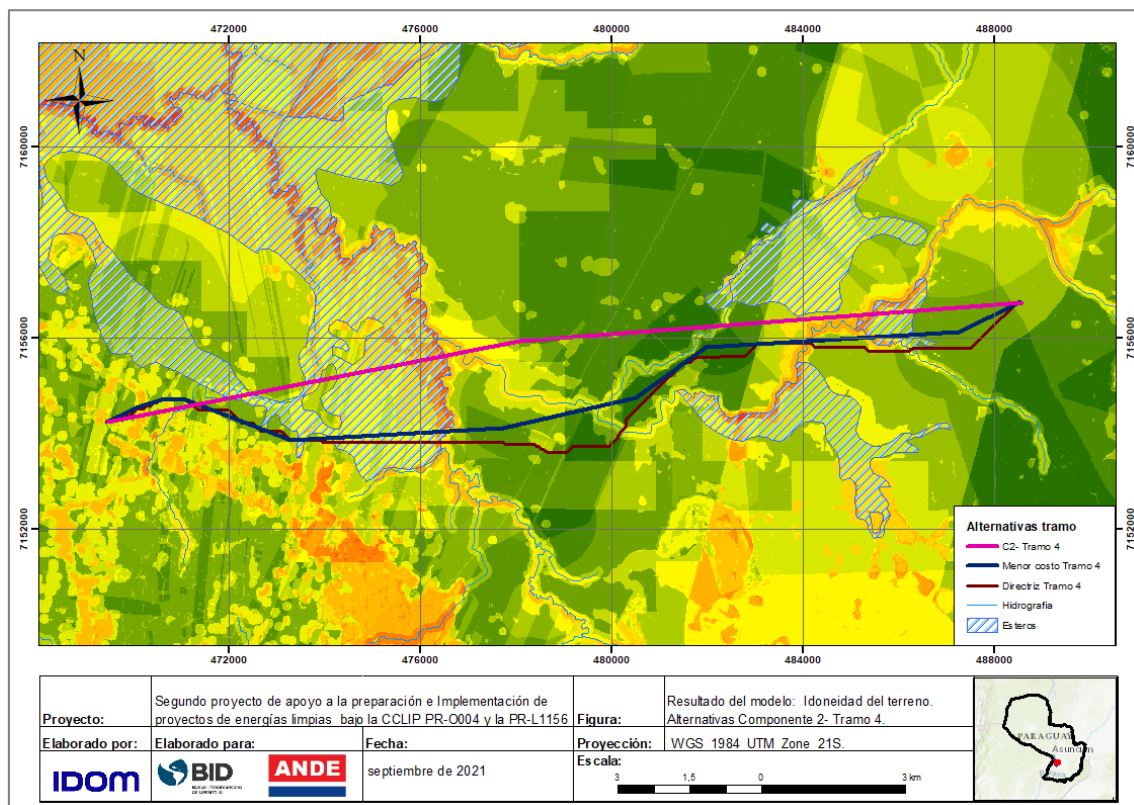
*Destacados en negrita los valores mínimos de los rangos de cada variable*



### 3.3.2.5. Optimización del tramo 4

**Directriz y ruta optimizada.** Se aplicó la metodología basada en el modelo de aptitud territorial entre el vértice que culmina el tramo anterior y el punto aledaño en la vía de tercer nivel destino Paraguairí. Obteniéndose la directriz y la ruta optimizada que se presenta en el plano y figura siguientes.

**Mapa 10.** Directriz y ruta optimizada para el tramo 4 de la LT 220 kV



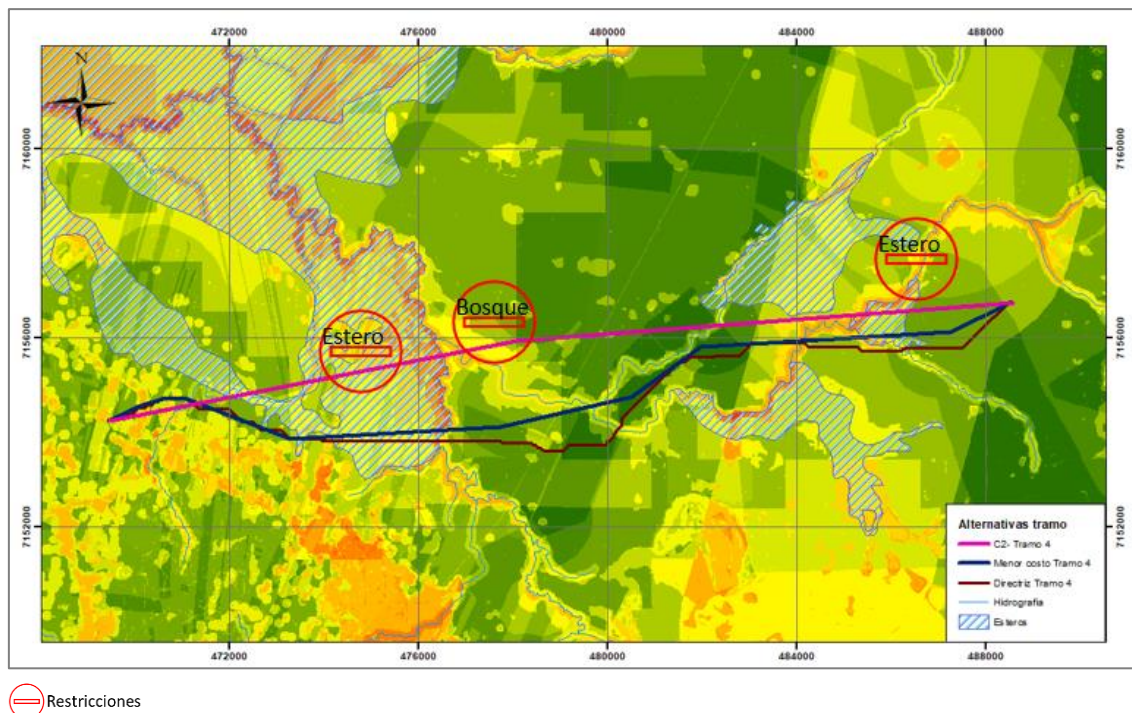
### Criterios más determinantes para la definición de la directriz.

Los criterios con mayor peso que han determinado la directriz del trazado óptimo han sido (de Este a Oeste):

- Disminuir la afectación de bosque y sus relictos.
- Disminuir la afectación sobre esteros.

Gráficamente, la lógica de minimización de impacto descrita anteriormente se refleja en la siguiente figura.

**Figura 13.** Lógica de minimización de impactos aplicada tramo 4.



**Tabla comparativa de afecciones.** En la siguiente Tabla se cuantifican las afecciones ambientales y sociales más determinantes para la categorización del proyecto, tanto en el tramo de estudio como en la propuesta de tramo optimizado. Se observa que la sección optimizada reduce las afecciones totales respecto a las rutas de partida.

**Tabla 12.** Cuantificación afectaciones ambientales y sociales Tramo 4- Componente 2.

Variables que influyen en la categorización del proyecto y otros indicadores de impacto	ANDE B1 – Tramo 4	IDOM Tramo 4
Longitud de la línea (km)	<b>19,3</b>	19,9
Afección a áreas de Hábitat Natural: BOSQUE (umbral categoría A: supresión de la vegetación superior a 30 hectáreas)	20,3	<b>9,2</b>
Afección a inmuebles	4	<b>0</b>
Cruces con ríos (metros)	723	<b>572</b>
Esteros interceptados (hectáreas)	20,7	<b>18,4</b>

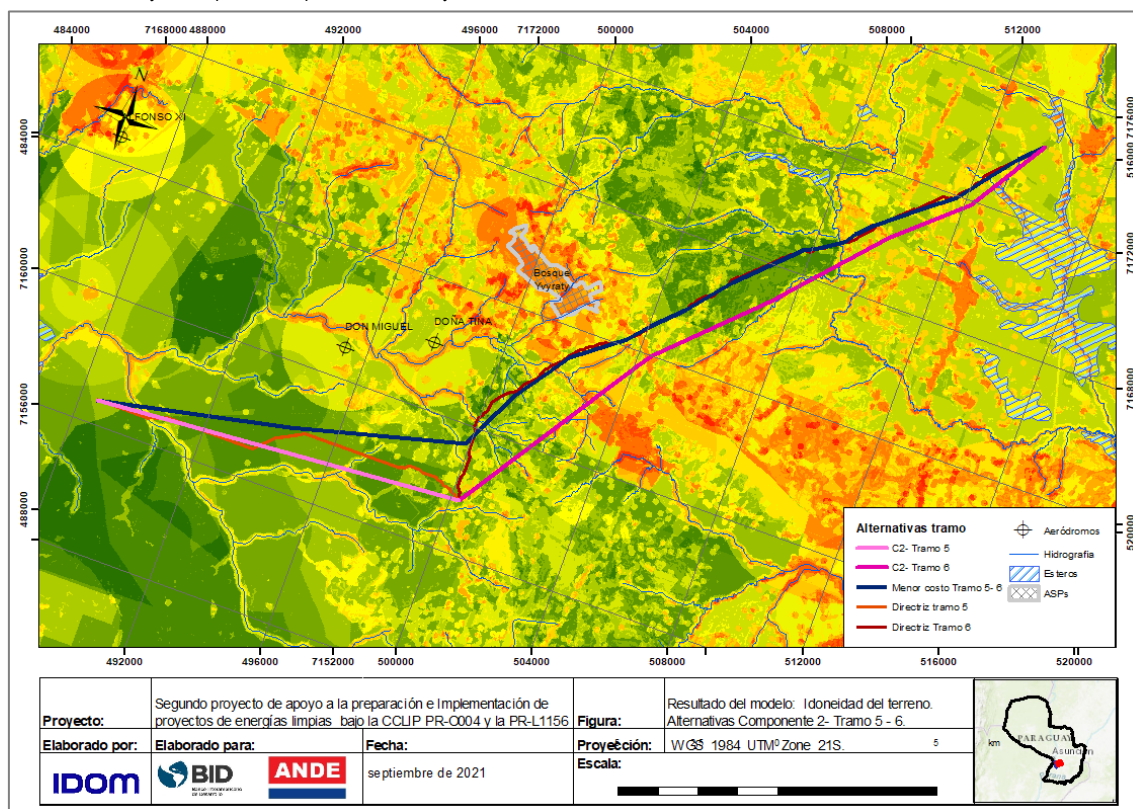
*Destacados en negrita los valores mínimos de los rangos de cada variable*

### 3.3.2.6. Optimización de los tramos 5 y 6

**Directriz y ruta optimizada.** Para la aplicación del modelo se parte de tres puntos, el primero de ellos corresponde al vértice usando en el tramo 4 que se encuentra sobre una vía de tercer nivel hacia Paraguairí, el vértice intermedio de la alternativa B y el vértice final propuesto para la llegada a la subestación.

La optimización al igual que en las secciones anteriores, se realizó entre estos dos tramos, sin embargo, la unión entre estas dos secciones no respetaba las condiciones técnicas, por esta razón, la optimización se presenta para ambos tramos. La figura a continuación muestra el resultado de la optimización.

**Mapa 11.** Directriz y ruta optimizada para el tramo 5 y 6 de la LT 220 kV



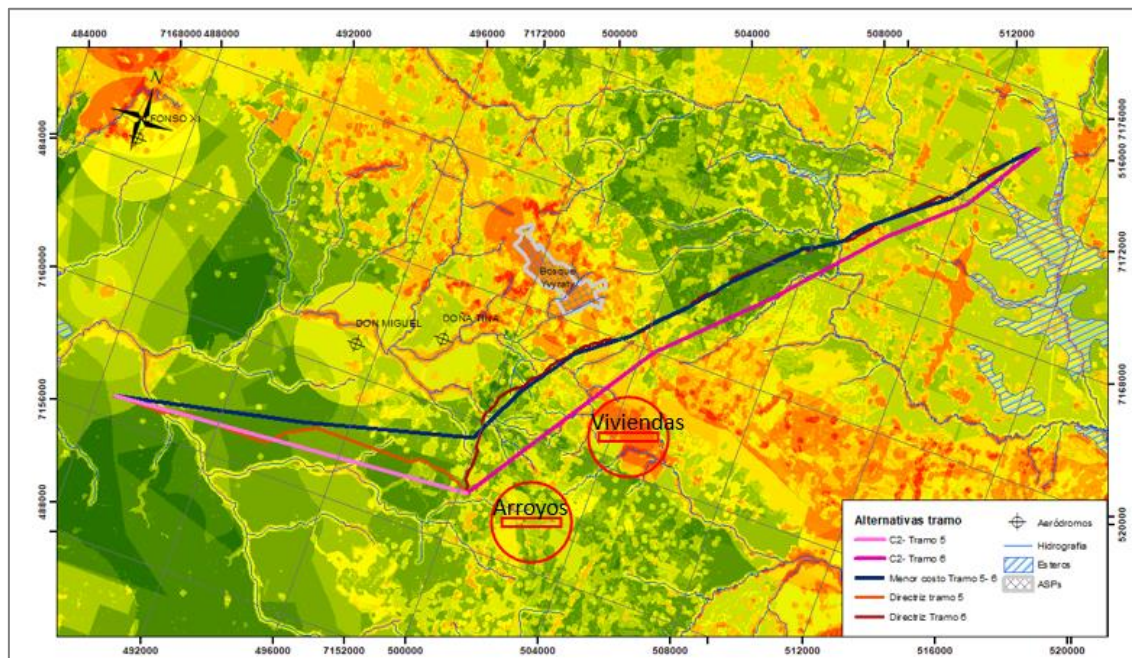
**Criterios más determinantes para la definición de la directriz.** Los criterios con mayor peso que han determinado la directriz del trazado óptimo han sido (de Este a Oeste):

- Evitar zonas de concentración de viviendas.
- Disminuir la afectación de bosque y sus relictos.
- Disminuir la afectación sobre esteros.



Gráficamente, la lógica de minimización de impacto descrita anteriormente se refleja en la siguiente figura.

**Figura 14.** Lógica de minimización de impactos aplicada tramo 5 y 6.



Restricciones

**Tabla comparativa de afecciones.** En la siguiente Tabla se cuantifican las afecciones ambientales y sociales más determinantes para la categorización del proyecto, tanto en el tramo de estudio como en la propuesta de tramo optimizado. Se observa que la sección optimizada reduce las afecciones totales respecto a las rutas de partida.

**Tabla 13.** Cuantificación afectaciones ambientales y sociales Tramo 5 y 6- Componente 2.

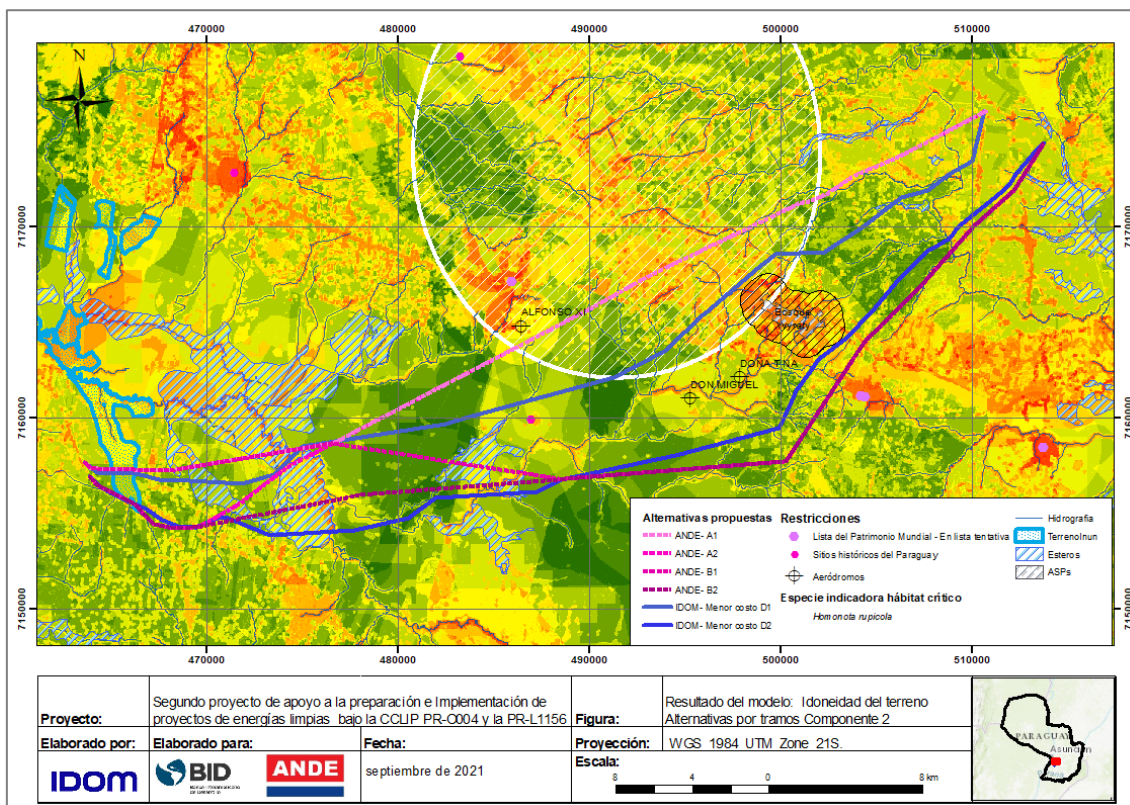
Variables que influyen en la categorización del proyecto y otros indicadores de impacto	ANDE A1 – Tramo 5 y 6	IDOM Tramo 5 y 6
Longitud de la línea (km)	33,3	<b>32,3</b>
Afección a áreas de Hábitat Natural: BOSQUE (umbral categoría A: supresión de la vegetación superior a 30 hectáreas)	37,1	<b>28,8</b>
Afección a inmuebles	9	<b>1</b>
Cruces con ríos (metros)	1334	<b>550</b>

*Destacados en negrita los valores mínimos de los rangos de cada variable*

### 3.3.2.7. Resultado final de las optimizaciones por tramos

**Ruta optimizada por tramos (sumatorio de tramos optimizados).** Como ejercicio final se han unido las resultantes de los distintos tramos optimizados, lo que ha permitido generar dos nuevas rutas optimizadas completas (una para cada alternativa inicial de la ANDE). Se muestran en el siguiente Mapa.

**Mapa 12.** Resultado final unión tramos optimizados.



**Tabla comparativa de afecciones.** En la siguiente Tabla se cuantifican las afecciones ambientales y sociales más determinantes para la categorización del proyecto, para las alternativas propuestas por la ANDE y las dos rutas optimizadas por tramos.

Se observa como las rutas optimizadas disminuyen la afectación sobre el medio en la mayoría de criterios considerados.

**Tabla 14.** Cuantificación afectaciones ambientales y sociales unión tramos optimizados

Variables que influyen en la categorización del proyecto y otros indicadores de impacto	ANDE A1	ANDE B2	IDOM D1	IDOM D2
Longitud de la línea (km)	<b>51,6</b>	59,2	53,7	58,6
Afección a áreas de Hábitat Natural: BOSQUE (umbral categoría A: supresión de la vegetación superior a 30 hectáreas)	49,8	60,2	<b>36,8</b>	40,4
Afección a áreas de distribución de especies indicadoras de hábitats naturales críticos: afección al área de distribución de la especie <i>Homonota rupicola</i> endémica, en peligro crítico y de distribución restringida.	88,0	<b>0</b>	60,3	<b>0</b>
Afección a inmuebles	3	15	3	<b>1</b>
Cruces con ríos (metros)	<b>916</b>	2252	1116	1439
Esteros interceptados (hectáreas)	<b>14,6</b>	20,9	<b>14,7</b>	18,4
Terreno inundable interceptado (hectáreas)	6,5	3,3	6,0	<b>1,7</b>

*Destacados en negrita los valores mínimos de los rangos de cada variable*

### **3.4. Optimización mediante trabajo de campo**

#### **3.4.1. Trabajo de campo social**

El trabajo de campo social se realizará sobre la ruta del Componente 2 finalmente aceptada por BID-ANDE. Teniendo en cuenta los resultados y conclusiones de este estudio, IDOM recomienda la adopción de la ruta descrita en el capítulo 3.3.1.

El trabajo de campo sería realizado a lo largo de dos semanas, con la misma metodología, instrumentos y equipo con el que se ha realizado el levantamiento de campo social del Componente 1, descrito en el Entregable del Producto 1 de esta consultoría (ver documento aprobado del Plan de trabajo).

El trabajo supone la realización del recorrido completo del trazado y la aplicación y procesamiento de los instrumentos sociales, por parte del equipo de especialistas sociales.

#### **3.4.2. Trabajo de campo ambiental**

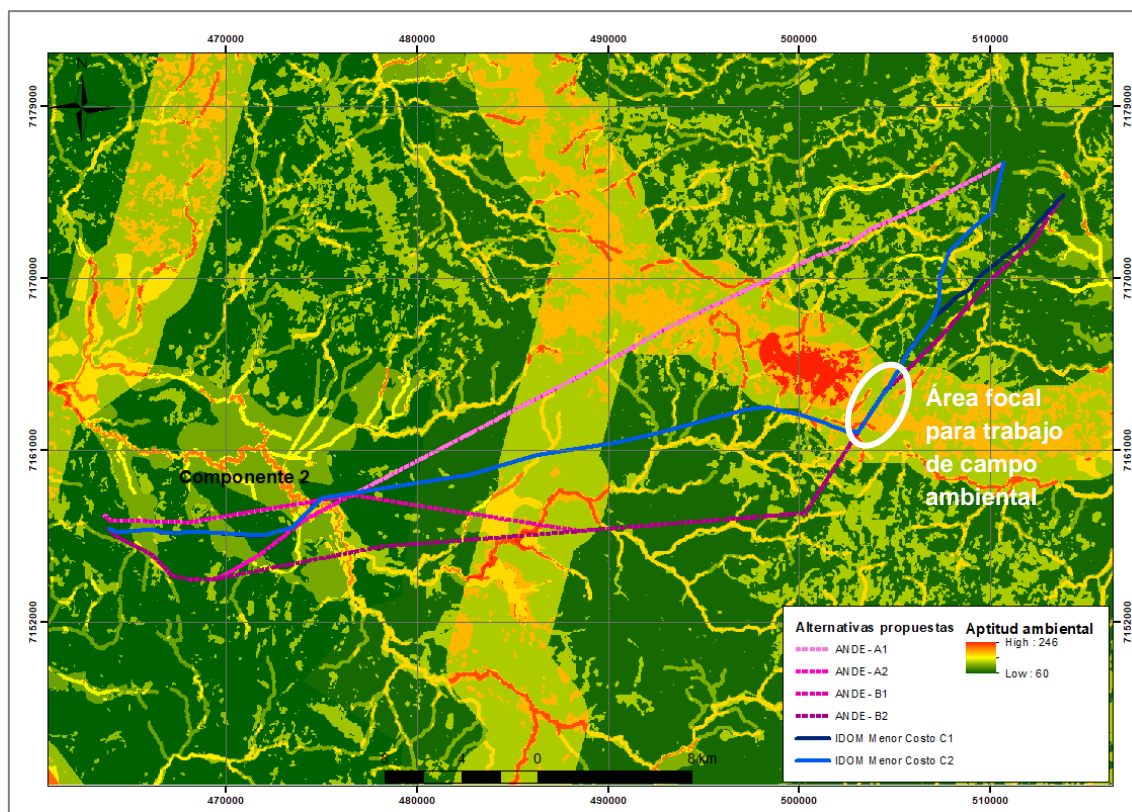
El trabajo de campo ambiental se realizará con la metodología, instrumentos y equipo descritos en el Entregable del Producto 1 de esta consultoría (ver documento aprobado del Plan de trabajo).

La metodología se basa en la verificación en campo, por parte de personal especializado, de las características de áreas que cualifican como hábitat natural crítico con mayor potencial de ser afectado por el proyecto.

Para la geolocalización justificada del área focal para el trabajo de campo ambiental, se ha realizado un modelo de aptitud territorial específicamente ambiental para el área de estudio del Componente 2 (ver mapa inferior). Este modelo superpone la información de todas las restricciones de carácter ambiental descritas en el Anexo 3, es decir, áreas de hábitats naturales críticos (por espacios, especies y conectividad) y áreas de hábitats naturales (terrestres y acuáticos).



**Mapa 13.** Modelo de aptitud territorial ambiental en el área de estudio del Componente 2

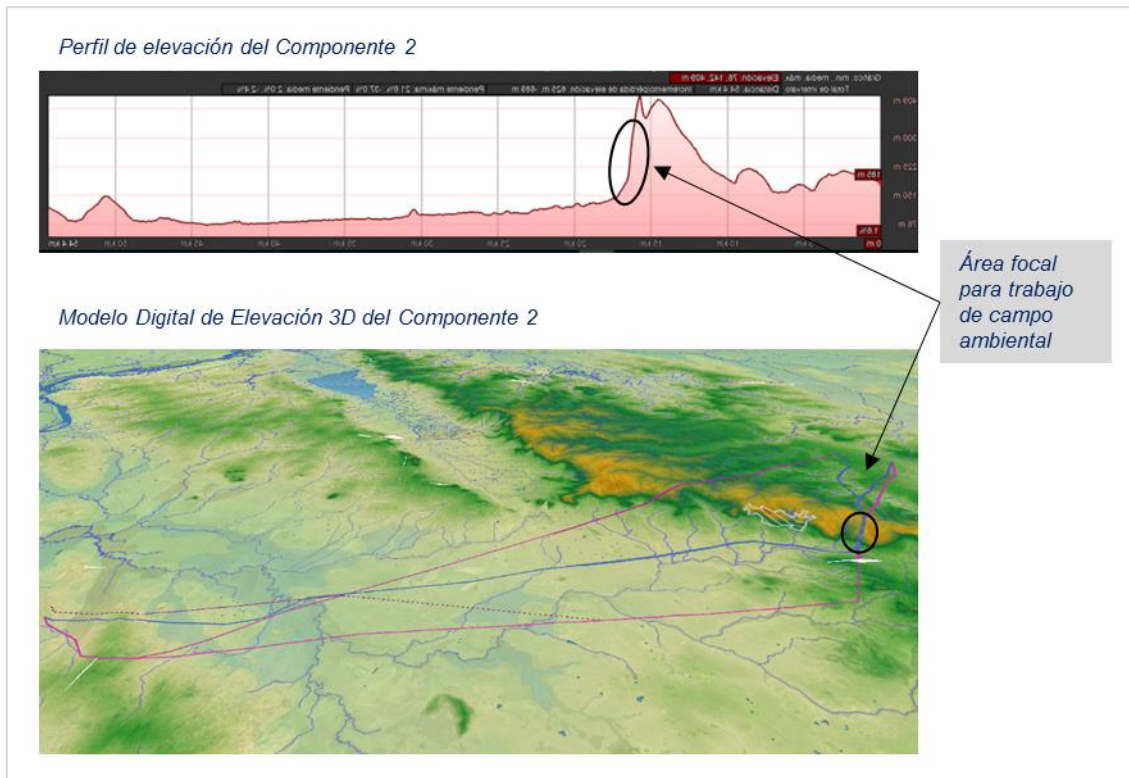


Se considera que el área de mayor interés conjunto, desde el punto de vista ambiental, es la sección del trazado que atraviesa la Cordillera de Los Altos, por reunir las siguientes características:

- Proximidad a la Reserva Natural del “Bosque Yvyraty” (única Área Silvestre Protegida del área de estudio).
- Intercepción transversal del Corredor Ecológico que conecta la ASP hacia el Este.
- Condición de ecotono, debido al brusco gradiente altitudinal.
- Elevadas pendientes, superiores al 20%, por lo que pueden producirse procesos erosivos.
- Alta visibilidad (la zona preside el denominado “Valle de los Volcanes”) y elevado valor panorámico, escénico y paisajístico.

Se propone, por tanto, centrar el trabajo de campo en la zona anteriormente indicada.

**Figura 15.** Área focal para trabajo de campo ambiental del Componente 2



## 4. Resultados del estudio de trazado de la LT 500 kV del Componente 1 (Margen Derecha - Villa Hayes)

### 4.1. Revisión y evaluación del estudio previo existente y sus resultados

**Antecedentes, objetivos y condicionantes.** Como insumo para realizar este estudio de trazado del Componente 1, se recibió por parte del BID al inicio de los trabajos el informe final del “*Estudio de Análisis de alternativas para la construcción y operación de la Línea de Transmisión en 500 kV Margen Derecha- Villa Hayes y sus Instalaciones Asociadas*”, de Enero de 2021, realizado por la firma consultora JGP.

La revisión y evaluación de dicho estudio previo existente y de sus resultados fue realizada durante la última semana del mes de junio y primera semana del mes de julio de 2021. En ese momento, el principal objetivo de la revisión era evaluar si el trazado propuesto como resultado del estudio se podía considerar suficientemente sólido y optimizado desde el punto de vista ambiental y social como para ser tomado como referente para la realización del trabajo de campo social que iba a dar soporte a la realización del Estudio de Impacto Ambiental y Social del Componente 1. Ello se debía a que la organización, inicio y desarrollo de dichos trabajos de campo representaban el camino crítico del cronograma debido a su duración prevista (de casi dos meses), consecuencia de la extensión de la Línea de Transmisión del Componente 1 (más de 350 km).

Por otra parte, téngase en cuenta que dicha revisión tuvo lugar antes de la elaboración del modelo de aptitud territorial y la construcción de la herramienta geoespacial con la que se ha optimizado el trazado del Componente 2.

**Bases de partida, criterios y restricciones socioambientales aplicadas.** Los insumos de los que se partió para la realización del estudio anterior fueron tres trazados alternativos generados por la ANDE con criterios topográficos y técnico-económicos. La optimización de dichos trazados de partida se llevó a cabo teniendo en cuenta y aplicando las restricciones técnicas, ambientales y sociales que se indican en la siguiente tabla.

**Tabla 15.** Restricciones ambientales tenidas en cuenta en la consultoría de estudio de alternativas anterior.

Medio	Capa	Restricción	Importancia
Físico	Relieve*	Áreas de relieve accidentado, que imponen importantes restricciones de accesibilidad durante la construcción de la LT	**
	Ríos principales	Planicies fluviales más anchas que el vano promedio de aproximadamente 400 m	Media
	Lagos macro y áreas encharcadas	Cursos de agua con más de 400 m de ancho	Media
	*	Áreas con baja capilaridad de accesos existentes, exigiendo la construcción de mayor cantidad de caminos de servicio durante las obras.	**

Medio	Capa	Restricción	Importancia
<b>Biótico</b>	Vegetación 500 ha	Fragmentos de cobertura vegetal nativa con área mayor o igual a 500 ha	Alta
	Fragmentos de todos los tamaños	Fragmentos de cobertura vegetal nativa con área mayor que 250 ha y menor que 500 ha	Alta
	ASP_SIAM	Áreas Silvestres Protegidas bajo la Ley No 352/94	Alta
	IBAS	Important Bird Areas (IBAs)	Alta
	EBAS	Endemic Bird Areas (EBAS)	Media
<b>Social</b>	Comunidades	Comunidades Indígenas en diferentes situaciones jurídicas cuanto a su proceso de identificación y reconocimiento	Alta
	Usos del suelo*	Uso del suelo, incluyendo el mapeo de áreas con agricultura familiar en pequeñas parcelas, asentamientos rurales, etc.	**
	Construcciones	Número de construcciones en la futura servidumbre de 70 m	**
	Pistas de aterrizaje	Intercepción de pistas de aterrizaje: a. Pistas de aterrizaje de asfalto b. Pistas de aterrizaje de tierra o césped, con infraestructura de servicios c. Pistas de aterrizaje de tierra o césped, sin infraestructura Fuente no indicada	Alta - Media y baja respectivamente
	Áreas urbanas	Áreas urbanas	Alta
	Catastro Minero	Áreas activas de exploración minera.	Alta

\* Información no contenida dentro de los archivos recibidos.

\*\* Información no especificada dentro del documento del informe final.

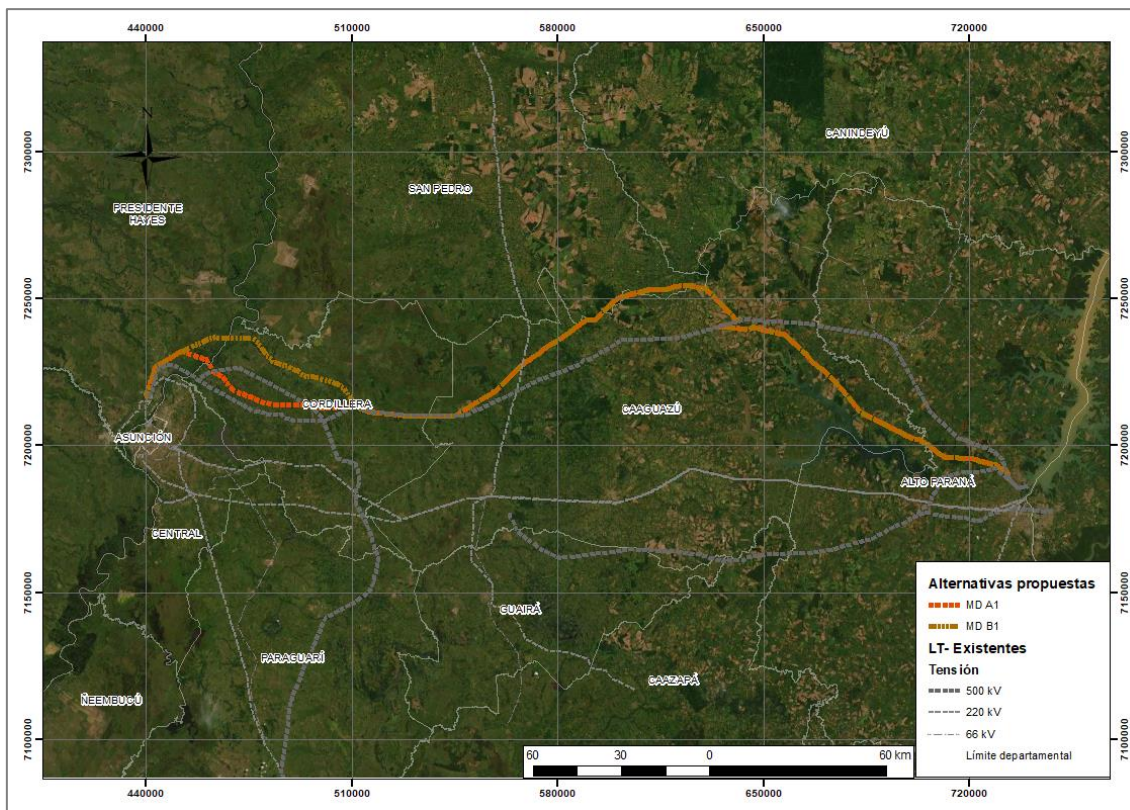
**Metodología de optimización aplicada.** La optimización se realizó en un primer término mediante ajuste directo sobre plano, contrastando los trazados iniciales con las capas de información geoespacial representativas de las restricciones arriba consideradas, realizando los desplazamientos necesarios (sobre plano) de la ruta inicial para evitar las afecciones principales identificadas.

Posteriormente, el estudio también incorporó la realización del trabajo de campo, para realizar verificaciones in situ de afecciones potenciales concretas preidentificados en gabinete a partir de información geoespacial.

**Resultados.** El estudio generó la macrodirectriz de ruta optimizada que se representa en el siguiente Mapa. Se observa que en tramo final del Componente 1, desde San José Obrero hasta las proximidades de la subestación de llegada de Villa Hayes, se presentan dos alternativas de trazado, una que discurre más al Norte, denominada MD B1 en el mapa, y otra que discurre por el Sur, denominada MD A1 en el mapa.



**Figura 16.** Macrodirectriz de trazado del Componente 1 con sus 2 alternativas (A y B) en su sector final.



**Evaluación y conclusiones del estudio y sus resultados.** Se considera que la metodología aplicada para la realización del estudio es adecuada para generar una ruta suficientemente optimizada desde el punto de vista ambiental y social, previniendo los principales impactos socioambientales sobre las variables y factores ambientales clave considerados por las salvaguardas de aplicación del BID, y en particular, sobre las que determinan la categorización del proyecto (hábitats naturales, hábitats naturales críticos, reasentamiento involuntario y comunidades y tierras indígenas).

Como consecuencia de lo anterior, se consideró que el trazado del Componente 1 propuesto como resultado del estudio (ver Mapa arriba) podía ser tomado como referente de partida para la realización del trabajo de campo social, de tal forma que las optimizaciones adicionales que se incorporen al trazado se deriven fundamentalmente de los hallazgos del trabajo de campo.

## 4.2. Ejercicio práctico de aplicación de la herramienta geoespacial usada para el estudio del Componente 2, también al Componente 1

**Justificación.** La herramienta geoespacial creada y utilizada para realizar el estudio de trazado del Componente 2, es diferente de la que usó para el Componente 1, incorporando la primera de ellas algunas variables socioambientales más respecto a la segunda (principalmente, en lo ambiental, una mayor profundización en los criterios que determinan los hábitats naturales críticos, y en lo social, un mayor detalle de la ubicación de los inmuebles y del estatus de propiedad de la tierra). Por otra parte, la funcionalidad también es diferente, ya que la herramienta desarrollada para el Componente 2 es de base cuantitativa (asigna a cada punto del territorio un valor proporcional al acumulado de las restricciones socioambientales que soporta) y predictiva (permite calcular una directriz de ruta óptima de forma automática por optimización matemática).

**Figura 17.** Comparativa de criterios técnicos y socioambientales integrados en las dos herramientas

Restricciones técnicas (4)	Restricciones ambientales (5)	Restricciones sociales (6)
<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) Pendientes</li> <li>(b) Proximidad a red vial</li> <li>(c) <u>Proximidad a electroductos</u></li> <li>(d) <u>Amenazas por riesgos de incendio e inundación (sin y con cambio climático)</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) Hábitats naturales críticos I – Espacios (Áreas silvestres protegidas, Reserva de la Biosfera, IBAs, KBAs, EBAs) + <u>Áreas de amortiguamiento de ASPs</u></li> <li>(b) Hábitats naturales críticos II – <u>Especies (áreas de distribución de especies amenazadas, casi amenazadas y endémicas de distribución restringida)</u></li> <li>(c) Hábitats naturales críticos III – <u>Conectividad (áreas de valor para la conectividad –corredores ecológicos, corredor azul- y áreas de distribución de especies de avifauna migratoria con mayor riesgo de colisión con LT)</u></li> <li>(d) Hábitats naturales terrestres (bosque)</li> <li>(e) Hábitats naturales acuáticos (ríos, lagos y <u>otras láminas de agua, como esteros y zonas inundables</u>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) <u>Viviendas y otros inmuebles</u></li> <li>(b) <u>Distritos vulnerables</u> (vulnerabilidad multidimensional <u>distrital: económica, salud, calidad de vivienda, educación</u>)</li> <li>(c) Comunidades y tierras indígenas</li> <li>(d) Patrimonio cultural tangible</li> <li>(e) Actividades económicas e infraestructuras (concesiones mineras; aeródromos)</li> <li>(f) <u>Tenencia de la tierra</u></li> </ul>

**Legenda:**

- En estilo subrayado: se indican los criterios adicionales tenidos en cuenta en este estudio, en comparación con los que fueron considerados en el estudio previo de trazado del Componente 1 que ha sido usado como insumo para este estudio.

La herramienta geoespacial creada y utilizada para realizar el estudio de trazado del Componente 2 no pudo ser utilizada para revisar el estudio de trazado del Componente 1 porque materialmente no podía estar finalizada y disponible con anterioridad al inicio del trabajo de campo (camino crítico del cronograma). No obstante, en cuanto ha estado disponible la herramienta, se ha considerado oportuno realizar un ejercicio práctico de aplicación de la misma también al Componente 1, cuyos resultados se presentan en este capítulo.

El principal objetivo de este ejercicio se centra en comparar desde el punto de vista ambiental y social las alternativas que el estudio anterior ofrecía para el tramo final del Componente 1, es decir, el que discurre entre San José Obrero y las proximidades de la subestación de llegada de Villa Hayes, para informar mejor la decisión que se tome al respecto de la elección de la alternativa de trazado en ese tramo (teniendo en cuenta, además, que el trabajo de campo se realiza sobre los dos tramos por igual).



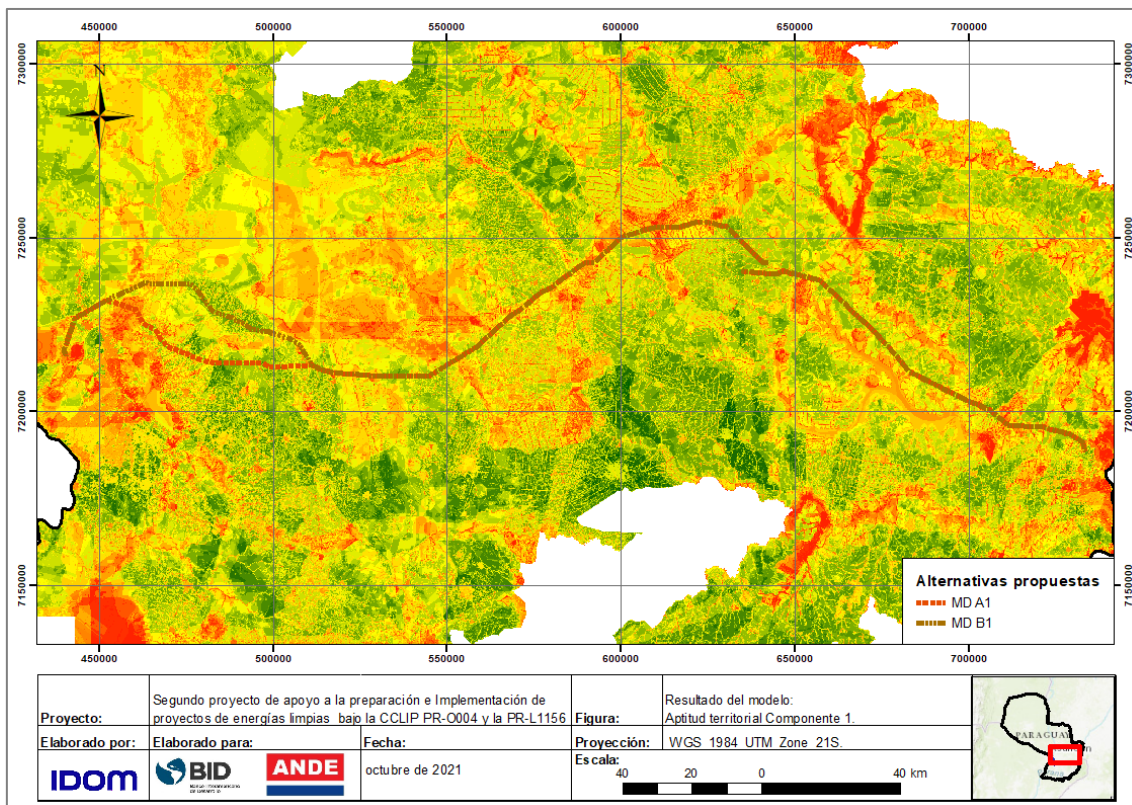
En cualquier caso, y por coherencia con el tratamiento realizado para el Componente 2, el ejercicio que se presenta en este capítulo para el Componente 1, se realiza en primer lugar calculando una directriz de ruta completa (a partir del punto inicial y final) y posteriormente se realiza una optimización por tramos. Como es previsible, al aplicar herramientas distintas, este ejercicio conduce a la obtención de resultados diferentes de los que se obtuvieron en el estudio previo de trazado. A pesar de ello, se considera que las diferencias no son suficientemente significativas como para replantear la conclusión del Capítulo 4.1.

En este sentido, las posibles oportunidades de optimización de trazado adicionales que se han identificado en este capítulo se presentan solamente a modo de ejemplo ilustrativo de la aplicación de la herramienta, pero no como recomendación de directriz de trazado, ya que se asume como premisa que la optimización del trazado del Componente 1 se realiza a través de los hallazgos del trabajo de campo (ya realizado) y no del uso de la herramienta geoespacial. Ello no es óbice para que eventualmente las optimizaciones que se presentan en este capítulo puedan llegar a ser tenidas en cuenta para su evaluación en futuras etapas del ciclo de vida del proyecto.

#### 4.2.1. Consideraciones generales sobre la aptitud y fragilidad territorial en el área de estudio

En la siguiente imagen se muestra el mapa de aptitud territorial del área considerada para el estudio de trazado del Componente 1 (realizado según descripción del Capítulo 2.2 de este informe).

**Mapa 14.** Aptitud territorial en el área de estudio del Componente 1



Todos los criterios descritos en el capítulo 2.2.2 han sido considerados para confeccionar el mapa anterior, sin embargo, son los criterios que se indican a continuación los que más condicionan en la práctica la implantación física del proyecto en esta área de estudio:

**Tabla 16.** Síntesis de criterios más determinantes para el estudio de trazado presentes en el área de estudio

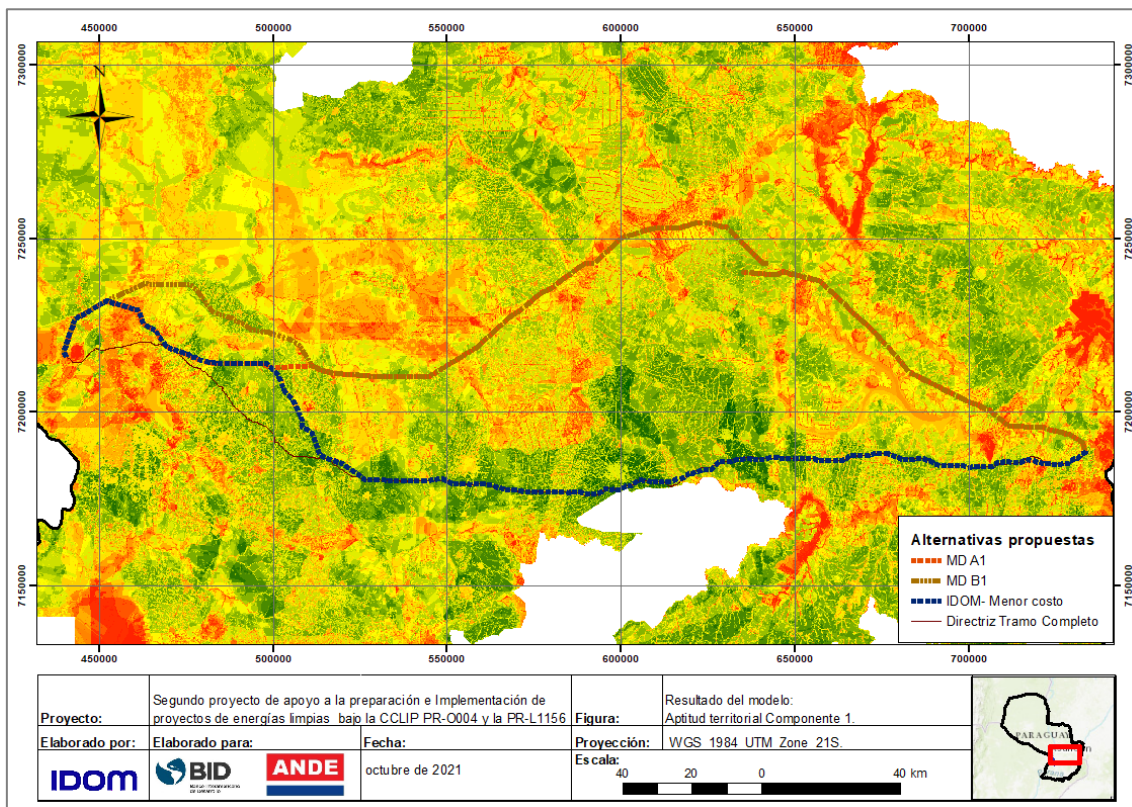
Criterios más determinantes para el estudio de trazado	Detalle de los elementos más significativos presentes en el área de estudio
Presencia de hábitats naturales críticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASP Reserva Ecológica Capiibari</li> <li>• IBA Arroyos y Esteros</li> <li>• Zonas de distribución de especies indicadoras de hábitats naturales críticos asociadas al IBA anterior.</li> </ul> (ver detalles en Anexo 3a y 3b)
Presencia de hábitats naturales (terrestres y acuáticos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas de concentración de parches de bosque (todas)</li> <li>• Cursos de agua y zonas de concentración de esteros (todos) con sus ecosistemas acuáticos.</li> </ul> (ver detalles en Anexo 3d y 3e)
Presencia de viviendas y otros inmuebles y edificaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas de concentración de inmuebles (todas las zonas urbanas y periurbanas)</li> <li>• Escuelas y centros educativos (todos)</li> </ul> (ver detalles en Anexo 4a)
Presencia de comunidades y tierras indígenas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidades indígenas Ypachi, Ypa'u Toledo, Com Indig Independiente, Yvy Moroti, Com Indig Ypachi</li> </ul> (ver detalles en Anexo 4c)
Patrimonio cultural	No aplica
Presencia de otros usos incompatibles con el proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aeródromo Lobo Cua II</li> <li>• Polígono minero ubicado en los distritos de Capiibary, Yhú, Vaquería y Yasy Cañy</li> </ul> (ver detalles en Anexo 4e)
Otros criterios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas inundables (todas)</li> </ul> (ver detalles en Anexo 2d)

En los capítulos siguientes se detalla dónde se encuentran estos VECs y cómo el procedimiento seguido para el cálculo y optimización de la ruta óptima han permitido prevenir afecciones significativas sobre los mismos.

#### 4.2.2. Optimización de ruta completa (de punto inicial a punto final)

**Directriz y ruta optimizada.** Se aplicó la metodología basada en el modelo de aptitud territorial a los puntos inicial y final de la LT 500 kV Margen Derecha- Villa Hayes, segundo circuito, obteniéndose la directriz y la ruta optimizada que se presenta en el plano y figura siguientes.

**Mapa 15.** Directriz y ruta optimizada para la línea completa de la LT 500 kV.



**Criterios más determinantes para la definición de la directriz.** Como se evidencia en la figura el modelo indica que la zona con mejor aptitud territorial para la instauración de la LT corresponde a un trazado que uniría las subestaciones por el lado sur del área de estudio, sin embargo y teniendo en cuenta que se parte de la premisa de que por cuestiones de planificación del sistema eléctrico conviene plantear la línea de transmisión más al norte, este resultado ha sido descartado.

A continuación, se indican los criterios tenidos en cuenta por el modelo que han determinado la directriz del trazado óptimo (de Este a Oeste):

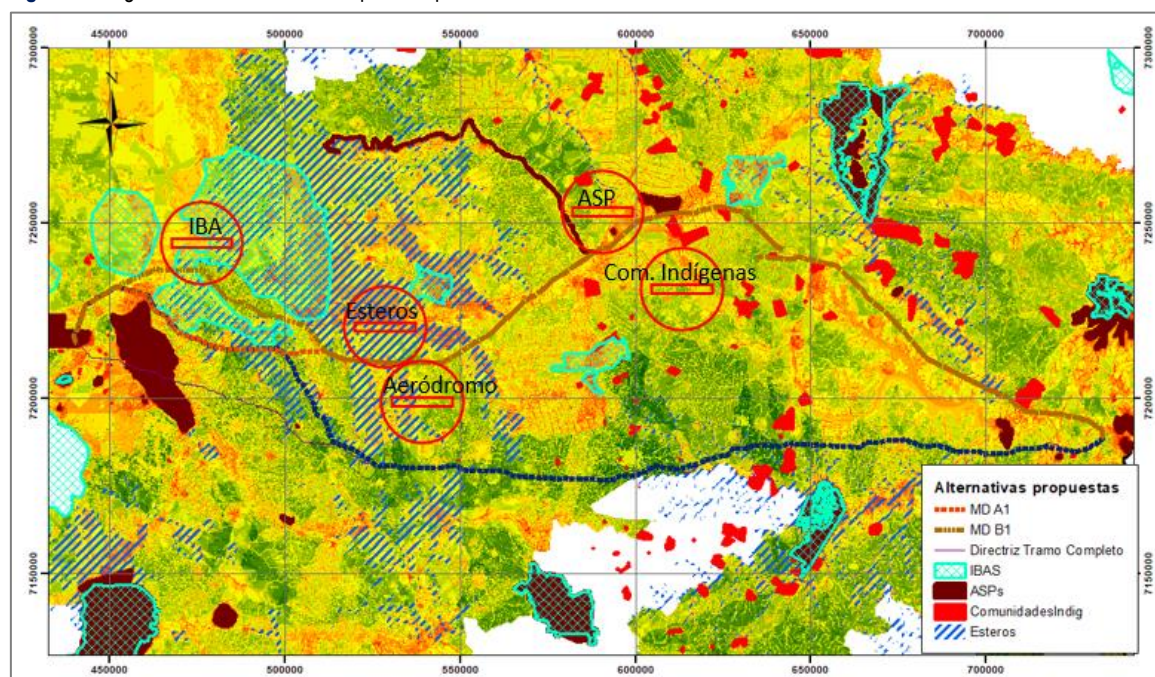
- Evitar el ASP Reserva Ecológica Capiibari y el IBA Arroyos y Esteros.
- Evitar zonas de concentración de esteros y terreno inundable en el departamento de Cordillera.
- Distanciar de las comunidades indígenas a menos de 1 km (Com Indig Ypachi, Com Indig Ypa'u Toledo, Com Indig Independiente, Com Indig Yvy Moroti, Com Indig Ypachi).



- Evitar el aeródromo Lobo Cua II.
- Evitar las interacciones con áreas del catastro minero y canteras (2 interacciones a lo largo de la traza).

Gráficamente, la lógica de minimización de impacto descrita anteriormente se refleja en la siguiente figura.

**Figura 18.** Lógica de minimización de impactos aplicada



Restricciones Preferencias

**Tabla comparativa de afecciones.** En la siguiente Tabla se cuantifican las afecciones ambientales y sociales más determinantes para la categorización del proyecto, tanto en las alternativas de partida como en la propuesta de ruta optimizada. Se observa que la ruta optimizada reduce significativamente las afecciones totales respecto a las rutas de partida.

**Tabla 17.** Cuantificación afectaciones ambientales y sociales alternativas componente 2.

Variables que influyen en la categorización del proyecto y otros indicadores de impacto	MD A1	MD B1	Menor costo
Longitud de la línea (km).	356,7	359,5	<b>336,4</b>
Afección a áreas de Hábitat Natural: BOSQUE (umbral categoría A: supresión de la vegetación superior a 30 hectáreas).	335,8	351,7	<b>287,5</b>
Afección a hábitats naturales críticos: Áreas Silvestres protegidas* Reserva Ecológica Capiibary.	7,1	7,1	<b>0</b>
Afección a hábitats naturales críticos: IBA Arroyos y Esteros.	0	44,2	<b>0</b>
Afección a inmuebles	<b>30</b>	40	33
Cruces con ríos (km).	9872	<b>7496</b>	9581
Esteros interceptados (hectáreas).	325,7	<b>275,8</b>	288,2

Terreno inundable interceptado (hectáreas).	100,3	120,1	87
---	-------	-------	----

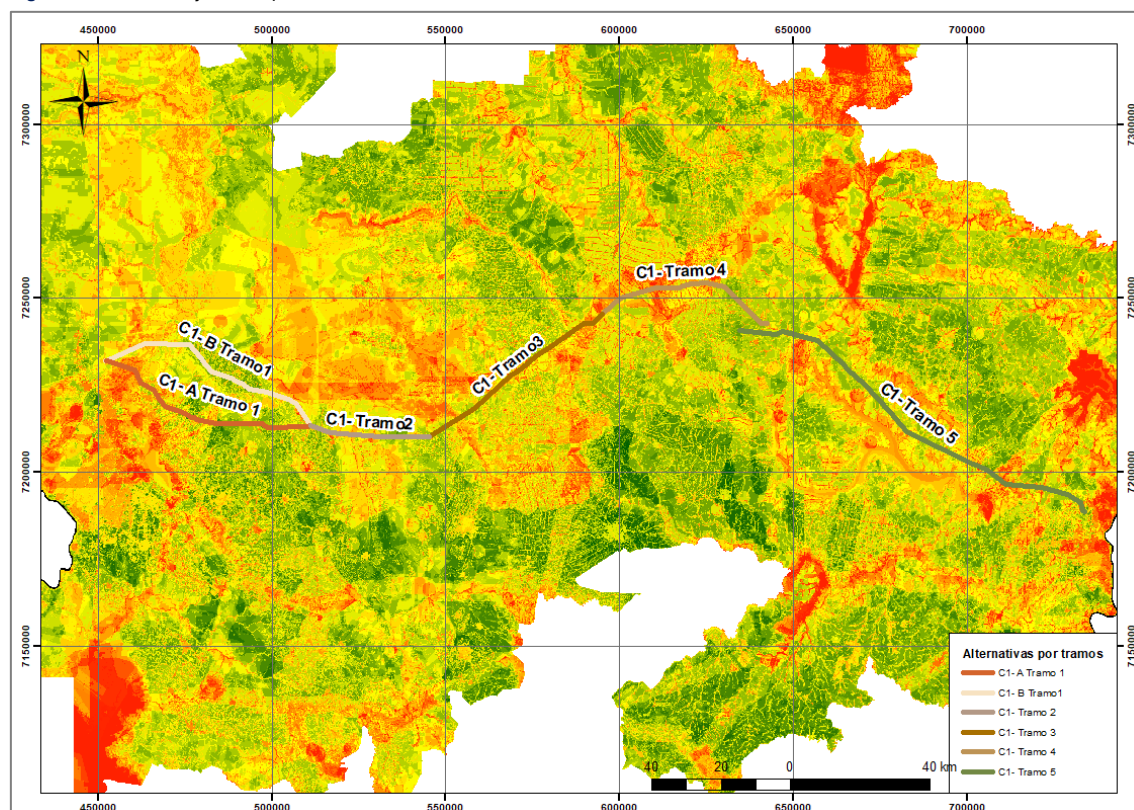
\*No se incluye la Reserva de recursos manejados Humedales del bajo Chaco, zona donde se encuentra la subestación de Villa Hayes.

### 4.2.3. Optimización por tramos

#### 4.2.3.1. Mapa de tramos

Para la definición de los tramos en consideración se tuvieron en cuenta los principales vértices de las MD propuestas. Así, se obtuvieron 5 tramos para el estudio, detallados en la siguiente figura.

Figura 19. Tramos objeto de optimización.

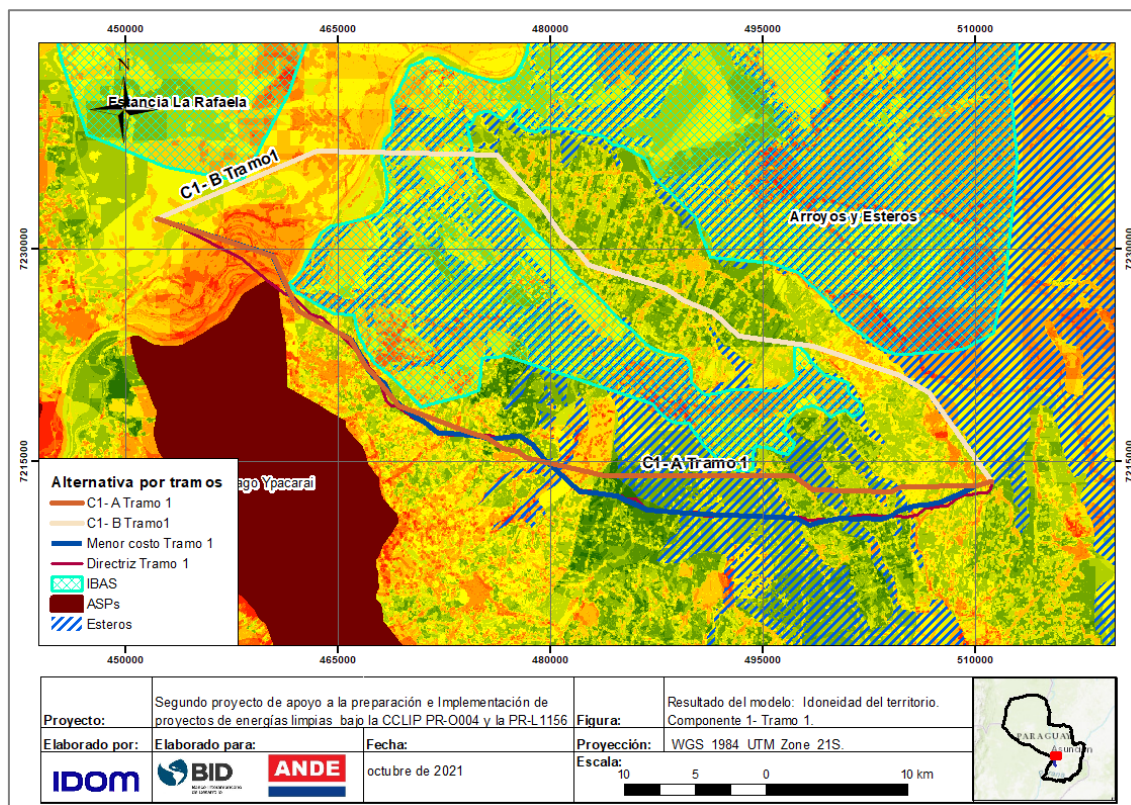




#### 4.2.3.2. Optimización del tramo 1

**Directriz y ruta optimizada.** Siguiendo la metodología de mínimo impacto, el primer tramo para estudio corresponde a la bifurcación entre las Macrodirectrices A1 y B1. Así, el resultado del modelo arroja una línea de conexión muy similar a la MD 11A, como se evidencia en la imagen a continuación.

**Mapa 16.** Directriz y ruta optimizada para el primer tramo de la LT 500 kV

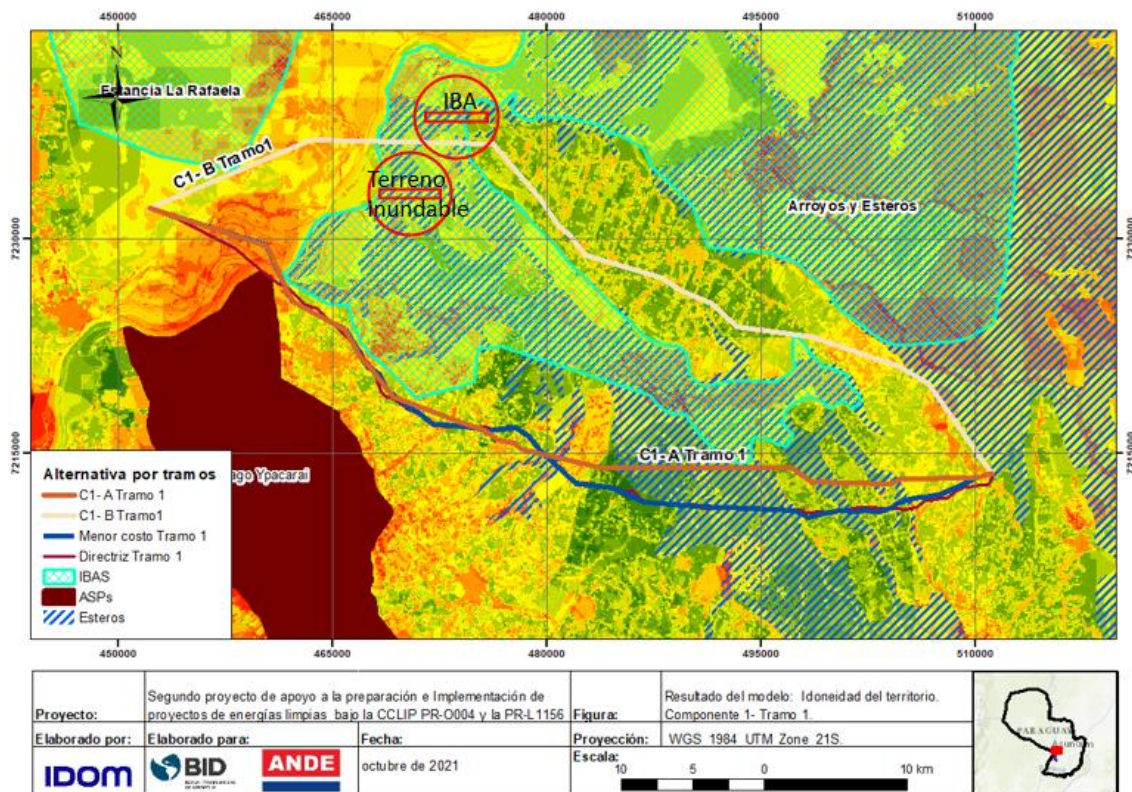


**Criterios más determinantes para la definición de la directriz.** Los criterios con mayor peso que han determinado la directriz del trazado óptimo han sido (de Oeste a Este):

- Disminuir la afectación sobre terreno inundable.
- Evitar el IBA Arroyos y Esteros, incluido por 3 poblaciones de especies, dos en estado vulnerable y uno en peligro según la Lista roja de la IUCN.

Gráficamente, la lógica de minimización de impacto descrita anteriormente se refleja en la siguiente figura.

Figura 20. Lógica de minimización de impactos aplicada



Restricciones

**Tabla comparativa de afecciones.** En la siguiente Tabla se cuantifican las afecciones ambientales y sociales más determinantes para la categorización del proyecto, tanto en el tramo de estudio como en la propuesta de tramo optimizado. Se observa que la sección optimizada reduce las afecciones totales respecto a las rutas de partida.

Tabla 18. Cuantificación afectaciones ambientales y sociales Tramo 1- Componente 1.

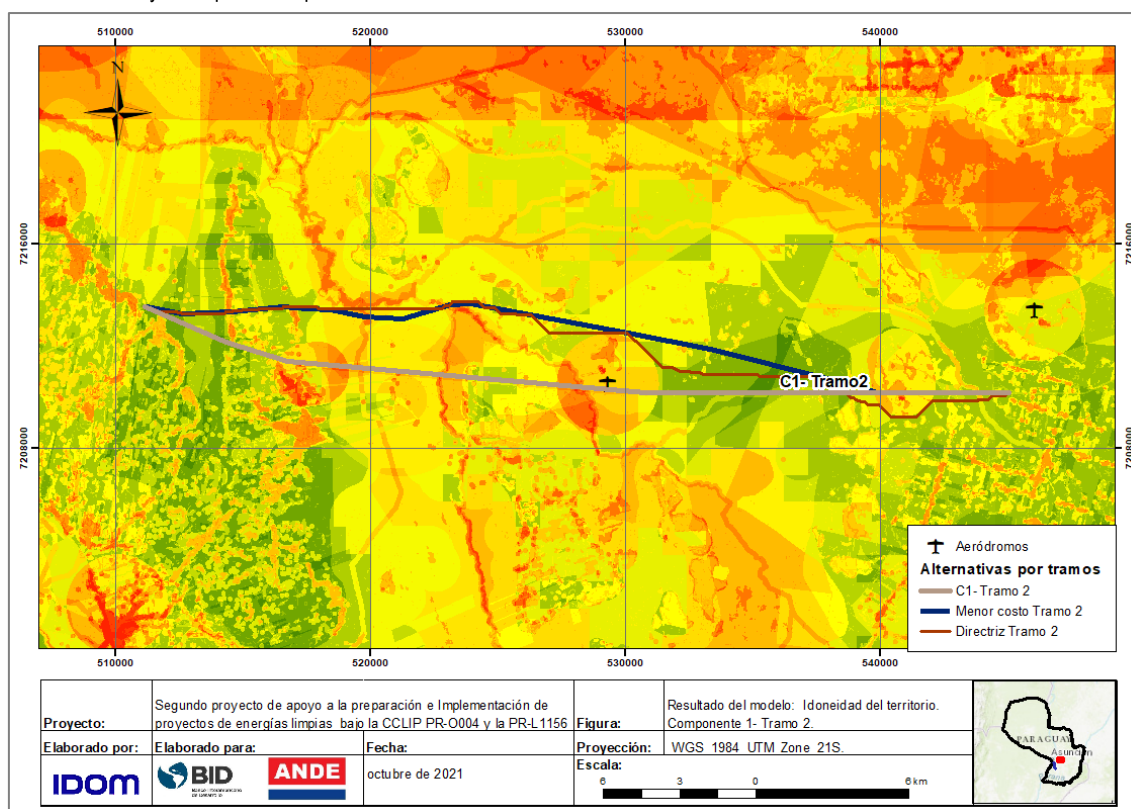
Variables que influyen en la categorización del proyecto y otros indicadores de impacto	MD A1- Tramo 1	MD B1 - Tramo 1	IDOM Tramo 1
Longitud de la línea (km)	66,2	69,0	68,0
Afección a áreas de Hábitat Natural: BOSQUE (umbral categoría A: supresión de la vegetación superior a 30 hectáreas)	110,1	126,8	<b>84,4</b>
Afección a hábitats naturales críticos: IBA Arroyos y Esteros	0	44,15	0
Afección a inmuebles	19	27	<b>10</b>
Cruces con ríos (metros)	2749	<b>373</b>	3087
Esteros interceptados (hectáreas)	114,5	<b>64,6</b>	89,0
Terreno inundable interceptado (hectáreas)	53,0	72,8	<b>52,0</b>

Destacados en negrita los valores mínimos de los rangos de cada variable

#### 4.2.3.3. Optimización del tramo 2

**Directriz y ruta optimizada.** Partiendo del vértice 2 en donde termina la bifurcación de alternativas tenida en cuenta en el tramo anterior y el vértice 3 donde culmina la paralelización con el circuito 1 del LT 500 kV Margen Derecha- Villa Hayes, se aplicó la metodología de menor costo. Obteniéndose la directriz y la ruta optimizada que se presenta en el plano y figura siguientes.

**Mapa 17.** Directriz y ruta optimizada para el tramo 2 de la LT 220 kV



**Criterios más determinantes para la definición de la directriz.** El principal criterio tenido en cuenta por el modelo es el distanciamiento del buffer de seguridad creado para el aeródromo autorizado Lobo Cua II en el distrito de Caragatay, departamento de Cordillera.

Actualmente ya existe paralelización entre dicho aeródromo y el circuito 1 de menos de 400 m, la instalación de la LT en este tramo acercaría a 200 m la pista. La figura a continuación muestra con un mayor detalle sobre el aeródromo la localización del circuito 1, la alternativa planteada y la optimización.



**Figura 21.** Localización aeródromo Lobo Cua II en el tramo 2.



**Tabla comparativa de afecciones.** En la siguiente Tabla se cuantifican las afecciones ambientales y sociales más determinantes para la categorización del proyecto, como se puede evidenciar no todos los criterios presentan disminución de afectación, si no que, por el contrario, el distanciar la LT del aeródromo puede afectar principalmente las comunidades de árboles de la zona; por esta razón, se mantiene el tramo 2 propuesto en la Macro- Directriz.

**Tabla 19.** Cuantificación afectaciones ambientales y sociales Tramo 2- Componente 1.

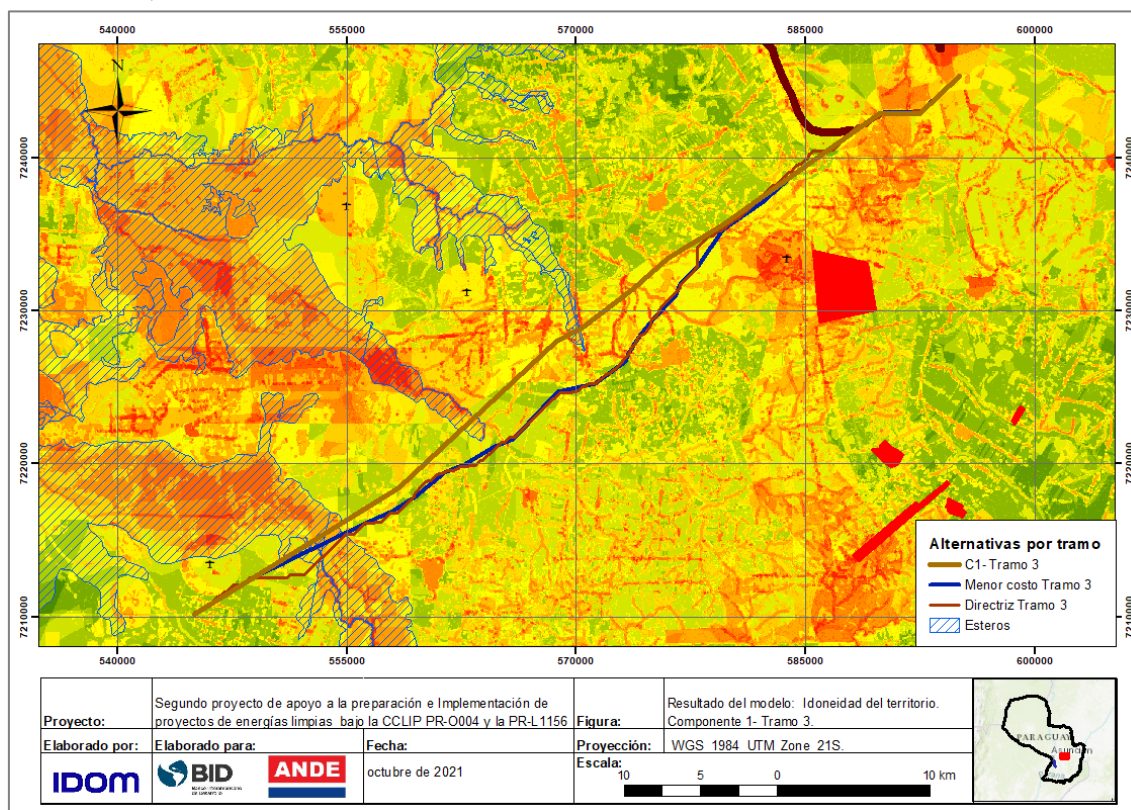
Variables que influyen en la categorización del proyecto y otros indicadores de impacto	MD Tramo 2	IDOM Tramo 2
Longitud de la línea (km)	<b>34,3</b>	34,4
Afección a áreas de Hábitat Natural: BOSQUE (umbral categoría A: supresión de la vegetación superior a 30 hectáreas)	<b>8,7</b>	19,4
Afección a inmuebles	4	<b>3</b>
Cruces con ríos (metros)	358	<b>264</b>
Esteros interceptados (hectáreas)	<b>134,4</b>	148,3
Número de Aeródromos a menos de 500 m	1	<b>0</b>

*Destacados en negrita los valores mínimos de los rangos de cada variable*

#### 4.2.3.4. Optimización del tramo 3

**Directriz y ruta optimizada.** Se aplicó la metodología basada en el modelo de aptitud territorial entre los puntos del final de la paralelización del circuito 1 y el punto más alto de la macrodirectriz. Obteniéndose la directriz y la ruta optimizada que se presenta en el plano y figura siguientes.

**Mapa 18.** Directriz y ruta optimizada para el primer tramo 3 de la LT 500 kV



**Criterios más determinantes para la definición de la directriz.** El criterio de mayor peso determinado por la directriz es la afectación de los esteros en los distritos Simón Bolívar y Carayó.



**Tabla comparativa de afecciones.** En la siguiente Tabla se cuantifican las afecciones ambientales y sociales más determinantes para la categorización del proyecto, de la misma forma que con el tramo anterior, al evidenciar que la optimización no representa mejoras significativas, se propone mantener el trazado del tramo propuesto en la MD.

**Tabla 20.** Cuantificación afectaciones ambientales y sociales Tramo 3- Componente 1.

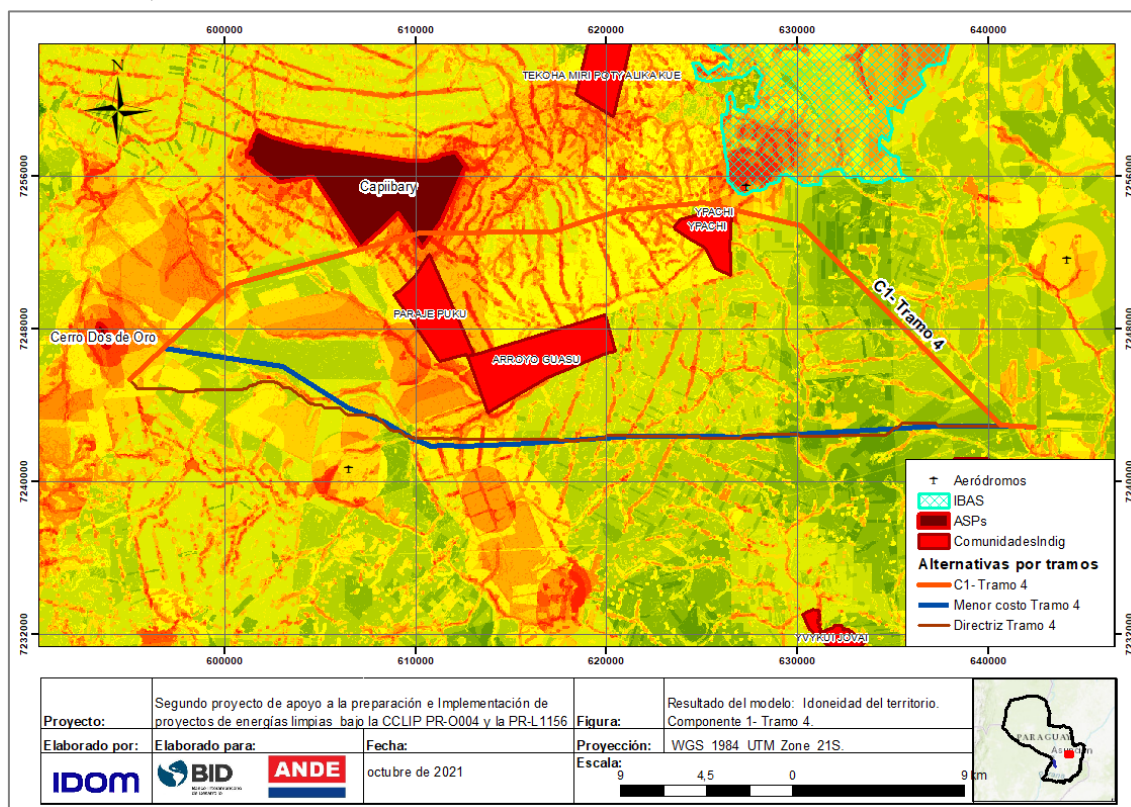
Variables que influyen en la categorización del proyecto y otros indicadores de impacto	MD Tramo 3	IDOM Tramo 3
Longitud de la línea (km)	<b>61,8</b>	62,8
Afección a áreas de Hábitat Natural: BOSQUE (umbral categoría A: supresión de la vegetación superior a 30 hectáreas)	64,8	<b>63,6</b>
Afección a inmuebles	<b>3</b>	4
Cruces con ríos (metros)	<b>940</b>	1283
Esteros interceptados (hectáreas)	30,9	<b>23,4</b>

*Destacados en negrita los valores mínimos de los rangos de cada variable*

#### 4.2.3.5. Optimización del tramo 4

**Directriz y ruta optimizada.** Se aplicó la metodología basada en el modelo de aptitud territorial entre el vértice del punto más alto de la MD y el final del tramo A. Obteniéndose la directriz y la ruta optimizada que se presenta en el plano y figura siguientes.

**Mapa 19.** Directriz y ruta optimizada para el tramo 4 de la LT 500 kV

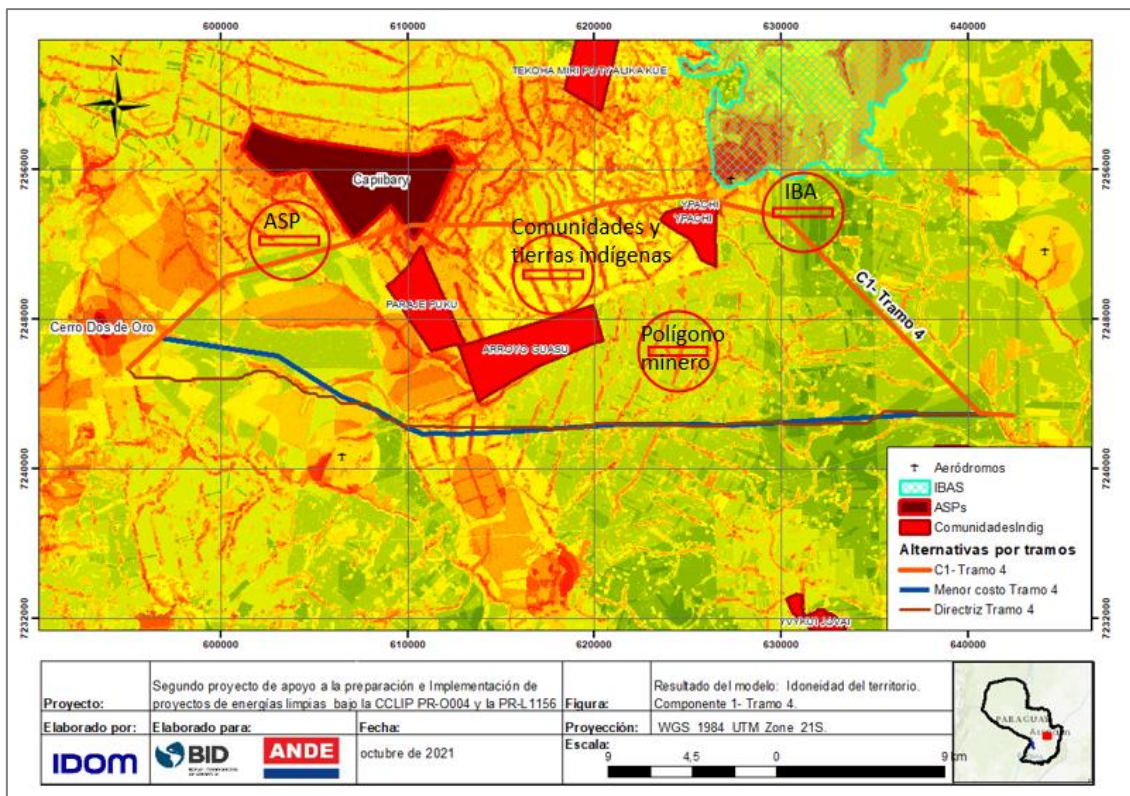


**Criterios más determinantes para la definición de la directriz.** Como se evidencia en la figura, el modelo indica una directriz por el sur de la MD plantada. Los criterios con mayor peso que han determinado la directriz del trazado óptimo han sido (de Oeste a Este):

- Evitar el ASP de la Reserva Ecológica Capiibary.
- Distanciamiento con los polígonos de tierras y comunidades indígenas, principalmente la comunidad Ypachi ubicada a menos de 100 metros del trazado.
- Evitar el polígono minero ubicado en los distritos de Capiibary, Yhú, Vaquería y Yasy Cañy.

Gráficamente, la lógica de minimización de impacto descrita anteriormente se refleja en la siguiente figura.

Figura 22. Lógica de minimización de impactos aplicada tramo 4.



⊖ Restricciones

**Tabla comparativa de afecciones.** En la siguiente Tabla se cuantifican las afecciones ambientales y sociales más determinantes para la categorización del proyecto, tanto en el tramo de estudio como en la propuesta de tramo optimizado. Se observa que la sección optimizada reduce las afecciones totales respecto a las rutas de partida.

Tabla 21. Cuantificación afectaciones ambientales y sociales Tramo 4- Componente 1.

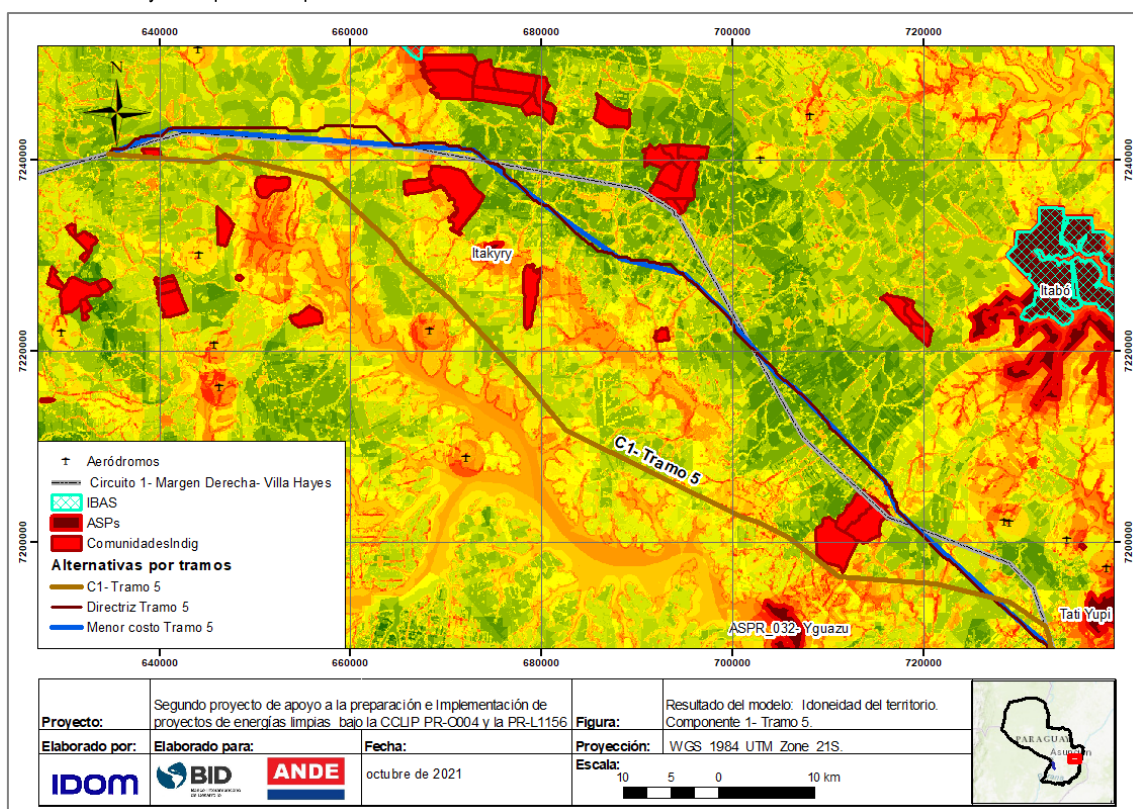
Variables que influyen en la categorización del proyecto y otros indicadores de impacto	MD Tramo 4	IDOM Tramo 4
Longitud de la línea (km)	54,3	<b>49,2</b>
Afección a áreas de Hábitat Natural: BOSQUE (umbral categoría A: supresión de la vegetación superior a 30 hectáreas)	<b>35,9</b>	41,4
Afección a hábitats naturales críticos: Áreas Silvestres protegidas. * Reserva Ecológica Capiibary.	7,1	<b>0</b>
Afección a inmuebles	<b>2</b>	3
Cruces con ríos (metros)	2086	<b>1121</b>
Terreno inundable interceptado (hectáreas)	1,7	<b>1,6</b>
Número de comunidades indígenas a menos de 500 m (Ypachi)	1	<b>0</b>
Número de ASPs a menos de 500 m* (Capiibary)	1	<b>0</b>
Número de IBAs a menos de 1 km* (Ka'aguy Rory)	1	<b>0</b>

Destacados en negrita los valores mínimos de los rangos de cada variable

#### 4.2.3.6. Optimización del tramo 5

**Directriz y ruta optimizada.** Para la aplicación del modelo se tienen en cuenta los puntos de inicio y final del tramo B de las Macrodirectrices MD propuestas. Sin embargo, debido a que por seguridad los electroductos no deberían intersectarse y como se puede ver en la figura a continuación se cruza en tres ocasiones con el circuito 1 de la LT 500 kV Margen Derecha- Villa Hayes.

**Mapa 20.** Directriz y ruta optimizada para el tramo 5 de la LT 500 kV



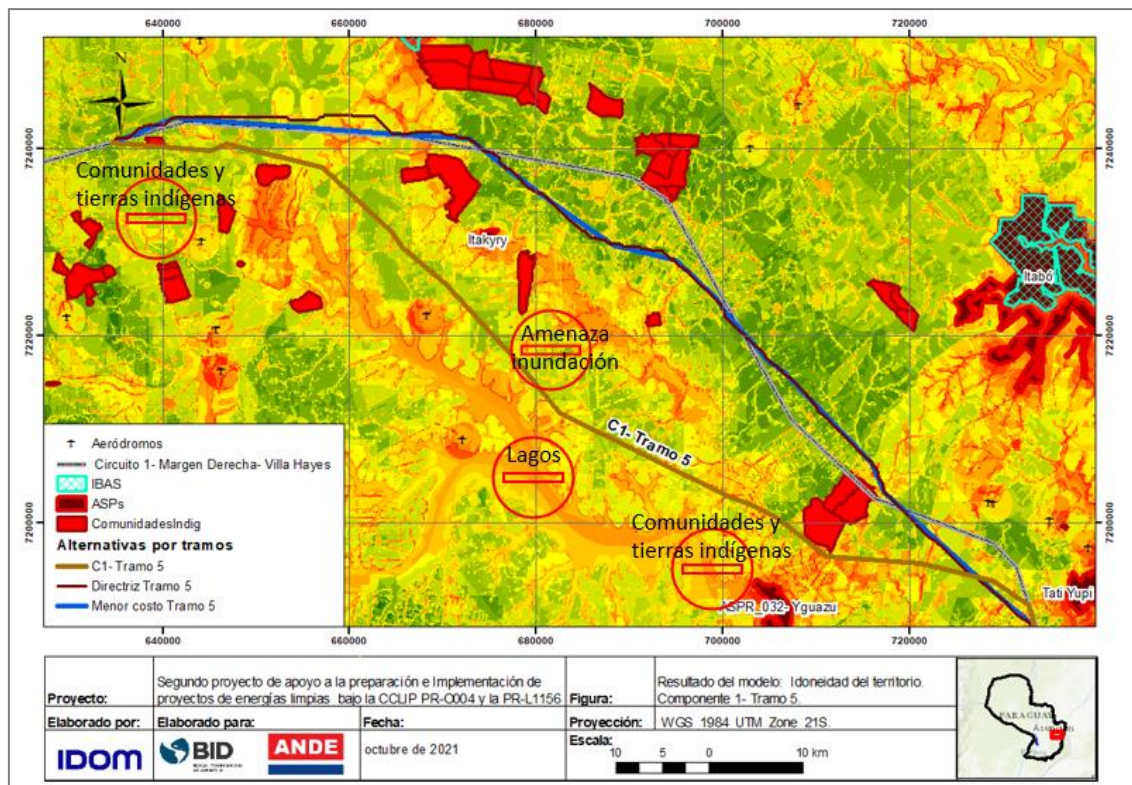
**Criterios más determinantes para la definición de la directriz.** Los criterios con mayor peso que han determinado la directriz del trazado óptimo han sido (de Este a Oeste):

- Distanciamiento de las comunidades indígenas Ypa'u Toledo, Yvy Moroti y la Comunidad Indígena Independiente ubicada en el distrito de Hernandarias, ubicadas a menos de 1 km de la MD.
- Distanciamiento de Lagos y ríos con amenaza por inundación

Gráficamente, la lógica de minimización de impacto descrita anteriormente se refleja en la siguiente figura.



Figura 23. Lógica de minimización de impactos aplicada tramo 5.



Restricciones

**Tabla comparativa de afecciones.** En la siguiente Tabla se cuantifican las afecciones ambientales y sociales más determinantes para la categorización del proyecto, tanto en el tramo de estudio como en la propuesta de tramo optimizado. Se observa que el trazado resultado no mejora la mayoría de los criterios objeto de cuantificación.

Debido a esto y teniendo en cuenta que no cumpliría con los criterios técnicos de cruzamiento con el circuito 1, se mantendrá el tramo propuesto en la Macrodirectriz, al igual que para los tramos 2 y tres estudiados anteriormente.

Tabla 22. Cuantificación afectaciones ambientales y sociales Tramo 5 - Componente 1.

Variables que influyen en la categorización del proyecto y otros indicadores de impacto	MD Tramo 5	IDOM Tramo 5
Longitud de la línea (km)	117,8	<b>120,6</b>
Afección a áreas de Hábitat Natural: BOSQUE (umbral categoría A: supresión de la vegetación superior a 30 hectáreas)	<b>88,6</b>	114,5
Afección a inmuebles	<b>3</b>	13
Cruces con ríos (km)	<b>3,3</b>	<b>3,3</b>
Esteros (hectáreas)	45,8	<b>41,8</b>
Terreno inundable interceptado (hectáreas)	45,0	<b>3,7</b>
Número de comunidades indígenas a menos de 500 m (YPA'U Toledo y Comunidad Indígena Independiente)	2	<b>0</b>

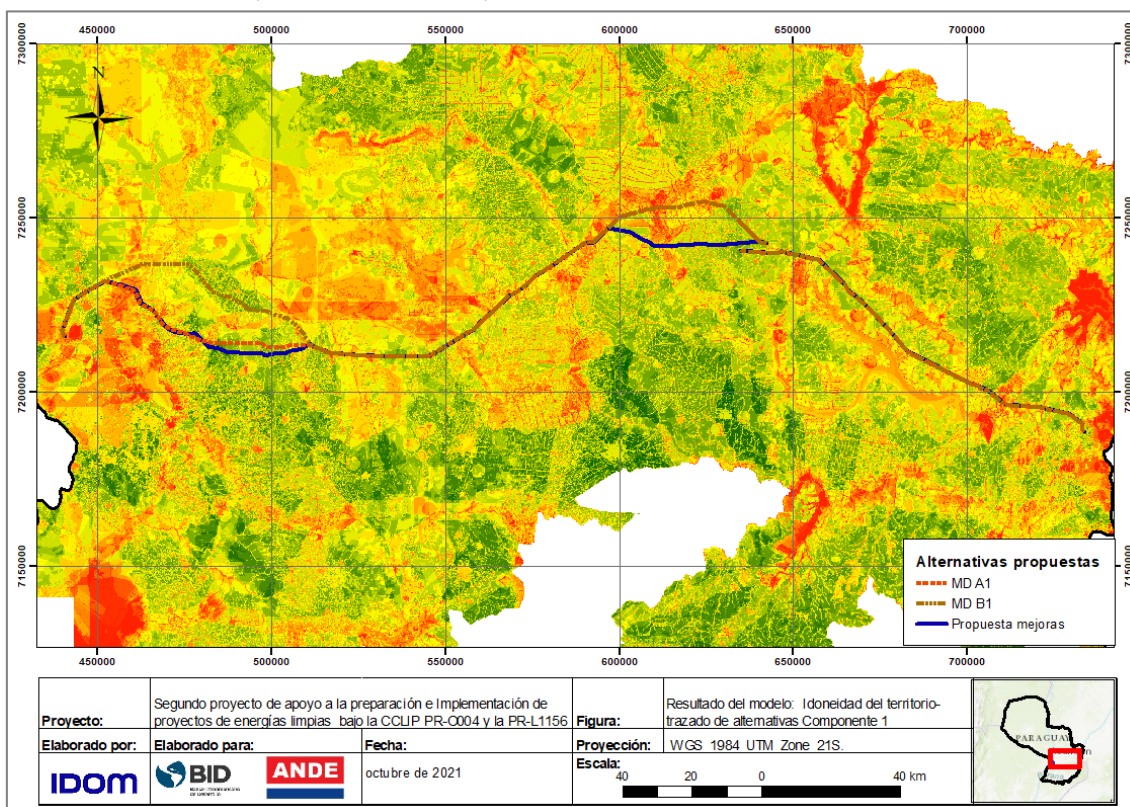
Destacados en negrita los valores mínimos de los rangos de cada variable



#### 4.2.3.7. Resultado final optimizaciones

**Ruta optimizada por tramos (sumatorio de tramos optimizados).** Como ejercicio final se han unido las resultantes de los distintos tramos optimizados, lo que ha permitido generar una nueva ruta optimizada completa. Se muestra en el siguiente Mapa.

**Mapa 21.** Resultado final (unión tramos optimizados).



**Tabla comparativa de afecciones.** En la siguiente Tabla se cuantifican las afecciones ambientales y sociales más determinantes para la categorización del proyecto, para las MD y las rutas que podrían ser optimizadas. Se observa como los tramos optimizados disminuyen la afectación sobre el medio en la mayoría de los criterios considerados.

**Tabla 23.** Cuantificación afectaciones ambientales y sociales; unión tramos optimizados

Variables que influyen en la categorización del proyecto y otros indicadores de impacto	MD A1	MD B1	Optimización
Longitud de la línea (km).	<b>356,7</b>	359,5	374,9
Afección a áreas de Hábitat Natural: BOSQUE (umbral categoría A: supresión de la vegetación superior a 30 hectáreas).	<b>335,8</b>	351,7	335,9
Afección a hábitats naturales críticos: Áreas Silvestres protegidas* Reserva Ecológica Capiibary.	7,1	7,1	<b>0</b>
Afección a hábitats naturales críticos: IBA Arroyos y Esteros.	0	44,2	<b>0</b>
Afección a inmuebles	30	40	<b>23</b>
Cruces con ríos (km).	9872	<b>7496</b>	10900
Esteros interceptados (hectáreas).	325,7	<b>275,8</b>	306,6
Terreno inundable interceptado (hectáreas).	<b>100,3</b>	120,1	134,1

*Destacados en negrita los valores mínimos de los rangos de cada variable*

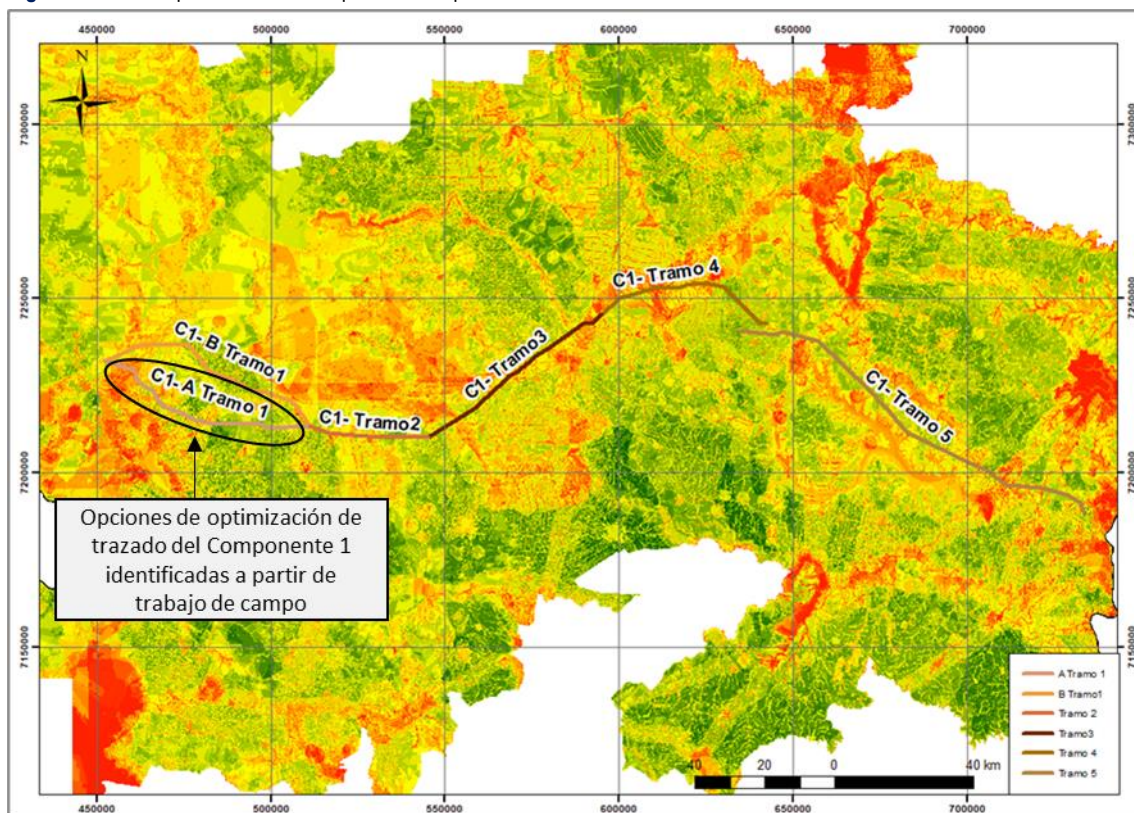
### 4.3. Optimización mediante trabajo de campo

#### 4.3.1. Trabajo de campo social

**Introducción.** A lo largo de los meses de agosto y septiembre de 2021, el equipo encargado de dar el soporte de trabajo de campo social que requiere el EIAS y PGAS del proyecto, realizó el recorrido de tramos significativos y representativos del trazado del Componente 1.

En el momento de elaboración de este informe (octubre de 2021), dicho trabajo se encuentra finalizado, habiendo identificado varias localizaciones con usos del suelo no permitidos en la franja de servidumbre del proyecto, y que por tanto generan impactos negativos significativos del proyecto, mitigables mediante la desviación del trazado. En este capítulo se describen dichos hallazgos. Todas las localizaciones identificadas se concentran en el Tramo 1 (entre el entorno de la población de San José Obrero al Este, y las proximidades de la estación de Llegada de Villa Hayes al Oeste) de la Alternativa A (la que cubre ese recorrido por el Sur, en contraposición a la alternativa B, que lo cubre por el Norte), según se representa en la imagen inferior.

**Figura 24.** Tramo que concentra las opciones de optimización

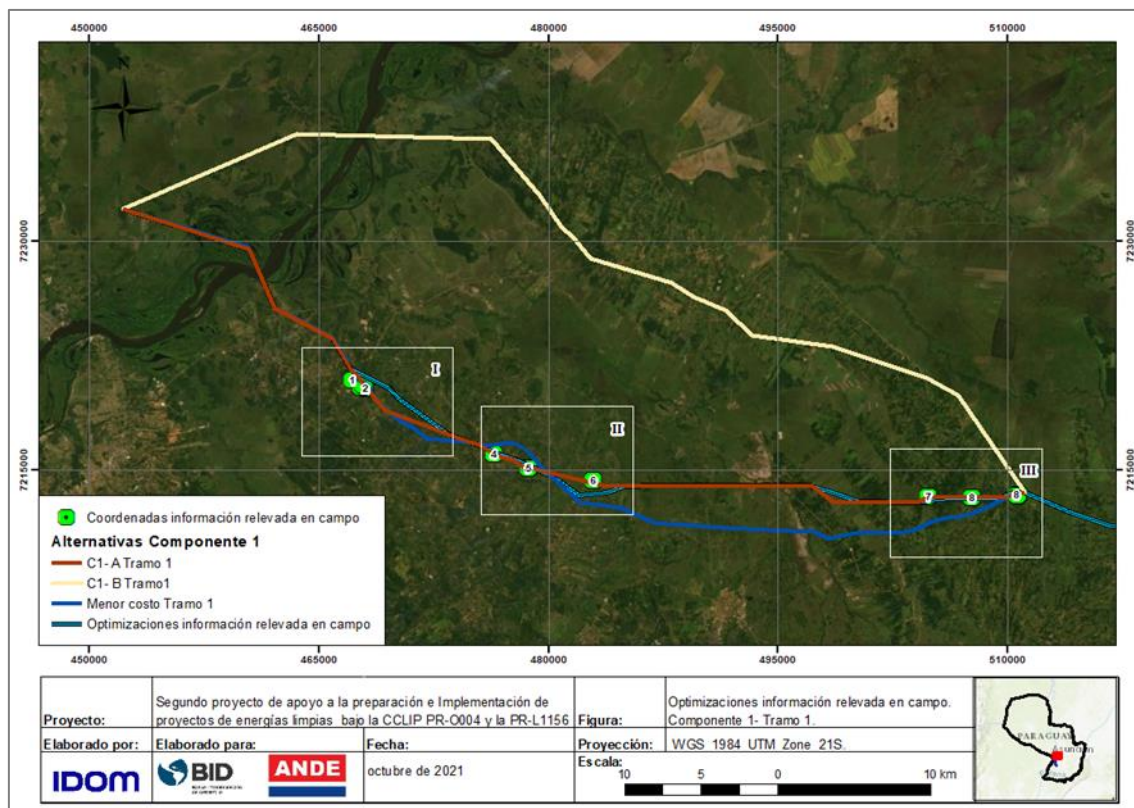




En todos los casos, las circunstancias y restricciones que justifican la optimización del trazado tienen que ver con la presencia y/o previsión de construcción de inmuebles en la franja de servidumbre del proyecto. Este tipo de afecciones se localizan preferentemente en el tramo considerado, por ser el más próximo al área metropolitana de Asunción, y recibir en consecuencia, una elevada presión de avance de la huella urbana derivada de dicha circunstancia.

**Sectores y localizaciones prioritarias para la optimización del trazado.** Dentro del tramo considerado, se han identificado ocho localizaciones con impacto por conflicto de uso del suelo con el proyecto de línea de transmisión. A su vez, estas localizaciones se han agrupado en sectores, que a efectos de este estudio se han denominado, Sector I, II y III (ver situación en el mapa inferior). El Sector I engloba las localizaciones 1, 2 y 3; el Sector II las localizaciones 4, 5 y 6, y el Sector III las localizaciones 7 y 8.

**Mapa 22.** Sectores que presentan las mayores oportunidades de optimización del trazado



**Ubicación y características de las localizaciones con conflicto de uso.** Se resumen en la siguiente Tabla las características y ubicación de las ocho localizaciones identificadas en campo que generan mayor conflicto de uso del suelo con el proyecto, y que, por tanto, justifican una optimización de trazado.

**Tabla 24.** Localizaciones conflictivas

Código	Nombre	Fotografía
01	<p><b>Nombre:</b> Barrio cerrado Eco sustentable “El Tucán”</p> <p><b>Observaciones:</b> Iniciativa privada constituida por viviendas sustentables adaptadas al cambio climático</p> <p><b>Coordenadas</b> Sur: 25,12732 Oeste: 57,32583</p>	<p>12 ago. 2021 11:55:12 25.127338333333334S 57.325610000000005W Unnamed Road Emboscada Cordillera ADA</p>
02	<p><b>Nombre:</b> Viviendas sociales Proyecto del Ministerio de Urbanismo Vivienda y Hábitat -MUVH</p> <p><b>Observaciones:</b> Se identificó el proyecto para la construcción de un nuevo Barrio con viviendas sociales que contempla la edificación de 48 unidades en lotes de 12x20, cada vivienda tiene una dimensión de 42 m<sup>2</sup>. Asimismo, en la zona se prevé la construcción de otras 48 viviendas para la siguiente fase que podrían localizarse en la traza.</p> <p><b>Coordenadas:</b> Sur: 25,13226 Oeste: 57,31696</p>	<p>25°7'56,155"S - 57°19'1,083"W ±4.70m Cordillera Emboscada ADA 12 ago. 2021 10:48:23</p>
03	<p><b>Nombre:</b> Parque residencial “Mardic I”</p> <p><b>Observaciones:</b> Identificación de nuevos Loteamientos en la zona de la traza</p> <p><b>Coordenadas:</b> Sur: 25,13132 Oeste: 57,31958</p>	<p>12 ago. 2021 12:08:33 25.130428333333333S 57.318670000000004W Minas Emboscada Cordillera ADA</p>



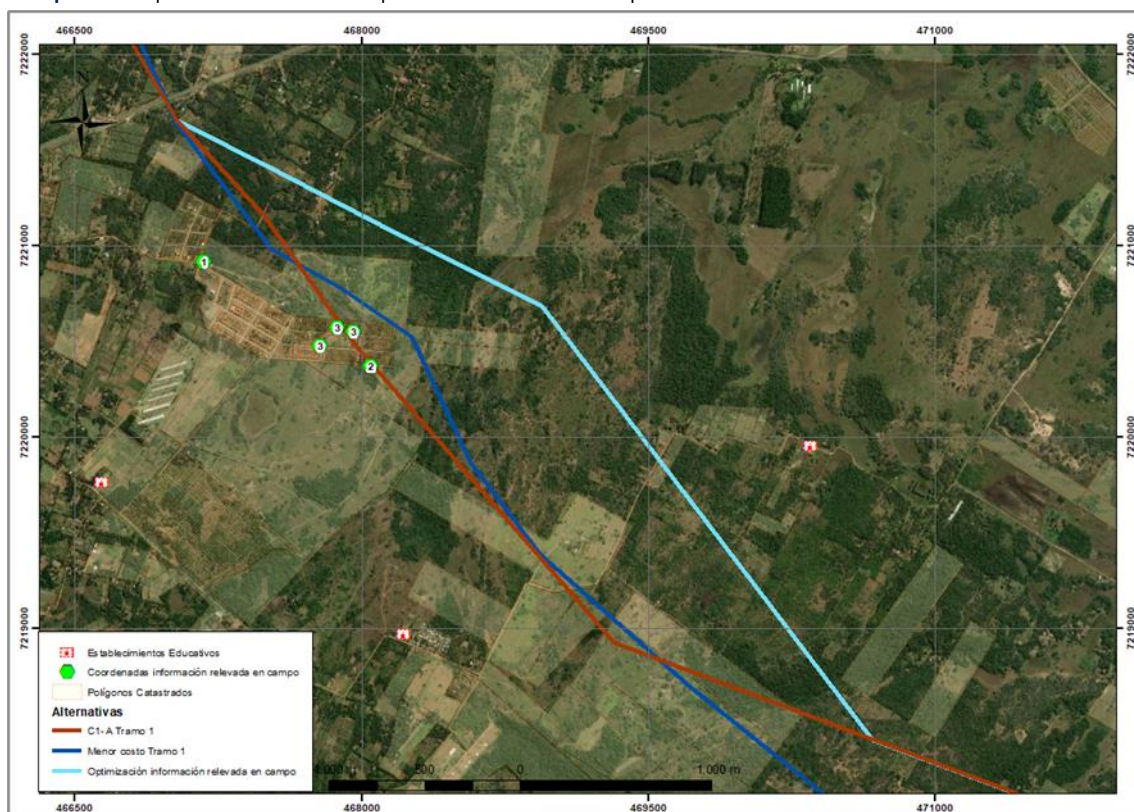
Código	Nombre	Fotografía
04	<b>Nombre:</b> Proyecto residencial Inmobiliaria Mosaicos S.A. <b>Observaciones:</b> Identificados de numerosos lotes con viviendas construidas y en proceso de construcción <b>Coordenadas:</b> Sur: 25,17112 Oeste: 57,23455	
05	<b>Nombre:</b> Parcelización en el distrito de Loma Grande <b>Observaciones:</b> Identificación de Inmobiliaria parcelizando un polígono (información de poblador de la zona) <b>Coordenadas:</b> Sur: 25,17947 Oeste: 57,21074	
06	<b>Nombre:</b> Afectación predios propiedad del INDERT. <b>Observaciones:</b> Asentamientos de familias en parcelas reconocidas por el INDERT. <b>Coordenadas:</b> Sur: 25,18703 Oeste: 57,16920	
07	<b>Nombre:</b> Escuela Básica San Isidro Labrador <b>Observaciones:</b> Escuela ubicada a menos de 60 metros del trazado <b>Coordenadas:</b> Sur: 25,19650 Oeste: 56,95260	
08	<b>Nombre:</b> Familias reasentadas por compensaciones de construcción de Líneas de Tensión anteriores <b>Observaciones:</b> Identificación de 5 casos de familias en esta condición <b>Coordenadas:</b> Sur: 25,19688 Oeste: 56,92354	

**Metodología aplicada para la optimización de trazado.** En todos los casos, la optimización de trazado se ha realizado sobre plano, alejando la línea de transmisión de los lugares dónde se producen las afecciones identificadas en campo. En paralelo, en todos los casos se ha chequeado el nuevo trazado propuesto con la información disponible de la herramienta geoespacial, para verificar ausencia de afecciones a otros elementos valorados del ecosistema significativos que pudieran encontrarse en el entorno.

**Optimización de trazado en el Sector I.** El mapa inferior muestra la optimización propuesta por la posible afectación a los siguientes desarrollos urbanísticos relevados en campo: (1) Barrio cerrado Eco sustentable “El Tucán”; (2) Viviendas sociales Proyecto del Ministerio de Urbanismo Vivienda y Hábitat – MUVH; y (3) Parque residencial “Mardic I”.

El trazado optimizado se representa en azul claro, y es el resultado de evitar el paso de la línea de transmisión para alejarla de los terrenos en los que se ha constatado, a partir del trabajo de campo, que existen proyectos urbanísticos de amplio alcance.

**Mapa 23.** Optimización del Sector I a partir de información de campo.



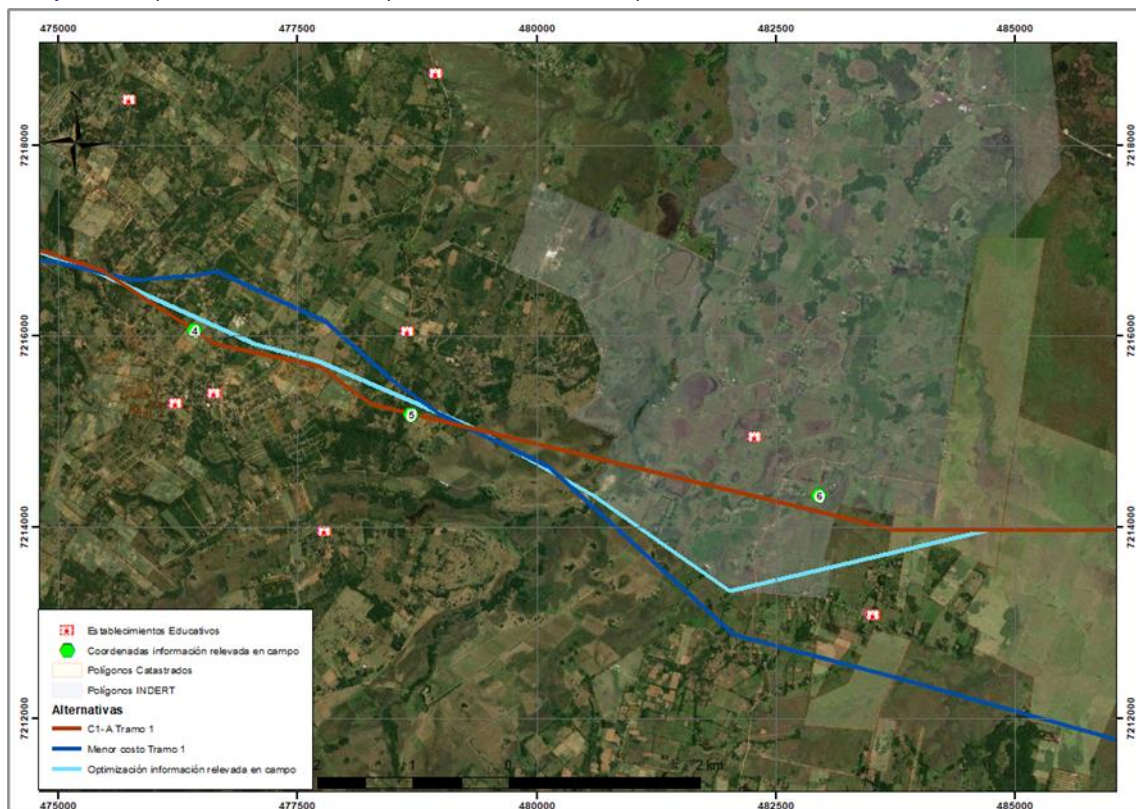


**Optimización de trazado en el Sector II.** El mapa inferior muestra la optimización propuesta por la posible afectación a los siguientes inmuebles y desarrollos urbanísticos relevados en campo: (4) Proyecto residencial Inmobiliaria Mosaicos S.A.; (5) Parcelización en el distrito de Loma Grande; y (6) Afectación a predios propiedad del INDERT.

El trazado optimizado se representa en azul claro, y es el resultado de mover sobre plano el paso de la línea de transmisión para alejarla de los terrenos en los que se ha identificado la incompatibilidad de uso, a partir del trabajo de campo.

El tramo que modifica la afectación al polígono del INDERT(6) se realiza en paralelo a una vía existente, contribuyendo a la disminución del impacto por fragmentación.

**Mapa 24.** Optimización del Sector II a partir de información de campo.

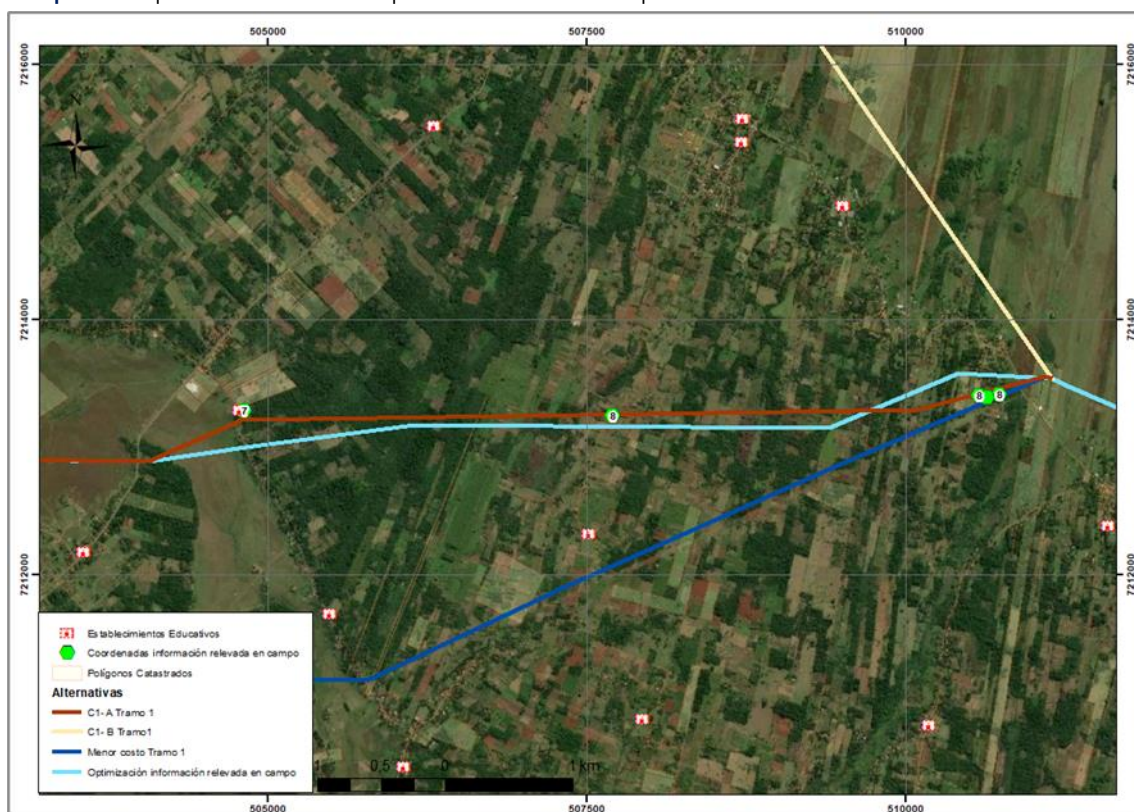


**Optimización de trazado en el Sector III.** El mapa inferior muestra la optimización propuesta por la posible afectación a los siguientes inmuebles: (7) Escuela Básica San Isidro Labrador a 65 metros de la MD- A1; y (8) Familias reasentadas por compensaciones de construcción de Líneas de Tensión anteriores.

El trazado optimizado se representa en azul claro, y es el resultado de mover sobre plano el paso de la línea de transmisión para alejarla de los terrenos en los que se ha identificado la incompatibilidad de uso, a partir del trabajo de campo.

En este caso, además, al alejar la traza de la Escuela San Isidro, se ha conseguido el beneficio adicional de reducir la afección a un estero.

**Mapa 25.** Optimización del Sector III a partir de información de campo





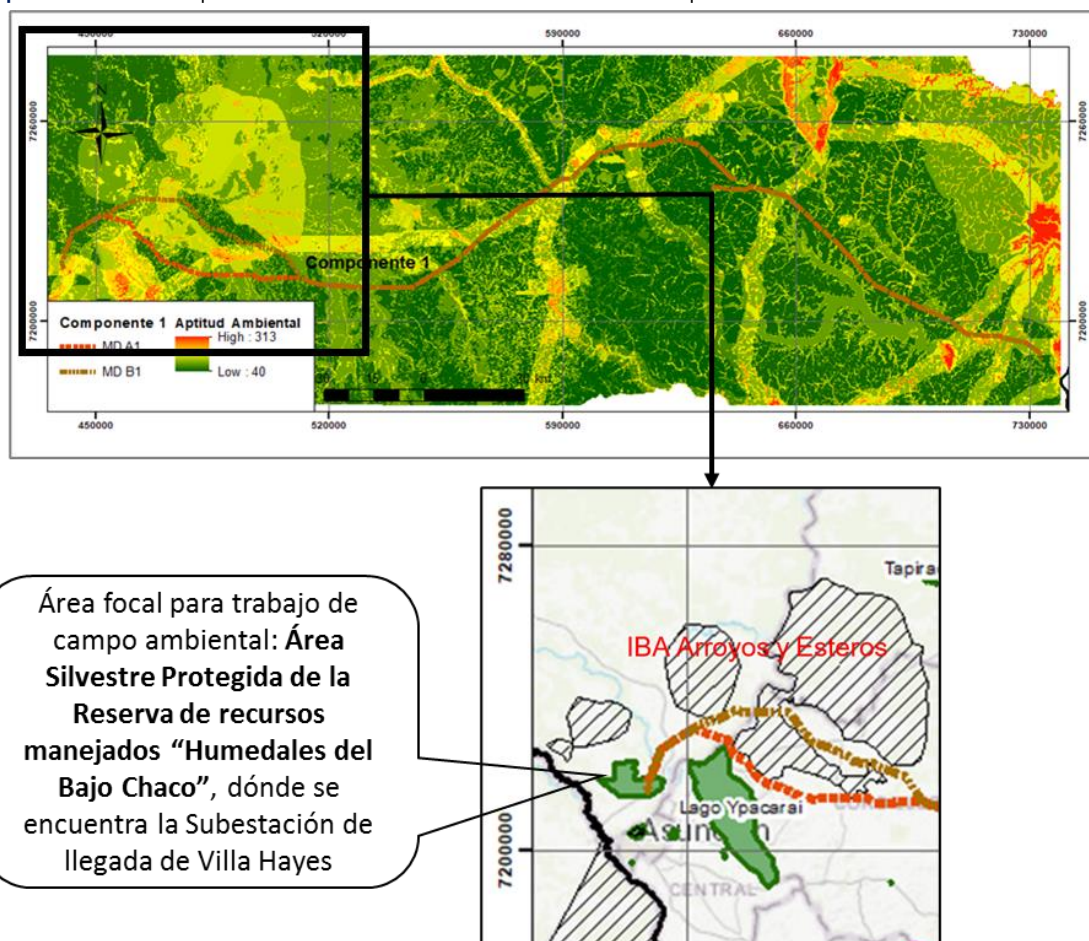
#### 4.3.2. Trabajo de campo ambiental

El trabajo de campo ambiental se realizará con la metodología, instrumentos y equipo descritos en el Entregable del Producto 1 de esta consultoría (ver documento aprobado del Plan de trabajo).

La metodología se basa en la verificación en campo, por parte de personal especializado, de las características de áreas que cualifican como hábitat natural crítico con mayor potencial de ser afectado por el proyecto.

Para la geolocalización justificada de la zona a visitar, se ha realizado un modelo de aptitud territorial específicamente ambiental para el área de estudio del Componente 1 (ver mapa inferior). Este modelo superpone la información de todas las restricciones de carácter ambiental descritas en el Anexo 3, es decir, áreas de hábitats naturales críticos (por espacios, especies y conectividad) y áreas de hábitats naturales (terrestres y acuáticos).

**Mapa 26.** Modelo de aptitud territorial ambiental en el área de estudio del Componente 1





Se considera que el área de mayor interés, desde el punto de vista ambiental, es el Área Silvestre Protegida más afectada por el proyecto, es decir, el Área Silvestre Protegida de la Reserva de recursos manejados “Humedales del Bajo Chaco”, dónde se encuentra la subestación de llegada de Villa Hayes. Además de su carácter de ASP, esta zona interesa especialmente por:

- Su elevado potencial de impacto acumulativo, al concentrar en un espacio muy limitado (y ASP) el impacto de la Línea de Transmisión, de la subestación de llegada y de otras Líneas de Transmisión.
- Su localización en el eje central del Corredor Azul (corredor biogeográfico de migración de aves), que es la zona del Corredor que mayor concentración presenta de flujo de aves con mayor potencial de colisión.

Se propone, por tanto, centrar el trabajo de campo en la zona anteriormente indicada.

Nótese que las conclusiones de este trabajo de campo en lo que se refiera al flujo de aves que atraviesan el Corredor Azul, resulta también de interés a efectos de la evaluación de impactos del Componente 2, en la medida que dicho Componente 2 también se encuentra inscrito en el mismo Corredor de migración de avifauna.

#### *Vista aérea de la Subestación de Villa Hayes*



## 5. Conclusiones y recomendaciones

Este documento de avance del estudio de alternativas de trazado de las Líneas de Transmisión de nueva construcción previstas en el proyecto, presenta y ofrece diversas posibilidades de optimización de los trazados inicialmente recibidos como insumos para los Componentes 1 y 2. Las conclusiones y recomendaciones sobre la ruta óptima se resumen a continuación, para cada uno de los Componentes del proyecto.

### **Conclusiones y recomendaciones relativas a la optimización del trazado del Componente**

**2.** Para realizar el estudio de trazado del Componente 2, se construyó una herramienta geoespacial soportada en un modelo de aptitud territorial que integra criterios técnicos, ambientales y sociales y que permite calcular la directriz de trazado óptimo de la línea de transmisión (es decir, la directriz de trazado de menor longitud posible que minimiza el impacto a los criterios técnicos, ambientales y sociales considerados).

La herramienta anterior ha sido aplicada al estudio del trazado del Componente 2 de dos formas diferentes:

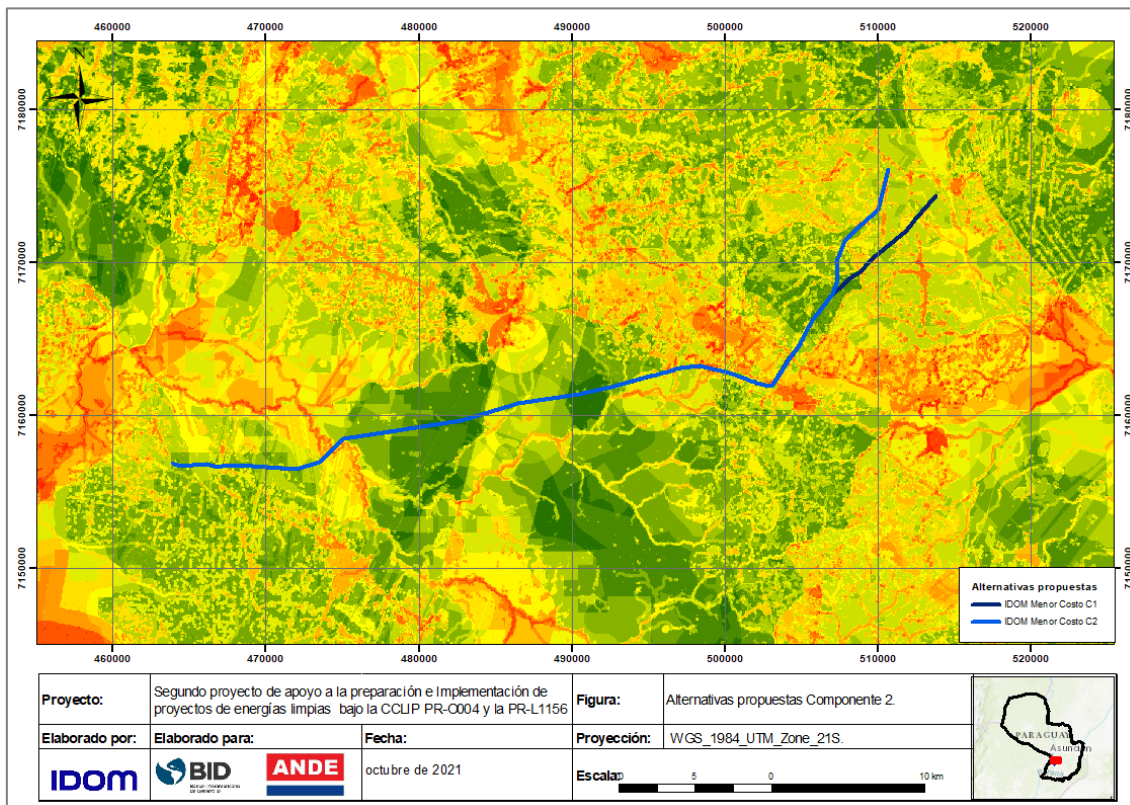
- a) en primer lugar, la herramienta se ha aplicado para calcular una directriz de trazado óptimo teniendo en cuenta los puntos inicial de salida y final de llegada de la Línea de Transmisión, lo que ha generado una alternativa de ruta completa de trazado que se presenta en el Capítulo 3.3.1 de este documento.
- b) en segundo lugar, la herramienta se ha aplicado para optimizar tramo a tramo las rutas recibidas de ANDE como insumos para el estudio (definidas con criterios topográficos y técnico-económicos, sin incorporar consideraciones ambientales y sociales). El análisis y optimización realizado por tramos se presenta en el Capítulo 3.3.2 de este documento.

Para cada uno de los trazados del Componente 2 calculados y optimizados mediante el uso de la herramienta geoespacial, se han calculado y cuantificado las afecciones a las principales variables ambientales y sociales de las que depende la categorización del proyecto, es decir, las afecciones a los hábitats naturales críticos, a los hábitats naturales, a las viviendas e inmuebles, a las comunidades y tierras indígenas, etc. El análisis realizado ha permitido concluir que:

- a) Las alternativas optimizadas a partir del uso de la herramienta reducen el impacto ambiental y social global de las líneas de transmisión (en relación con las alternativas recibidas como insumo).
- b) La alternativa de menor impacto ambiental y social cuantificable total es la que se presenta en el capítulo 3.3.1, generada a partir de la aplicación de la herramienta al punto inicial y final del trazado.

Como consecuencia y conclusión de lo anterior, **la recomendación de este estudio, en relación con el trazado del Componente 2, es adoptar la directriz de trazado propuesta en el Capítulo 3.3.1 (ver mapa inferior), completando el análisis y la optimización con la realización del correspondiente trabajo de campo.**

**Mapa 27.** Propuesta de trazado para la Línea de Transmisión del Componente 2



### Conclusiones y recomendaciones relativas a la optimización del trazado del Componente

**1.** Para el Componente 1, se ha estudiado y evaluado el trazado resultante del “Estudio de Análisis de alternativas para la construcción y operación de la Línea de Transmisión en 500 kV Margen Derecha- Villa Hayes y sus Instalaciones Asociadas”, de Enero de 2021, recibido como insumo, **llegándose a la conclusión de que en su definición ya se han integrado los principales criterios técnicos, ambientales y sociales y que las macrodirectrices de trazado resultantes se encuentran suficientemente optimizadas.**

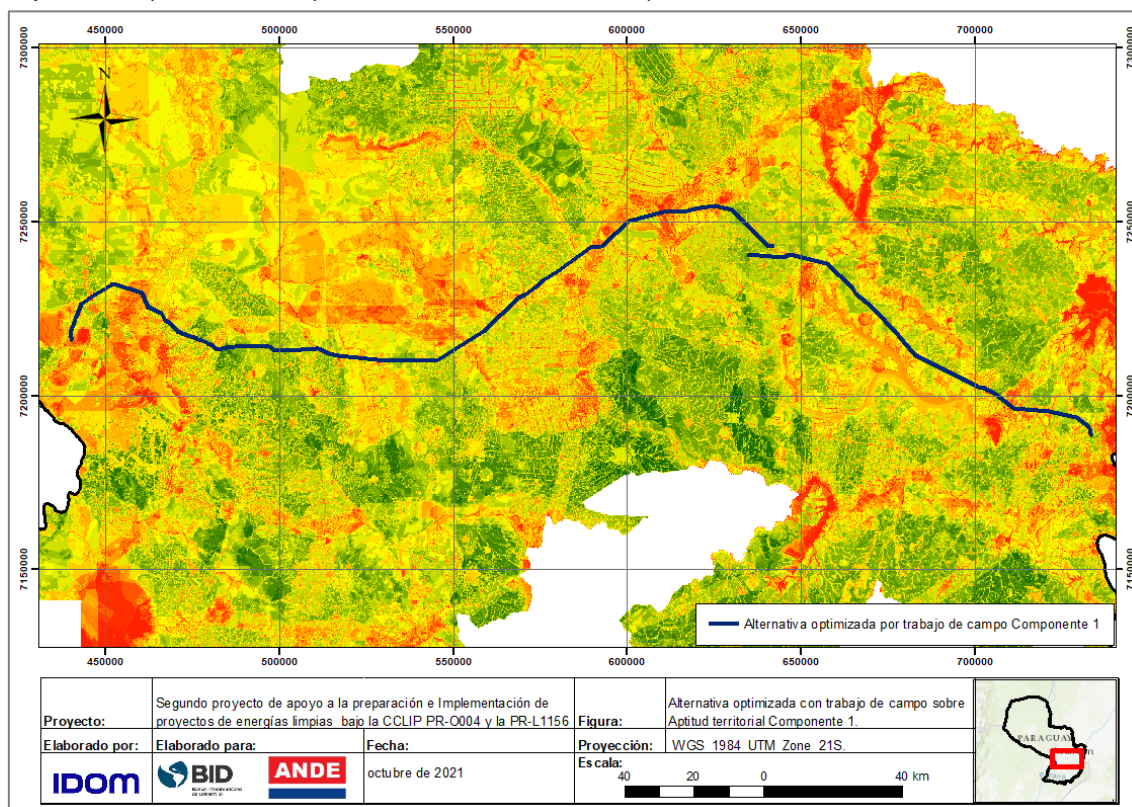
En consecuencia, **la recomendación de este estudio, en relación con el trazado del Componente 1, es mantener, en términos generales, el trazado propuesto en el estudio anterior, con las siguientes matizaciones:**



- Seleccionar en su tramo final (desde San José Obrero, a las proximidades de la subestación de Villa Hayes) la alternativa que discurre más al Sur (de las dos planteadas en aquel estudio), debido a que se considera que presenta menor impacto socioambiental global que la alternativa que discurre por el Norte. A esta conclusión se ha llegado tras aplicar a dicho tramo la herramienta geoespacial construida para este estudio de trazado (ver detalles y resultados en el Capítulo 4.2.3), y verificar cuantitativamente sobre plano que las afecciones de la alternativa que discurre por el Sur son menores que las de la alternativa que discurre por el Norte.
- Aplicar al arriba indicado tramo final del Componente 1, en su variante por el Sur, las optimizaciones propuestas en el Capítulo 4.3 de este informe, realizadas a partir de hallazgos del trabajo de campo.
- En el momento en el que se redacte el proyecto técnico de la línea de transmisión del Componente 1, y se realicen los estudios topográficos de soporte, evaluar la posibilidad de incluir alguna o algunas de las optimizaciones adicionales posibles descritas en el Capítulo 4.2.3, resultantes de aplicar la herramienta geoespacial generada para el presente estudio (y utilizada para el Componente 2), también al Componente 1.

Ver trazado final recomendado para el Componente 1 en el Mapa inferior.

**Mapa 28.** Propuesta de trazado para la Línea de Transmisión del Componente 1





## 6. Bibliografía

Bevanger, K. (1998). *Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electrical power lines: a review*.

BID. 2019 *metodología de evaluación del riesgo de desastres y cambio climático para proyectos del BID*.

Blanco D., Fletcher A., Lesterhuis A y Petracci P. 2020. *Corredor de aves migratorias del sistema Paraguay-Paraná. Programa Corredor Azul. Fundación Humedales/ Wetlands Internacional. Buenos Aires. Argentina.*

Boere, G.C. y D.A. Stroud. 2006. *The flyway concept: what it is and what it isn't. Waterbirds around the world*. Eds. G.C. Boere, C.A. Galbraith y D.A. Stroud. The Stationery Office, Edinburgh, UK. pp. 40-47.

Caccial, Pier; Avila, Ignacio; Buonghermini, Emilio; Céspedes, Jorge; *Nuevos datos relativos a la variación morfológica de Homonota rupicola (Squamata: Phyllodactylidae) y comentarios sobre su hábitat.*

Cartes J.L., Clay R. P. *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves AMÉRICA - Paraguay*

IFC (International Finance Corporation). 2007. *"Guía sobre medio ambiente, salud y seguridad para la transmisión y distribución de electricidad"*.

Ferrer, Miguel. *Transporting Biodiversity Using Transmission Power Lines as Stepping-Stones?* Noviembre de 2020.

ONU-REDD + Paraguay. 2019. *Mapeo de los beneficios múltiples de REDD+ en Paraguay: análisis adicionales para orientar la toma de decisiones sobre políticas y medidas de REDD+.*

PNUD. 2020. *Plan de manejo de la reserva de recursos manejados "Refugio de vida silvestre humedales del bajo Chaco. 2020-2030.*

Secretaría de Emergencia Nacional (SEN). 2018. *Atlas de riesgo de desastres de la Republica de Paraguay.*

Stattersfield, A.J., Crosby, M.J., Long, A.J. y Wege, D.C. (1998) *Áreas de aves endémicas del mundo. Prioridades para la conservación de la biodiversidad. BirdLife Conservation Series 7. Cambridge: BirdLife International.*

## ANEXOS

## ANEXO 1. Definiciones y conceptos

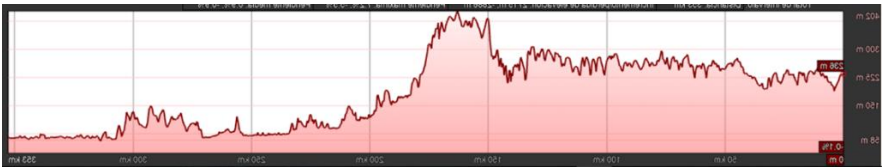
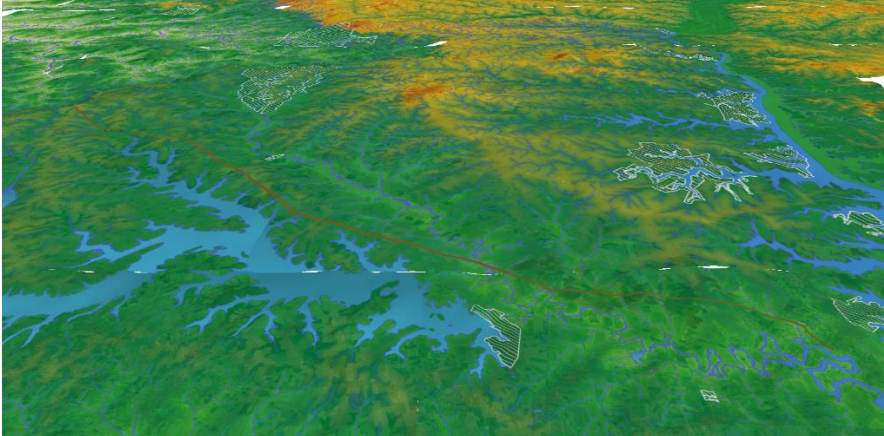
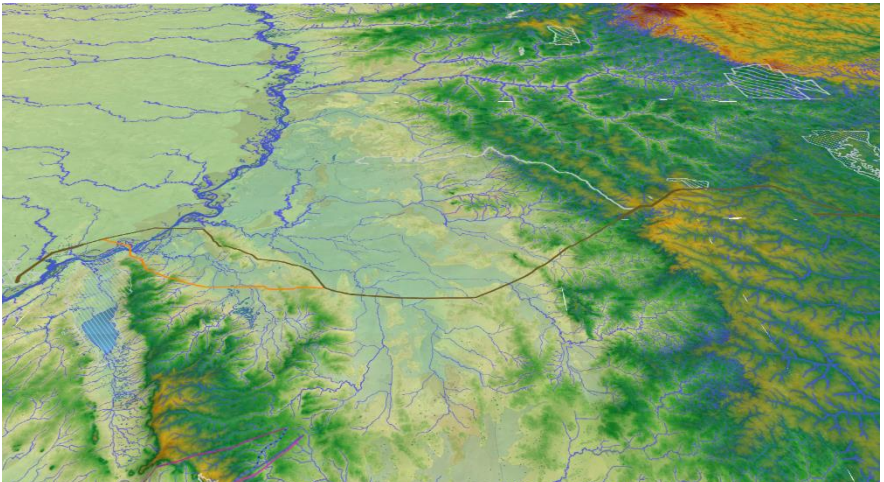
CONCEPTO	DEFINICIÓN
<b>VEC</b> <b>Componente ambiental y social valorado, o VEC (por sus siglas en inglés) -en plural, VECs-</b>	<p>VEC o “Componente ambiental y social valorado”, es todo componente del medio físico, biológico o social del ecosistema, que podría verse afectado por los proyectos, y que se considera importante por el promotor, el público, la comunidad científica o las instituciones que participan en el proceso de evaluación de los impactos ambientales y sociales.</p> <p><i>Fuente: adaptado de IFC, 2015 “Manual de Buena Práctica: Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos” y de BID, 2015 “Buenas Prácticas para la Evaluación y Planificación del Manejo de Impactos sobre la Biodiversidad”</i></p>
<b>Fragilidad / sensibilidad</b>	<p>(En referencia al VEC o VECs potencialmente afectado/s por un impacto) es una medida de su vulnerabilidad frente al impacto y resulta inversamente proporcional a su capacidad de absorción de impacto.</p>
<b>Hábitat natural</b>	<p>Área compuesta por un conjunto viable de especies vegetales o animales, en su mayoría autóctonas, o donde la actividad humana no ha producido ninguna modificación sustancial de las funciones ecológicas primarias ni de la combinación de especies del área.</p> <p><i>Fuente: BID, 2020. MPAS</i></p>
<b>Habitat natural crítico o hábitat crítico</b>	<p>Área con alta importancia o valor de biodiversidad, tales como (i) hábitats de importancia sustancial para especies críticamente amenazadas, amenazadas, vulnerables o casi amenazadas, que figuren como tal en la Lista Roja de Especies Amenazadas<sup>TM</sup> de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN); (ii) hábitats de importancia sustancial para especies endémicas o especies restringidas a ciertas áreas; (iii) hábitats que sustentan la supervivencia de concentraciones importantes a nivel mundial de especies migratorias o especies que se congregan; (iv) ecosistemas únicos o altamente amenazados; (v) áreas asociadas con procesos evolutivos clave; o (vi) zonas protegidas jurídicamente o zonas reconocidas internacionalmente como de elevado valor en términos de biodiversidad, que pueden incluir reservas que cumplan los criterios de las Categorías I a VI de la Ordenación de Zonas Protegidas de la UICN; Sitios del Patrimonio Mundial; zonas protegidas en virtud del Convenio de Ramsar sobre Humedales; zonas centrales de las Reservas Mundiales de la Biósfera o zonas en la Lista de las Naciones Unidas de Parques Nacionales y Zonas Protegidas; sitios que figuran en la Base de Datos Mundial de Zonas Clave para la Biodiversidad u otros sitios que cumplen los criterios de la Norma Mundial de 2016 de la UICN para la identificación de zonas clave de biodiversidad.</p> <p><i>Fuente: BID, 2020. MPAS</i></p>


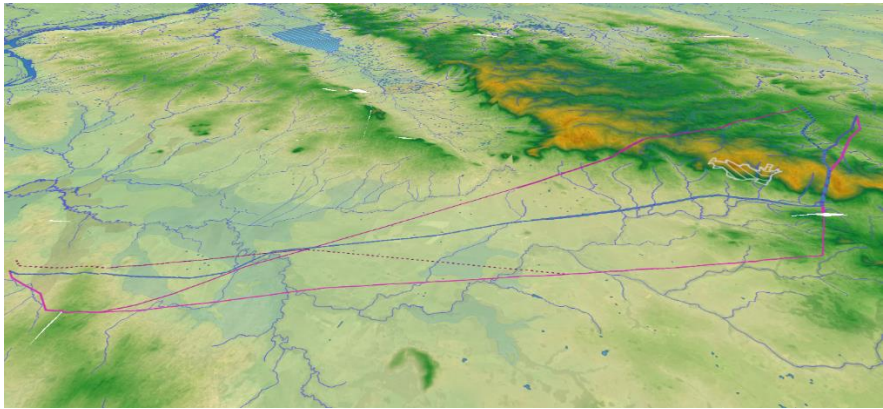
CONCEPTO	DEFINICIÓN
<b>KBA</b> <b>Áreas Clave para la Biodiversidad</b>	<p>Las KBA (KBAs por sus siglas en inglés, Key Biodiversity Areas) son sitios que contribuyen significativamente a la persistencia global de la biodiversidad.</p> <p>La identificación de un sitio como KBA es independiente de su estatus legal. Ese estatus, sin embargo, inspirará a menudo la delimitación del sitio.</p> <p><i>Fuente: UICN (2016). Un Estándar Global para la Identificación de Áreas Clave para la Biodiversidad (KBA)</i></p>
<b>IBA</b> <b>Áreas Importantes para la conservación de las aves</b>	<p>Las IBAs (IBAs por sus siglas en inglés, Important Bird Areas) son lugares de especial importancia para la conservación de las aves y de la biodiversidad. Son herramientas reconocidas internacionalmente para la conservación. Muchos de estos lugares también son claves para la viabilidad de otras formas de biodiversidad, lo que convierte a las IBA en un instrumento fundamental para la conservación de animales y de plantas.</p> <p><i>Fuente: BirdLife International</i></p>
<b>EBA</b> <b>Área de Aves Endémicas por sus siglas en inglés (Endemic Bird Areas)</b>	<p>Un Área de Aves Endémicas (EBA) se define como un área que abarca los rangos de reproducción superpuestos de especies de rango restringido, de modo que los rangos completos de dos o más especies de rango restringido se incluyen por completo dentro de los límites de la EBA. Esto no significa necesariamente que la distribución completa de todas las especies de distribución restringida de una EBA esté completamente incluida dentro de los límites de esa única EBA, ya que algunas especies pueden compartirse entre EBA.</p> <p>Las especies de rango restringido se definen como todas las aves terrestres que han tenido, a lo largo de los tiempos históricos (desde que comenzaron los registros ornitológicos después de 1800), un rango de reproducción global total estimado en menos de 50.000 km<sup>2</sup>.</p> <p>Para obtener detalles completos de las metodologías utilizadas, consulte:</p> <p>Stattersfield, A.J., Crosby, M.J., Long, A.J. y Wege, D.C. (1998) Áreas de aves endémicas del mundo. Prioridades para la conservación de la biodiversidad. BirdLife Conservation Series 7. Cambridge: BirdLife International.</p>
<b>Corredores migratorios de aves (flyways)</b>	<p>Corredores internacionales de migración de grupos poblacionales de aves que conectan las zonas de reproducción con las de invernada. Incluye los sitios de descanso y alimentación intermedios, como así también, el área por donde migran.</p> <p>(Adaptado de Boere y Stroud 2006)</p>



## ANEXO 2. Características y mapeo de los criterios técnicos

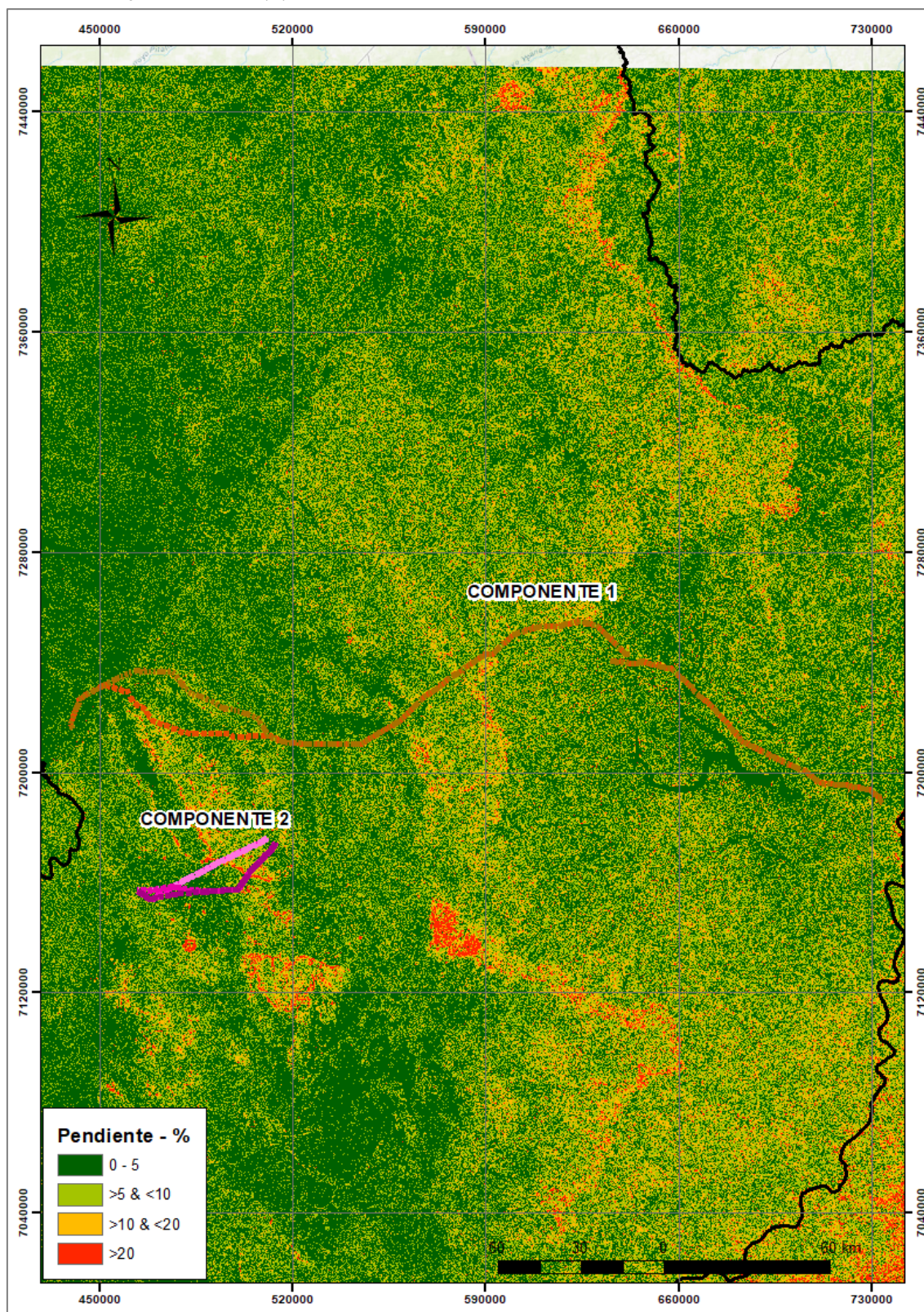
### (a) Pendientes

Criterio	Características destacadas en el área de estudio
<b>Pendientes</b>  <i>Fuente: Modelo de Elevación digital de elaboración propia, basado datos Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) generados por la NASA con resolución de 30 m</i>	<p><b><u>Componente 1</u></b></p> <p>El corredor de territorio sobre el que se implanta el componente 1 presenta una geomorfología de relieve de colinas onduladas bajas alternadas con planicies en la mayor parte de su recorrido. Solamente en su sector central debe franquear una pequeña cordillera de relieve suave que se dispone transversalmente a la dirección de avance de la línea (altitud máxima 400 m), si bien las pendientes máximas en ningún momento superan el 10%. En consecuencia, el criterio de pendiente no resulta un factor determinante para configurar la directriz de trazado óptimo.</p> <p><i>Perfil de elevación del Componente 1</i></p>  <p><i>Modelo Digital de Elevación 3D del Componente 1 (sector oriental)</i></p>  <p><i>Modelo Digital de Elevación 3D del Componente 1 (sector occidental)</i></p> 

Criterio	Características destacadas en el área de estudio
<b>Pendientes</b>  <i>Fuente: Modelo de Elevación digital de elaboración propia, basado datos Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) generados por la NASA con resolución de 30 m</i>	<p><b>Componente 2</b></p> <p>El corredor de territorio sobre el que se implanta el componente 2 presenta una geomorfología de planicie en la mayor parte de su recorrido. Solamente en su sector inicial debe franquear la cordillera de Los Altos (altitud máxima 400 m), con pendientes que se sitúan en el rango del 30-35%. Por tratarse de una Cordillera perpendicular al sentido de avance del Componente 2, cualquier alternativa que se plantee deberá franquear ese accidente natural de elevadas pendientes, por lo que este factor no resulta determinante para configurar la directriz de trazado óptimo, ya que afectaría a todas las alternativas.</p> <p><i>Perfil de elevación del Componente 2</i></p>  <p><i>Modelo Digital de Elevación 3D del Componente 2</i></p> 



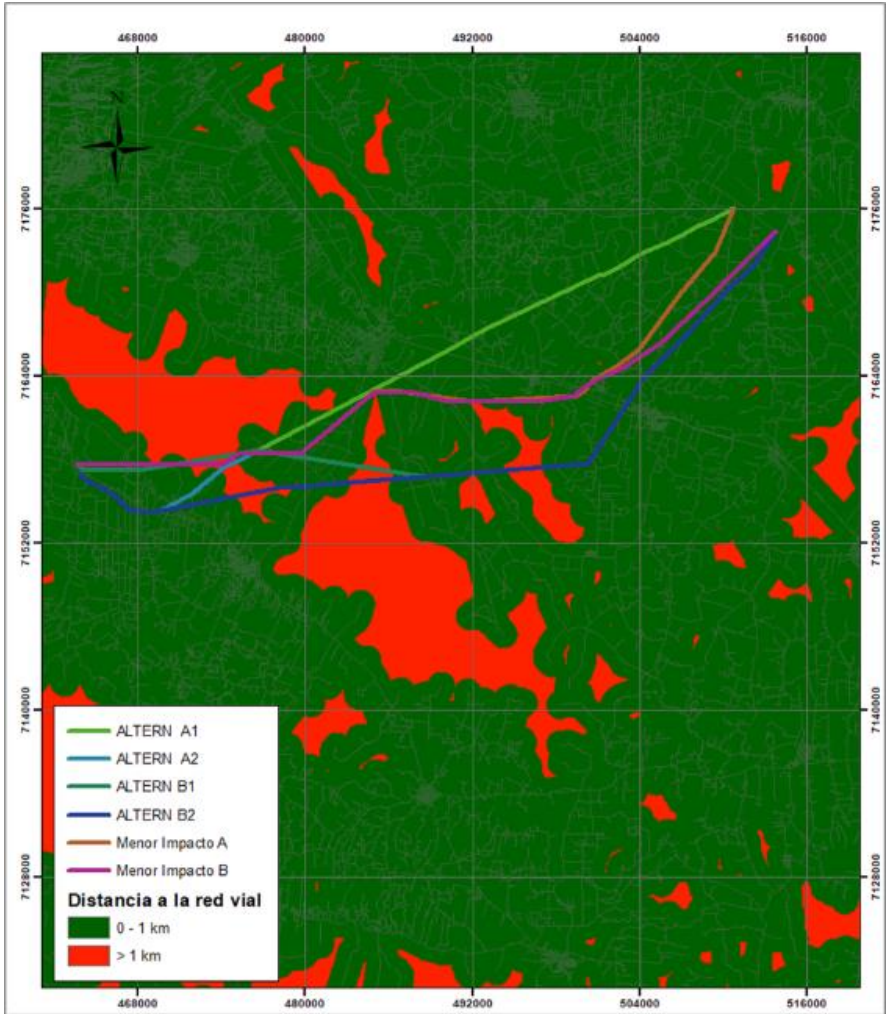
**Mapa 29.** Rangos de pendientes (%)



**(b) Proximidad a red vial**

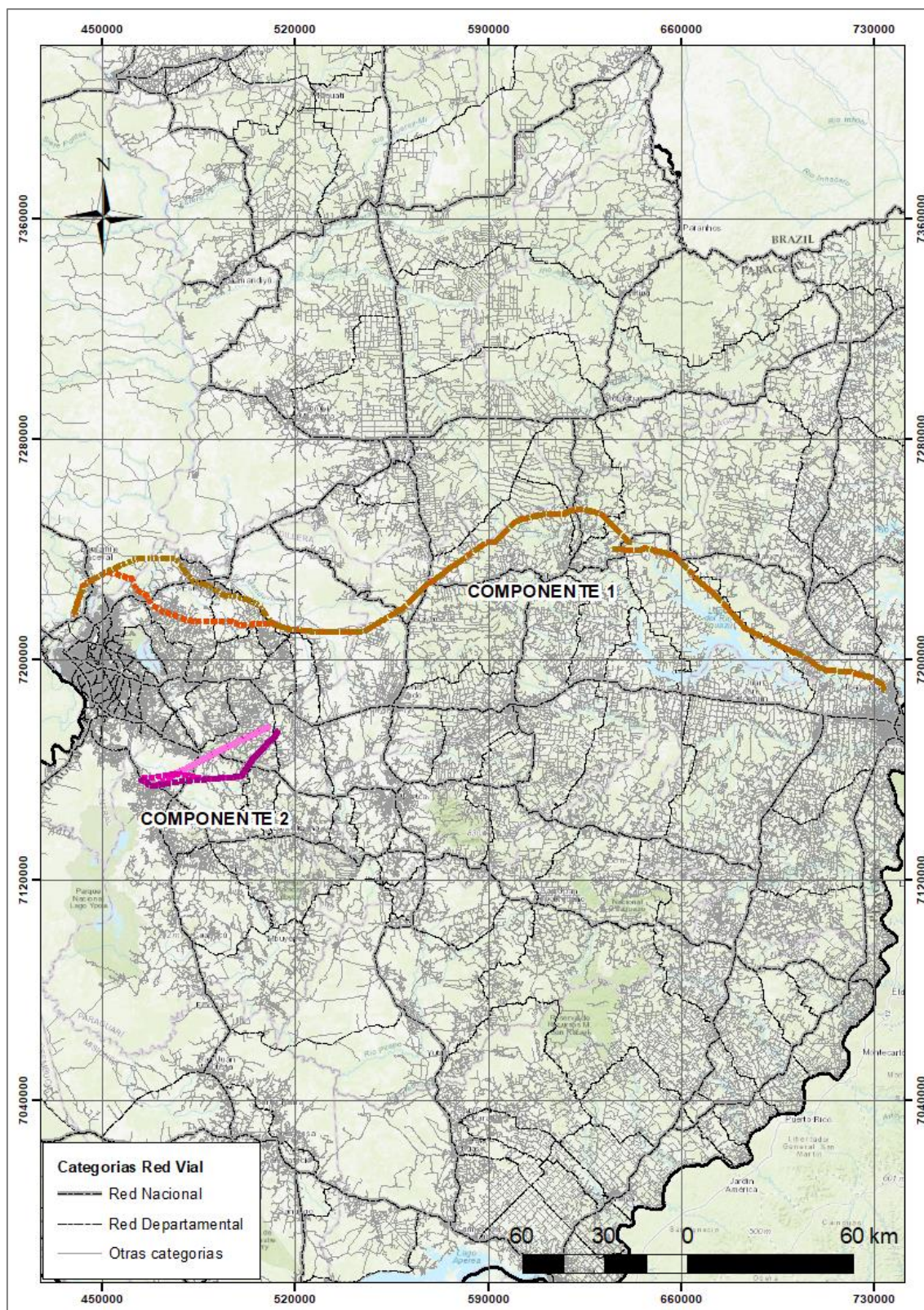
Criterio	Características destacadas en el área de estudio
<p><b>Proximidad a la Red vial</b></p> <p><i>Fuente:</i> Cartografía digital oficial del INE, 2012.</p> <p><i>Actualización de la Red vial de Rutas Nacionales del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones MOPC, 2020</i></p>	<p><b>Componente 1</b></p> <p>La densidad de la red vial a lo largo del corredor del territorio sobre el que se implanta el componente 1 es elevada (ver mapa de la página siguiente), garantizando que la mayor parte del mismo se dispone de una vía construida, de cualquier orden, a menos de 1 km de distancia. En consecuencia, a lo largo de la mayor parte del corredor, este criterio no resulta determinante para configurar la directriz de trazado óptimo. Las áreas en las que no existen vías en proximidad, coinciden con la presencia de otras restricciones territoriales ya consideradas en el modelo (como láminas de agua o áreas de pendiente elevada).</p> <p><i>Proximidad a red vial del Componente 1</i></p> <p><b>Alternativas propuestas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>MD A1</li> <li>MD B1</li> </ul> <p><b>Proximidad a la red vial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;1 km</li> <li>1 - 2 km</li> <li>&gt; 2 km</li> </ul>



Criterio	Características destacadas en el área de estudio
<p><b>Proximidad a la Red vial</b></p> <p><i>Fuente: Cartografía digital oficial del INE, 2012.</i></p> <p><i>Actualización de la Red vial de Rutas Nacionales del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones MOPC, 2020</i></p>	<p><b><u>Componente 2</u></b></p> <p>La situación es similar a la del componente 1, descrita arriba.</p> <p><i>Proximidad a red vial del Componente 2</i></p> 



Mapa 30. Red vial

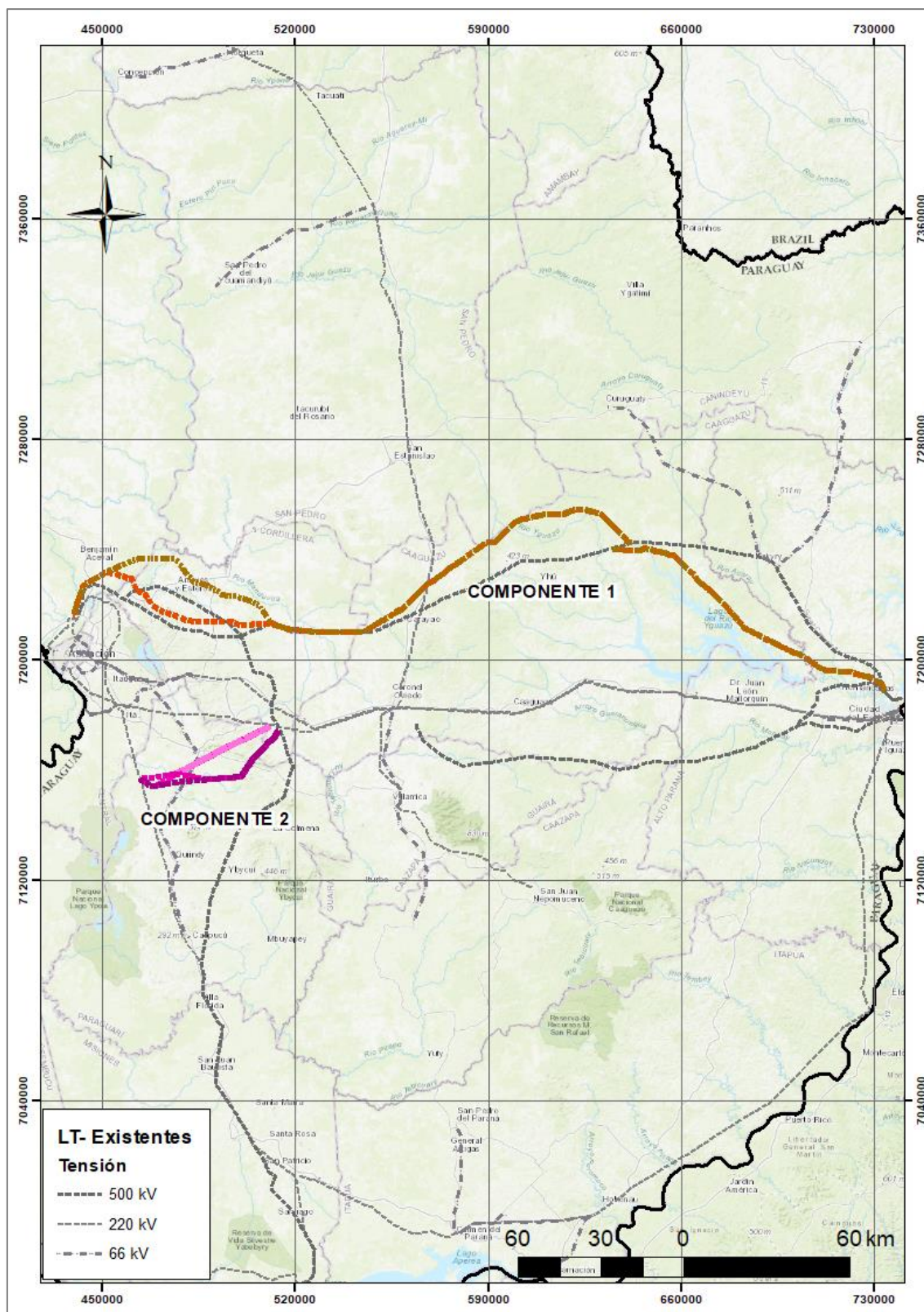




**(c) Proximidad a electroductos**

Criterio	Características destacadas en el área de estudio
<p><b>Proximidad a electroductos</b></p> <p><i>Fuente: Información allegada por parte de la ANDE. 2021</i></p>	<p><b><u>Componente 1</u></b></p> <p>El corredor territorial del Componente 1 se dispone de Este a Oeste cubriendo la franja existente entre el principal punto de generación de energía eléctrica del país (Itaipú) y el principal consumidor (distrito capital). En consecuencia, constituye el principal corredor de transmisión eléctrica del país, existiendo varias líneas construidas que lo recorren, incluyendo el Circuito 1, de 500 kV y que comparte el mismo punto de inicio y fin que la LT del Componente 1 (subestaciones de Margen Derecha y Villa Hayes).</p> <p>Por otra parte, solamente una línea existente atraviesa el corredor del Componente 1 de Norte a Sur, por lo que cualquier alternativa que se plantee tendrá que cruzarla.</p>  <p><i>Subestación de Villa Hayes (subestación de llegada del Componente 1)</i></p> <p><b><u>Componente 2</u></b></p> <p>Solamente una línea existente atraviesa el corredor del Componente 2 de Norte a Sur, por lo que cualquier alternativa que se plantee tendrá que cruzarla.</p>

Mapa 31. Red de electroductos

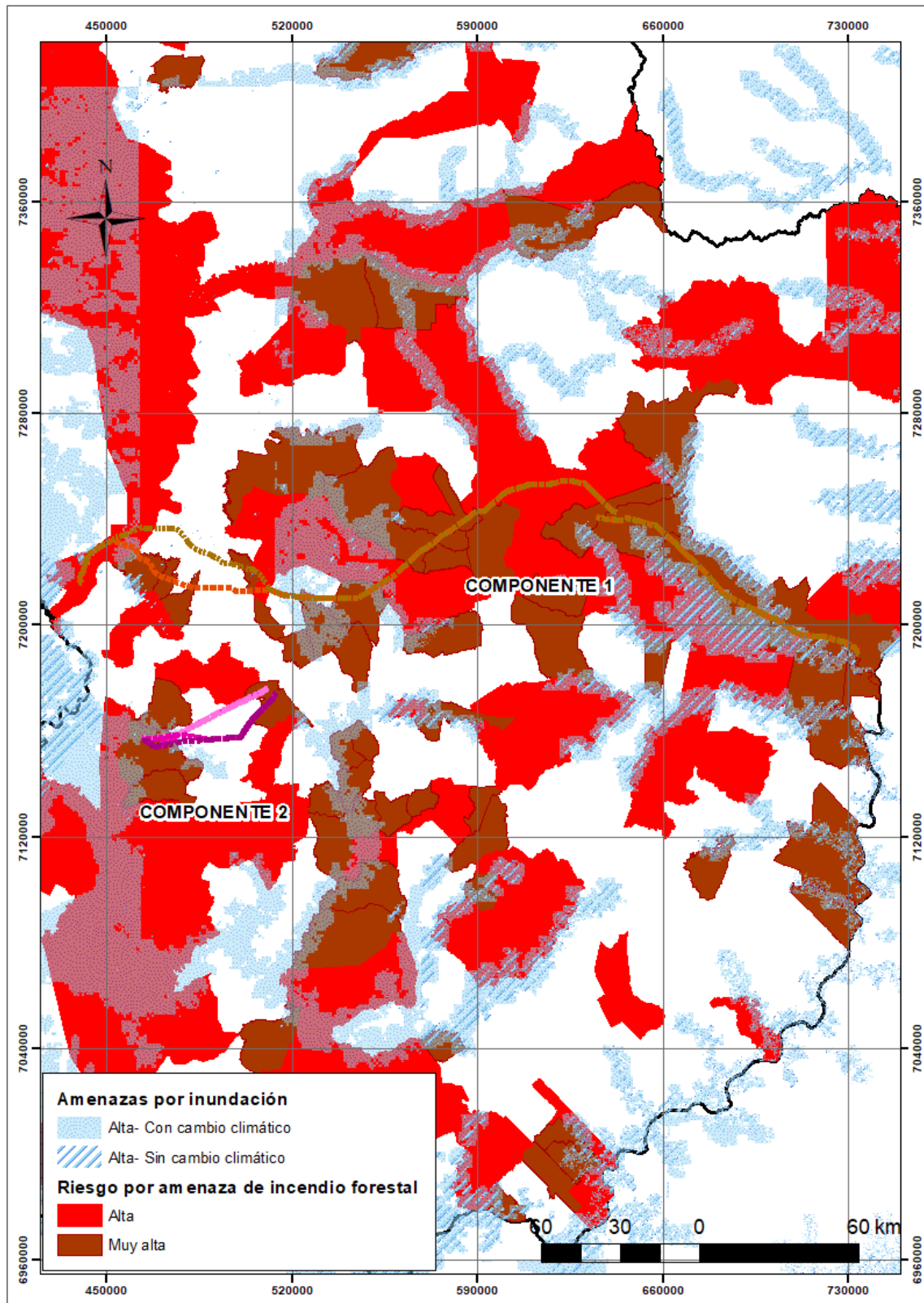




**(d) Amenazas por riesgo de incendio y de inundación**

Criterio	Características destacadas en el área de estudio
<b>Amenaza por riesgo de incendio</b>  <i>Fuente: Atlas de Riesgo de desastres de la Republica de Paraguay. 2018. Mapa de riesgos por amenaza de incendio forestal según distritos.</i>	<p><b><u>Componente 1</u></b></p> <p>Una parte significativa del corredor territorial del Componente 1 presenta una amenaza por riesgo de incendio alta y muy alta. A pesar de lo anterior, también existe una parte significativa del corredor fuera de dicho riesgo, por lo cual, se considera que este criterio puede resultar determinante para la configuración de la directriz de trazado óptimo, ya que el nivel de riesgo resultante será significativamente distinto en función de la directriz de trazado finalmente seleccionada, entre todas las posibles.</p> <p><b><u>Componente 2</u></b></p> <p>La amenaza por riesgo de incendio se sitúa al principio y final de la línea, por lo que no resulta determinante para la configuración de la directriz de trazado óptimo, ya que cualquier alternativa que se proponga para este componente soportará un nivel similar de amenaza.</p>
<b>Amenaza por inundación (sin y con escenarios de cambio climático)</b>  <i>Archivos shape facilitados por el BID</i>	<p><b><u>Componente 1</u></b></p> <p>Las áreas con amenaza de riesgo de inundación en el corredor del Componente 1 se encuentran localizadas y dispersas, por lo que pueden tener un papel relevante a la hora de determinar la directriz de trazado óptimo.</p> <p><b><u>Componente 2</u></b></p> <p>Solamente existe un área que concentra este riesgo, y puede ser evitada, por lo que el nivel de riesgo será significativamente diferente para las alternativas que la atraviesen frente a las que no.</p>

**Mapa 32.** Amenazas por riesgo de incendio y de inundación



## ANEXO 3. Características y mapeo de los criterios ambientales

### (a) Hábitats naturales críticos (I – Espacios)

En esta sección se analiza cómo la existencia de espacios prioritarios para la conservación de la biodiversidad biológica puede condicionar el trazado de las Líneas de Transmisión de los Componentes 1 y 2.

La presencia de estos espacios se relaciona con el siguiente aspecto incluido en la definición de “hábitat natural crítico” (ver Anexo 1): “zonas protegidas jurídicamente o zonas reconocidas internacionalmente como de elevado valor en términos de biodiversidad”.

En la siguiente tabla y mapa se enumeran y describen los distintos espacios que cualifican para su consideración como espacios prioritarios para la conservación situados en el área de estudio, clasificados según su tipología (Áreas Silvestres Protegidas, Reserva de la Biosfera, IBAs -Áreas Importantes para las Aves-, y EBA -Áreas de Endemismo para las Aves-).

Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio
<b>Áreas silvestres protegidas ASPs</b> <i>Fuente: Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas</i> <a href="https://apps.mades.gov.py/siam/porta/mapas#panelMapa">https://apps.mades.gov.py/siam/porta/mapas#panelMapa</a>	<p><b>Componente 1</b></p> <p>El trazado de partida de este componente interseca o se sitúa próximo a varias Áreas Silvestres Protegidas. De Este a Oeste, son las siguientes: Reserva ecológica Capiibary (7 hectáreas de afección); Reserva Natural Arroyo Tapiracuái; Reserva de Recursos Manejados Lago Ypacaraí y el Sistema de Humedales Adyacentes; y Reserva de recursos manejados de Humedales del Bajo Chaco (25 hectáreas de afección). A destacar que en esta última se sitúa la subestación de llegada de Villa Hayes, a la que ya llegan otros ectroductos de 220 kV y 500 kV.</p> <p><b>Reserva ecológica Capiibary</b></p> <p>Ubicada en el departamento de San Pedro, consta de 3082 hectáreas, declaradas por el Decreto N° 18.219 en 2002. por el cual se declara Reserva Ecológica parte de la finca 199 fracción C y Finca 13 Fracción B Propiedad del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Asiento del Centro Forestal Capiibary, Distrito de Capiibary.</p> <p>Esta Área Silvestre Protegida tiene como objeto proteger y conservar una muestra representativa de la Ecorregión Bosque Atlántico del Alto Paraná o Selva Paranaense y sus comunidades naturales. Las Reservas ecológicas son áreas con características de reserva científica o parque nacional, pero que no califican para ser incluidas en esas categorías, debido a una o varias razones (tamaño, grado de alteración, etc.).</p> <p><i>Fuente: MADES</i></p> <p><b>Reserva Natural Arroyo Tapiracuái</b></p> <p>Ubicada entre los departamentos de San Pedro y Caaguazú, y declarada por la Ley 4647 de 2012, es un Área Silvestre Protegida bajo dominio privado, con la categoría de manejo de Reserva Natural. Está formada por el Arroyo Tapiracuái, sus lechos, nacientes y humedales que afectan inmuebles del dominio privado, en un área determinada por las líneas paralelas ubicadas a 100 metros a ambas márgenes de dicho arroyo.</p> <p><i>Fuente: MADES</i></p> <p><b>Reserva de Recursos Manejados Lago Ypacaraí y el Sistema de Humedales Adyacentes</b></p> <p>Ubicada entre los departamentos de Cordillera y Central, con una superficie de 33.628 hectáreas, declaradas por la Ley 5256 de 2014, que indica: “<i>área silvestre protegida de dominio público y privado con la categoría de manejo de reserva de recursos manejados</i>”.</p>

Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio
	<p>El plan de manejo del ASP indica que gran parte del área protegida se encuentra antropizada, pero pese a ello existen zonas poco alteradas asegurando de esta forma la continuidad de los procesos evolutivos, incluyendo la migración de algunos animales y el flujo genético.</p> <p><i>Fuente: MADES</i></p> <p><b>Reserva de recursos manejados Humedales del bajo Chaco</b></p> <p>Localizada en el Distrito de Villa Hayes, Departamento de Presidente Hayes, cuenta con una Superficie total de 8.510 ha, declaradas en el Decreto N°6.473/2011.</p> <p>La sección oeste del ASP cuenta con un paisaje natural representativo y característico de la biodiversidad y provisión de servicios ecosistémicos propios del Chaco húmedo, donde se pueden apreciar áreas bajas inundables (humedales) asociadas a pastizales naturales en las sabanas y bosques chaqueños. Estos ambientes son extremadamente importantes para el país, ya que en el SINASIP no se encuentran áreas protegidas que conserven un paisaje representativo de la zona de inundación y confluencia de los ríos Paraguay y Pilcomayo.</p> <p>Localizadas en la ecorregión Chaco húmedo, contiene una mastozoofauna característica de la mencionada ecorregión, por lo cual su conservación y manejo adecuado garantizaría la protección y supervivencia de estas especies." (PNUD, 2020). El área presenta severos signos de deforestación (Cacciali et al. 2015).</p> <p>ASP de categoría IV (Reserva de Recursos Manejados que representa "aquellas áreas que permiten conjugar el mantenimiento de la diversidad biológica con la utilización sustentable de los ecosistemas y sus componentes").</p> <p><i>Fuente: Plan de manejo de la Reserva de recursos manejados "Refugio de vida silvestre humedales del bajo Chaco" 2020-2030</i></p> <p>La presencia de las Áreas Silvestres Protegidas anteriores en el área de estudio del Componente 1 condiciona significativamente la directriz de trazado, ya que resulta prioritario minimizar su interacción con el proyecto. Esta consideración no resulta de aplicación posible a la Reserva de recursos manejados Humedales del bajo Chaco, ya que la subestación de llegada se encuentra dentro de la Reserva.</p> <p><b><u>Componente 2</u></b></p> <p>El trazado del Componente 2 se encuentra próximo a la Reserva Natural del "Bosque Yvyraty", Área Silvestre Protegida bajo dominio privado, sin afectarla directamente.</p> <p><b>Reserva Natural "Bosque Yvyraty"</b></p> <p>Son unas 300 hectáreas de bosque originario, en el sistema de la Cordillera de Los Altos, produciendo abundante agua dulce para comunidades de los municipios de Sapucaí y Escobar, en el Departamento de Paraguari. Gestionado por SOBREVIVENCIA, Amigos de la Tierra Paraguay, es representativo de la ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná del Paraguay, y contiene relictos del antiguo Cerrado.</p> <p>A su biodiversidad, a su gran producción de agua dulce, se suma su alto valor escénico, ya que está ubicado a lo largo del borde de la Cordillera de Los Altos, bajando hasta el pie de la meseta.</p> <p><i>Fuente: SOBREVIVENCIA, Amigos de la Tierra Paraguay</i></p> <p>La presencia de esta Reserva Natural condiciona significativamente la directriz de trazado, ya que resulta prioritario minimizar su interacción con el proyecto, lo que obliga a bordearla por el Norte o por el Sur.</p>

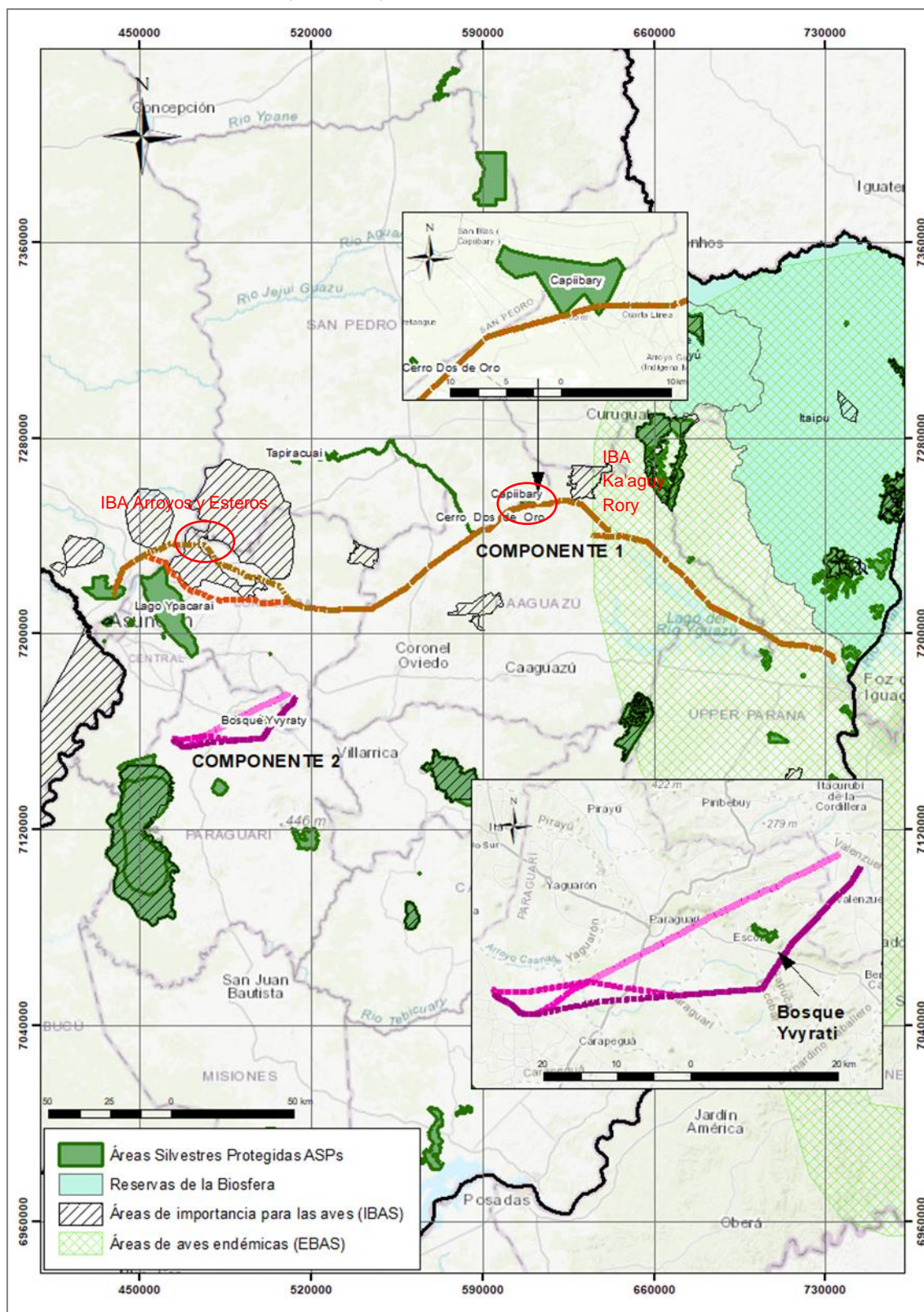


Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio
<p><b>Reserva de la Biosfera</b></p> <p><i>Fuente:</i></p> <p><a href="https://www.itaipu.gov.br/es/pagina/reserva-de-la-biosfera-itaipu">https://www.itaipu.gov.br/es/pagina/reserva-de-la-biosfera-itaipu</a></p>	<p><b>Componente 1</b></p> <p>El punto de inicio de la LT de 500 kV se encuentra próximo a la Reserva de la biosfera de Itaipu, sin afectarla directamente:</p> <p><b>Reserva de la Biósfera ITAIPU</b></p> <p>El área de influencia de la ITAIPU Binacional, margen derecha, correspondiente a la cuenca hidrográfica del embalse de Itaipu. Ha sido declarada como Reserva de la Biosfera de la UNESCO en Junio de 2017. El territorio cuenta con 1.047.438 hectáreas dentro de 16 distritos en los departamentos de Alto Paraná y Canindeyú.</p> <p>Comprende 3 zonas: área núcleo, área de amortiguamiento y área de transición. La zona núcleo, compuesta por un ecosistema protegido estrictamente, corresponde a las Áreas Silvestres Protegidas manejadas por ITAIPU Binacional: Mbaracayu, Carapa, Pozuelo, Limoy, Yvyty Rokái, Itabo, Pikiry y Tati Yupi.</p> <p><i>Fuente:</i> <a href="https://www.itaipu.gov.py/es/pagina/reserva-de-la-biosfera-itaipu">https://www.itaipu.gov.py/es/pagina/reserva-de-la-biosfera-itaipu</a></p> <p>La presencia de esta Reserva no condiciona la directriz de trazado ya que se encuentra suficientemente alejada del corredor de avance del Componente 1.</p> <p><b>Componente 2</b></p> <p>No aplica</p>
<p><b>IBAs y KBAs</b></p> <p><i>Fuente: Bird Life International</i></p> <p><a href="http://datazone.birdlife.org/country/paraguay/ibas">http://datazone.birdlife.org/country/paraguay/ibas</a></p> <p><i>IBAT- Alliance</i></p> <p><a href="https://www.ibat-alliance.org/country_profiles/PRY">https://www.ibat-alliance.org/country_profiles/PRY</a></p>	<p><b>Componente 1</b></p> <p>Dos IBAs se localizan en el área de estudio del Componente 1, siendo de Este a Oeste: el IBA Ka'aguy Rory y el IBA Arroyos y Esteros. Este último es el que mayor interacción con el trazado, ya que la macrodirectriz MD B1 del Componente 1 lo interseca en 44 hectáreas.</p> <p><b>IBA Ka'aguy Rory (Código PY031)</b></p> <p>El IBA Ka'aguy Rory, con una superficie de 14,961 ha, es una estancia que alberga uno de los remanentes boscosos más importantes para la protección del Bosque Atlántico en Paraguay bajo dominio privado. El 63% de su cobertura conserva Bosque Atlántico, mientras que en el resto de la propiedad, asociados a los valles del arroyo Morotí, afluente del río Aguaray, se desarrollan pastizales inundables. El área cuenta con árboles muy antiguos y añosos, encontrándose ejemplares de gran porte.</p> <p><i>Fuente: BirdLife International (2021) Important Bird Areas factsheet: Ka'aguy Rory. Downloaded from <a href="http://www.birdlife.org">http://www.birdlife.org</a> on 05/09/2021.</i></p> <p><b>IBA Arroyos y Esteros (Código PY025)</b></p> <p>El IBA de Arroyos y Esteros, con una superficie de 166,775 ha, se encuentra dividida por el paso de la Ruta Nacional 3, y se asienta sobre suelos estacionalmente saturados, temporalmente anegables y algo salobres. Se destaca por sus paisajes de pastizales, palmares inundables y esteros de agua permanente, así como por su fauna característica de pastizales y humedales.</p> <p><i>Fuente: BirdLife International (2021) Important Bird Areas factsheet: Arroyos y Esteros. Downloaded from <a href="http://www.birdlife.org">http://www.birdlife.org</a> on 05/09/2021</i></p> <p>La presencia de estas IBAs condiciona significativamente la directriz de trazado, ya que resulta prioritario minimizar su interacción con el proyecto.</p> <p><b>Componente 2</b></p> <p>No aplica</p>



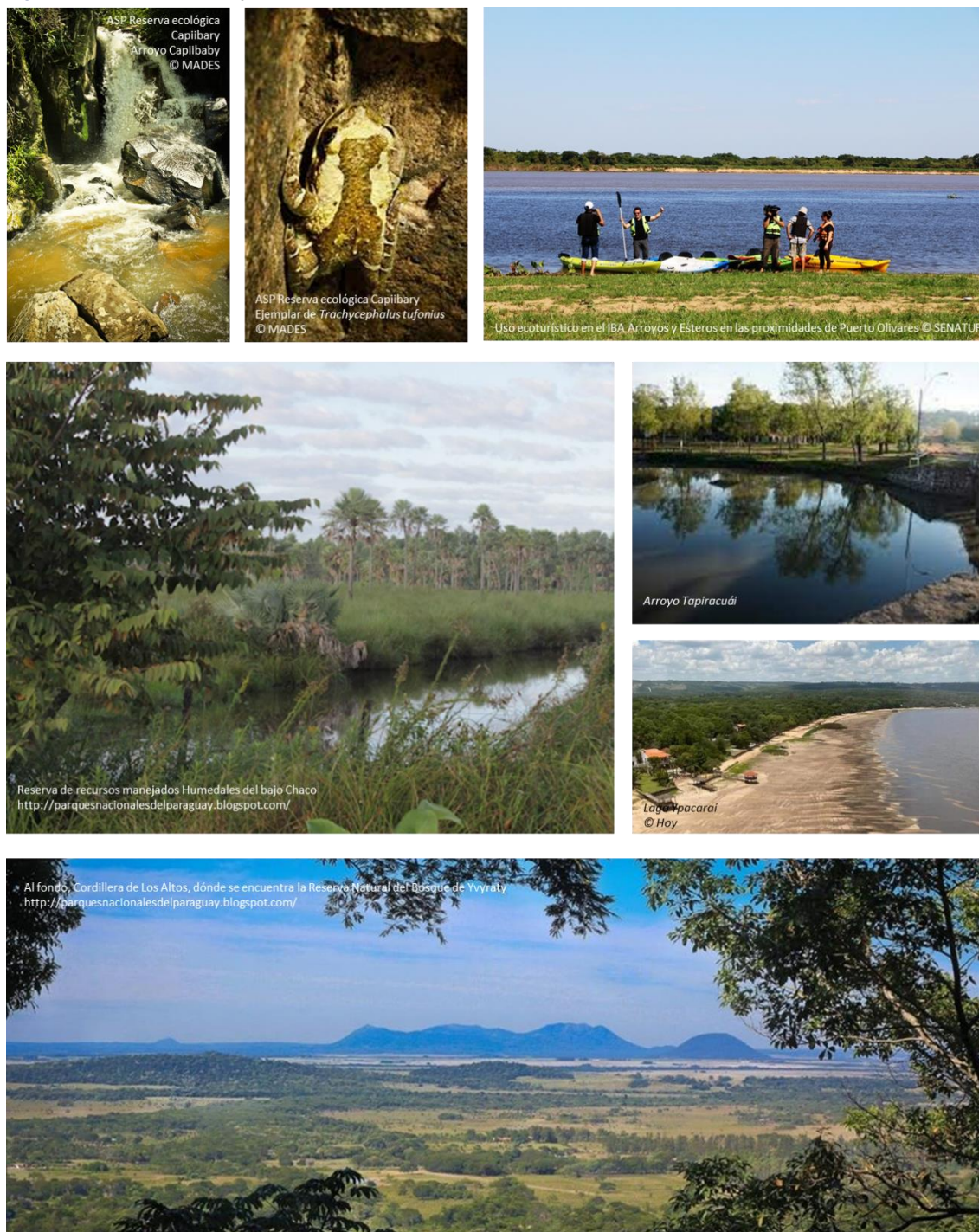
Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio
<p><b>EBAs</b></p> <p><i>Fuente: Endemic Bird Areas (EBAs) - Bird Life International</i></p> <p><a href="http://datazone.birdlife.org/index.php/country/paraguay/ebas">http://datazone.birdlife.org/index.php/country/paraguay/ebas</a></p>	<p><b><u>Componente 1</u></b></p> <p>Cualquier alternativa de trazado del componente 1 debe atravesar necesariamente una extensa EBA trinacional denominada “tierras bajas del bosque atlántico (Atlantic forest lowlands)” a lo largo de su primer tercio de recorrido. Sus principales características se sintetizan a continuación.</p> <p><b>EBA Atlantic forest lowlands:</b></p> <p>Código 075 / Países: Paraguay, Argentina y Brasil / Extensión: 290,000 km<sup>2</sup> / Altitud: 0 – 1700 m / Prioridad: crítica / Pérdida de hábitat: severa / Conocimiento: incompleto</p> <p>La vegetación natural de este EBA es principalmente bosque húmedo y su diversidad floral muy alta con varios miles de especies (probablemente la diversidad de árboles corresponda a una de las más ricas del mundo; se cree que alrededor del 53% son endémicos). La diversidad de especies de avifauna endémica incluye 10 géneros. Fuente: BirdLife International.</p> <p>Especies de distribución restringida: esta EBA tiene una avifauna particularmente diversa que incluye diez géneros endémicos: Triclaria, Ramphodon, Jacamaralcyon, Acrobatornis, Clibanornis, Cichlocolaptes, Biatas, Psilorhamphus, Merulaxis y Calyptura. Todas las especies de aves de rango restringido de la EBA viven en los bosques, pero muestran distintas preferencias por tipo de bosque o altitudinales.</p> <p><i>Fuente: <a href="http://datazone.birdlife.org/eba/factsheet/71">http://datazone.birdlife.org/eba/factsheet/71</a></i></p> <p>Debido a su amplia extensión, y a que cualquier alternativa de trazado debe atravesarla, la presencia de esta EBA no condiciona significativamente la directriz de trazado.</p> <p><b><u>Componente 2:</u></b></p> <p>No aplica</p>

Mapa 33. Hábitats naturales críticos (I – Espacios)





**Figura 25.** Un recorrido en imágenes por las ASP e IBA del área de estudio





### (b) Hábitats naturales críticos (II – Especies)




En esta sección se analiza cómo la presencia de especies indicadoras de hábitats naturales críticos puede condicionar el trazado de las Líneas de Transmisión de los Componentes 1 y 2.





Según la definición de hábitat natural crítico (ver **Anexo 1**), se consideran especies indicadoras de dichos hábitats, a las especies amenazadas, casi amenazadas y endémicas de distribución restringida que se localizan en el área de estudio.

Un primer cribado de dichas especies a partir de la información publicada en la Lista Roja de la IUCN, permitió confeccionar el listado de especies que se presenta en la **Sección (i)**. En la misma sección se presentan también los mapas de riqueza de dichas especies indicadoras en el territorio, con el objeto de identificar las áreas de mayor concentración de especies. Este ejercicio se ha realizado tanto para el conjunto de especies, como desagregado por especies terrestres y especies voladoras (más sensibles estas últimas a los proyectos de líneas de transmisión).

Posteriormente se analizaron en detalle las áreas de distribución de cada una de las especies indicadoras para determinar aquellas que podían condicionar en mayor medida la configuración de la directriz de trazado óptimo. Se seleccionaron aquellas especies de distribución más restringida en el territorio que podían ser evitadas o su impacto minimizado significativamente mediante variaciones de trazado, y se llegó a la siguiente lista corta de especies, cuyas áreas de distribución restringida se presentan en la **Sección (ii)**.

**Tabla 25.** Lista corta de especies indicadoras de hábitats naturales críticos que pueden condicionar la directriz de trazado óptimo

Clase	Estado (endemismo)	Hábitat y ecología	Nombre vulgar/ Nombre científico	Imagen	Puede condicionar trazado de: Componente 1	Puede condicionar trazado de: Componente 2
Reptil	CR (En Peligro Crítico) Endémica	Bosque	<i>Homonota rupicola</i>		No	Sí
Reptil	EN (En peligro) Endémica	Bosque y sabana	<i>Phalotris nigrilatus</i>		Sí	No
Planta	VU (Vulnerable)	Pastizales, áreas rocosas (por ejemplo, acantilados interiores, picos de montañas)	<i>Frailea schilinzkyana</i>		No	Sí

Clase	Estado (endemismo)	Hábitat y ecología	Nombre vulgar/ Nombre científico	Imagen	Puede condicionar trazado de: Componente 1	Puede condicionar trazado de: Componente 2
Planta	VU (Vulnerable)	Bosques, áreas rocosas (por ejemplo, acantilados interiores, picos de montañas)	<i>Parodia schumanniana</i>		Sí	Sí
Planta	VU (Vulnerable) Endémica	Bosques, áreas rocosas (por ejemplo, acantilados interiores, picos de montañas)	<i>Gymnocalycium paraguayense</i>		No	Sí
Planta	Casi amenazada	Pradera	<i>Frailea cataphracta</i>		No	Sí
Reptil	Preocupación menor – Endémico	Bosque	<i>Tropidurus guarani</i>	 <small>Fuente: <a href="http://www.faunaparaguay.com/tropidurusguarani.html">http://www.faunaparaguay.com/tropidurusguarani.html</a></small>	Sí	No


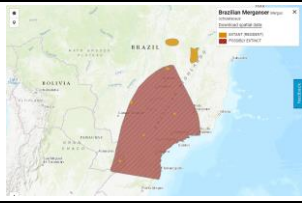



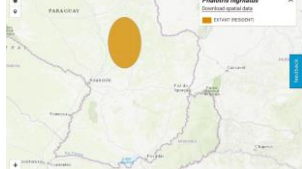

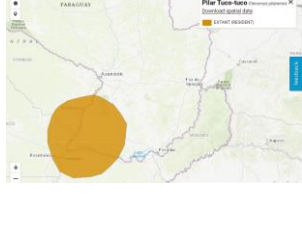

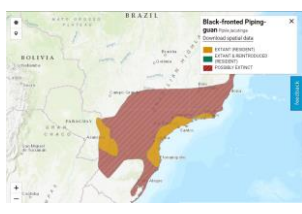


**Conclusiones.** Las conclusiones del análisis de cómo el criterio de presencia de especies indicadoras de hábitats críticos condiciona el trazado de la LT son las siguientes:


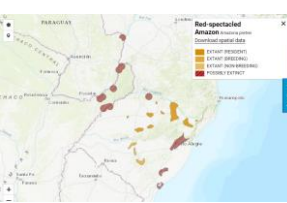

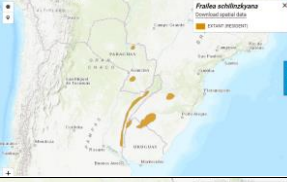

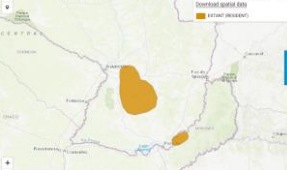

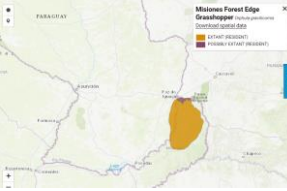

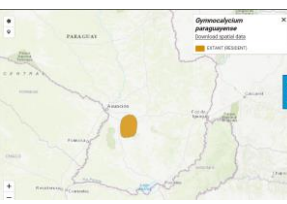

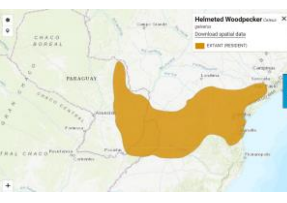

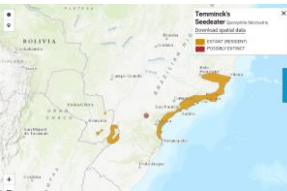
Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio
<b>Especies indicadoras de hábitats naturales críticos</b>  <i>Fuente: elaboración propia a partir de la información contenida en la Lista Roja de UICN</i>	<p><b><u>Componente 1</u></b></p> <p>En el corredor de estudio del componente 1 se han localizado 3 especies indicadoras de hábitats naturales críticos (ver tabla superior) cuyas áreas de distribución restringida pueden condicionar la elección del trazado, si bien, todas ellas son periféricas del área de estudio por lo que pueden ser evitadas con facilidad.</p> <p><b><u>Componente 2</u></b></p> <p>En el corredor de estudio del componente 2 se han localizado 5 especies indicadoras de hábitats naturales críticos (ver tabla superior) cuyas áreas de distribución restringida pueden condicionar la elección del trazado. Solo una de ellas (<i>Homonota rupicola</i>) puede ser totalmente evitada, coincidiendo además con la especie más amenazada de la lista corta, por estar en estado de peligro crítico.</p>

### (i) Listado completo de especies indicadoras de hábitats naturales críticos


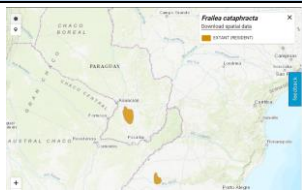

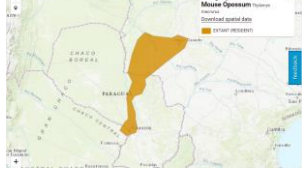

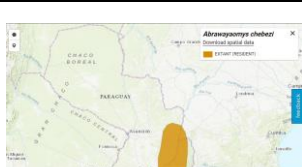



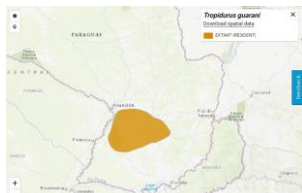

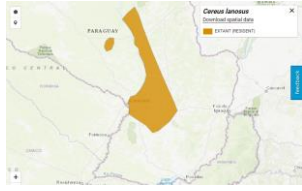


Se enumeran a continuación el listado y características de las especies indicadoras de hábitats naturales críticos (especies amenazadas, casi amenazadas y endémicas de distribución restringida) identificadas en el área de estudio.

**Tabla 26.** Listado de especies indicadoras de hábitats críticos presentes en el área de estudio

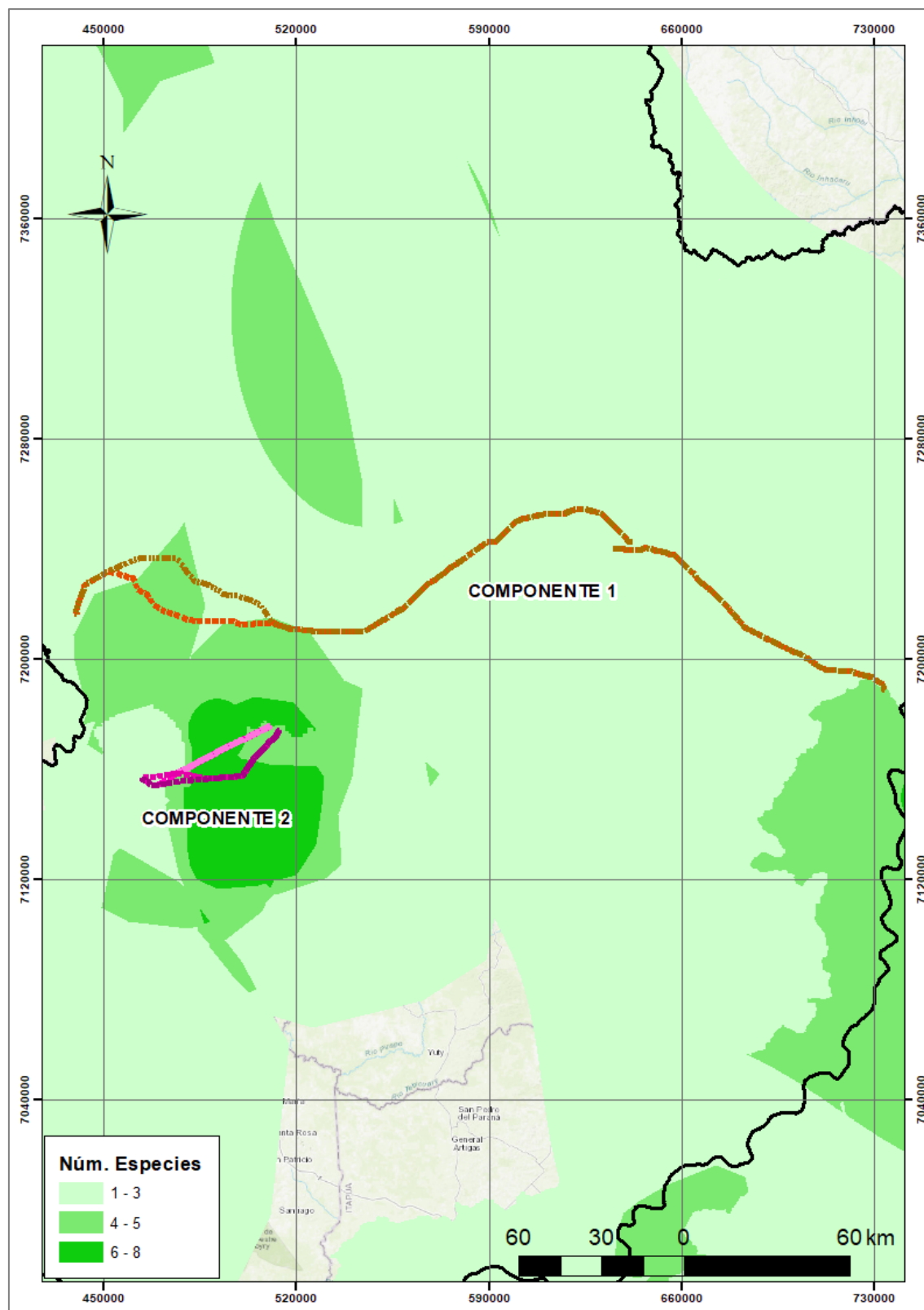
Clase	Estado (endemismo)	Hábitat y ecología	Nombre vulgar/ Nombre científico	Imagen	Área de distribución
Ave	CR (En Peligro Crítico)	Humedales (interior)	<i>Brazilian Merganser Mergus octosetaceus</i>		
Reptil	CR (En Peligro Crítico) <b>Endémica</b>	Bosque	<i>Homonota rupicola</i>		
Reptil	EN (En peligro) <b>Endémica</b>	Bosque y sabana	<i>Phalotris nigrilatus</i>		
Mamífero	EN (En peligro) <b>Endémica</b>	Pastizales artificiales / terrestres	<i>Pilar Tuco-tuco Ctenomys pilarensis</i>		
Aves	EN (En peligro)	Bosque, Humedales (interior)	<i>Black-fronted Piping-guan Pipile jacutinga</i>		
Reptil	VU (Vulnerable)	Humedales (interior)	<i>Williams' Side-necked Turtle Phrynops williamsi</i>		

Clase	Estado (endemismo)	Hábitat y ecología	Nombre vulgar/ Nombre científico	Imagen	Área de distribución
Aves	VU (Vulnerable)	Bosque, sabana, artificial/ terrestre	Red-spectacled Amazon <i>Amazona pretrei</i>		
Planta	VU (Vulnerable)	Pastizales, áreas rocosas (por ejemplo, acantilados interiores, picos de montañas)	Fraila <i>schilinzkyana</i>		
Planta	VU (Vulnerable)	Bosques, áreas rocosas (por ejemplo, acantilados interiores, picos de montañas)	Parodia <i>schumanniana</i>		
Insectos	VU (Vulnerable)	Bosque	Misiones Forest Edge Grasshopper <i>Orphula gracilicornis</i>		
Planta	VU (Vulnerable) Endémica	Bosques, áreas rocosas (por ejemplo, acantilados interiores, picos de montañas)	<i>Gymnocalycium paraguayense</i>		
Ave	Vulnerable	Bosques, Artificiales/ terrestres	Helmeted Woodpecker <i>Ceuleus galeatus</i> (formerly as: <i>Hylatomus galeatus</i> )		
Ave	Vulnerable	Bosque	Temminck's Seedeater <i>Sporophila falcirostris</i>		

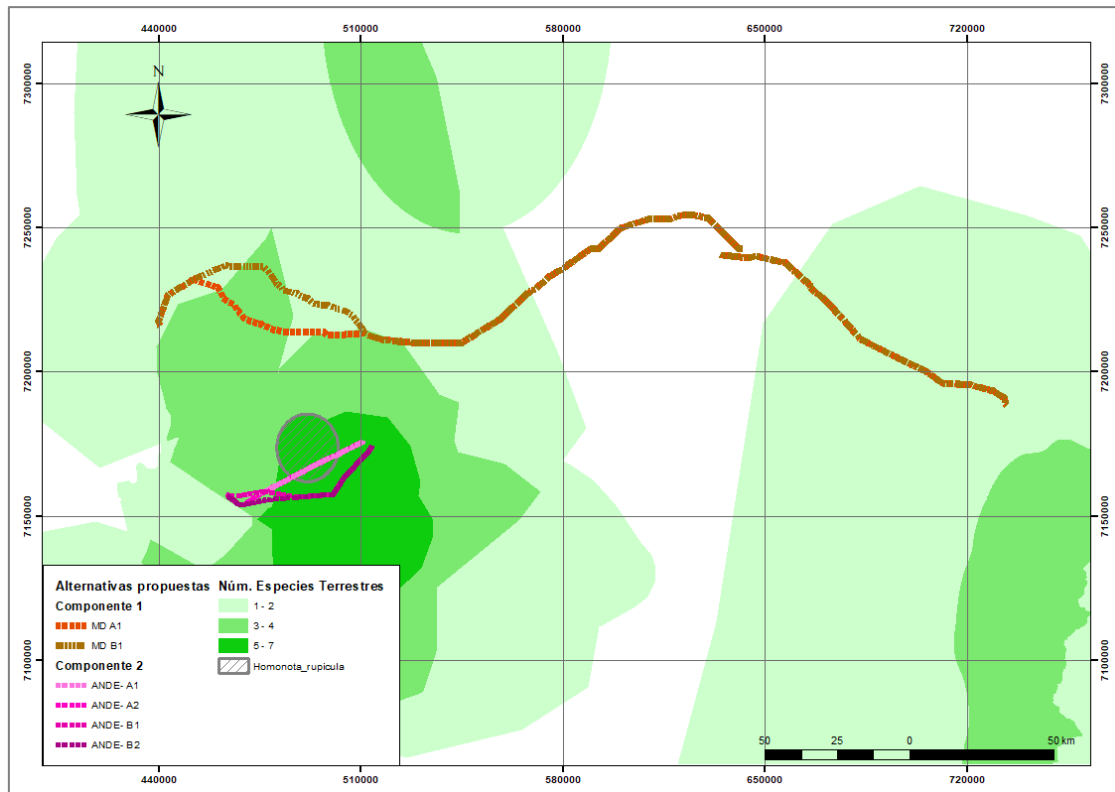


Clase	Estado (endemismo)	Hábitat y ecología	Nombre vulgar/ Nombre científico	Imagen	Área de distribución
Planta	Casi amenazada	Pradera	<i>Frailea cataphracta</i>		
Mamífero	Casi amenazada	Bosque, Sabana, Matorral	<i>Paraguayan Fat-tailed Mouse Opossum Thylamys macrurus</i>		
Mamífero	Datos deficientes- <b>Endémico</b>	Bosque	<i>Abrawayaomys chebezi</i>	 Fuente: Pardiñas, 2009. Taxonomy And Distribution Of Abrawayaomys (Rodentia: Cricetidae), An Atlantic Forest Endemic With The Description Of A New Species	
Actinopterygii	Datos deficientes- <b>Endémico</b>	Humedales (interior)	<i>Hyphessobrycon wajati</i>	 Fuente: Casciotti, 2016. Visibilizando lo invisible. Un relevamiento de la diversidad de peces del Parque Nacional Iguazú, Misiones, Argentina	
Reptil	Preocupación menor - <b>Endémico</b>	Bosque	<i>Tropidurus guarani</i>	 Fuente: <a href="http://www.faunaparaguay.com/tropidurusguarani.html">http://www.faunaparaguay.com/tropidurusguarani.html</a>	
Magnoliopsida	Preocupación menor - <b>Endémico</b>	Bosque	<i>Cereus lanosus</i>	 Fuente: <a href="http://www.etnobotanica.org.py/portfolio/proyecto-cactus-cereus/">http://www.etnobotanica.org.py/portfolio/proyecto-cactus-cereus/</a>	
Reptil	Preocupación menor - <b>Endémico</b>	Bosque	<i>Amphisbaena albocingulata</i>	 Fuente: <a href="https://www.gbif.org/species/2472914/treatments">https://www.gbif.org/species/2472914/treatments</a>	

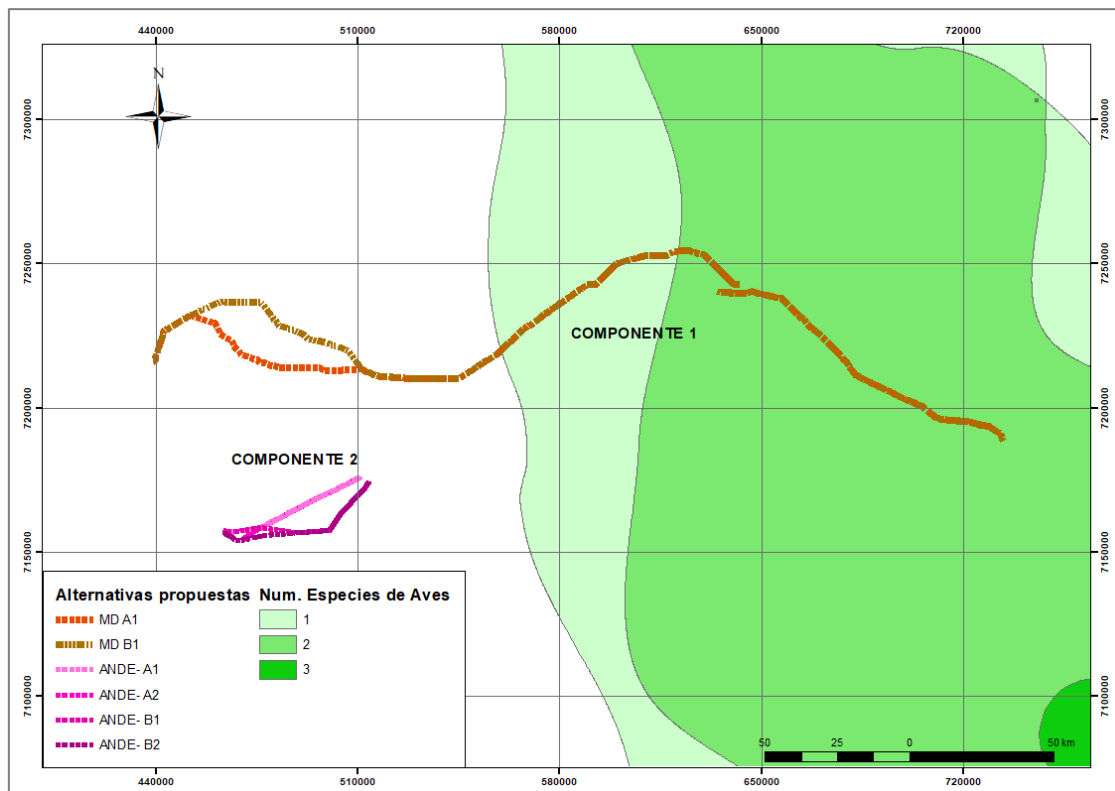
**Mapa 34.** Mapa-síntesis de índice de riqueza de especies indicadoras de hábitats naturales críticos



**Mapa 35.** Mapa-síntesis de índice de riqueza de especies terrestres indicadoras de hábitats naturales críticos



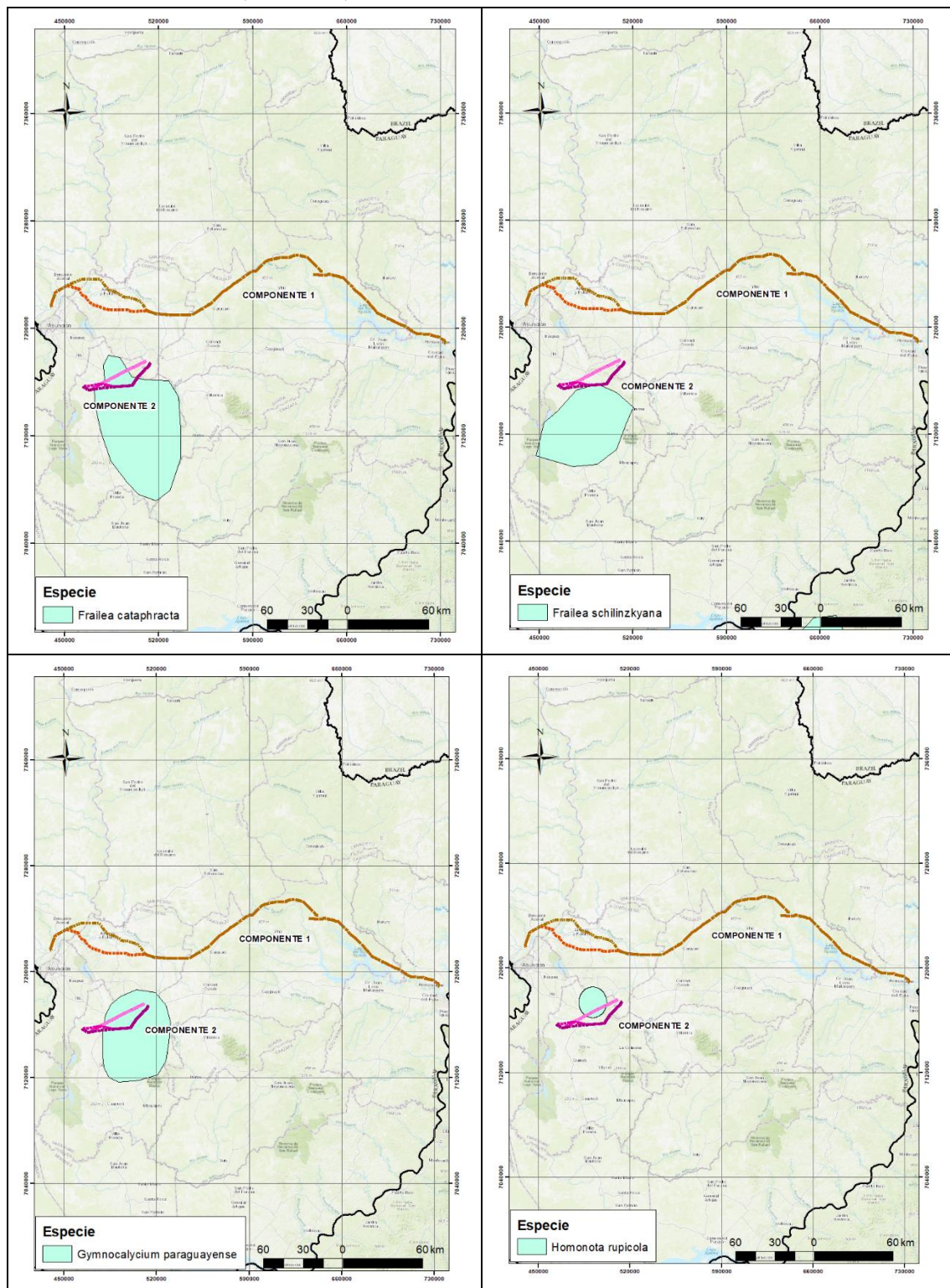
**Mapa 36.** Mapa-síntesis de índice de riqueza de especies voladoras indicadoras de hábitats naturales críticos





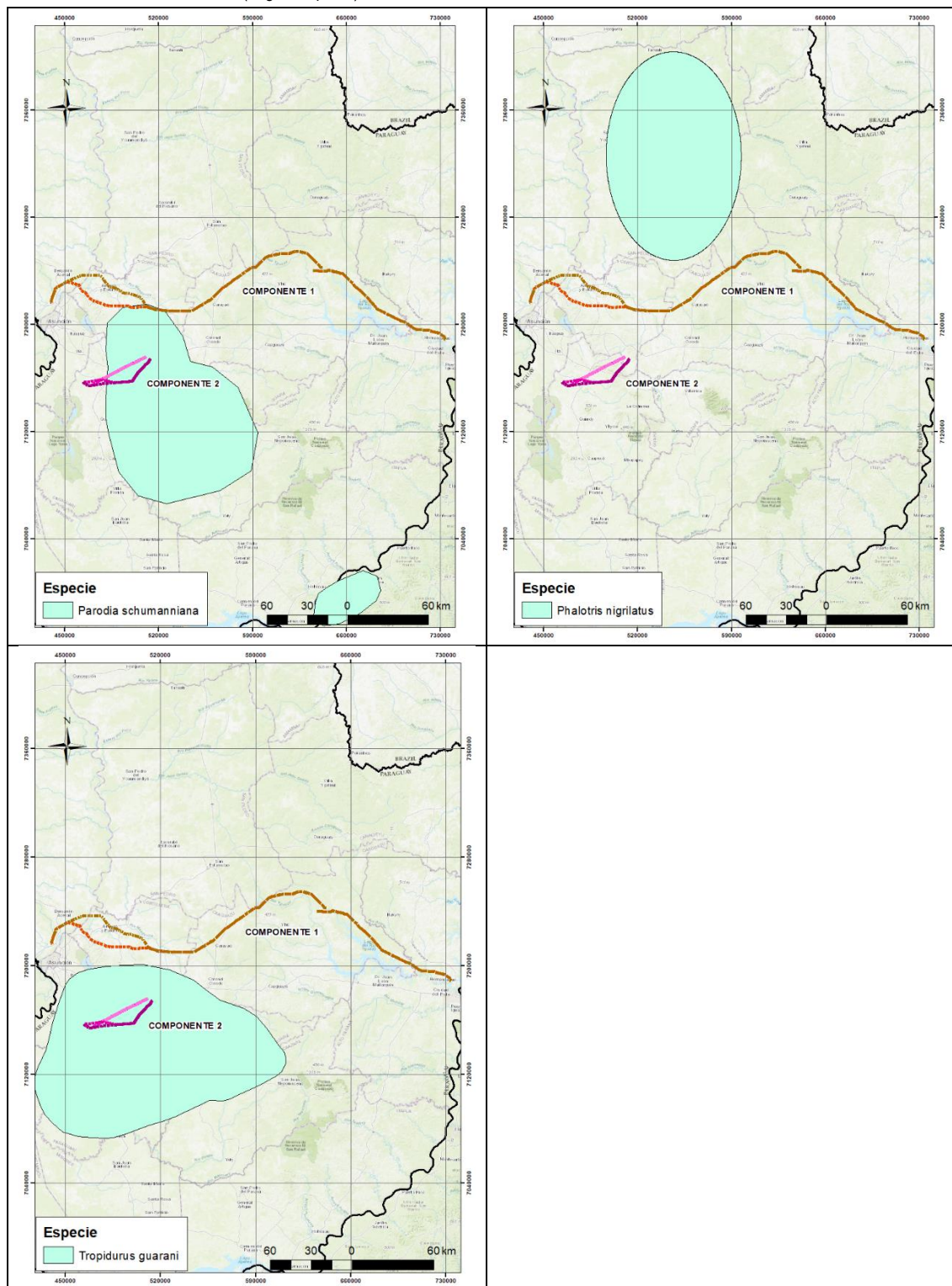
**(ii) Lista corta de especies indicadoras de hábitats naturales críticos cuya distribución territorial puede condicionar el diseño del trazado**

**Mapa 37.** Selección de especies indicadoras de hábitats naturales críticos cuya distribución territorial puede condicionar el diseño del trazado (primera parte)





**Mapa 38.** Selección de especies indicadoras de hábitats naturales críticos cuya distribución territorial puede condicionar el diseño del trazado (segunda parte)



**(c) Hábitats naturales críticos (III – Conectividad)**

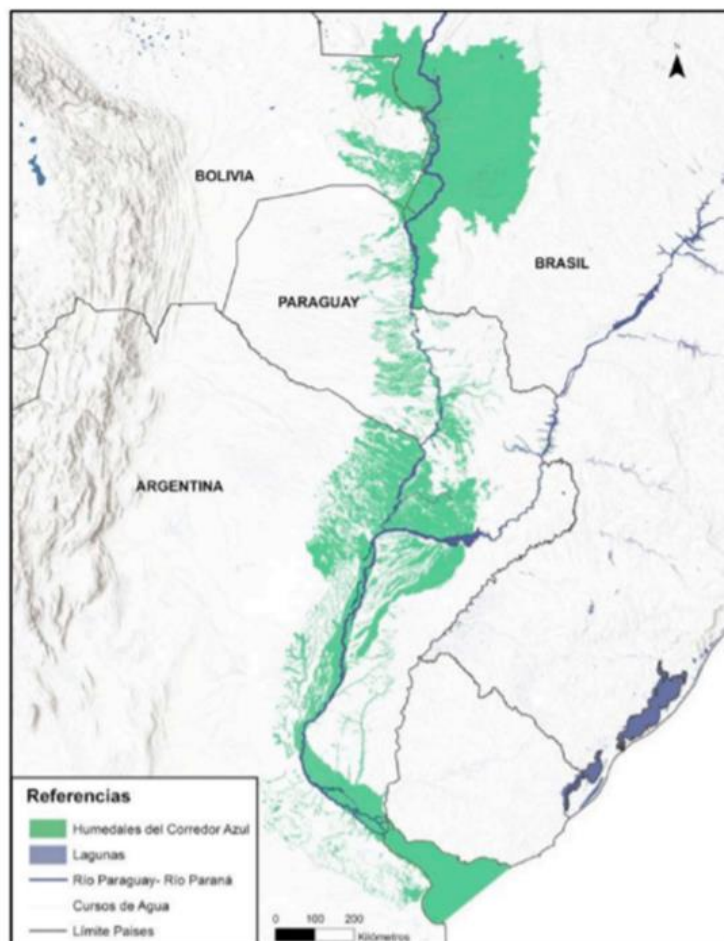
En esta sección se analiza cómo la existencia de áreas importantes para la conectividad biológica puede condicionar el trazado de las Líneas de Transmisión de los Componentes 1 y 2.

La conectividad biológica se relaciona con dos de los aspectos incluidos en la definición de “hábitat natural crítico” (ver Anexo 1): en primer lugar, con los “hábitats que sustentan la supervivencia de concentraciones importantes a nivel mundial de especies migratorias o especies que se congregan”, y en segundo lugar, con las “áreas asociadas con procesos evolutivos clave”.

Los corredores de conectividad biológica terrestre todavía no están definidos formalmente en Paraguay, aunque el proceso para su estudio y definición está iniciado y en marcha. En este contexto, para los efectos de este informe, se ha tomado como insumo la información geoespacial sobre corredores ecológicos terrestres utilizada en el Proyecto ONU REDD+. Dicha información ha sido cedida por el MADES.

En lo que respecta a los corredores migratorios, se ha identificado la presencia en el área de estudio de un gran corredor panamericano de migración de aves, el “Corredor de Aves Migratorias del Sistema Paraguay-Paraná”, también conocido como “Corredor Azul” (ver Cuadro explicativo adjunto).

**Cuadro 2.** Corredor Azul



*Sistema de humedales asociados al corredor fluvial Paraguay-Paraná*

Los ríos Paraná y Paraguay constituyen “corredores biogeográficos”, es decir, vías efectivas para la migración activa o pasiva de flora y fauna de linaje tropical hacia zonas templadas (Bó 2006). En el caso de las aves, el corredor fluvial Paraguay-Paraná se constituye en el eje principal del corredor migratorio interior de Sudamérica (o en inglés Americas mid-continental flyway). Los sistemas de humedales, pastizales y bosques en galería a lo largo del corredor son esenciales para la supervivencia de muchas especies de aves migratorias que los utilizan como lugar de parada o concentración no reproductiva (Capllonch et al. 2008).

*Fuente: Blanco D., Fletcher A., Lesterhuis A y Petracci P. 2020. Corredor de aves migratorias del sistema Paraguay-Paraná. Programa Corredor Azul. Fundación Humedales/ Wetlands Internacional. Buenos Aires. Argentina.*

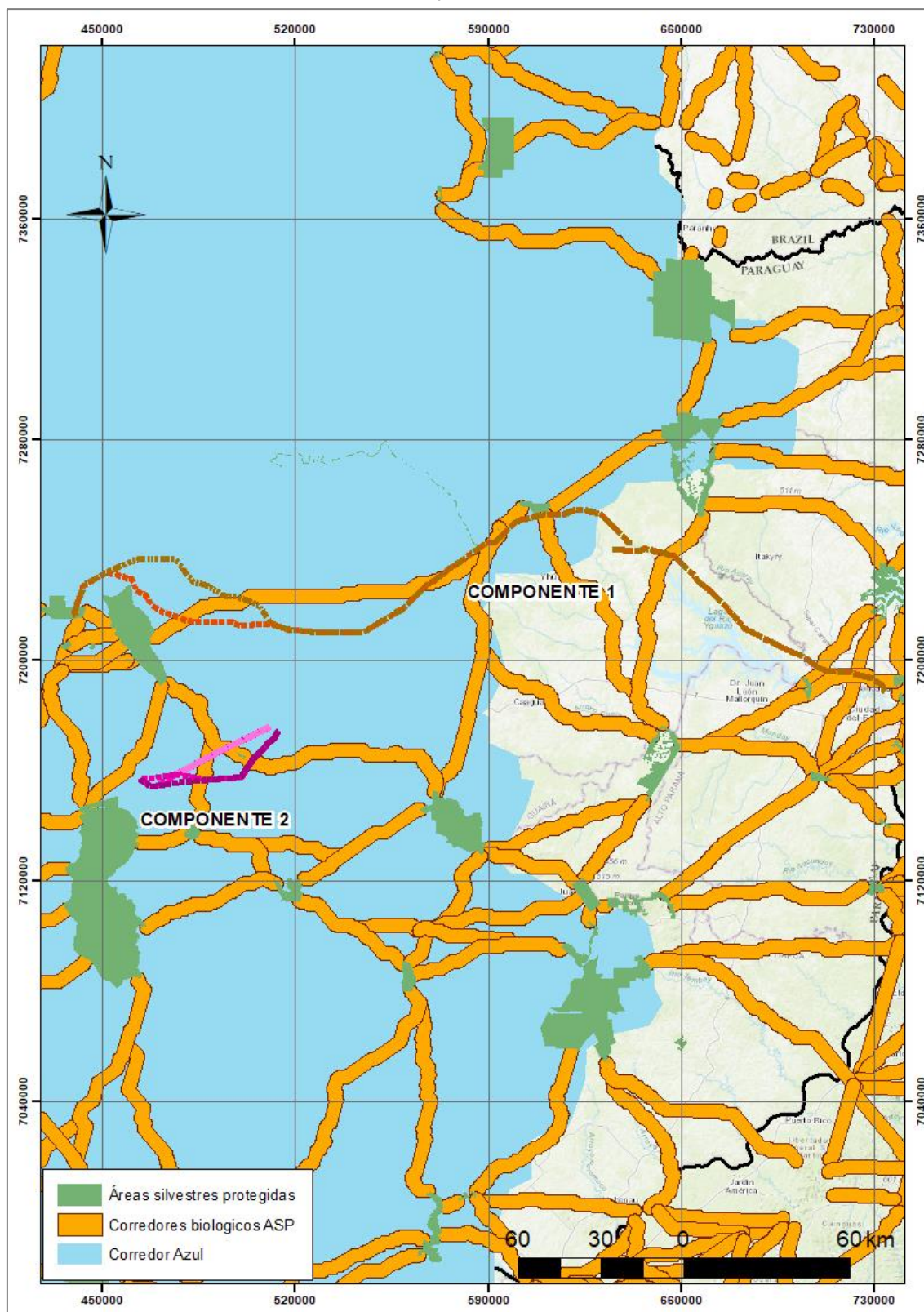
Dentro de la cuenca del Plata, el corredor fluvial Paraguay-Paraná se inicia en latitudes tropicales, discurre por regiones subtropicales y termina desembocando en el estuario del Río de la Plata, en el contexto de una zona de clima templado, fluyendo a lo largo de 3.400 kilómetros. Se trata del principal colector de las aguas superficiales de la cuenca, destacándose por presentar grandes extensiones de humedales. Estos grandes humedales fluviales se caracterizan por el régimen de pulsos con fases de inundación y sequía (Neiff y Malvárez 2004).

La gran planicie de inundación del río Paraguay y su continuación en el río Paraná medio e inferior, constituyen el valle principal de la cuenca del Plata conformando uno de los sistemas de humedales más extensos del planeta.

Esta gran depresión central determina un continuo hidrológico y biológico de humedales, que se extiende de Norte a Sur desde el Pantanal hasta los humedales del estuario del Río de la Plata (Benzaquen et al. 2013, Fabricante et al. 2019).



**Mapa 39.** Áreas de importancia para la conectividad biológica





El Corredor Azul discurre de forma perpendicular a las Líneas de Transmisión del Componente 1 y 2, por lo que procede analizar y evaluar el efecto barrera que estas infraestructuras pueden representar para el flujo de aves migradoras que lo recorren, y el riesgo de colisión derivado.

El riesgo de colisión correlaciona sensiblemente con la geometría corporal de las aves y otras características, que se sintetizan en el Cuadro adjunto.

**Cuadro 3.** Grupos de aves con mayor riesgo de colisión

Un modelo para evaluar la susceptibilidad de las aves a colisión y electrocución en base a la morfología de sus alas es descrito en “Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electrical power lines: a review”. El modelo aplica un análisis estadístico a variables como la carga alar (peso del ave dividido por el área del ala) y el aspecto (amplitud del ala); y se crean seis grupos según su desempeño en vuelo, lo cual se relaciona con su susceptibilidad de colisión o electrocución, siendo los principales resultados los que se presentan a continuación, en relación con los grupos más vulnerable a colisión:

- **Voladores poco performantes:** este grupo presenta un alto riesgo de colisión con las líneas eléctricas; se caracterizan por tener un vuelo rápido, cuerpo pesado y alas pequeñas, lo que disminuye su maniobrabilidad. Pertenecen mayormente a los órdenes Gruiformes y Tinamiformes. Dentro de las especies más afectas a colisiones en América y Europa están la focha común (*Fulica atra*), grulla (*Grus grus*), rascón común o rascón europeo (*Rallus aquaticus*).
- **Aves acuáticas y zambullidores:** este grupo también presenta muchas especies en riesgo de colisión, como las pertenecientes al orden Anseriformes (patos y cisnes entre otros) o aves de la familia Scolopacidae (playeros, zarapitos y agujetas entre otros), que aumentan su riesgo de colisión debido a que migran grandes distancias.
- **Planeadores marinos:** aunque este grupo no presenta altos índices de colisiones, las gaviotas son la excepción, porque, aunque tienen una baja carga alar, presentan gran número de colisiones en el tendido eléctrico. Se ha sugerido que pueden ser arrastradas por los vientos hacia los cables de corriente. Las especies de la familia Anatidae (patos) tienen 50% más probabilidad de colisionar que especies de la familia Laridae (gaviotas), pero las gaviotas pasan más tiempo volando y son más numerosas.
- **Depredadores aéreos:** poseen excelentes habilidades de vuelo y visión binocular, pero pasan la mayor parte de su vida en el aire, por lo que sus probabilidades de colisionar son mayores que las aves que viven en tierra.
- **Planeadores de ascendencias térmicas:** Algunas de sus especies son susceptibles a ambos riesgos, electrocución y colisión. Las garzas, Ciconiiformes (como las cigüeñas), y Gruiformes (grullas, rascones y avutardas) presentan una alarmante tasa de accidentes en las líneas de transmisión eléctrica, aunque no se distingue claramente si es por electrocución o colisión.

Los datos sugieren que los juveniles son, con más frecuencia, víctimas de colisión debido a su inexperiencia en vuelo y sus hábitos gregarios.

*Fuente: “Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electrical power lines: a review” citado en la Guía para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos Eólicos y de Líneas de Transmisión Eléctrica en Aves Silvestres y Murciélagos (2015), del Ministerio de Energía de Chile.*

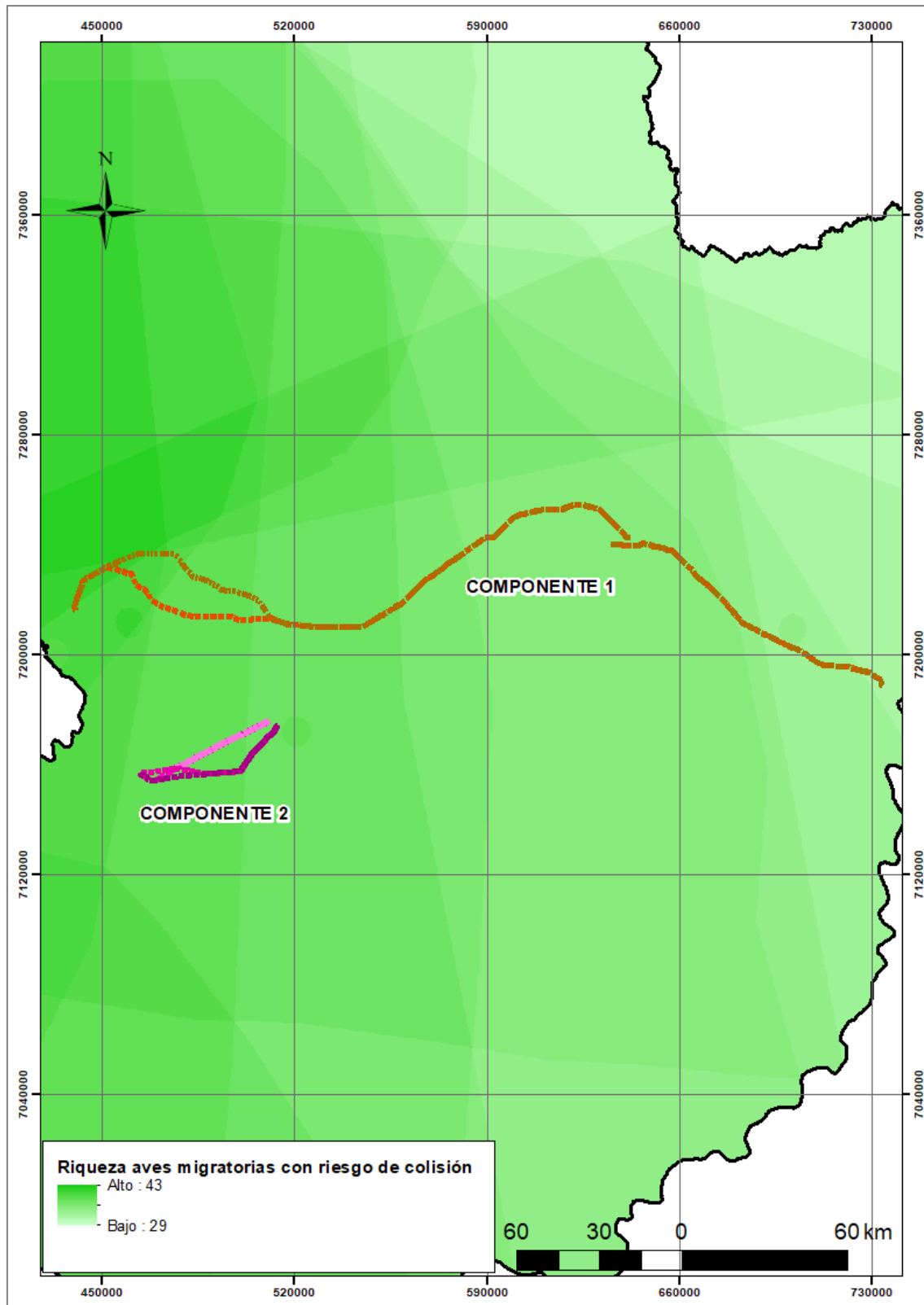
**Densidad de especies de aves migradoras con elevado riesgo de colisión con líneas de transmisión.** A partir del inventario de avifauna migradora del Corredor Azul, se ha realizado el cribado de las especies pertenecientes a familias susceptibles de presentar mayores riesgos de colisión con Líneas de Transmisión. La lista corta de especies resultante se ha contrastado y completado con los datos de la Lista Roja de la IUCN, identificándose un total de 53 especies (ver tabla inferior), para 46 de las cuales se dispone de información de su área de distribución geográfica. A continuación, se elaboró el mapa de riqueza de estas especies, que se presenta en la figura siguiente.

**Figura 26.** Número de especies de avifauna (por familia) con mayor riesgo de colisión en el Corredor Azul

Orden	Familia	N. de especies identificadas como migratorias en el Corredor Azul	No. de especies con distribución en el área de estudio (según IUCN)
Accipitriformes	Accipitridae	1	1
Anseriformes	Anatidae	17	15
Pelecaniformes	Ardeidae	3	3
Ciconiiformes	Ciconiidae	2	2
Galliformes	Gallidae	0	0
Falconiformes	Falconidae	0	0
Charadriiformes	Laridae	5	2
Pandionidae	Pandionidae	1	1
Gruiformes	Rallidae	6	5
Scolopacidae	Scolopacidae	15	14
Strigiformes	Strigidae	0	0
Pelecaniformes	Threskiornithidae	3	3
Tinamiformes	Tinamidae	0	0
<b>Total</b>		<b>53</b>	<b>46</b>

En el mapa se observa que la densidad de especies es alta en toda el área de estudio, aumentando de Este a Oeste, siendo mayor cuanto menor es la distancia al Río Paraguay, lo cual es un resultado coherente con la disposición y sentido de flujo del Corredor Azul.

**Mapa 40.** Riqueza de aves migratorias con alto riesgo de colisión



**Listado completo de especies migrantes en el Corredor Azul pertenecientes a familias con mayor riesgo de colisión.**

Se enumeran a continuación el listado y características de las especies usantes del Corredor Azul, cuyas familias han sido identificadas con mayor riesgo de colisión.

**Tabla 27.** Listado de especies migratorias en el Corredor Azul presentes en el área de estudio

Nombre científico	Familia
Rostrhamus sociabilis	Accipitridae
Anas bahamensis	Anatidae
Callonetta leucophrys	Anatidae
Coscoroba coscoroba	Anatidae
Cygnus melancoryphus	Anatidae
Dendrocygna bicolor	Anatidae
Dendrocygna viduata	Anatidae
Heteronetta atricapilla	Anatidae
Mareca sibilatrix	Anatidae
Netta peposaca	Anatidae
Nomonyx dominicus	Anatidae
Oxyura vittata	Anatidae
Sarkidiornis sylvicola	Anatidae
Spatula cyanoptera	Anatidae
Spatula platalea	Anatidae
Spatula versicolor	Anatidae
Bubulcus ibis	Ardeidae
Butorides striata	Ardeidae
Ixobrychus involucris	Ardeidae
Ciconia maguari	Ciconiidae
Mycteria americana	Ciconiidae
Larus cirrocephalus	Laridae
Rynchops niger	Laridae
Pandion haliaetus	Pandionidae
Coturnicops notatus	Rallidae
Laterallus flaviventer	Rallidae
Pardirallus maculatus	Rallidae
Porphyrio flavirostris	Rallidae
Porphyrio martinicus	Rallidae
Actitis macularius	Scolopacidae
Bartramia longicauda	Scolopacidae
Calidris canutus	Scolopacidae
Calidris fuscicollis	Scolopacidae
Calidris himantopus	Scolopacidae
Calidris melanotos	Scolopacidae
Calidris minutilla	Scolopacidae
Calidris subruficollis	Scolopacidae
Gallinago paraguaiiae	Scolopacidae
Limosa haemastica	Scolopacidae
Steganopus tricolor	Scolopacidae
Tringa flavipes	Scolopacidae
Tringa melanoleuca	Scolopacidae
Tringa solitaria	Scolopacidae
Phimosus infuscatus	Threskiornithidae
Platalea ajaja	Threskiornithidae
Plegadis chihi	Threskiornithidae



**Conclusiones.** Las conclusiones del análisis de cómo este criterio condiciona el trazado de la LT son las siguientes:

Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio
<p><b>Conectividad biológica</b></p> <p><i>Fuente para corredores ecológicos: ONU REDD+</i></p> <p><i>Fuente para la densidad de especies: elaboración propia a partir de la información contenida en la Lista Roja de UICN</i></p>	<p><b><u>Componente 1 y Componente 2</u></b></p> <p>De los tres aspectos de la conectividad analizados, solamente el relativo a corredores biológicos puede tener alguna influencia en el trazado de la línea de transmisión, debido a su presencia en el área de estudio de los dos Componentes y a su distribución restringida en el territorio.</p> <p>En cuanto a los otros dos factores (el Corredor Azul propiamente dicho, y las áreas de distribución de las especies de avifauna con mayor riesgo de colisión), al cubrir casi todo o todo el territorio, y resultar inevitable el paso de la ruta por las áreas consideradas, su influencia en la determinación de la directriz de trazado óptimo es casi nula.</p>

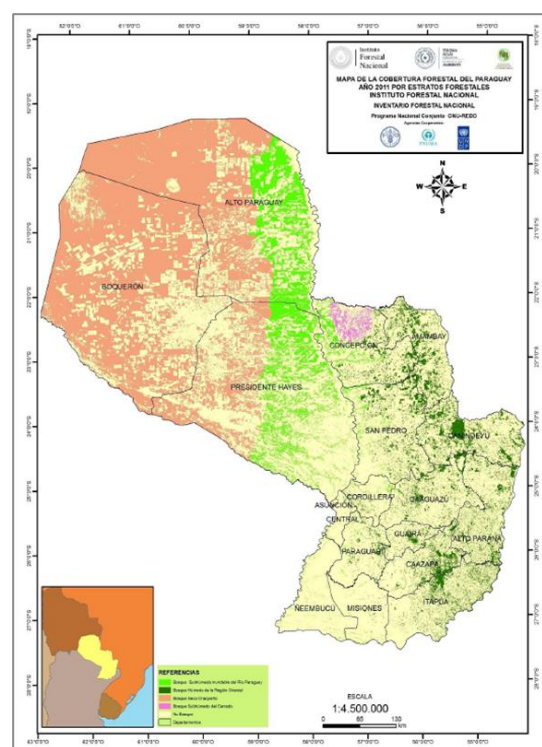
#### (d) Hábitats naturales (I – Bosque)

En esta sección se analiza cómo la presencia de hábitats naturales terrestres puede condicionar el trazado de las Líneas de Transmisión de los Componentes 1 y 2.

El hábitat natural terrestre prioritario a efectos de este estudio es el bosque, ya que es el receptor más vulnerable a los impactos potenciales de las Líneas de Transmisión, considerando que la franja de servidumbre no es compatible con los árboles de gran porte.

En toda el área de estudio, tanto del Componente 1 como del Componente 2, el estrato de bosque presente se corresponde con un bosque húmedo denominado “Bosque Atlántico del Alto Paraná”, un bosque sub-tropical húmedo semi-caducifolio, rico en flora y fauna. Cerca del 65% de los suelos de la región oriental del Paraguay son fértiles y bien drenados, lo cual los hace aptos para la agricultura y el pastoreo, que son los usos predominantes del suelo en esta zona. Cuando la tierra es plana y fértil, a menudo se ha despejado y sustituido los bosques por pastizales o tierras de cultivo, dejando lo que queda del bosque en la región oriental en los sitios menos fértiles y rocosos que tienen pendiente más pronunciadas (Kernan et al. 2010).

**Cuadro 4.** Bosque Húmedo de la Región Oriental



El Bosque Húmedo de la Región Oriental comprende los bosques altos nativos de la Región Oriental del Paraguay clasificado como bosque higrofitico subtropical (Hueck, 1978), como bosque húmedo templado cálido por Holdridge (1969) y Selva del Alto Paraná por Tortorelli (1966), con alturas que pueden llegar hasta 30 – 40 metros y cuya estructura tiene tres estratos verticales y un sotobosque, considerado como el de mayor biodiversidad del país. En la composición florística predominan *Cedrella spp.*, *Tabebuia spp.*, *Apuleia leiocarpa*, *Balfourodendron riedelianum*, *Myrocarpus frondosus*, *Peltophorum dubium*, *Pterogine nitens*, *Nectandra spp.*, *Ocotea spp.*, *Patagonula americana*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Albizia hassleri*, *Cabrarea sp.*, *Aspidosperma polyneuron* entre otras, además el bosque posee un elevado número de especies de lianas, epífitas, helechos arborescentes y palmeras (*Syagrus romanzofianum* y *Euterpe edulis*). Las comunidades naturales están constituidas por turberas, bosques en galería, bosques semicaducifolios altos y medios, bambuzales, cerrados, cuevas, roquedales y acantilados. Los suelos son bien drenados y predominantemente derivados de basalto y areniscas.

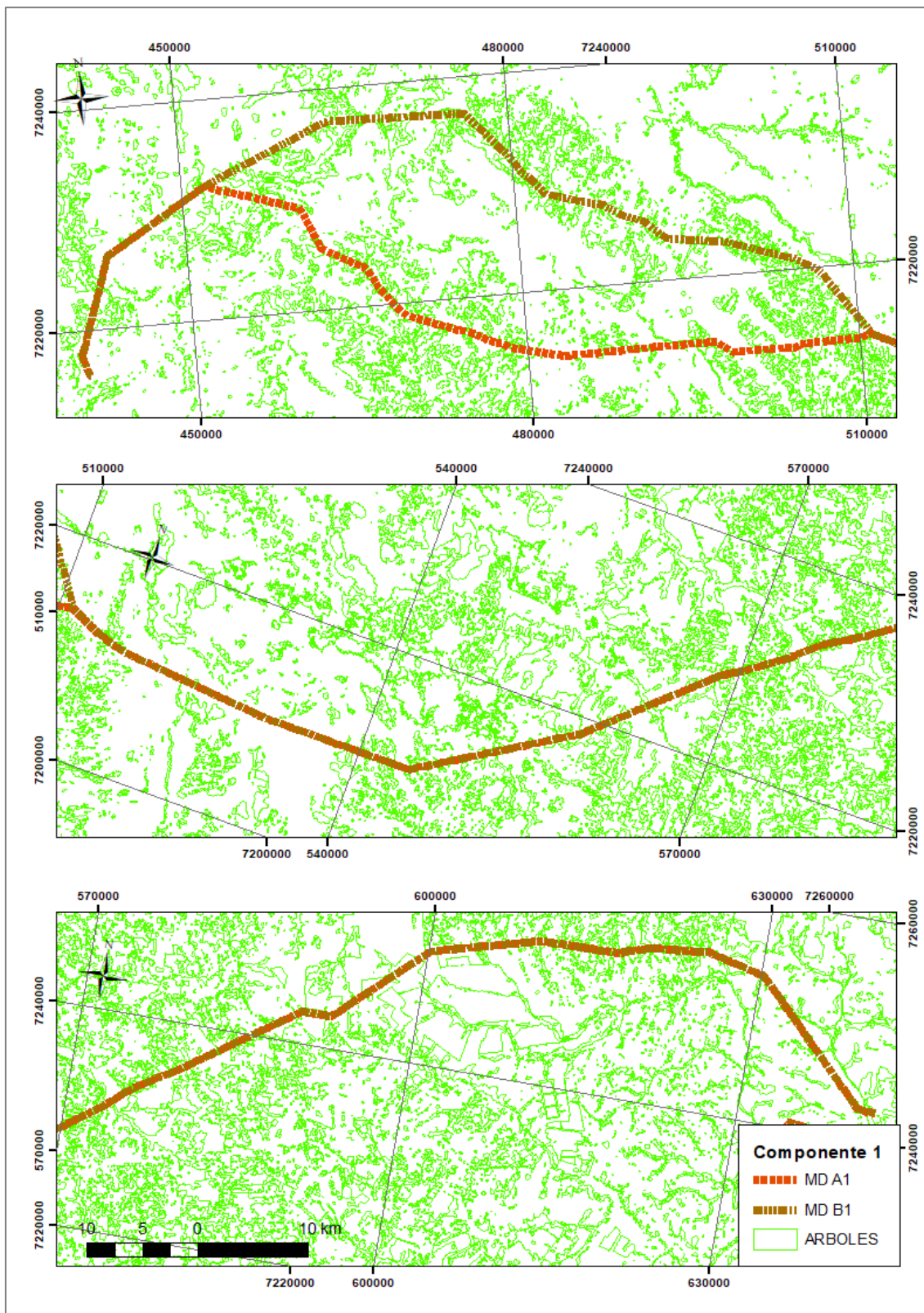
Fuente: Nivel de Referencia de las Emisiones Forestales por Deforestación en la República del Paraguay para pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC. 2015

Desde 1960, en toda la Región Oriental, se ha producido un importante retroceso de la cobertura forestal como consecuencia del avance de la frontera agropecuaria. Las masas boscosas remanentes a menudo se encuentran fragmentadas en forma de parches aislados.

**Conclusiones.** Las conclusiones del análisis de cómo el criterio de bosque condiciona el trazado de la LT son las siguientes:

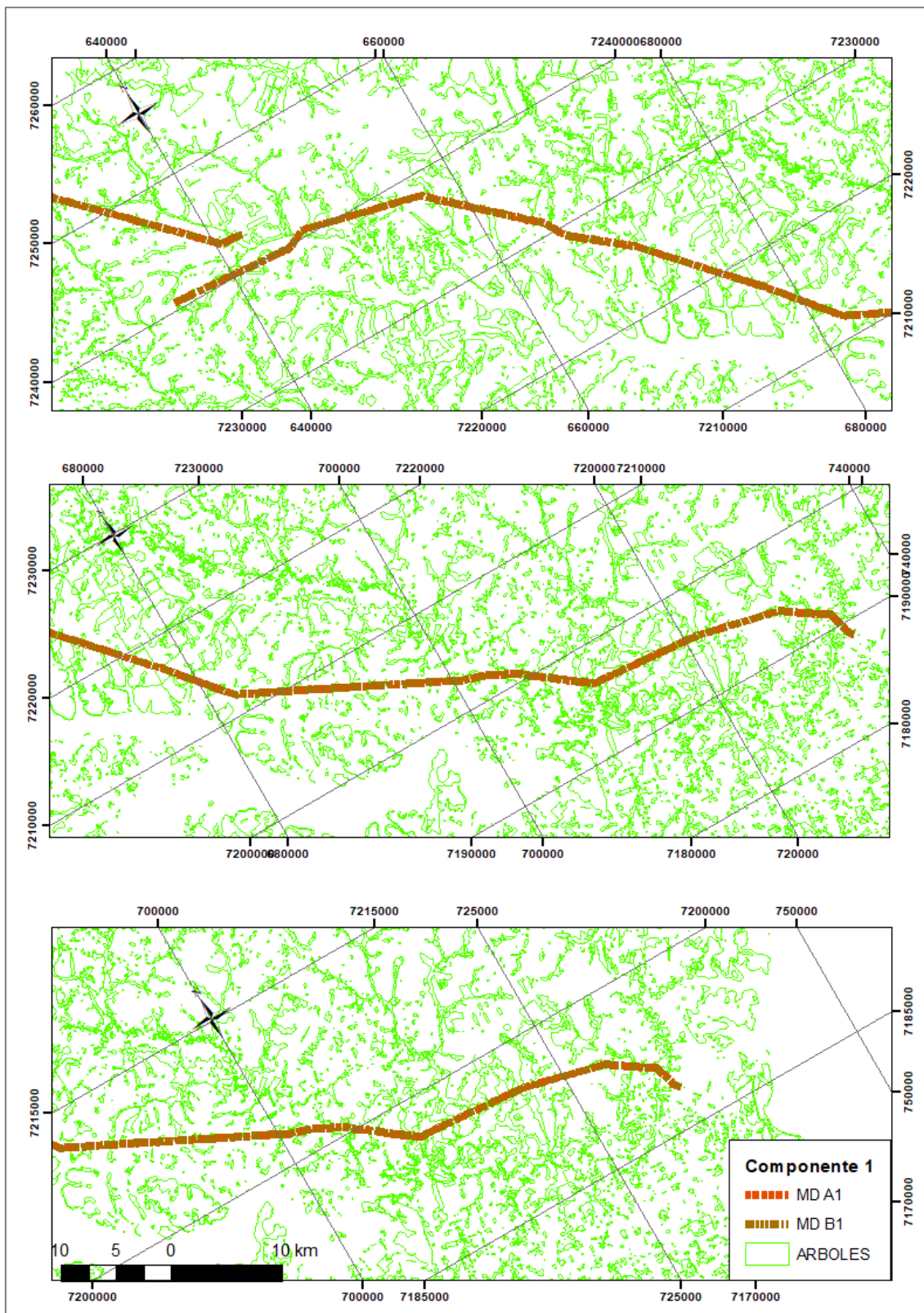
Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio
<b>Hábitats naturales (terrestres): Bosque</b>  <i>Fuente: Capa Bosque de Esri 2020 Land Cover mejorada mediante tratamiento manual sobre imagen satelital</i>	<u><b>Componente 1 y componente 2</b></u>  La capa de bosque se encuentra fragmentada y dispersa, tanto en el área de estudio del Componente 1 como del Componente 2. La presencia de cobertura forestal es uno de los criterios altamente determinantes que condiciona la directriz óptima de trazado.

**Mapa 41.** Parches de bosque remanente en el área de estudio del Componente 1 (1 de 2)

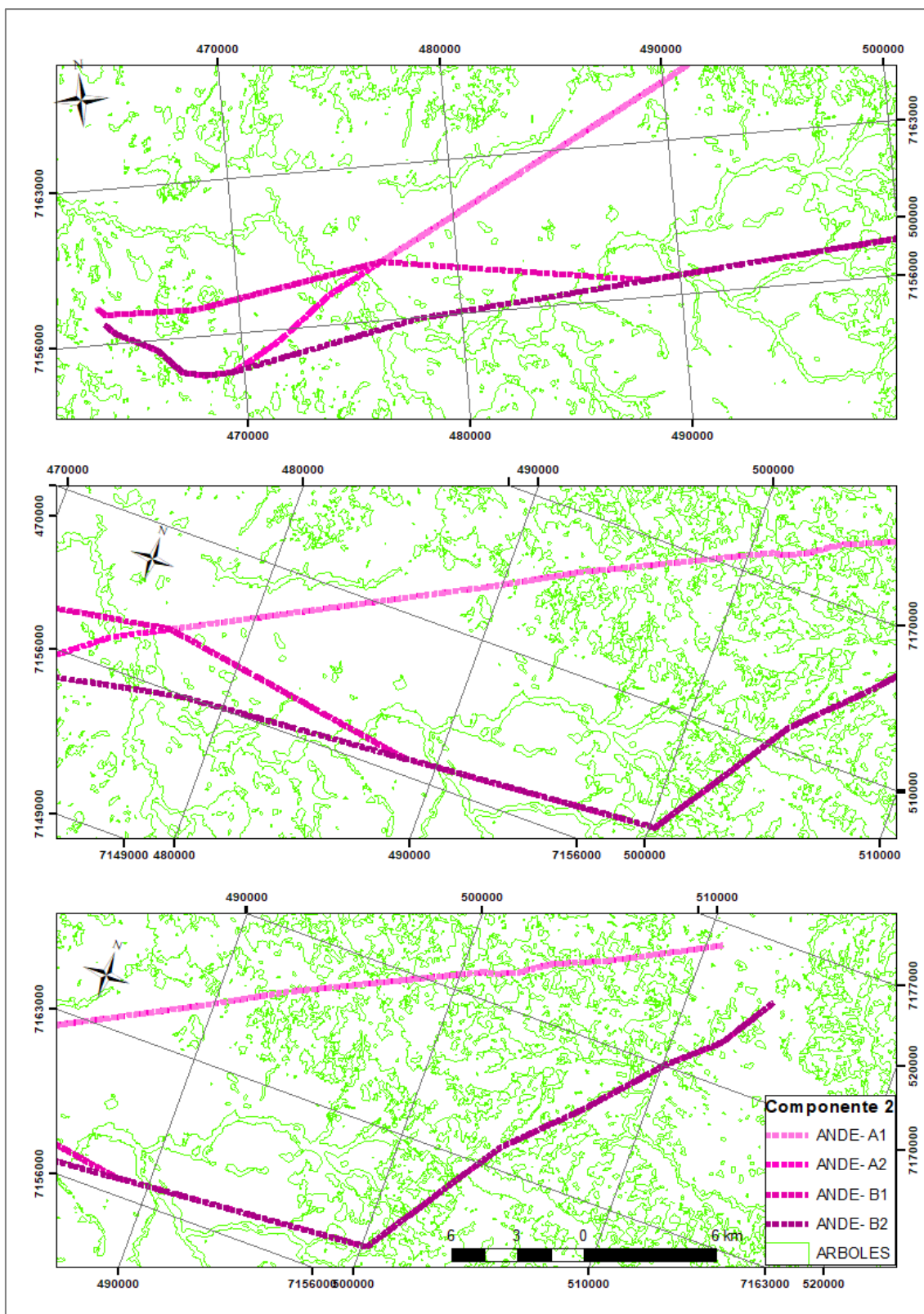




**Mapa 42.** Parches de bosque remanente en el área de estudio del Componente 1 (2 de 2)



**Mapa 43.** Parches de bosque remanente en el área de estudio del Componente 2



### (e) Hábitats naturales (II – Agua)

En esta sección se analiza cómo la presencia de hábitats naturales acuáticos puede condicionar el trazado de las Líneas de Transmisión de los Componentes 1 y 2.

Se han considerado dentro de este criterio los hábitats asociados a todas las masas de agua identificadas en el territorio, tanto permanentes como estacionales: ríos, esteros, lagos y zonas húmedas así como zonas inundables.

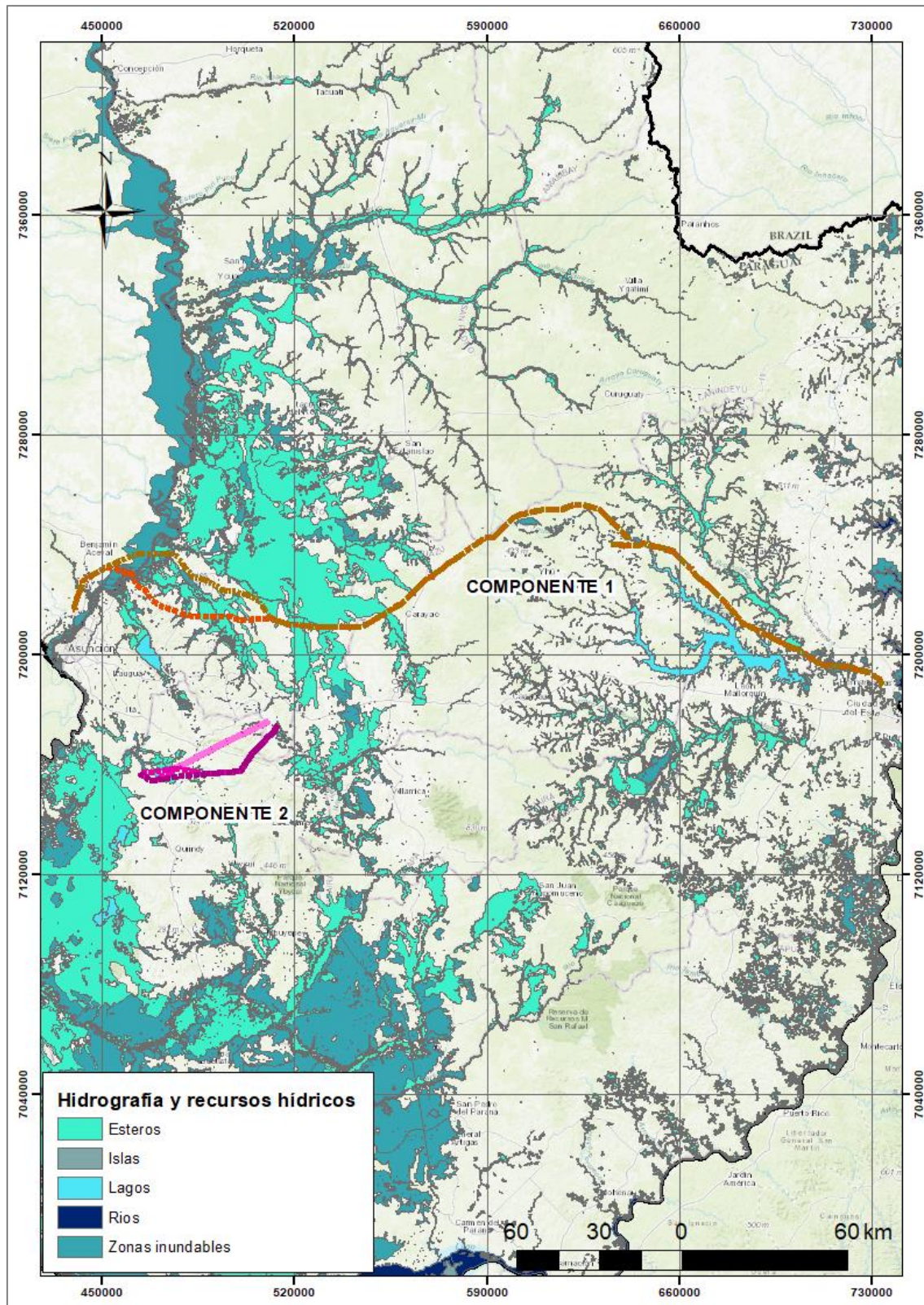
La Ley No. 3239/ de los recursos Hídricos del Paraguay, establece que las márgenes bajo dominio privado adyacentes a los cauces hídricos tendrán “una zona de protección de fuentes de agua de un ancho de cien metros a ambas márgenes, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que allí se realicen, conforme a lo que establezcan las normas jurídicas ambientales”. En consecuencia, a las distintas masas de agua que forman parte de esta capa se les ha añadido un buffer de protección de 100 m.

**Conclusiones.** Las conclusiones del análisis de cómo el criterio de hábitats naturales acuáticos condiciona el trazado de la LT son las siguientes:

Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio
<b>Hábitats naturales (acuáticos): Agua</b>  <i>Fuente: Sistema de información ambiental del MADES (varias capas: ríos, lagos, esteros, terreno inundable)</i>	<b><u>Componente 1 y Componente 2</u></b>  Numerosos ríos, esteros y zonas inundables se localizan tanto en las áreas de estudio del Componente 1 como del 2, condicionando de forma significativa la directriz óptima de trazado de las Líneas de Transmisión de ambos componentes.



Mapa 44. Ríos y masas de agua



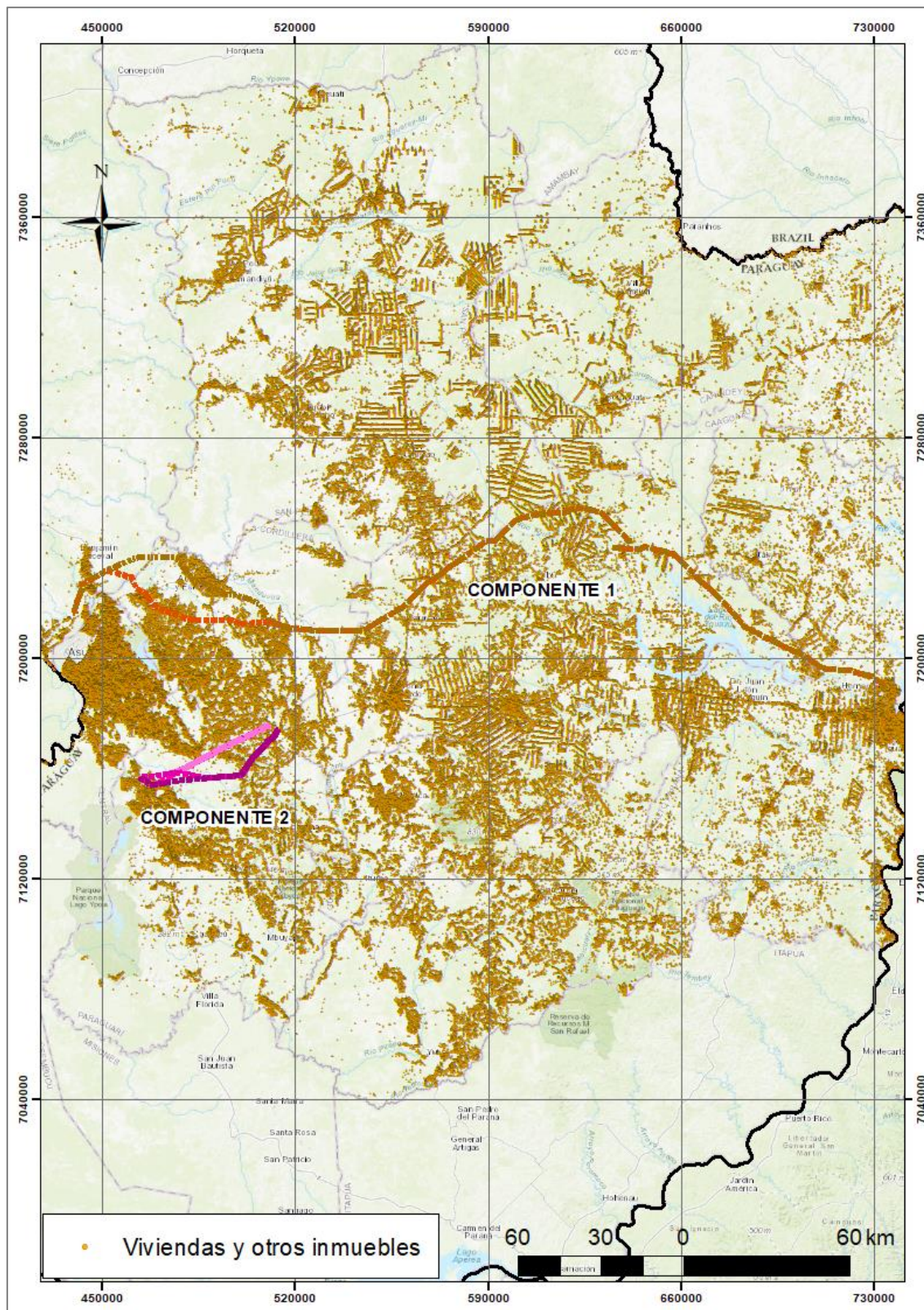


## ANEXO 4. Características y mapeo de los criterios sociales

### (a) Viviendas y otros inmuebles

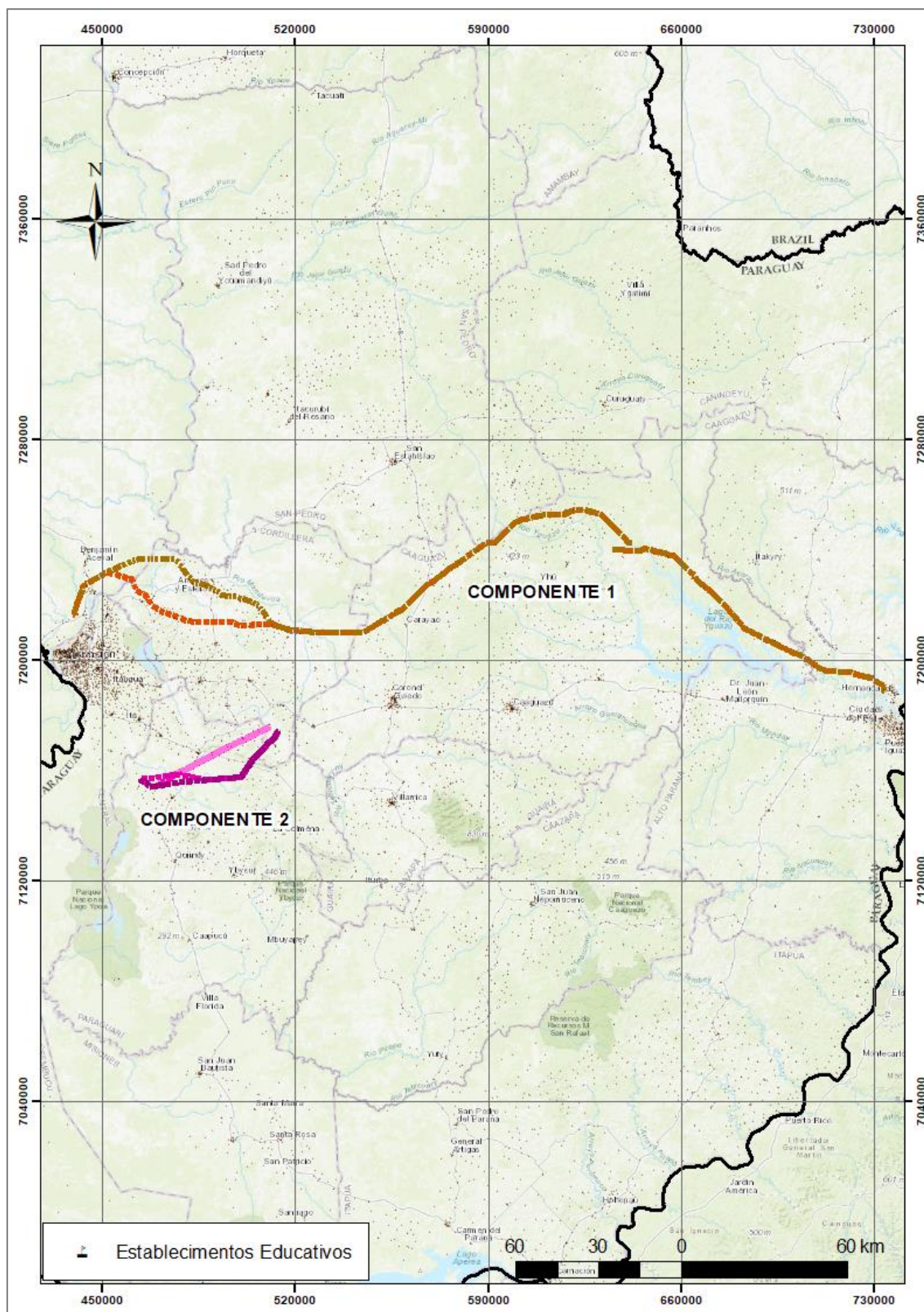
Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio
<b>Viviendas y otros inmuebles</b>  <i>Elaborado a partir de una combinación de varias fuentes: Capa del censo de viviendas del Instituto Nacional de Estadística de Paraguay (INE); completada con la capa de huella urbana de Esri Land Cover 2020 y con el Inventario de centros educativos del Ministerio de Educación.</i>	<p><b><u>Componente 1 y Componente 2</u></b></p> <p>Viviendas y otros inmuebles se encuentran distribuidos a lo largo del área de estudio de los Componentes 1 y 2, tanto en centros y aglomeraciones urbanas como de forma dispersa en el territorio, constituyendo una de las capas de información geoespacial que más condiciona la directriz de trazado óptimo.</p> <p>Para el modelo geoespacial se ha considerado la capa de viviendas e inmuebles de forma indiferenciada.</p> <p>Sin embargo, para realizar los ajustes sobre plano, también se ha tenido en cuenta de forma específica y diferenciada, la localización de establecimientos escolares, por considerarse uno de los usos de inmuebles más sensibles a la instalación del proyecto.</p>

Mapa 45. Viviendas y otros inmuebles

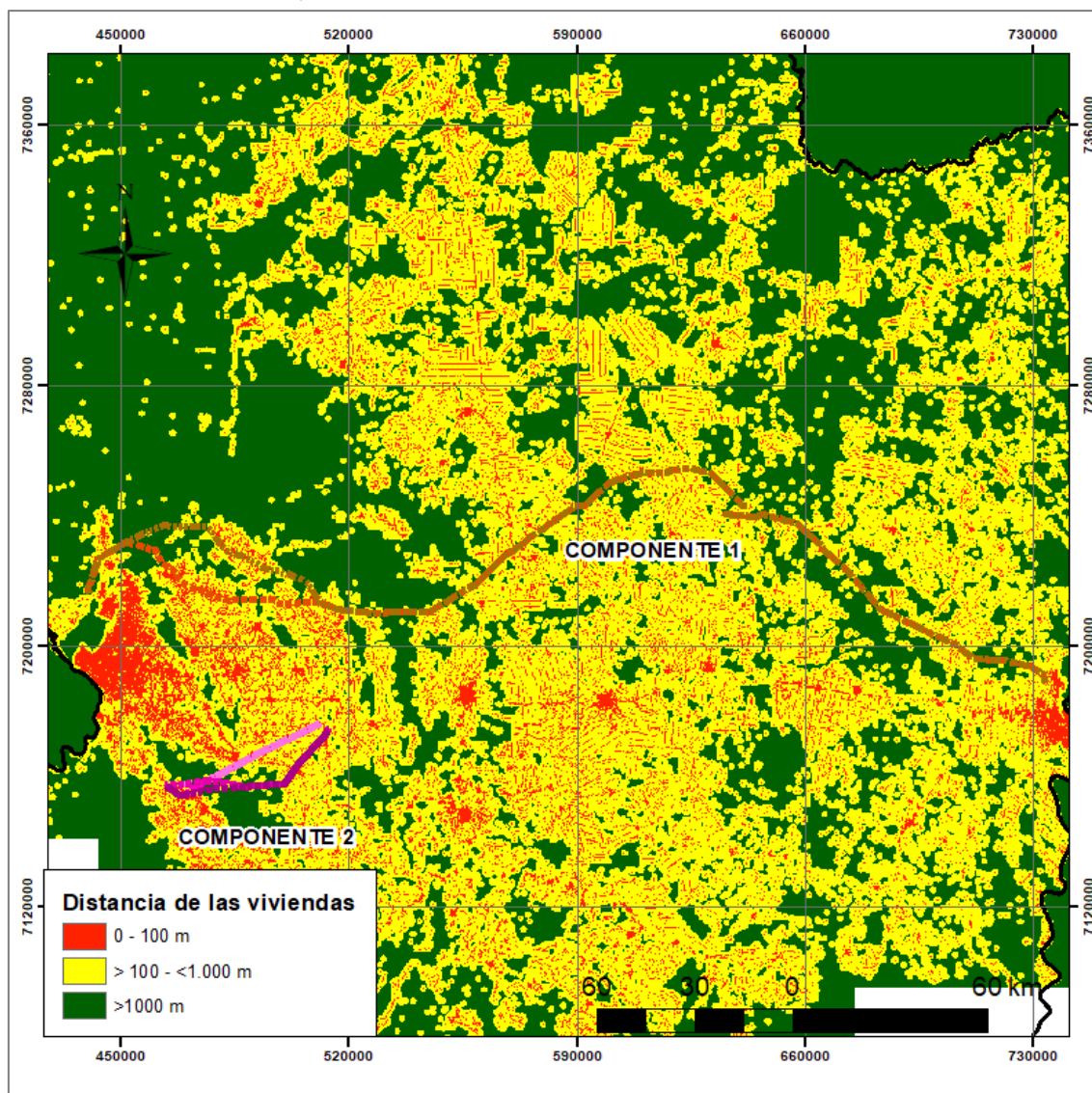




Mapa 46. Escuelas

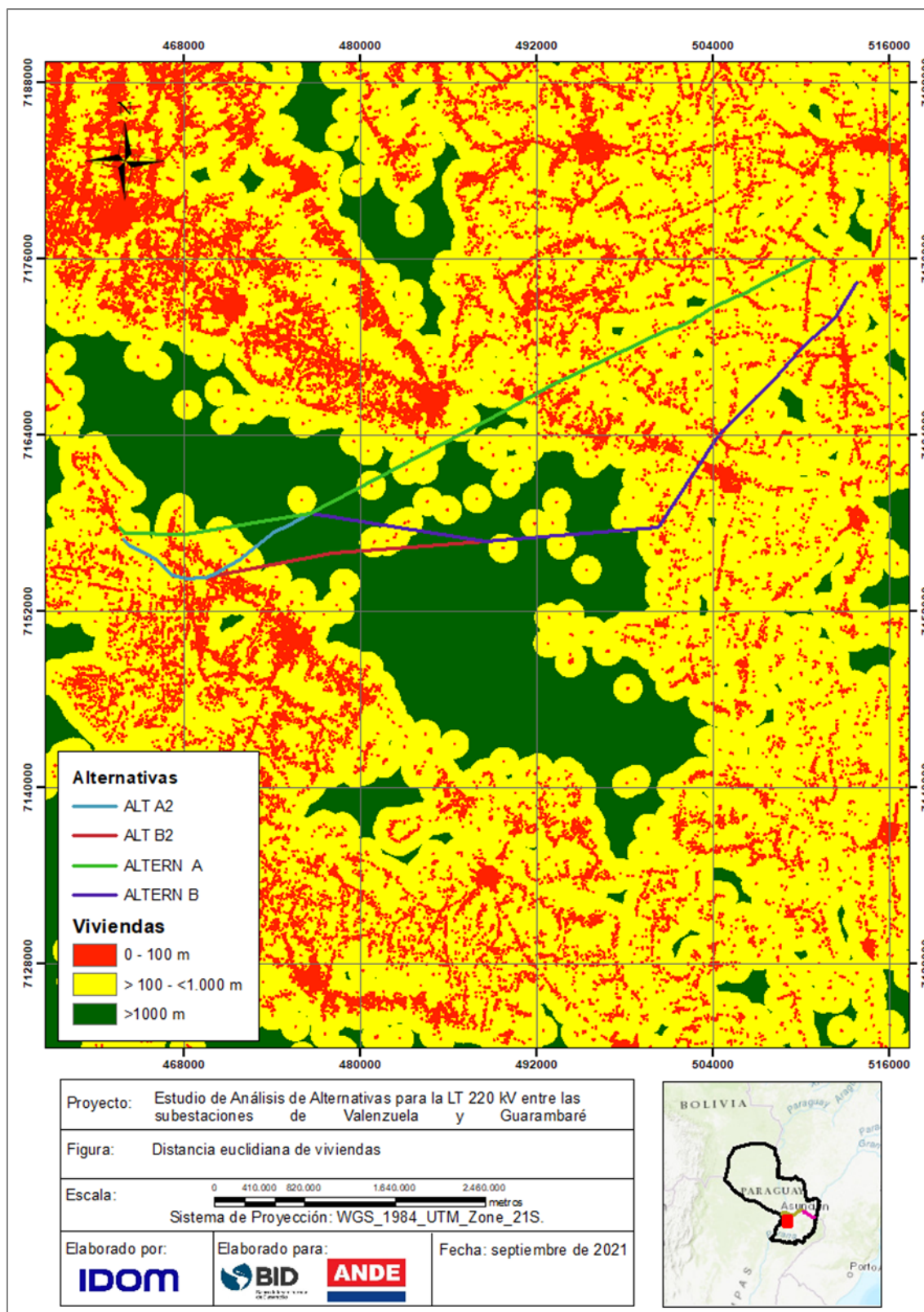


**Mapa 47.** Distancia a viviendas y otros inmuebles





Mapa 48. Detalle para el Componente 2



### (b) Comunidades vulnerables

El criterio incorporado al modelo de aptitud territorial es el nivel de vulnerabilidad social distrital según la información que figura en el Atlas de Riesgo de desastres de la Republica de Paraguay (2018).

Este criterio se compone de los siguientes 4 subcriterios de vulnerabilidad distrital:

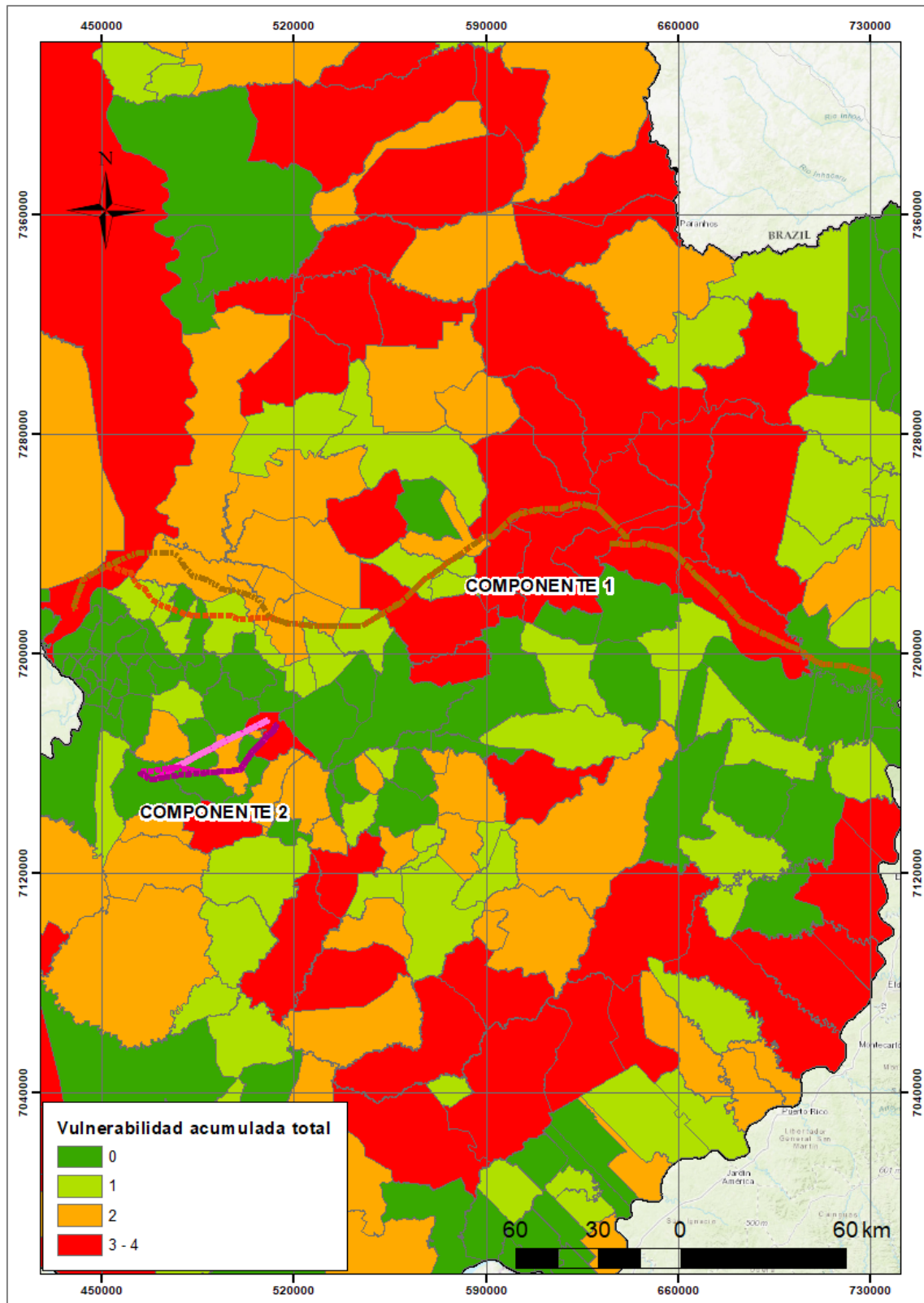
- Vulnerabilidad económica: evaluación construida a partir de las medias distritales del indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas en capacidades de subsistencia, el cual se calcula a partir de información del perfil de ingreso de la población (persona ocupada, jubilada, pensionada o rentista), n° de personas a cargo, etc.
- Vulnerabilidad de salud: evaluación construida a partir de las medias distritales de los indicadores de mortalidad materna e infantil.
- Vulnerabilidad por calidad de vivienda: evaluación construida a partir de las medias distritales de los indicadores de calidad de construcción (pared, piso y techo); servicios básicos disponibles (agua, energía eléctrica y desagüe sanitario) y condiciones de habitabilidad (factores de hacinamiento).
- Vulnerabilidad por educación: evaluación construida a partir de las medias distritales de los indicadores de factores que impiden el normal desarrollo educativo de la población, en el entendido de que una población con alto nivel educativo será menos vulnerable. Se consideran los indicadores de analfabetismo, asistencia escolar y máximo nivel de instrucción alcanzado.

En el modelo se ha considerado, para cada distrito, la suma de las vulnerabilidades anteriores.

**Conclusiones.** Las conclusiones del análisis de cómo este criterio condiciona el trazado de la LT son las siguientes:

Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio
<b>Comunidades vulnerables</b>  <i>Fuente: Atlas de Riesgo de desastres de la Republica de Paraguay, 2018</i>	<b><u>Componente 1 y Componente 2</u></b>  Tanto en el área de estudio del Componente 1 como en la del Componente 2, existen distritos con un nivel de vulnerabilidad social muy diverso, por lo que este criterio sí puede contribuir a determinar la directriz de trazado óptimo.

Mapa 49. Vulnerabilidad distrital






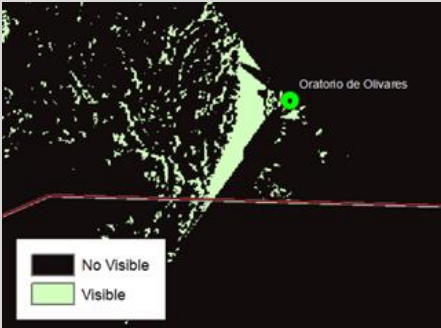
**(c) Comunidades y tierras indígenas**

Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio
<p><b>Comunidades y tierras indígenas</b></p> <p><i>Fuente cartográfica: TierrasIndigenas.org</i></p>	<p><b><u>Componente 1</u></b></p> <p>En el área de estudio del Componente 1, las comunidades y tierras indígenas se localizan predominantemente en el sector Este, en los Departamentos de Alto Paraná y de Caaguazú.</p> <p>Las comunidades de Alto Paraná son mayoritariamente del Pueblo Ava Guaraní, mientras que las de Caaguazú son predominantemente del Pueblo Mbya. Ambos Pueblos son de la familia lingüística Guaraní, y son los predominantes en el país.</p> <p>Por su distribución dispersa y peso relativo, este criterio es uno de los más determinantes para la configuración de la directriz de trazado óptimo del Componente 1.</p> <p><b><u>Componente 2</u></b></p> <p>No se han identificado comunidades indígenas en el área de estudio del Componente 2</p>





**(d) Patrimonio cultural**

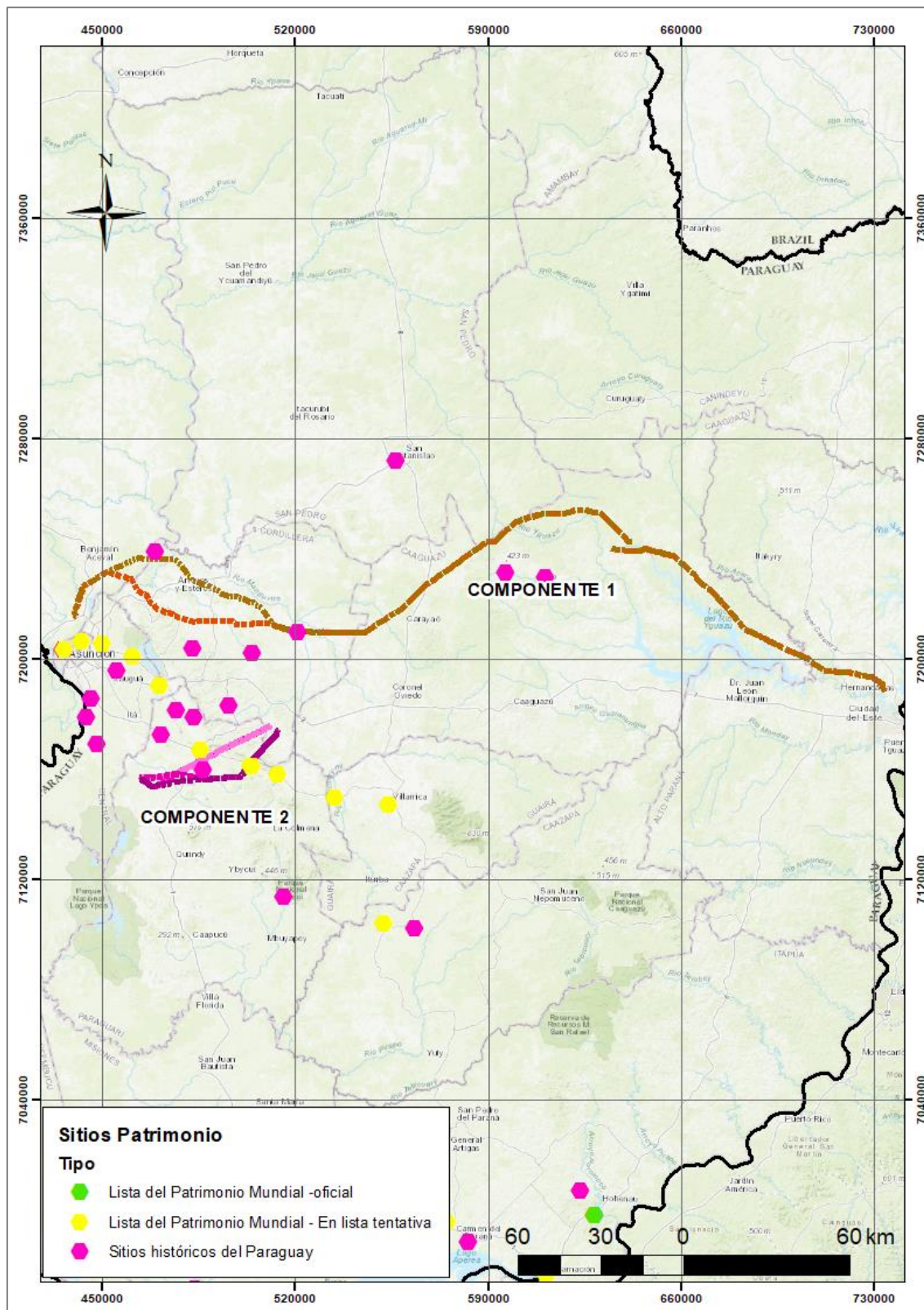
Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio	
<b>Patrimonio cultural</b>  <i>Fuentes:</i> <i>Secretaría Nacional de Cultura de Paraguay (RENDa) y sitios de Patrimonio Mundial de la Unesco</i>	<b>Componente 1</b>  Se han identificado diversos elementos del patrimonio cultural en el área de estudio. Los que presentan mayor proximidad (y por tanto mayor potencial de interferencia con el proyecto) son sitios históricos cuyas características y cuencas visuales se indican a continuación.  Su presencia condiciona de forma significativa la directriz de trazado óptimo.	
	<b>Parque Nacional Vapor Cué</b>  Declarado y restaurado en el año 2019, conmemora la inmolación de la flotilla paraguaya en el año 1869    <i>Fuente: <a href="http://renda.cultura.gov.py/">http://renda.cultura.gov.py/</a></i>	<b>Oratorio de Olivares</b>  Inaugurado en el año 1862 y declarada como patrimonio histórico por el Ministerio de cultura    <i>Fuente: <a href="http://renda.cultura.gov.py/">http://renda.cultura.gov.py/</a></i>
	<i>Cuenca visual (calculada IDOM)</i>    <div data-bbox="470 1400 603 1473"> <div>No Visible</div> <div>Visible</div> </div>	<i>Cuenca visual (calculada IDOM)</i>    <div data-bbox="928 1400 1061 1473"> <div>No Visible</div> <div>Visible</div> </div>

Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio
	<p><b><u>Componente 2</u></b></p> <p>Se han identificado diversos elementos del patrimonio cultural en el área de estudio. Los que presentan mayor proximidad (y por tanto mayor potencial de interferencia con el proyecto) son el sitio histórico y el sitio de la lista tentativa del Patrimonio de la UNESCO cuyas características y cuencas visuales se indican a continuación.</p> <p>Su presencia condiciona de forma significativa la directriz de trazado óptimo.</p> <div data-bbox="443 591 727 616"> <p><b>Taller de trenes de Sapucaí</b></p> </div> <div data-bbox="443 631 887 730"> <p>Pertenece al Sistema Ferrocarril Pte. Carlos Antonio Lopez, el cual comprende los restos de muebles e inmuebles de un sistema ferroviario iniciado en 1861</p> </div> <div data-bbox="914 591 1307 851"> </div> <div data-bbox="443 882 860 931"> <p><b>Complejo Ferroviario y Pueblo Inglés de Sapucaí</b></p> </div> <div data-bbox="443 947 880 1068"> <p>Lugar de reparación y construcción de trenes de locomotoras de vapor, todavía en uso, así como las viviendas de la aldea inglesa construidas para los ingenieros ferroviarios británicos</p> </div> <div data-bbox="914 882 1307 1173"> </div> <div data-bbox="914 1205 1222 1404"> </div> <div data-bbox="746 1388 890 1413"> <p><i>Cuenca visual</i></p> </div> <div data-bbox="443 1442 826 1467"> <p><b>Monumento a la Batalla de Paraguairí</b></p> </div> <div data-bbox="443 1482 1348 1579"> <p>Declarado por el Ministerio de Cultura como lugar de relevancia histórica nacional. Ubicado en el Cerro de Mbae a 7 km del centro de Paraguairí, lugar donde se asentaron las tropas porteñas en 1811 y donde actualmente existe un obelisco con placas recordatorias a los caídos en la batalla.</p> </div> <div data-bbox="443 1612 847 1874"> </div> <div data-bbox="914 1612 1295 1800"> </div>

Fuente: Renda, 2021




Mapa 51. Patrimonio cultural



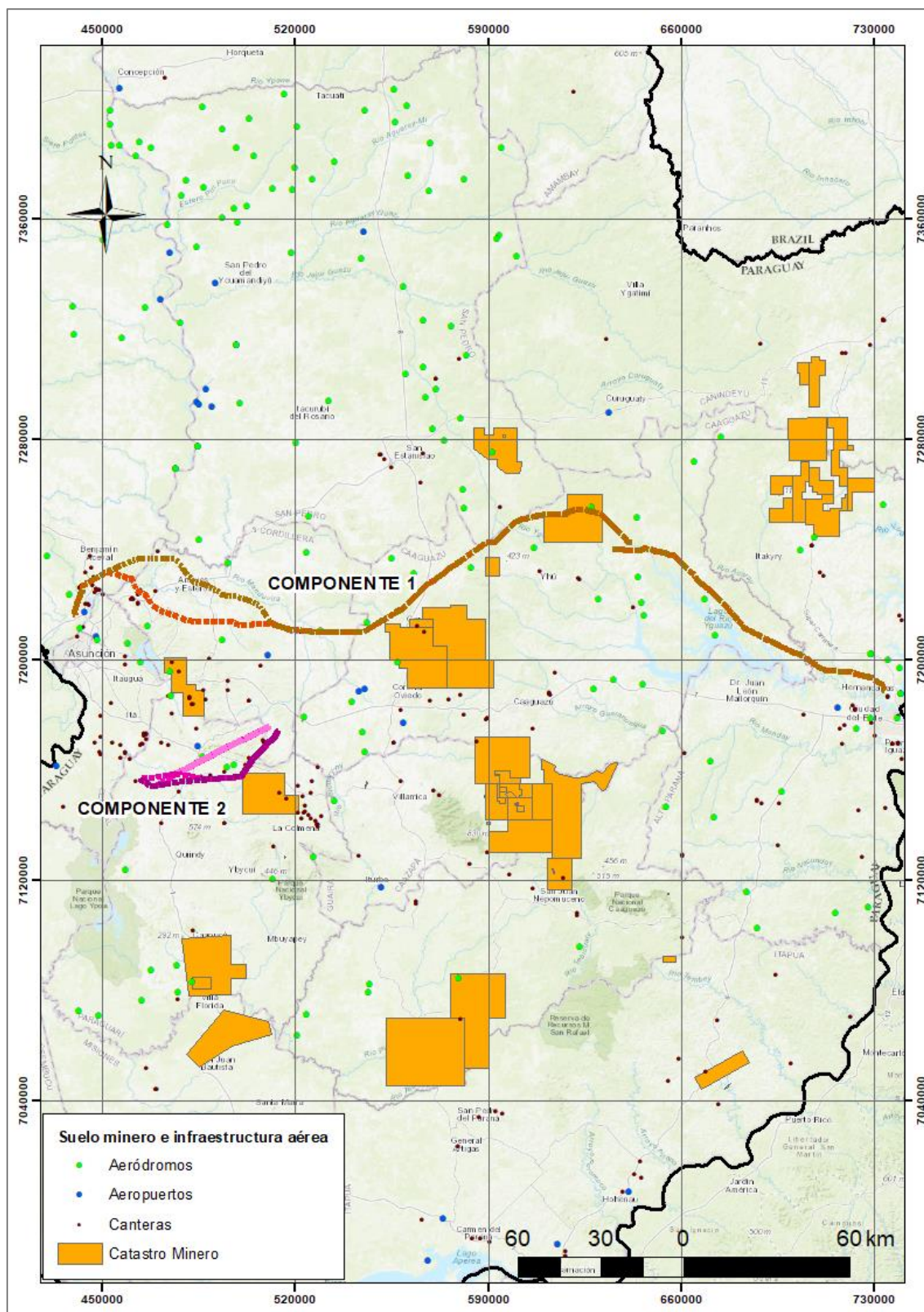


### (e) Actividades económicas e infraestructuras

En esta sección se analizan dos usos del suelo que tienen potencial de interferir significativamente con el proyecto: las actividades extractivas y las infraestructuras de transporte aéreo.

Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio
<b>Actividades extractivas</b>  <i>Fuente cartográfica: Catastro minero y canteras. Información obtenida del servicio del Viceministerio de Minas y energía.</i>	<p>Para este criterio fueron tenidos en cuenta dos capas, una correspondiente a los polígonos de catastro minero en todas sus fases exploración, explotación, prospección e inclusive los bloques en litigio.</p> <p>La otra capa considerada ha sido la de canteras, originalmente de tipo punto, por lo que se les ha asociado un buffer de 500 m, y se han revisado con ayuda de la foto satelital (ver ejemplo abajo).</p>  <p><b><u>Componente 1 y 2</u></b></p> <p>Por su abundancia y distribución dispersa dentro del área de estudio de ambos componentes, este criterio resulta determinante para la configuración de la directriz de trazado óptimo del Componente 1.</p>
<b>Infraestructura de transporte aéreo</b>  <i>Fuente cartográfica: Listado de aeródromos habilitados por la Dirección de Aeronáutica Civil (DINAC)</i>	<p><b><u>Componente 1 y 2</u></b></p> <p>Por su abundancia, distribución dispersa y elevado peso relativo dentro del área de estudio de ambos componentes, este criterio resulta muy determinante para la configuración de la directriz de trazado óptimo del Componente 2.</p>

**Mapa 52.** Actividades económicas e infraestructuras



**(f) Tenencia de la tierra**

Criterio y fuente cartográfica	Características destacadas en el área de estudio
<b>Catastro Nacional</b>  <i>Fuente cartográfica: Idem</i>	<p><b><u>Componente 1 y 2</u></b></p> <p>Esta capa representa los terrenos ya inscritos en el Catastro Nacional.</p> <p>Por su abundancia y distribución dispersa dentro del área de estudio de ambos componentes, este criterio resulta determinante para la configuración de la directriz de trazado óptimo en ambos casos.</p>
<b>Catastro INDERT</b>  <i>Fuente cartográfica: Idem</i>	<p>Esta capa se corresponde con los parcelarios de colonias realizados por el Instituto Nacional de Desarrollo Rural y de la Tierra INDERT. Se trata de áreas en proceso de reforma agraria y no cuentan con títulos de propiedad o se encuentran en proceso; asimismo pueden estar asociados a un amplio abanico de situaciones de informalidad y vulnerabilidad de sus propietarios, poseedores u ocupantes.</p> <p><b><u>Componente 1 y 2</u></b></p> <p>Por su abundancia y distribución dispersa dentro del área de estudio de ambos componentes, este criterio resulta determinante para la configuración de la directriz de trazado óptimo en ambos casos.</p>



Mapa 53. Tenencia de la tierra

